

Relatório N° 59 – Perito do Juízo, 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte, na Ação Civil Pública, Processo N° 1000412-91.2020.4.01.3800

Laudo Pericial da Segurança do Alimento – Produtos Agropecuários

Sumário

1. Introdução	14
2. Contextualização sobre a avaliação da segurança do alimento	17
3. Abordagem empregada para a avaliação de segurança	27
3.1 Etapa 1 – Identificação do perigo	29
3.2 Etapa 2 – Caracterização do perigo	42
3.3 Etapa 3 – Avaliação da exposição	56
3.4 Etapa 4 – Caracterização do risco	56
4. Coleta dos produtos agropecuários e análises químicas	61
4.1 Áreas de amostragem dos produtos agropecuários	61
4.2 Pontos de coleta	69
4.3 Abordagem e agendamento das coletas	83
4.4 Metodologia de coleta e amostragem dos produtos agropecuários	83
4.5 Produtos agropecuários amostrados	87
4.6 Atividades de laboratório	90
4.7 Métodos analíticos e limites empregados	93
4.8 Tratamento de concentrações censuradas	99
4.9 Cálculos empregados para avaliar as concentrações das substâncias químicas nos produtos agropecuários	99
5. Resultados – Avaliação da exposição	101
5.1 Concentração das substâncias químicas nos alimentos	102
5.1.1 Quantitativo dos resultados analíticos	102
5.1.2 Resultados das concentrações das substâncias químicas avaliadas nos produtos agropecuários nas áreas de interesse e controle	104
5.1.3 Avaliação de irregularidades para as substâncias químicas investigadas	106
5.1.4 Estimativa do consumo dos produtos agropecuários e do peso corpóreo da população residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse	124
5.2 Quantificação da exposição às substâncias químicas investigadas nos produtos agropecuários analisados	126

6.	Avaliação da segurança dos produtos agropecuários destinados ao consumo humano	128
6.1	Substâncias químicas essenciais	129
6.1.1	Frutas.....	131
6.1.2	Legumes	142
6.1.3	Raízes e tubérculos	151
6.1.4	Verduras.....	160
6.1.5	Grãos	169
6.1.6	Leite	186
6.1.7	Mel.....	197
6.1.8	Ovos.....	206
6.1.9	Carnes	214
6.1.10	Vísceras	223
6.2	Substâncias químicas não essenciais.....	233
6.2.1	Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose diária de ingestão.....	233
6.2.1.1	Frutas.....	233
6.2.1.2	Legumes.....	238
6.2.1.3	Raízes e tubérculos	241
6.2.1.4	Verduras.....	243
6.2.1.5	Grãos	246
6.2.1.6	Leite	251
6.2.1.7	Mel.....	254
6.2.1.8	Ovo	257
6.2.1.9	Carnes.....	260
6.2.1.10	Vísceras	262
6.2.2	Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão.....	265
6.2.2.1	Frutas.....	265
6.2.2.2	Legumes.....	268
6.2.2.3	Raízes e tubérculos	271
6.2.2.4	Verduras.....	273
6.2.2.5	Grãos	275
6.2.2.6	Leite	277
6.2.2.7	Mel.....	280
6.2.2.8	Ovo	282
6.2.2.9	Carnes.....	285
6.2.2.10	Vísceras	287
6.2.3	Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão.....	289
6.2.3.1	Frutas.....	289

6.2.3.2	Legumes.....	290
6.2.3.3	Raízes e tubérculos	291
6.2.3.4	Verduras.....	292
6.2.3.5	Grãos	293
6.2.3.6	Leite	294
6.2.3.7	Mel	295
6.2.3.8	Ovo	296
6.2.3.9	Carnes.....	297
6.2.3.10	Vísceras	298
6.2.4	Margem de exposição (MOE)	299
6.2.4.1	Frutas.....	301
6.2.4.1.1	Chumbo.....	301
6.2.4.1.2	Titânio	304
6.2.4.2	Legumes.....	305
6.2.4.2.1	Chumbo.....	305
6.2.4.2.2	Titânio	308
6.2.4.3	Raízes e tubérculos	308
6.2.4.3.1	Chumbo.....	308
6.2.4.3.2	Titânio	313
6.2.4.3.3	Arsênio inorgânico (III + V).....	313
6.2.4.3.4	Cromo inorgânico VI	314
6.2.4.4	Verduras.....	317
6.2.4.4.1	Chumbo.....	317
6.2.4.4.2	Titânio	319
6.2.4.4.3	Arsênio III + V	320
6.2.4.5	Grãos	321
6.2.4.5.1	Chumbo.....	321
6.2.4.5.2	Titânio	324
6.2.4.6	Leite	325
6.2.4.6.1	Chumbo.....	325
6.2.4.6.2	Titânio	329
6.2.4.6.3	Arsênio inorgânico (III + V).....	329
6.2.4.6.4	Cromo inorgânico (VI).....	331
6.2.4.7	Mel	334
6.2.4.7.1	Chumbo.....	334
6.2.4.7.2	Titânio	336
6.2.4.8	Ovo	337
6.2.4.8.1	Chumbo.....	337
6.2.4.8.2	Titânio	340

6.2.4.9	Carnes.....	340
6.2.4.9.1	Chumbo.....	340
6.2.4.9.2	Titânio	342
6.2.4.9.3	Cromo inorgânico (VI).....	343
6.2.4.10	Vísceras	346
6.2.4.10.1	Chumbo.....	346
6.2.4.10.2	Titânio.....	350
6.2.5	Quociente de perigo (HQ oral).....	350
6.2.5.1	Frutas.....	351
6.2.5.2	Legumes.....	351
6.2.5.3	Raízes e tubérculos	352
6.2.5.4	Verduras.....	353
6.2.5.5	Grãos	354
6.2.5.6	Leite	355
6.2.5.7	Mel.....	356
6.2.5.8	Ovo	357
6.2.5.9	Carnes.....	358
6.2.5.10	Vísceras	361
6.3	Substâncias sem dados para a caracterização do risco.....	362
7.	Resumo das conclusões e considerações sobre os resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários	366
7.1	Resumo das conclusões dos resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários.....	366
7.2	Considerações da equipe de perícia sobre os resultados da avaliação da segurança do alimento.....	386
8.	Cadeia de Custódia (COC)	389
9.	Controle de qualidade.....	393
10.	Nexo de causalidade	395
10.1	Critérios e premissas.....	395
10.2	Avaliação do nexo de causalidade.....	397
10.3	Resultados da avaliação do nexo de causalidade.....	399
10.3.1	Arsênio III + V.....	400
10.3.1.1	Leite	400
10.3.1.1.1	Leite de vaca	400
10.3.2	Bário.....	401
10.3.2.1	Grupo frutas.....	401
10.3.2.1.1	Abacate	401
10.3.2.1.2	Abacaxi.....	402
10.3.2.1.3	Acerola	403
10.3.2.1.4	Banana	404

10.3.2.1.5	Cacau	405
10.3.2.1.6	Cana-de-açúcar	406
10.3.2.1.7	Água de coco-verde	407
10.3.2.1.8	Polpa de coco-verde	408
10.3.2.1.9	Goiaba	409
10.3.2.1.10	Laranja	410
10.3.2.1.11	Limão	411
10.3.2.1.12	Mamão	412
10.3.2.1.13	Manga	413
10.3.2.1.14	Maracujá	414
10.3.2.1.15	Melancia	415
10.3.2.2	Grupo grãos	416
10.3.2.2.1	Café	416
10.3.2.2.2	Feijão	417
10.3.2.2.3	Milho	418
10.3.3	Boro	419
10.3.3.1	Grupo grãos	419
10.3.3.1.1	Café	419
10.3.3.1.2	Feijão	420
10.3.3.1.3	Milho	421
10.3.4	Chumbo	422
10.3.4.1	Grupo frutas	422
10.3.4.1.1	Abacate	422
10.3.4.1.2	Abacaxi	423
10.3.4.1.3	Acerola	424
10.3.4.1.4	Banana	425
10.3.4.1.5	Cacau	426
10.3.4.1.6	Cana-de-açúcar	427
10.3.4.1.7	Água de coco-verde	428
10.3.4.1.8	Polpa de coco-verde	429
10.3.4.1.9	Goiaba	430
10.3.4.1.10	Laranja	431
10.3.4.1.11	Limão	432
10.3.4.1.12	Mamão	433
10.3.4.1.13	Manga	434
10.3.4.1.14	Maracujá	435
10.3.4.1.15	Melancia	436
10.3.4.2	Grupo legumes	437
10.3.4.2.1	Abóbora	437

10.3.4.2.2	Abobrinha	438
10.3.4.2.3	Jiló.....	439
10.3.4.2.4	Pepino	440
10.3.4.2.5	Pimentão	441
10.3.4.2.6	Quiabo.....	442
10.3.4.2.7	Tomate	443
10.3.4.3	Grupo raízes e tubérculos	444
10.3.4.3.1	Batata-doce	444
10.3.4.3.2	Beterraba.....	445
10.3.4.3.3	Cenoura.....	446
10.3.4.3.4	Inhame	447
10.3.4.3.5	Mandioca.....	448
10.3.4.4	Grupo grãos.....	449
10.3.4.4.1	Café.....	449
10.3.4.4.2	Feijão.....	450
10.3.4.4.3	Milho.....	451
10.3.4.5	Leite	452
10.3.4.5.1	Leite de cabra	452
10.3.4.5.2	Leite de vaca	453
10.3.4.6	Ovos.....	454
10.3.4.6.1	Ovo de galinha.....	454
10.3.4.7	Grupo vísceras	455
10.3.4.7.1	Coração de boi	455
10.3.4.7.2	Fígado de boi.....	456
10.3.4.7.3	Estômago de boi.....	457
10.3.4.7.4	Coração de galinha	458
10.3.4.7.5	Fígado de galinha	459
10.3.4.7.6	Moela de galinha.....	460
10.3.5	Cianeto.....	461
10.3.5.1	Grupo frutas.....	461
10.3.5.1.1	Banana	461
10.3.5.2	Grupo grãos.....	462
10.3.5.2.1	Feijão.....	462
10.3.6	Cobre	463
10.3.6.1	Grupo grãos.....	463
10.3.6.1.1	Café.....	463
10.3.6.1.2	Feijão.....	464
10.3.6.1.3	Milho.....	465
10.3.6.2	Grupo vísceras	466

10.3.6.2.1	Coração de boi	466
10.3.6.2.2	Fígado de boi.....	467
10.3.6.2.3	Estômago de boi.....	468
10.3.6.2.4	Coração de galinha	469
10.3.6.2.5	Fígado de galinha	470
10.3.6.2.6	Moela de galinha.....	471
10.3.7	Cromo inorgânico VI.....	472
10.3.7.1	Grupo raízes e tubérculos.....	472
10.3.7.1.1	Batata-doce	472
10.3.7.2	Leite	473
10.3.7.2.1	Leite de vaca	473
10.3.7.3	Grupo carnes.....	474
10.3.7.3.1	Carne de boi	474
10.3.7.3.2	Carne de galinha.....	475
10.3.7.3.3	Carne de porco	476
10.3.8	Magnésio.....	477
10.3.8.1	Grupo frutas.....	477
10.3.8.1.1	Abacate	477
10.3.8.1.2	Abacaxi.....	478
10.3.8.1.3	Acerola	479
10.3.8.1.4	Banana	480
10.3.8.1.5	Cacau	481
10.3.8.1.6	Cana-de-açúcar	482
10.3.8.1.7	Água de coco-verde.....	483
10.3.8.1.8	Polpa de coco-verde	484
10.3.8.1.9	Goiaba.....	485
10.3.8.1.10	Laranja	486
10.3.8.1.11	Limão.....	487
10.3.8.1.12	Mamão	488
10.3.8.1.13	Manga	489
10.3.8.1.14	Maracujá.....	490
10.3.8.1.15	Melancia	491
10.3.8.2	Grupo grãos.....	492
10.3.8.2.1	Café.....	492
10.3.8.2.2	Feijão.....	493
10.3.8.2.3	Milho.....	494
10.3.8.3	Leite	495
10.3.8.3.1	Leite de cabra.....	495
10.3.8.3.2	Leite de vaca	496

10.3.9	Manganês	497
10.3.9.1	Grupo frutas.....	497
10.3.9.1.1	Abacate	497
10.3.9.1.2	Abacaxi.....	498
10.3.9.1.3	Acerola	499
10.3.9.1.4	Banana	500
10.3.9.1.5	Cacau	501
10.3.9.1.6	Cana-de-açúcar	502
10.3.9.1.7	Água de coco-verde.....	503
10.3.9.1.8	Polpa de coco-verde	504
10.3.9.1.9	Goiaba.....	505
10.3.9.1.10	Laranja	506
10.3.9.1.11	Limão.....	507
10.3.9.1.12	Mamão	508
10.3.9.1.13	Manga	509
10.3.9.1.14	Maracujá.....	510
10.3.9.1.15	Melancia	511
10.3.9.2	Grupo grãos.....	512
10.3.9.2.1	Café.....	512
10.3.9.2.2	Feijão.....	513
10.3.9.2.3	Milho.....	514
10.3.10	Metilmercúrio.....	515
10.3.10.1	Grupo frutas.....	515
10.3.10.1.1	Banana	515
10.3.10.2	Leite	516
10.3.10.2.1	Leite de vaca	516
10.3.11	Níquel.....	517
10.3.11.1	Grupo grãos.....	517
10.3.11.1.1	Café.....	517
10.3.11.1.2	Feijão.....	518
10.3.11.1.3	Milho.....	519
10.3.12	PCBs.....	520
10.3.12.1	Grupo carnes	520
10.3.12.1.1	Carne de boi	520
10.3.12.1.2	Carne de galinha.....	521
10.3.12.1.3	Carne de porco	522
10.3.13	Potássio	523
10.3.13.1	Grupo frutas.....	523
10.3.13.1.1	Abacate	523

10.3.13.1.2	Abacaxi.....	524
10.3.13.1.3	Acerola	525
10.3.13.1.4	Banana	526
10.3.13.1.5	Cacau	527
10.3.13.1.6	Cana-de-açúcar	528
10.3.13.1.7	Água de coco-verde	529
10.3.13.1.8	Polpa de coco-verde	530
10.3.13.1.9	Goiaba.....	531
10.3.13.1.10	Laranja.....	532
10.3.13.1.11	Limão.....	533
10.3.13.1.12	Mamão.....	534
10.3.13.1.13	Manga.....	535
10.3.13.1.14	Maracujá.....	536
10.3.13.1.15	Melancia	537
10.3.13.2	Grupo grãos.....	538
10.3.13.2.1	Café.....	538
10.3.13.2.2	Feijão.....	539
10.3.13.2.3	Milho.....	540
10.3.13.3	Leite	541
10.3.13.3.1	Leite de cabra	541
10.3.13.3.2	Leite de vaca	542
10.3.14	Titânio	543
10.3.14.1	Grupo grãos.....	543
10.3.14.1.1	Café.....	543
10.3.14.1.2	Feijão.....	544
10.3.14.1.3	Milho.....	545
10.3.14.2	Leite	546
10.3.14.2.1	Leite de cabra	546
10.3.14.2.2	Leite de vaca	547
10.3.14.3	Grupo carnes.....	548
10.3.14.3.1	Carne de boi	548
10.3.14.3.2	Carne de galinha.....	549
10.3.14.3.3	Carne de porco	550
10.3.15	Zinco	551
10.3.15.1	Grupo grãos.....	551
10.3.15.1.1	Café.....	551
10.3.15.1.2	Feijão.....	552
10.3.15.1.3	Milho.....	553
10.4	Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação donexo de causalidade	554

10.4.1	Frutas.....	554
10.4.2	Legumes	555
10.4.3	Raízes e tubérculos	555
10.4.4	Grãos	555
10.4.5	Leite	556
10.4.6	Ovos.....	557
10.4.7	Carnes	557
10.4.8	Vísceras	558
11.	Objeto específico da perícia.....	559
12.	Referências bibliográficas	562

Lista de abreviaturas e siglas

ADI – *Acceptable Daily Intake* (Ingestão Diária Aceitável)

AI – *Adequate Intake* (Ingestão Adequada)

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARfD – *Acute Reference Dose* (Dose de referência aguda)

ATSDR – *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (Agência de Registro de Substâncias Tóxicas e Doenças)

BMD – *Benchmark dose* (Dose de referência)

BMDL – *Benchmark dose lower confidence limit* (Limite de confiança inferior da dose de referência)

CG – Carcinogênico e Genotóxico

COC – Cadeia de Custódia

DRI – *Dietary Reference Intake* (Ingestão Dietética de Referência)

EAR – *Estimated Average Requirement* (Necessidade Média Estimada)

EFSA – *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar)

EQulS – *Environmental Quality Information System*

FAO – *Food and Agriculture Organization of The United Nations* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)

FDA – *Food and Drug Administration* (Administração Federal de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos)

FI – Fator de Incerteza

FS – Fator de Segurança

HQ – Quociente de Perigo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDR – Ingestão Diária Recomendada

IN – Instrução Normativa

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

JECFA – *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (Comitê de Assessoramento Científico da FAO/OMS na Área de Aditivos Alimentares)

LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

LM – Limites Máximos

LMR – Limites Máximos de Resíduos

LMT – Limites Máximos Tolerados

LOAEL – *Lowest-observed-adverse-effect* (Nível mais baixo de efeito adverso observado)

LOD – Limite de detecção

LOEL – *Lowest-observed-effect level* (Nível mais baixo de efeito observado)

LOQ – Limite de quantificação

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

MOE – *Margin of Exposure* (Margem de exposição)

MRL – *Minimal Risk Level* (Nível de Risco Mínimo)

NASEM – *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (Academias Nacionais de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos)

NCG – Não carcinogênico e genotóxico

ND – Não detectados

NIH – *National Institutes of Health* (Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos)

NOAEL – *No-observed-adverse-effect level* (Nível sem efeito adverso observado)

P5 – Percentil 5

P95 – Percentil 95

PCBs – Polychlorinated Biphenyls (Bifenilas Policloradas)

PMTDI – *Provisional Maximum Tolerable Daily Intake* (Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória)

POD – *Point of Departure* (Ponto de Partida)

POF – Pesquisa de Orçamentos Familiares

PTDI – *Provisional Tolerable Daily Intake* (Ingestão Diária Tolerável Provisória)

PTWI – *Provisional Tolerable Weekly Intake* (Ingestão Semanal Tolerável Provisória)

QA – Questionário Agropecuário

QQFA – Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar

RDA – *Recommended Dietary Allowance* (Ingestão Dietética Recomendada)

RfD – *Reference Dose* (Dose de referência)

SQ1 – Substâncias químicas do Tipo 1

SQ2 – Substâncias químicas do Tipo 2

SQ3 – Substâncias químicas do Tipo 3

SQ4 – Substâncias químicas do Tipo 4

SQE – Substâncias Químicas Especiais

SQI – Substância Química de Interesse

SQV – Substâncias Químicas Voláteis



Rua Tenente Negrão, 140 – 2º andar
Itaim Bibi, São Paulo – SP

TDI – *Tolerable Daily Intake* (Ingestão Diária Tolerável)

TMI – *Tolerable Monthly Intake* (Ingestão Mensal Tolerável)

TWI – *Tolerable Weekly Intake* (Ingestão Semanal Tolerável)

UL – *Upper Tolerable Intake Limit* (Limite Superior de Ingestão Tolerada)

USEPA – *U.S. Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos EUA)

WHO – *World Health Organization* (Organização Mundial de Saúde)

1. Introdução

No dia 11 de março de 2020 a AECOM do Brasil Ltda. foi nomeada como Perito oficial do Juízo, no processo nº 1000412-91.2020.4.01.3800, Classe: Eixo Prioritário nº 6 – Medição da Performance e Acompanhamento, em atendimento à Decisão Judicial assinada pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG, atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte (ID 162081357).

Conforme definido na Decisão Judicial (ID 162081357), o escopo de trabalho da perícia considera a avaliação da segurança do alimento, direcionada para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, como também dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce.

O Plano de Trabalho Pericial (ID 247450887 e ID 247450888) foi homologado no dia 03 de julho de 2020, de acordo com o documento do processo judicial ID 270400351. De forma sumarizada, as atividades inicialmente propostas pela perícia envolvem quatro etapas de trabalho:

- Etapa 1 – Revisão teórica: Organização e revisão teórica do banco de dados pretéritos. Classificação dos documentos juntados no processo judicial, entre técnicos e jurídicos, para posterior avaliação. Levantamento de informações técnicas relevantes e determinação dos critérios técnicos para a avaliação da Etapa 2A;
- Etapa 2A – Validação dos dados: Análise baseada em critérios técnicos, para a validação (ou não) do banco de dados pretéritos;
- Etapa 2B – Contraprova: Realização de amostragem e coleta em campo e análise em laboratório de amostras não validadas na Etapa 2A;
- Etapa 3 (A e B) – Coleta, controle e análise: Realização de diagnóstico da área de interesse para o levantamento de informações locais e mapeamento da necessidade de amostragem de novas amostras. Realização de amostragens e coletas em campo e posterior análise em laboratório dos alimentos. Processamento de novos dados e consolidação da Base de Dados Validados pela equipe de perícia;
- Etapa 4 – Resultado: Realização de cálculos direcionados para a comprovação da segurança do alimento para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, e dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce.

As etapas 1 e 2A foram concluídas e seus resultados foram apresentados no Relatório nº 4 – Relatório Final das Etapas 1 e 2A (ID 498168877). Após a conclusão das Etapas 1 e 2A, a realização da Etapa 2B não mais se justificava tecnicamente, e a referida etapa foi cancelada do Plano de Trabalho Pericial, conforme esclarecido no Relatório 4 (ID 498168877). O Relatório nº 9 – Resposta à Decisão Judicial ID 712180025 e à manifestação das Empresas ID 537587400 (ID 753593990) apresentou informações complementares acerca das Etapas 1 e 2A.

A Etapa 3 foi iniciada em agosto de 2021 e foi desenvolvida conforme o Plano de Trabalho detalhado previamente apresentado no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG (atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte) no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852). No Relatório nº 6 – Resposta Decisão Judicial ID 605015852 (ID 685275970) foram apresentadas informações complementares relacionadas às estratégias metodológicas adotadas.

O avanço das atividades da Etapa 3 foi apresentado mensalmente por meio de dois relatórios periódicos e específicos, apresentando tanto o desenvolvimento das atividades de diagnóstico da área de interesse (Etapa 3A) quanto o progresso das atividades em relação à coleta de alimentos e análises das substâncias químicas (Etapa 3B).

No contexto da execução da perícia, o diagnóstico da área de interesse tem duas funções principais: a identificação e caracterização dos estabelecimentos agropecuários e de empreendimentos aquícolas que fazem uso da água dos corpos hídricos afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação, dessedentação animal e/ou manutenção de tanques de cultivo de pescado, e a caracterização de aspectos físicos (altura, peso, sexo, idade etc.) da população e de seus hábitos de consumo de alimentos.

O levantamento das informações da área de interesse foi realizado por aerolevanteamento fotográfico e mapeamento dos usos do solo, pela aplicação de Questionário Agropecuário (QA) e pela aplicação de Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA).

Os resultados da avaliação do QQFA pertinentes ao cálculo da segurança dos alimentos, juntamente com a caracterização dos estabelecimentos agropecuários que utilizam a água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação e dessedentação animal foram apresentados no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385).

A coleta de alimentos e as análises laboratoriais das substâncias químicas, previstas na Etapa 3B, têm o objetivo de fornecer informações sobre o teor das substâncias químicas investigadas nos alimentos foco desta perícia para a avaliação da segurança do alimento na área de interesse, conforme descrito no Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e em atendimento à Decisão Judicial do dia 06 de julho de 2021 (ID 605015852).

As atividades de coleta e geração de amostras de pescados e análise do pescado foram finalizadas em janeiro de 2022 e abril de 2022, respectivamente, conforme apresentado no Relatório nº 20 (ID 936318690) e no Relatório nº 24 (ID 1031802794).

Considerando as diversas manifestações das partes para que os trabalhos de perícia fossem executados de forma prioritária que permitissem a antecipação dos resultados de segurança do alimento para o grupo pescado, foi desenvolvida a Etapa 4 do Plano de Trabalho (realização de cálculos direcionados para a comprovação da segurança), especificamente para o pescado, cujos resultados foram apresentados no Relatório nº 36 – Laudo Pericial da Segurança do Alimento – Pescado no rio Doce, foz e região marinha (ID 1279600785).

As atividades de coleta, geração de amostras e análise dos produtos agropecuários tiveram início no dia 7 de março de 2022, conforme carta dos trabalhos do Perito (ID 951741189), juntada no dia 25 de fevereiro de 2022. A execução das atividades da Etapa 3B, referentes a coleta e análise dos produtos agropecuários, foi finalizada em junho de 2023, conforme apresentado no Relatório nº 55 – Relatório de avanço das atividades de campo – Etapa 3B (junho de 2023) (ID 1397197890).

O presente documento tem como objetivo principal apresentar os resultados da avaliação da segurança do alimento, focada nos produtos agropecuários produzidos a partir da irrigação ou dessedentação animal com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão (rios Doce, do Carmo e Gualaxo do Norte). Este documento está dividido em 10 seções principais, que englobam:

- Contextualização sobre a avaliação da segurança do alimento: apresentação de informações e definições importantes para o entendimento da avaliação da segurança dos produtos agropecuários;
- Abordagem empregada para avaliação da segurança do alimento: detalhamento das informações teóricas e metodológicas empregadas para a avaliação da segurança do alimento;
- Coleta dos produtos agropecuários e análises químicas: apresentação da abordagem teórica e metodológica utilizada pela equipe de perícia para a coleta dos produtos agropecuários e análises das substâncias químicas;
- Resultados – Avaliação da exposição: apresentação da abordagem da avaliação da exposição, dos resultados dos dados levantados na Etapa 3 necessários à avaliação da exposição e dos resultados do cálculo da exposição;
- Avaliação da segurança do consumo dos produtos agropecuários destinados ao consumo humano: apresentação dos resultados da avaliação da segurança do consumo dos produtos agropecuários

- irrigados com água do rio Doce e/ou afluentes impactados pelo rompimento da barragem do Fundão e produtos de origem animal, cujos animais consomem a água dos rios da área de interesse;
- Resumo das conclusões e considerações sobre os resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários;
 - Cadeia de Custódia (COC): considerações referentes à Cadeia de Custódia das amostras dos produtos agropecuários;
 - Controle de qualidade: descrição do acompanhamento das atividades de campo e laboratório pela equipe de perícia;
 - Nexos de causalidade: averiguação da segurança dos produtos agropecuários irrigados com água dos rios afetados em face do rompimento da barragem de Fundão;
 - Objeto da perícia: apresentação do objeto da perícia.

Os resultados sobre a segurança do alimento que serão apresentados neste documento referem-se, exclusivamente, aos produtos agropecuários. A equipe de perícia informa que para a resposta completa da avaliação da segurança dos alimentos foco desta perícia, deve-se considerar os resultados discorridos neste documento juntamente com os resultados da avaliação da segurança do consumo do pescado apresentados no Relatório nº 36 – Laudo Pericial da Segurança do Alimento – Pescado no rio Doce, foz e região marinha (ID 1279600785).

2. Contextualização sobre a avaliação da segurança do alimento

O escopo desta perícia considera a avaliação da segurança do alimento, direcionada para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a sua foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, e dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce. A segurança do alimento se refere a todos os perigos, crônicos ou agudos, que podem tornar os alimentos prejudiciais à saúde do consumidor (FAO; WHO, 2003).

Neste capítulo, serão apresentadas informações e definições importantes para o entendimento de como foi desenvolvida a avaliação da segurança dos produtos agropecuários.

Para a avaliação da segurança dos produtos agropecuários, inicialmente foi consolidada uma lista das substâncias químicas a serem investigadas (Tabela 1) e determinados os vegetais e produtos de origem animal a serem analisados (Tabela 2).

O detalhamento metodológico utilizado para o levantamento das substâncias químicas investigadas foi apresentado no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG (atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte) no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

Os critérios adotados para a consolidação das substâncias químicas investigadas foram apresentados no Relatório nº 6 – Resposta à Decisão Judicial ID 605015852 (ID 685275970). Ressalta-se que as substâncias químicas investigadas para a avaliação da segurança dos produtos agropecuários são as mesmas que foram analisadas para a avaliação da segurança do grupo pescado.

Substâncias Químicas				
Tipo 1		Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Alumínio	Magnésio	Arsênio inorgânico III	2,4,5-Triclorofenol	Acefato
Antimônio	Manganês	Arsênio inorgânico V	2,4,6-Triclorofenol	Aldrin
Arsênio	Mercurio	Ácido monometilarsônico	Acrilamida	Atrazina
Bário	Molibdênio	Ácido dimetilarsínico	Cianeto	Clorpirifós
Berílio	Níquel	Arsenobetaína	Diclorometano	Dieldrin
Boro	Nitrogênio	Cromo III	Etilbenzeno	Endrin
Cádmio	Potássio	Cromo VI	Fenol	Glifosato
Cálcio	Prata	Metilmercúrio	Tolueno	HCH total
Chumbo	Selênio	–	–	HCH-gama (Lindano)
Cobalto	Silício	–	–	PCBs
Cobre	Sódio	–	–	–
Cromo	Tálio	–	–	–
Enxofre	Titânio	–	–	–
Estanho	Urânio	–	–	–
Ferro	Vanádio	–	–	–
Fósforo	Zinco	–	–	–
Lítio	–	–	–	–

Tabela 1. Lista das substâncias químicas consolidadas.

Conforme apresentado no Relatório nº 6 – Resposta à Decisão Judicial ID 605015852 (ID 685275970), a definição e agrupamentos dos tipos de substâncias químicas estão apresentados a seguir:

- Substâncias químicas do Tipo 1: Substâncias químicas inorgânicas diretamente associadas ao rejeito armazenado na barragem de Fundão;
- Substâncias químicas do Tipo 2: Especiação de metais e de semimetal pertencentes às substâncias químicas do Tipo 1;
- Substâncias químicas do Tipo 3: Substâncias químicas orgânicas, encontradas no rejeito de Fundão e utilizados no beneficiamento do minério de ferro da Samarco;
- Substâncias químicas do Tipo 4: Substâncias químicas orgânicas passíveis de serem remobilizadas com a passagem da onda de rejeitos ou durante as cheias sazonais.

Os critérios adotados para a definição dos produtos agropecuários analisados foram apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG (atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte) no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852). Detalhamentos em relação aos produtos agropecuários analisados para cada substância química estão apresentados no item 4.5 deste documento.

Frutas	Legumes	Verduras	Carnes
Abacate	Abóbora	Alface	Carne de boi
Abacaxi	Abobrinha	Almeirão	Carne de porco
Acerola	Jiló	Couve	Carne de galinha
Banana	Pepino	Mostarda	Vísceras
Cana-de-açúcar	Pimentão	Grãos	Coração de boi
Cacau	Quiabo	Café	Fígado de boi
Água e polpa de coco-verde	Tomate	Feijão	Estômago de boi
Goiaba	Raízes e tubérculos	Milho	Coração de galinha
Laranja	Batata-doce	Leites	Fígado de galinha
Limão	Beterraba	Leite de cabra	Moela de galinha
Mamão	Cenoura	Leite de vaca	Ovos
Manga	Inhame	Mel	Ovo de galinha
Maracujá	Mandioca	Mel de abelha	–
Melancia	–	–	–

Tabela 2. Produtos agropecuários a serem investigados para a avaliação da segurança do alimento.

A avaliação da segurança do alimento foi realizada e será apresentada por grupos de alimentos, considerando o pescado e os produtos agropecuários foco desta perícia. O trabalho foi estruturado a fim de que se mostrasse protetivo para o maior número de pessoas impactadas pelo evento do rompimento. Para isso, a equipe de perícia seguiu guias internacionais conceituados que estabelecem a avaliação da segurança dos alimentos tanto por grupos de alimentos, quanto por alimentos individualmente, conforme apresentado nesse trabalho (FAO; WHO, 2003). Os grupos de alimentos (produtos agropecuários) avaliados foram: pescado, frutas, legumes, raízes e tubérculos, verduras, grãos, leite, mel, ovo, carnes e vísceras.

A equipe de perícia reitera que a avaliação da segurança do alimento para o grupo pescado foi previamente apresentada no Relatório nº 36 – Laudo Pericial da Segurança do Alimento – Pescado no rio Doce, foz e região marinha (ID 1279600785).

O Plano de Trabalho Pericial (ID 247450887 e ID 247450888), homologado no dia 03 de julho de 2020 (ID 270400351), apresentou a metodologia de comparação entre os resultados das concentrações encontradas nos alimentos com os padrões legais, para que as substâncias químicas de interesse fossem definidas.

O levantamento de padrões legais aplicáveis foi realizado considerando as metodologias consagradas tanto em âmbito nacional quanto internacional. No âmbito nacional, as legislações vigentes foram consultadas por meio da biblioteca de alimentos no portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), endereço www.gov.br/anvisa, menu Assuntos > Alimentos > Legislação vigente (ANVISA, 2021a).

Entre as legislações vigentes no Brasil, a Instrução Normativa (IN) nº 160, de 1º de julho de 2022 da ANVISA, estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, dos quais os limites estabelecidos para arsênio, cádmio, chumbo e cobre podem ser aplicados para fins de comparação com as concentrações encontradas para alguns dos alimentos foco desta perícia (ANVISA, 2022b).

Em complemento à IN nº 160/2022 da ANVISA, a Instrução Normativa (IN) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 5, de 23 de abril de 2019, estabelece os limites de referência de contaminantes em cadeias de carne de boi, porco e galinha, leite, mel e ovos. Dos contaminantes constantes nesta instrução normativa há limites de referência para arsênio, cádmio e chumbo, para todas estas matrizes, com exceção dos ovos, sendo os valores semelhantes aos estabelecidos pela IN nº 160/2022 da ANVISA. A IN nº 5/2019 do MAPA, também dispõe de limites de referência para mercúrio, aldrin, dieldrin, endrin, acefato e clorpirifós para algumas dessas matrizes de alimentos de origem animal. Os demais limites constantes na norma não se aplicam às substâncias químicas investigadas pela perícia (MAPA, 2019).

Na Tabela 3 estão apresentados os Limites Máximos Tolerados (LMT) de arsênio, cádmio, chumbo e cobre em alimentos e na Tabela 4, os limites de referência para contaminantes estabelecidos em produtos de origem animal no Brasil, preconizados pela ANVISA e pelo MAPA, respectivamente.

Para as substâncias do Tipo 4, as quais os ingredientes ativos estão autorizados para uso no Brasil, os limites máximos de resíduos (LMR) estabelecidos foram obtidos a partir do painel de monografias de agrotóxicos da ANVISA, disponível no endereço www.gov.br/anvisa, menu Acesso à Informação > Dados Abertos > Painéis > Monografias de agrotóxicos (ANVISA, 2023a). A ferramenta permite o acesso a informações sobre os ingredientes ativos de agrotóxicos em uso no Brasil, além de indicar as culturas autorizadas e respectivos limites máximos de resíduos para cada ingrediente ativo. Dos alimentos avaliados pela perícia, têm-se valores de limites máximos de resíduos estabelecidos para acefato e clorpirifós em feijão; e glifosato em abacate, batata-doce e feijão, conforme apresentado na Tabela 5.

Limites Máximos Tolerados (LMT) de metais em alimentos					
Alimentos ou categorias de alimentos*	Arsênio total (mg/kg)	Cádmio (mg/kg)	Chumbo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Alimentos foco desta perícia
Bebidas não alcoólicas, excluídos os sucos e néctares de frutas *	0,05	0,02	0,05	–	Cana-de-açúcar e coco-verde (água)
Café em grãos sem casca	–	–	–	30,0	Café
Carnes de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves de curral, derivados crus, congelados ou refrigerados, embutidos e empanados crus	0,50	0,05	0,10	–	Carne de boi, carne de porco e carne de galinha
Fígado de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves de curral	1,00	0,50	0,50	–	Fígado de boi e fígado de galinha
Frutas, hortaliças e sementes oleaginosas <i>in natura</i> e industrializadas	–	–	–	10,0	Frutas: abacate, abacaxi, acerola, banana, cacau, coco-verde, goiaba, laranja, limão, mamão, manga e maracujá Hortaliças: abóbora, abobrinha, pepino, melancia, agrião, alface, almeirão, couve, mostarda, jiló, pimentão, quiabo, tomate e milho
Frutas frescas de bagos e pequenas	0,30 ^a	0,05 ^a	0,20 ^a	–	Acerola
Frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas	0,30 ^a	0,05 ^a	0,10 ^a	–	Abacate, abacaxi, banana, cacau, coco-verde (polpa), goiaba, laranja, limão, mamão, manga e maracujá
Hortaliças de folha, incluídas as <i>Brassica</i> de folhas soltas	0,30 ^a	0,20 ^a	0,30 ^a	–	Agrião, alface, almeirão, couve e mostarda
Hortaliças frutos da família <i>Cucurbitaceae</i> a) <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível b) <i>Cucurbitaceae</i> de casca não comestível	0,10 ^a	0,05 ^a	0,10 ^a	–	Abóbora, abobrinha, pepino e melancia
Hortaliças frutos distintas da família <i>Cucurbitaceae</i> a) Solanácea b) Milho	0,10 ^a	0,05 ^a	0,10 ^a	–	Jiló, pimentão, quiabo, tomate e milho
Legumes (sementes secas das leguminosas), exceto soja.	0,10	0,10	0,20 ^a	–	Feijão
Leite fluído pronto para o consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir nem concentrar	0,05	0,05	0,02	–	Leite de vaca e leite de cabra
Mel	0,30	0,10	0,30	10,0	Mel de abelha
Miúdos comestíveis, exceto fígado e rins	1,00	–	0,50	–	Coração de boi, estômago de boi, coração de galinha e moela de galinha
Ovos e produtos de ovos	0,50	–	0,10	–	Ovo de galinha
Raízes e tubérculos	0,20	0,10	0,10	–	Batata-doce, beterraba, cenoura, inhame e mandioca

Tabela 3. Limites Máximos Tolerados (LMT) de arsênio, cádmio, chumbo e cobre estabelecidos para alimentos no Brasil. Legenda = * IN N° 160, de 1º de julho de 2022; ^aApós lavagem (Fonte: ANVISA, 2022b).

Limites de referência								
Alimentos ou categorias de alimentos*	Mercúrio (µg/kg)	Aldrin (µg/kg)	Dieldrin (µg/kg)	Endrin (µg/kg)	HCH-gama (lindano) (µg/kg)	Acefato (µg/kg)	Clorpirifós (µg/kg)	PCBs (µg/kg)
Leite	–	–	–	–	–	20	20	–
Ovos	–	100	100	10	10	10	10	40 (gordura) (Soma dos PCBs 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180)
Carne de boi (músculo)	30	–	–	–	–	50	500	–
Carne de porco (músculo)	30	–	–	–	–	50	50	–
Carne de galinha (músculo)	30	–	–	–	–	10	50	–
Carne de boi (gordura)	–	100	100	–	100	–	–	200 (Soma dos PCBs 101, 118, 138, 153 e 180)
Carne de porco (gordura)	–	100	100	–	–	–	–	200 (Soma dos PCBs 101, 118, 138, 153 e 180)
Carne de galinha (gordura)	–	100	100	–	–	–	–	200 (Soma dos PCBs 101, 118, 138, 153 e 180)

Tabela 4. Limites de referência de mercúrio, aldrin, endrin, dieldrin, gama-HCH (lindano), PCBs, acefato e clorpirifós estabelecidos para as cadeias de carnes de boi, de porco, de galinha, de leite, mel e ovos no Brasil. Legenda= IN N° 5, de 23 de abril de 2019 (Fonte: MAPA, 2019).

Substância	Alimentos	Limites máximo de resíduos	Unidade	Fonte
Acefato	Feijão	0,02	mg/kg	RE N° 3.083/2016
Clorpirifós	Feijões	0,10	mg/kg	RE N° 174/ 2021
Glifosato	Abacate	0,10	mg/kg	RE N° 1.421/ 2021
	Batata-doce	0,01	mg/kg	RE N° 3.133/ 2019
	Feijões	0,05	mg/kg	RE N° 1.421/ 2021

Tabela 5. Limites máximos de resíduos para acefato, clorpirifós e glifosato estabelecidos para culturas agrícolas no Brasil (Fonte: Monografia de agrotóxicos em vigência da ANVISA, 2023a).

Conforme preconizado pela ANVISA, “*caso um alimento não possua limites máximos definidos no Brasil, podem ser adotados os limites estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas, como Codex Alimentarius e os regulamentos da União Europeia. No entanto, se também não existir limite especificado nestas referências, não se admite a presença do contaminante no alimento específico*” (ANVISA, 2021b).

Os limites estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*, União Europeia, Estados Unidos e Canadá foram consultados a fim de complementar a lista dos limites máximos tolerados e estão apresentados na Tabela 6. Para as demais substâncias químicas não foram encontrados os limites máximos no âmbito internacional.

A equipe de perícia ressalta que a legislação brasileira está, em grande parte, em consonância com a legislação internacional, e que muitos países adotam medidas de boas práticas para manter os níveis das substâncias químicas consideradas contaminantes em alimentos tão baixos quanto possíveis, e nestes casos, muitos países não adotam parâmetros legais e sim recomendações. A União Europeia, por exemplo, adota os limites inferiores de determinação analítica como os limites máximos de resíduos para diversos pesticidas nas mais variadas matrizes de alimentos, conforme discriminado na Tabela 6.

Substância	Alimentos ou categorias de alimentos*	LMR	Unidade	Fonte	Alimentos foco desta perícia
 Mercúrio¹	Frutas frescas e congeladas	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	Abacate, abacaxi, acerola banana, cacau, goiaba, laranja, limão, mamão, manga e maracujá
	Frutos de casca rija (frutos secos de árvores)	0,02	mg/kg	(EU) No 73/2018	Coco-verde
	Raízes e tubérculos	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	Batata-doce, beterraba, cenoura, inhame e mandioca
	Vegetais frutíferos a) <i>Solanacea</i> b) <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível c) <i>Cucurbitaceae</i> de casca não comestível d) Milho doce (<i>Zea mays</i> L. var. <i>saccharata</i> (Sturtev.) L.H. Bailey	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	a) Jiló, pimentão, quiabo e tomate b) Abobrinha e pepino c) Abóbora e melancia d) Milho
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	Couve
	Vegetais folhosos, com exceção das ervas e flores aromáticas	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	Agrião, alface, almeirão, e mostarda
	Sementes secas das leguminosas	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	Feijão
	Grão de café	0,02	mg/kg	(EU) No 73/2018	Café
	Plantas ricas em açúcar Cana-de-açúcar	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	Cana-de-açúcar
	Músculo e tecido adiposo de bovinos, suínos e aves	0,01	mg/kg	(EU) No 73/2018	Carne de boi, carne de porco e carne de galinha
	Fígado e rim de bovinos, suínos e aves	0,02	mg/kg	(EU) No 73/2018	Fígado de boi e fígado de galinha
	Miúdos (exceto fígado e rim) de bovinos, suínos e aves	0,02	mg/kg	(EU) No 73/2018	Coração de boi, estômago de boi, coração de galinha e moela de galinha
	Leite	0,01	mg/kg	(EU) No 73/2018	Leite de vaca e leite de cabra
	Ovos	0,01*	mg/kg	(EU) No 73/2018	Ovo de galinha
	Mel	0,01	mg/kg	(EU) No 73/2018	Mel de abelha
 2,4,5-triclorofenol	Frutas frescas e congeladas	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Banana
	Raízes e tubérculos	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Batata-doce
	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Abobrinha
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Couve
	Sementes secas das leguminosas	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Feijão
	Tecido animal (músculo, gordura e miúdos de bovinos, suínos e aves)	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Carne de boi, carne de porco e carne de galinha
	Leite	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Leite de vaca
	Ovos	0,01*	mg/kg	(EU) No 868/2015	Ovo de galinha
 Aldrin e Dieldrin²	Frutas frescas e congeladas	0,01*	mg/kg	(EC) No 839/2008	Abacate
	Raízes e tubérculos	0,01*	mg/kg	(EC) No 839/2008	Batata-doce
	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível Abobrinhas	0,05	mg/kg	(EC) No 839/2008	Abobrinha
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,01*	mg/kg	(EC) No 839/2008	Couve
	Sementes secas das leguminosas	0,01*	mg/kg	(EC) No 839/2008	Feijão
	Carne, gordura e miúdos de bovinos, suínos e aves	0,2	mg/kg	(EC) No 839/2008	Carne de boi (costela), carne de porco (costela), carne de galinha
	Leite	0,006	mg/kg	(EC) No 839/2008	Leite de vaca

Substância	Alimentos ou categorias de alimentos*	LMR	Unidade	Fonte	Alimentos foco desta perícia
Endrin	Frutas frescas e congeladas	0,01*	mg/kg	(EC) No 149/2008	Abacate
	Raízes e tubérculos	0,01*	mg/kg	(EC) No 149/2008	Batata-doce
	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível	0,01*	mg/kg	(EC) No 149/2008	Abobrinha
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,01*	mg/kg	(EC) No 149/2008	Couve
	Sementes secas das leguminosas	0,01*	mg/kg	(EC) No 149/2008	Feijão
	Carnes, gordura e miúdos de bovinos, suínos e aves	0,05	mg/kg	(EC) No 149/2008	Carne de boi (costela), carne de porco (costela), carne de galinha
	Leite	0,0008	mg/kg	(EC) No 149/2008	Leite de vaca
HCH-gama (lindano)	Frutas, frescas ou congeladas	0,01*	mg/kg	(EU) No 978/2017	Abacate
	Raízes e tubérculos	0,01*	mg/kg	(EU) No 978/2017	Batata-doce
	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível	0,01*	mg/kg	(EU) No 978/2017	Abobrinha
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,01*	mg/kg	(EU) No 978/2017	Couve
	Sementes secas das leguminosas	0,01*	mg/kg	(EU) No 978/2017	Feijão
	Carnes, gordura e miúdos de bovinos, suínos e aves	0,05	mg/kg	(EU) No 978/2017	Carne de boi (costela), carne de porco (costela), carne de galinha
	Leite	0,01*	mg/kg	(EU) No 978/2017	Leite de vaca e leite de cabra
Glifosato	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível	0,1*	mg/kg	(EU) No 293/2013	Abobrinha
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,1*	mg/kg	(EU) No 293/2013	Couve
	Carne de bovinos, suínos e aves Músculo e gordura	0,05*	mg/kg	(EU) No 293/2013	Carne de boi (costela), carne de porco (costela), carne de galinha
	Leite	0,05*	mg/kg	(EU) No 293/2013	Leite de vaca
	Ovos	0,05*	mg/kg	(EU) No 293/2013	Ovo de galinha
Acefato	Frutas frescas e congeladas	0,01*	mg/kg	(EU) No 899/2012	Abacate
	Raízes e tubérculos	0,01*	mg/kg	(EU) No 899/2012	Batata doce
	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível	0,01*	mg/kg	(EU) No 899/2012	Abobrinha
	Vegetais folhosos, ervas e flores comestíveis	0,01*	mg/kg	(EU) No 899/2012	Couve
Atrazina	Frutas frescas e congeladas	0,05*	mg/kg	(EU) No 440/2016	Abacate
	Raízes e tubérculos	0,05*	mg/kg	(EU) No 440/2016	Batata doce
	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível	0,05*	mg/kg	(EU) No 440/2016	Abobrinha
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,05*	mg/kg	(EU) No 440/2016	Couve
	Sementes secas das leguminosas	0,05*	mg/kg	(EU) No 440/2016	Feijão
Clorpirifós	Frutas frescas e congeladas	0,01*	mg/kg	(EU) No 1085/2020	Abacate
	Raízes e tubérculos	0,01*	mg/kg	(EU) No 1085/2020	Batata-doce
	Vegetais frutíferos <i>Cucurbitaceae</i> de casca comestível	0,01*	mg/kg	(EU) No 1085/2020	Abobrinha
	Vegetais folhosos (<i>Brassica</i>)	0,01*	mg/kg	(EU) No 1085/2020	Couve
PCBs³	Leite	40 (gordura)	ng/g	(EU) No 915/2023	Leite de vaca

Tabela 6. Limites máximos de resíduos estabelecidos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

¹Soma dos compostos de mercúrio expressos em mercúrio; ²Aldrin e dieldrin combinados expressos como dieldrin; ³somatório de PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 e PCB180; * Indica o limite inferior de determinação analítica.

Conforme descrito no Plano de Trabalho Pericial (ID 247450887 e ID 247450888), homologado no dia 03 de julho de 2020 (ID 270400351), uma Substância Química de Interesse (SQI) é aquela que apresenta concentrações acima dos Padrões Legais Aplicáveis para um alimento. Tendo em vista que não há padrão legal aplicável para 44 das 59 substâncias químicas analisadas nos produtos agropecuários, a comparação com limites legais não pode ser utilizada como critério para inserção de substâncias químicas na avaliação da segurança. Neste sentido, o termo “Substâncias Químicas de Interesse (SQI)” não será empregado pela equipe de perícia neste relatório.

De acordo com a regulamentação da ANVISA, quando o limite legal de uma substância química em um alimento é extrapolado, o alimento não deve ser destinado ao consumo humano (ANVISA, 2022a). Tal determinação visa, entre outras coisas, impedir que a exposição à substância química em questão ocorra. Uma vez que o alimento atenda aos limites legais ele pode ser destinado ao consumo humano, e deste modo a exposição passa a existir. Havendo exposição, o risco deve ser considerado para que a segurança seja avaliada.

Para as 15 substâncias (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, mercúrio, 2,4,5-triclorofenol, PCBs, aldrin, dieldrin, endrin, HCH-gama [lindano], glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós) que possuem limites máximos tolerados e/ou limites máximos de referência ou ainda limites máximos de resíduos estabelecidos para os produtos agropecuários, a comparação com os limites legais será realizada com o objetivo de verificar a conformidade ou desconformidade deste alimento em relação à legislação, além da avaliação da segurança do alimento. De forma geral, entende-se que, quanto maior a excedência dos limites legais, maior seja o comprometimento da segurança.

Para as substâncias químicas (exceto nutrientes) que não possuem limites máximos toleráveis estabelecidos pelas agências regulamentadoras em âmbito nacional e internacional, a equipe de perícia identificou aquelas substâncias químicas presentes no alimento, conforme o preconizado pela ANVISA (ANVISA, 2021b). Em caso de haver evidências da presença de uma dada substância no alimento, foi realizada a avaliação do risco para aquele grupo na qual a substância química foi identificada.

As informações teóricas, o detalhamento metodológico e os resultados da avaliação da exposição estão apresentados no item 3, no item 4 e no item 5 deste documento, respectivamente.

A avaliação da exposição às substâncias químicas indicadas na Tabela 1 foi realizada a partir dos dados obtidos por meio da aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA) (Etapa 3A) e da avaliação da concentração de todas as substâncias químicas investigadas nos alimentos analisados (Etapa 2B).

Uma vez determinada a exposição às substâncias químicas investigadas, a segurança do alimento pôde ser inferida por meio da avaliação do risco. A definição do risco decorre da multiplicação do perigo pela exposição.

3. Abordagem empregada para a avaliação de segurança

A segurança do alimento se refere a todos os perigos, crônicos ou agudos, que podem tornar os alimentos prejudiciais à saúde do consumidor (FAO; WHO, 2003). Neste sentido, o prejuízo pode ser inferido por meio do risco. Se o risco for aceitável o alimento pode ser considerado seguro, mas se o risco for alto o alimento não pode ser considerado seguro para o consumo.

Em toxicologia, o risco é determinado pelo perigo multiplicado pela exposição, conforme apresentado na equação. O risco, por sua vez, é determinado pela probabilidade de um efeito adverso acontecer.

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Exposição}$$

Fonte: TIMBRELL, 2002.

Se o consumo de um alimento for considerado preocupante, isto não significa necessariamente que danos à saúde serão observados, mas sim que medidas de gerenciamento devem ser tomadas. Isto porque os valores de segurança baseados em saúde não são valores limites para o início da toxicidade em qualquer população exposta observada. No entanto, quanto mais frequentemente esses níveis são excedidos e quanto maior a excedência, maior a probabilidade de ocorrência de alguma manifestação tóxica (RISHER; DeROSA, 1997).

As principais referências utilizadas pela equipe de perícia para a avaliação da segurança dos alimentos foco do trabalho de perícia são apresentadas na Tabela 7. A equipe de perícia destaca que a avaliação da segurança por meio da avaliação de risco é uma ferramenta baseada em ciência que fornece subsídios para tomada de decisão e protege a saúde dos consumidores (FAO, 2005).

Nº	Organização	Título	Ano
1	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	Resolução RDC nº 17 – Diretrizes básicas para avaliação de risco e segurança dos alimentos	1999
2	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	Guia de Comprovação da Segurança de Alimentos e Ingredientes	2019a
3	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	Resolução RDC nº 295 – Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da ANVISA, e dá outras providências.	2019b
4	<i>World Health Organization (WHO)</i>	<i>Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food</i>	2009
5	<i>Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO) e World Health Organization (WHO)</i>	<i>Assuring Food Safety and Quality: Guidelines for Strengthening National Food Control Systems</i>	2003
6	<i>Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)</i>	<i>Application of risk analysis to food standards issues</i>	1995
7	<i>Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)</i>	<i>Food Safety Risk Analysis PART I An Overview and Framework Manual;</i>	2005
8	<i>Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)</i>	<i>Food Safety Risk Analysis – A Guide for National Food Safety Authorities</i>	2006
9	<i>Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)</i>	<i>Food safety risk management: Evidence-informed policies and decisions, considering multiple factors</i>	2017
10	<i>Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)</i>	<i>Dietary assessment a resource guide to method selection and application in low resource settings</i>	2018
11	<i>Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)</i>	<i>Guidelines for rapid risk analysis following instances of detection of contaminants in food where there is no regulatory level</i>	2019
12	<i>European Food Safety Authority (EFSA)</i>	<i>Use of the benchmark dose approach in risk assessment</i>	2017

Tabela 7. Referências consultadas pela equipe de perícia para a avaliação da segurança do alimento.

A avaliação de risco empregada para verificar se um alimento consumido é seguro é composta por quatro etapas, sendo estas: (i) identificação do perigo, (ii) caracterização do perigo, (iii) avaliação da exposição e (iv) caracterização do risco (consequentemente avaliação da segurança do consumo do alimento) (WHO, 2009).

A seguir, a equipe de perícia apresenta cada uma das etapas, conceituando sua interpretação e aplicação no âmbito do cálculo da Segurança do Alimento, com ênfase nos produtos agropecuários.

3.1 Etapa 1 – Identificação do perigo

A identificação do perigo é a identificação dos efeitos conhecidos ou potenciais efeitos à saúde associados a um agente específico. Para esta identificação é necessário reconhecer os principais efeitos decorrentes da exposição a uma determinada substância química. Entre os principais efeitos verificados estão: morte, alterações no peso corporal, efeitos nos sistemas respiratório, cardiovascular, gastrointestinal, hematológico, musculoesquelético, hepático, renal, dérmico, ocular, endócrino, imunológico, neurológico, reprodutivo, de desenvolvimento, além de outros efeitos não cancerígenos, câncer, genotoxicidade e mecanismos de ação (FAO, 2005).

Para a identificação e posterior caracterização do perigo presente no alimento foco desta perícia, as substâncias químicas foram classificadas como essenciais e não-essenciais. As substâncias essenciais são também conhecidas como nutrientes (COT, 2003).

No contexto desta perícia, o termo “substâncias essenciais” se refere àquelas substâncias que desempenham papel fisiológico no organismo humano, independentemente se seu requerimento por meio da dieta foi comprovado ou não (FSAI, 2019; COT, 2003).

Entre as substâncias químicas compiladas pela equipe de perícia, 20 podem ser classificadas como essenciais, as quais são listadas a seguir: boro, cálcio, cobalto, cobre, cromo, enxofre, ferro, fósforo, lítio, magnésio, manganês, molibdênio, níquel, nitrogênio, potássio, selênio, silício, sódio, vanádio e zinco. Estas substâncias químicas inorgânicas estão diretamente associadas ao rejeito da barragem de Fundão, e, portanto, pertencem às substâncias químicas que foram classificadas como do Tipo 1, conforme apresentado no Relatório nº 6, Resposta à Decisão Judicial ID 605015852 (ID 685275970).

O boro, lítio, níquel, silício e vanádio foram contabilizados como elementos essenciais pois desempenham papéis fisiológicos, ainda que não totalmente esclarecidos, no organismo humano. A ingestão recomendada para estes compostos, entretanto, não foi estabelecida devido à insuficiência de dados e falta de critérios funcionais (FSAI, 2019; COT, 2003).

A função fisiológica, os principais efeitos à saúde humana relacionados ao excesso dos 20 nutrientes elencados, como também os valores máximos de referência para consumo diário estão apresentados na Tabela 8.

Substância Química	Função Fisiológica	Principais problemas relacionados ao excesso da substância no organismo	Valores de referência	Unidade
Boro	Estudos indicam que pode estar relacionado ao metabolismo mineral, principalmente do cálcio. Provavelmente apresenta efeito benéfico sobre a calcificação e manutenção óssea, possivelmente via vitamina D e estrogênio (COT, 2003; FSAI, 2019).	Problemas gastrointestinais (vômitos, náuseas, diarreia etc.) e efeitos sobre a reprodução e desenvolvimento (COT, 2003; FSAI, 2019; NIH, 2022a).	3 – 20 ¹	mg/dia
Cálcio	Mantém a saúde dos ossos e dentes, sinalização celular, coagulação, contração muscular, transmissão neural e outras funções (FSAI, 2019).	A hipercalcemia (níveis elevados de cálcio no sangue > 2,63 – 2,75 mmol/L) pode causar, fadiga, fraqueza muscular, anorexia, náusea, vômito, constipação, arritmia, taquicardia, calcificação de tecidos moles, deficiência de crescimento e perda de peso (FSAI, 2019; NIH, 2022b).	1.000 – 3.000 ¹	mg/dia
Cobalto	É um oligoelemento que está presente na estrutura da Vitamina B12. A Vitamina B12 é essencial ao metabolismo do folato e ácidos graxos (COT, 2003).	Cardiotoxicidade (OLSON et al, 2014)	600 ⁶	µg/dia
Cobre	Componente de enzimas (como a superóxido dismutase) e proteínas, necessárias ao crescimento infantil, ação imunológica, maturação de células vermelhas e brancas, metabolismo do ferro, colesterol e glicose (FSAI, 2019).	Danos hepáticos e problemas gastrointestinais (NIH, 2022c).	1.000 – 10.000 ¹	µg/dia
Cromo	Cromo trivalente (Cr III) potencializa ação da insulina, influenciando no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (COT, 2003).	Doses excessivamente altas (800 mg/kg p.c.) de Cr III pode causar morte por choque cardiogênico, renal, hemorragia e necrose da mucosa intestinal (COT, 2003).	0,3 – 250 ³	µg/dia
Enxofre	É um importante constituinte de aminoácidos, enzimas, vitaminas e outras biomoléculas (NIH, 2006).	O consumo de enxofre em excesso pode resultar em insuficiência renal (por causa do aumento de sulfato no sangue), estimulação das paratireoides e homocisteína. O consumo de enxofre na forma de sulfato pode causar diarreia osmótica e colite ulcerativa (NIH, 2006). O consumo de enxofre na forma de sulfito pode causar reações alérgicas em indivíduos sensíveis a esta substância (FOOD ALLERGY CANADA, 2021).	_ ⁸	
Ferro	Transporte de oxigênio ou transferência de elétrons. Está presente em proteínas que contém grupamentos heme (hemoglobina, mioglobina e citocromos) (COT, 2003).	Distúrbios gastrointestinais (prisão de ventre, dores abdominais, vômitos), desmaios, falência de órgãos multissistêmicos, coma, convulsões e até a morte (NIH, 2023b).	40 – 45 ¹	mg/dia

Substância Química	Função Fisiológica	Principais problemas relacionados ao excesso da substância no organismo	Valores de referência	Unidade
Fósforo	O fósforo na forma de fosfato está envolvido no ciclo de energia celular, regulação do equilíbrio ácido-base, composição dos fosfolípidios de membranas celulares, regulação e sinalização celular, e mineralização de ossos e dentes (FSAI, 2019).	Pacientes com doença renal são susceptíveis a problemas decorrentes de uma dieta rica em fósforo. A ingestão elevada de fósforo (≥ 1000 mg/dia) pode estar associada a efeitos cardiovasculares, renais e ósseos, bem como a risco de morte (NIH, 2023c).	3 – 4 ¹	g/dia
Lítio	Estabilização de membranas celulares (OLSON et al, 2014).	Náusea, vômito, níveis elevados de ureia e creatinina, desidratação ou insuficiência renal (OLSON et al, 2014).	– ⁷	
Magnésio	Atua como cofator enzimático, possui efeito estabilizador e protetor para membranas celulares, é considerado essencial a manutenção da homeostase do cálcio, potássio e sódio, e no desenvolvimento ósseo (FSAI, 2019).	Nenhum efeito tóxico tem sido associado a ingestão de magnésio como ocorrência natural nos alimentos. No entanto, a diarreia osmótica foi observada em casos de ingestão excessiva de sais de magnésio (COT, 2003). Sintomas incluem náusea, diarreia, cólica abdominal, vômito que podem progredir para fraqueza muscular, dificuldade de respirar, batimento cardíaco irregular e parada cardíaca (NIH, 2022d)	65 – 350 ¹	mg/dia
Manganês	É um cofator catalítico para várias enzimas e ativa uma série de outras enzimas (FSAI, 2019).	Neurotoxicidade (FSAI, 2019).	2 – 11 ¹	mg/dia
Molibdênio	Componente essencial de enzimas que catalisam reações redox (EFSA, 2013a).	Dores nas articulações (sintomas semelhantes a gota) e níveis elevados de ácido úrico no sangue (NIH, 2021a).	0,3 – 2 ¹	mg/dia
Níquel	A importância nutricional e bioquímica do níquel não foi estabelecida. Porém, o níquel pode servir como um cofator ou componente estrutural de metaloenzimas específicas e pode estar relacionado ao metabolismo do ferro (NIH, 2006).	Distúrbios gastrointestinais (náusea, vômito, desconforto abdominal, diarreia), dermatite etc. (COT, 2003).	13 ⁵	$\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c. dia
Nitrogênio	Nitrogênio, carbono, oxigênio, hidrogênio e enxofre são componentes de macronutrientes (proteínas, carboidratos e ácidos graxos), além de muitas outras moléculas orgânicas.	O excesso do consumo de nitrogênio na forma de proteína pode causar danos à função renal (NIH, 2006b). O nitrogênio na forma de nitrito e nitrato pode levar a formação de metemoglobina (principalmente em crianças). A metemoglobinemia causa pele azulada, dificuldade para respirar, náuseas, diarreia, vômitos, desidratação, tontura, fraqueza, coma e convulsões (ATSDR, 2013).	– ⁸	
Potássio	O potássio e o sódio são essenciais para manter a pressão osmótica intracelular. O potássio também é um cofator para numerosas enzimas, é requerido para secreção da insulina pelo pâncreas, fosforilação da creatinina, metabolismo de carboidratos e síntese de proteína (COT, 2003).	A hipercalemia (excesso de potássio sanguíneo) é um problema grave e potencialmente fatal. Outros sintomas causados pela hipercalemia são: fadiga muscular, fraqueza, paralisia, arritmia cardíaca e náuseas (FSAI, 2019, NIH, 2022e).	110 – 3400 ²	mg/dia

Substância Química	Função Fisiológica	Principais problemas relacionados ao excesso da substância no organismo	Valores de referência	Unidade
Selênio	O selênio está envolvido na formação de inúmeras proteínas relacionadas a tireoide e não funções neural, imunológica e gastrointestinal (FSAI, 2019).	A selenose (excesso de selênio no organismo) tem como sinais e sintomas mais comuns: hálito com odor de alho, gosto metálico na boca, perda de cabelo e unha, lesões de pele e sistema nervoso, náuseas, diarreia, erupções cutâneas, dentes manchados, fadiga, irritabilidade e anomalias do sistema nervoso (NIH, 2021b).	45 – 400 ¹	µg/dia
Silício	Silício parece estar relacionado a formação de ossos e tecido conjuntivo (COT, 2003).	Pedras nos rins (observado em paciente com uso prolongado de antiácido contendo trissilicato de magnésio) (COT, 2003).	– ⁷	–
Sódio	O sódio está associado, principalmente, ao cloro, formando o cloreto de sódio. O sódio é um cátion solúvel em água (principal eletrólito extracelular), regulado pelo balanço osmótico e eletrolítico. Está envolvido na condução nervosa, transporte celular ativo, transporte e formação da apatita mineral no osso (FSAI, 2019).	Elevação da pressão arterial (relacionado principalmente a ingestão de sal). O aumento da pressão arterial, está relacionado a doença isquêmica cardíaca, acidente vascular cerebral e doença renal (EFSA, 2006b).	200 – 2.000 ⁴	mg/dia
Vanádio	Há relatos de que o vanádio deve aumentar a ação da insulina, porém o mecanismo de ação é incerto. O vanádio também parece estimular a proliferação celular, diferenciação e inibição de várias enzimas (ATPases, fosfatases fosforil-transferases) (NIH, 2006).	Distúrbios gastrointestinais (EFSA, 2006b).	1,8 ¹	mg/dia
Zinco	O zinco é essencial a metaloenzimas, síntese e estabilização do material genético, divisão celular, síntese e degradação de carboidratos, lipídeos e proteínas (COT, 2003).	Causa efeitos sobre o metabolismo do cobre (Cu), levando a efeitos similares àqueles causados pela deficiência do cobre (FSAI, 2019; EFSA, 2006b). Náuseas, tonturas, dores de cabeça, desconforto gástrico, vômito e perda de apetite (NIH, 2022f).	4 – 40 ¹	mg/dia

Tabela 8. Substâncias químicas classificadas como essenciais. Fonte 1 = NASEM b, 2019 (Limite Superior de Ingestão Tolerada); Fonte 2= NASEM a, 2019 (ingestão adequada); Fonte 3 = ANVISA, 2018 (Limite Máximo de Nutrientes); Fonte 4 = EFSA, 2018 (ingestão adequada); Fonte 5 = EFSA, 2020 (ingestão diária tolerável); Fonte 6 = EFSA, 2009 (Ingestão diária); Fonte 7 = COT, 2003 (Não possui ingestão diária recomendada); Fonte 8 = COT, 2003 (Ingestão recomendada não definida).

Diferentemente das substâncias essenciais, as substâncias não essenciais não possuem um papel específico no organismo humano, porém podem adentrar ao organismo por diferentes vias de exposição, devido aos seus usos e/ou ocorrência natural.

A equipe de perícia salienta que o cromo no estado de valência III (Cr^{+3}) é essencial ao organismo humano, enquanto no estado de valência VI (Cr^{+6}) não é considerado uma substância essencial. Portanto, o cromo foi avaliado tanto como substância essencial quanto como não essencial.

Entre as substâncias não essenciais, existem aquelas que estão diretamente associadas ao rejeito armazenado na barragem de Fundão (substâncias químicas do Tipo 1 – SQ1), as especiações de dois metais e de um semimetal associados diretamente ao rejeito (substâncias químicas do Tipo 2 – SQ2), as substâncias químicas orgânicas que foram encontradas no rejeito de Fundão e as substâncias oriundas dos compostos utilizados no beneficiamento do minério de ferro pela Samarco (substâncias químicas do Tipo 3 – SQ3) e, por fim, as substâncias químicas orgânicas passíveis de terem sido remobilizadas com a passagem da onda de rejeitos ou durante as cheias sazonais (substâncias químicas do Tipo 4 – SQ4).

As principais informações referentes as principais fontes e usos, exposição por via oral, toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção) e principais efeitos causados pelas substâncias químicas não essenciais estão apresentados na Tabela 9.

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética#	Principais efeitos tóxicos
Alumínio (Al)	<ul style="list-style-type: none"> • Elemento metálico mais abundante na crosta terrestre. • Encontrado no meio ambiente tanto pela sua ocorrência natural quanto pela ação antrópica (ATSDR, 2008a; EFSA, 2008). • É utilizado pela indústria de alimentos como componente de embalagens, aditivo e no tratamento da água como floculante (ATSDR, 2008a; EFSA, 2008). 	Principalmente alimentos (frutas, vegetais, cereais, sementes e carne) e água potável (ATSDR, 2008a; EFSA, 2008).	Baixa biodisponibilidade tanto quando ingerido por meio da água (0,3%), quanto para alimentos e bebidas (0,1%). Absorção por via oral depende do composto de alumínio (varia em torno de 10X). Ligantes dietéticos podem aumentar ou diminuir a absorção. O alumínio é transportado no organismo humano pela ferritina, e se distribui amplamente por todos os tecidos, podendo atravessar a barreira hematoencefálica e placentária, atingindo o cérebro e feto respectivamente. Outro fator de relevância é que ele permanece por muito tempo em tecidos e órgãos antes de ser excretado (EFSA, 2008).	Em relação aos danos à saúde, o alumínio mostrou ser neurotóxico a pacientes submetidos a diálise (exposição crônica, por via venosa e com elevadas concentrações). Algumas hipóteses vêm sendo realizadas sobre a relação entre o alumínio e a etiologia (origem) da doença de Alzheimer, além de associá-lo com outras doenças neurodegenerativas em humanos, porém os dados científicos são controversos (EFSA, 2008).
Antimônio (Sb)	Naturalmente presente na crosta terrestre e adentra no meio ambiente pela ação antrópica, principalmente durante a exploração e o beneficiamento de minério (ATSDR, 2019).	Principalmente, pela ingestão de alimentos e água potável, (ATSDR, 2019).	Estudos em animais sugerem que o antimônio seja pouco absorvido após ingerido, porém inúmeros fatores interferem nesta absorção, como a forma química e a solubilidade do antimônio ingerido, a idade e a dieta de cada indivíduo.	O trato gastrointestinal, o fígado e os níveis séricos de glicose são os alvos mais sensíveis da exposição oral de antimônio (ATSDR, 2019).
Arsênio (As) – arsênio inorgânico III, arsênio inorgânico V, ácido monometilarsênico, ácido dimetilarsênico e arsenobetaína	<ul style="list-style-type: none"> • O arsênio é um metaloide de origem natural e antropogênica que ocorre tanto na forma inorgânica quanto orgânica no meio ambiente. • As espécies inorgânicas compreendem principalmente arsênio V e III (estados de oxidação +5, como arseniato e +3, como arsenito) e as espécies orgânicas incluem arsenobetaína, arsenocolina, ácido monometilarsênico, ácido dimetilarsênico, arsenoaçúcares e arsenolipídeos (EFSA, 2009b). 	Ingestão de alimento, água e/ou solo contendo arsênio) (ATSDR, 2007a).	<ul style="list-style-type: none"> • As propriedades físico-químicas das diferentes formas de arsênio influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção) (EFSA, 2009b). • Em 2016, a ATSDR divulgou um adendo sobre o papel de polimorfismos genéticos em relação aos efeitos toxicocinéticos e a sensibilidade ao arsênio (ATSDR, 2016). 	<ul style="list-style-type: none"> • Os efeitos tóxicos do arsênio variam com a espécie química, sendo as formas de arsênio inorgânico as mais tóxicas. • <i>Arsênio inorgânico – Exposição crônica</i> – Efeito carcinogênico: A IARC* classifica o arsênio inorgânico como um agente carcinogênico para seres humanos (Grupo 1) pois, pode aumentar o risco de câncer de pele, fígado, bexiga e pulmões (ATSDR, 2007a). • <i>Arsênio inorgânico – Exposição crônica</i> – Efeitos não carcinogênicos: A exposição ao arsênio por via oral pode ocasionar problemas na pele (hiperqueratinização e formação de calos e verrugas na pele – palmas das mãos e solas dos pés), problemas cardíacos (aumento da pressão arterial e problemas de circulação), complicações respiratórias (diminuição das funções respiratórias), adversidades gastrointestinais (náuseas, vômito e diarreia) e problemas neurológicos (neuropatia periférica – dormência de mãos e pés). • <i>Arsênio inorgânico – Exposição aguda</i>: pode causar a intoxicação aguda levando à encefalopatia (confusão, alucinação, perda de memória e da habilidade emocional) e dependendo da dose pode levar a morte (ATSDR, 2007a). • <i>Arsênio orgânico – Exposição crônica</i> – Efeito carcinogênico: Arsenobetaína e outros compostos orgânicos não são classificados (IARC, 2022). • <i>Arsênio orgânico – Exposição crônica</i> – Efeitos não carcinogênicos: dados em animais sugerem que a arsenobetaína tem baixa toxicidade e os seus efeitos à saúde não costumam ser estudados. Por via oral, o ácido monometilarsênico causou diarreia e danos nos tecidos do intestino grosso de várias espécies de animais, danos renais e problemas na tireoide. Enquanto em ratos os órgãos alvos do ácido dimetilarsênico são bexiga e rins. Os ratos são mais sensíveis aos efeitos do ácido dimetilarsênico (ATSDR, 2007a). Estudos sobre os efeitos tóxicos dos compostos orgânicos de arsênio são escassos (ATSDR, 2016).

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética#	Principais efeitos tóxicos
Bário (Ba)	<ul style="list-style-type: none"> O bário compõe 0,05% da crosta terrestre e não existe na natureza na forma elementar. Os minérios barita (sulfato de bário) e witherita (carbonato de bário) contêm bário, porém compostos de bário também estão presentes em rochas ígneas e sedimentares (ATSDR, 2007b). O bário é utilizado na produção e brinquedos, tintas, tijolos, vidro, borracha, cerâmica etc (EU, 2012). 	<ul style="list-style-type: none"> Ingestão de alimentos, água e/ou solo contendo bário. E crianças que colocam brinquedo (que contém bário) na boca. 	As propriedades físico-químicas das diferentes formas de bário influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção)	<ul style="list-style-type: none"> Os efeitos do bário na saúde dependem da solubilidade em água dos compostos, quanto mais solúveis mais prejudiciais à saúde humana. A absorção de grandes quantidades de bário solúvel em água pode causar paralisia e, em alguns casos, até a morte. Pequenas quantidades de bário solúvel em água podem causar dificuldades respiratórias, aumento da pressão arterial, alterações do ritmo cardíaco, irritação do estômago, fraqueza muscular, alterações nos reflexos nervosos, inchaço do cérebro e do fígado, danos nos rins e no coração. O mecanismo de ação tóxica do bário ainda não foi totalmente elucidado. No entanto, o bário parece bloquear o efluxo (saída) passivo (sem gasto de energia celular) de potássio de dentro da célula, resultando em uma mudança na concentração de potássio fora e dentro da célula (ATSDR, 2007b). A exposição aguda resulta em vários efeitos, incluindo taquicardia (aumento da frequência cardíaca), hipertensão e/ou hipotensão (aumento ou diminuição da pressão arterial), fraqueza e paralisia muscular. (WHO, 2016).
Berílio (Be)	<ul style="list-style-type: none"> O berílio é um elemento de origem natural presente em rochas, carvão, petróleo, solo e poeira vulcânica. Duas rochas, bertrandita e berilo, são extraídas comercialmente para a recuperação de berílio (ATSDR, 2023b). A maior parte do minério de berílio extraído é convertido em ligas metálicas (misturas de metais), as quais são utilizadas na fabricação de peças elétricas e eletrônicas, automóveis, computadores, equipamentos esportivos (tacos de golfe, esquadros de bicicletas) e pontes dentárias. O berílio puro é usado em armas e reatores nucleares, aeronaves e estruturas de veículos espaciais, instrumentos, máquinas de raio-x e espelhos. O óxido de berílio é usado para fabricar cerâmicas especiais para aplicações elétricas e de alta tecnologia (ATSDR, 2023b). 	Ingestão de alimento e água contaminada (IARC, 2012).	As propriedades físico-químicas das diferentes formas de berílio influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção).	<ul style="list-style-type: none"> A exposição a compostos solúveis de berílio em geral, representam uma ameaça maior à saúde humana do que a exposição a formas insolúveis em água (ATSDR, 2023b). O berílio e os compostos de berílio são classificados como agentes carcinogênicos a humanos por via respiratória (IARC, 2012) e sensibilizantes por via dérmica. Dados sobre seus efeitos sensibilizantes por via oral são inconclusivos. Informações sobre os efeitos do berílio no desenvolvimento humano e de animais são escassos (ATSDR, 2023b).
Cádmio (Cd)	O cádmio é naturalmente encontrado no meio ambiente, principalmente associado ao zinco, chumbo e cobre. Ações antrópicas como atividades de fundição de outros metais, queima de combustíveis fósseis, incineração de resíduos, uso de fertilizantes fosfatados e lodo de esgoto também levam a liberação de cádmio no meio ambiente (EFSA, 2012b).	Principalmente ingestão de alimento e água (EFSA, 2012b).	O cádmio absorvido pelo corpo é eliminado muito lentamente, com tempo de meia vida biológico ($T_{1/2}$) estimado de 10 a 30 anos. O cádmio pode atravessar membranas biológicas por diferentes mecanismos, se associando a ligantes como a metalotioneína (EFSA, 2012b).	O cádmio não tem função biológica conhecida em animais e humanos, mas tem um comportamento semelhante a metais essenciais. O cádmio perturba a homeostasia (equilíbrio) do cálcio, zinco ou ferro, interferindo diretamente nas funções celulares básicas. A exposição ao cádmio tem sido associada a nefrotoxicidade (toxicidade renal), osteoporose, neurotoxicidade (toxicidade do cérebro), carcinogenicidade (capacidade de provocar ou estimular o aparecimento de câncer), genotoxicidade (capacidade de promover alterações no material genético), teratogenicidade (capacidade de causar efeitos anormais no desenvolvimento pré-natal) e efeitos endócrinos (hormonais) e reprodutivos (EFSA, 2012b). A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer classificou o cádmio como cancerígeno humano (Grupo 1) com base em estudos ocupacionais (IARC, 2022). Dados mais recentes sobre a exposição humana ao cádmio na população em geral foram estatisticamente associados ao aumento do risco de câncer de pulmão, endométrio, bexiga e mama (EFSA, 2012b).

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética [#]	Principais efeitos tóxicos
Chumbo (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> O chumbo é naturalmente encontrado no meio ambiente, porém a contaminação ambiental resulta em grande parte da ação antrópica. A Mineração, fundição, soldagem, fabricação de baterias, munição e de tubos de água metálicos, bem como o uso de chumbo em tintas e gasolina (no passado) promove/promoveu a liberação de chumbo no meio ambiente ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b). 	Ingestão de alimentos, água e solo contendo chumbo (ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b).	O chumbo existe tanto em formas orgânicas como inorgânicas. O chumbo orgânico e o inorgânico diferem em termos toxicocinéticos. O chumbo pode se acumular no organismo, principalmente nos ossos. A liberação do chumbo dos ossos ocorre durante períodos fisiológicos ou patológicos de desmineralização óssea, como gravidez, lactação e osteoporose, mesmo que a exposição ao chumbo já tenha cessado (ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b).	As formas orgânicas de chumbo são mais tóxicas do que as formas inorgânicas. O chumbo interfere sobre o sistema hematopoiético (sanguíneo), cardiovascular (coração e vasos), renal, endócrino (hormonal), gastrointestinal, imunológico e reprodutivo. No entanto, o sistema nervoso central (SNC) é particularmente afetado, principalmente o cérebro em desenvolvimento, podendo causar prejuízo no desenvolvimento cognitivo e no desempenho intelectual de crianças, mesmo em baixos níveis de exposição (ATSDR, 2020a; EFSA, 2010b).
Estanho (Sn)	O estanho está naturalmente presente na crosta terrestre e pode ser liberado no meio ambiente por fontes naturais e antropogênicas (ATSDR, 2005a).	Principalmente ingestão de água e alimentos (ATSDR, 2005a).	As propriedades físico-químicas das diferentes formas de estanho influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção)	<ul style="list-style-type: none"> Os efeitos do estanho à saúde variam de acordo com a forma química (orgânica ou inorgânica) com que o estanho se apresenta e as vias de exposição. Quando ingerido, o estanho inorgânico pode causar efeitos gastrointestinais (náuseas, vômitos e diarreia). Não há evidências de que o estanho inorgânico afete a reprodução, promova alterações genéticas ou seja cancerígeno. Alguns compostos de estanho orgânico podem causar danos à saúde humana, incluindo a morte (ATSDR, 2005a). A imunotoxicidade (toxicidade ao sistema imunológico) foi selecionada pela EFSA como parâmetro toxicológico crítico para avaliação de risco a estanho orgânico (EFSA).
Mercúrio (Hg) e Metilmercúrio (MeHg)	<ul style="list-style-type: none"> O mercúrio é liberado no meio ambiente por fontes naturais e antrópicas (mineração, reciclagem de lâmpadas fluorescentes, baterias, indústria de cloro-álcalis etc.). Diferentes formas de mercúrio podem ser encontradas no meio ambiente (mercúrio elementar ou metálico, mercúrio inorgânico e mercúrio orgânico) (ATSDR, 2022b). O metilmercúrio é a forma orgânica predominante (mais comum) do mercúrio no meio ambiente. Este composto é solúvel, móvel, entra rapidamente na cadeia alimentar, principalmente aquática, se acumulando em maior extensão no tecido biológico do que as formas inorgânicas de mercúrio. O metilmercúrio pode ser biomagnificado ao longo da cadeia trófica (ATSDR, 2022b). 	Principalmente ingestão de água e alimentos (EFSA, 2016; EFSA, 2012a).	A toxicocinética do mercúrio varia em relação a sua forma química (EFSA, 2016; EFSA, 2012a). O metilmercúrio é capaz de atravessar as barreiras placentárias e hematoencefálicas, atingindo o feto e sistema nervoso central.	Os efeitos tóxicos são causados tanto pelo mercúrio inorgânico quanto orgânico, sendo os rins, sistema nervoso, fígado, sistema imunológico, sistema reprodutivo e de desenvolvimento os órgãos afetados pela exposição ao mercúrio. Porém, os efeitos críticos causados pelo mercúrio orgânico (neurodesenvolvimento) e inorgânico (renal) não são os mesmos (EFSA, 2016; ATSDR, 2022b).
Prata (Ag)	A prata é liberada para o meio ambiente pelo intemperismo natural e pela ação antrópica (ATSDR, 1990). A prata é usada em materiais fotográficos, baterias alcalinas, equipamentos elétricos, ligas duras, espelhos, catalisadores químicos, moedas, talheres e joias. Os compostos solúveis de prata podem ser usados como agentes antissépticos externos, agentes bacteriostáticos (que impedem proliferação bacteriana) e desinfetantes (WHO, 1996).	A maioria das pessoas são expostas à prata por meio da ingestão de água e alimentos (ATSDR, 1990).	A absorção de prata da dieta varia muito de indivíduo para indivíduo e com o tipo de dieta. A Organização Mundial da Saúde (OMS) assumiu que aproximadamente 10% da prata ingerida é absorvida. A prata pode se acumular lentamente nos organismos com a idade. Os principais locais de deposição da prata no corpo são o fígado, a pele, as suprarrenais, os pulmões, o músculo, o pâncreas, o rim, o coração e o baço (ECCC, 2020).	A argiria é o principal problema de saúde relacionado à exposição crônica a prata. Esta condição se caracteriza por descoloração cinza-azulada da pele, dos olhos e das mucosas membranas (OMS, 2017). Estudos com animais demonstram que outros órgãos alvos também podem ser afetados pelo consumo excessivo da prata, como o coração e os rins (RAIS, 1992).

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética#	Principais efeitos tóxicos
Tálio (Tl)	O tálio é amplamente distribuído em níveis traço na crosta terrestre. O tálio existe em dois estados químicos (taloso e tálico). O estado taloso é a forma mais comum e estável. O tálio está presente no ar, na água e solo (ATSDR, 1992). O tálio já foi utilizado como inseticida e rodenticida (mata insetos e ratos) e atualmente é utilizado na fabricação de lentes e vidros, produtos farmacêuticos, medicamentos, ligas e eletrônicos (EFSA, 2020a).	Principalmente ingestão de água e alimentos (ATSDR, 1992).	Ao ser ingerido, a maior parte do tálio é absorvido e distribuído rapidamente por todas as partes do corpo, especialmente os rins e o fígado. A eliminação do tálio do corpo humano é lenta (ATSDR, 1992).	<ul style="list-style-type: none"> O mecanismo de ação tóxica do tálio (Tl) ainda não foi totalmente elucidado. Uma das hipóteses é que por ser físico-quimicamente semelhante ao potássio (K) ele poderia substituir o K e modificar a ativação de enzimas potássio dependentes. Além de atravessar a membrana celular e acumular-se na célula. Outra opção é que o tálio inativaria grupamentos químicos contendo enxofre, responsáveis por aumentar a permeabilidade das mitocôndrias, levando ao influxo de água e inchaço nesta organela (EFSA, 2020a). Caso grandes quantidades de tálio sejam ingeridas (via alimentos e bebidas), este pode afetar o sistema nervoso, o pulmão, o coração, o fígado e o rim. Além disso, pode ocorrer perda de cabelo (temporária), vômito, diarreia e até morte. Há escassez de informações sobre a exposição crônica ao tálio (ATSDR, 1992).
Titânio (Ti)	<ul style="list-style-type: none"> O titânio é o 9º elemento mais abundante na terra. Sendo encontrado na forma de minerais estáveis ilmenita e rutilo, e na forma de impurezas ou dispersões em muitos aluminossilicatos. Devido à sua grande afinidade pelo oxigênio e outros elementos, o titânio não existe no estado metálico na natureza (WHO, 1982). O principal emprego do dióxido de titânio é como material micro e nano particulado em cosméticos, aditivo alimentar (corante), tintas, medicamentos, borracha de silicone, revestimentos de proteção UV, fita magnética, fibras de toner, cerâmica e revestimentos. O tetracloreto de titânio é utilizado na produção de titânio metálico, pigmentos, revestimentos e polietileno catalisadores de polimerização, enquanto o titanato de bário é em componentes eletrônicos (capacitores cerâmicos) (Ministry of the Environment Government of Japan, 2021). 	Principalmente ingestão água, solo e de alimentos (Ministry of the Environment Government of Japan, 2021).	As propriedades físico-químicas das diferentes formas de titânio influenciam a sua toxicocinética (movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção).	A toxicidade dos compostos de titânio ainda não foi totalmente esclarecida. Porém, em relação ao tetracloreto de titânio (TiCl ₄) é sabido que a toxicidade advinda deste composto é atribuída ao cloreto de hidrogênio, produzido a partir de sua reação com a água, e, neste caso, não teria ligação com o titânio em si (Ministry of the Environment Government of Japan, 2021).
Urânio (U)	O urânio é um metal pesado, com propriedades radioativas. O urânio pode ser encontrado em diferentes concentrações e na forma de diferentes compostos em rochas, água, solo e ar como resultado de sua ocorrência natural. O urânio também pode entrar no meio ambiente por fontes antrópicas como aplicação de fosfato contendo fertilizantes (EFSA, 2009d).	A população em geral pode ser exposta ao urânio pela ingestão de água e alimentos contaminados (EFSA, 2009d).	Após ingerido a absorção do urânio é baixa, enquanto a distribuição para os tecidos rápida, chegando aos rins e ossos, onde tende a se acumular. (EFSA, 2009d).	Os rins são os órgãos alvo do urânio, tanto em modelos animais experimentais, quanto em humanos. A nefrotoxicidade é o principal efeito que o urânio pode causar por meio da exposição crônica por via oral. Por ser um elemento radioativo, o decaimento radioativo do urânio pode levar ao câncer (EFSA, 2009d).
Cromo VI	O cromo VI é uma das formas químicas do cromo. Ele é encontrado, principalmente, na água potável, como consequência de contaminação antrópica (industrial) (IARC, 2022).	Principalmente ingestão de água (EFSA, 2014). Conforme apresentado pela EFSA, mesmo que o alimento seja um meio redutor do Cr VI a Cr III, a pequena quantidade presente nos alimentos poderia contribuir substancialmente para a exposição ao cromo VI (EFSA, 2014).	A absorção gastrointestinal varia conforme seu estado de valência e ligantes. O cromo III é pouco biodisponível enquanto o cromo VI é capaz de atravessar membranas celulares (EFSA, 2014).	Em geral, os compostos de Cr VI são muito mais tóxicos do que compostos de Cr III (a forma essencial do cromo ao organismo humano). Úlcera, diarreia, dor abdominal, indigestão, vômitos, leucocitose e neutrófilos imaturos foram relatados para ingestão de 0,57 mg Cr (IV)/kg peso corpóreo por dia (EFSA, 2014). A IARC classifica o cromo VI como cancerígeno para humanos (IARC, 2022).

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética#	Principais efeitos tóxicos
2,4,5-Triclorofenol e 2,4,6-Triclorofenol	O 2,4,5-triclorofenol e 2,4,6-triclorofenol são compostos introduzidos no meio ambiente pelo homem. O primeiro é liberado a partir de sua produção 2,4,5-triclorofenol ou pela produção do Silvex®, um composto análogo ao 2,4,5-triclorofenol, que ao ser aplicado como herbicida pode ser degradado a 2,4,5-triclorofenol. E o segundo é fruto da combustão de combustíveis fósseis, incineração de resíduos urbanos, degradação e/ou impureza do agrotóxico 2,4-D. Além dessas situações, uma quantidade significativa de 2,4,6-triclorofenol pode ser formada a partir da cloração de águas contendo fenol (IARC, 1999).	Ingestão de água, alimentos e produtos que contenham este composto. (IARC, 1999).	Os dados sobre a absorção de clorofenóis por via oral são limitados a estudos em animais. Com base nos resultados desses estudos e nas propriedades físicas dos clorofenóis, a absorção gastrointestinal dos clorofenóis deve ser rápida e praticamente completa. A ligação dos clorofenóis às proteínas plasmáticas tem relação com a sua cloração, quanto maior o número de átomos de cloro maior afinidade com a proteína e consequentemente menor a sua excreção. A formação de conjugados de glicuronídeos e sulfatos parecem ser a via de biotransformação predominante (ATSDR, 2022c).	<ul style="list-style-type: none"> Os efeitos críticos causados pelo 2,4,5-triclorofenol são hepáticos e renais (EPA, 1987a). Estudos com animais indicam que a exposição intermediária ao 2,4,6-triclorofenol por via oral pode diminuir as implantações do embrião, além de diminuir o tamanho da ninhada e/ou número de nascidos vivos. O 2,4,6-triclorofenol e 2,4,5-triclorofenol afetam o fígado de ratos expostos por via oral, causando alterações bioquímicas, aumento do peso do fígado, hipertrofia hepatocelular e necrose. Podem reduzir ou aumentar o peso corporal após exposições (aguda, intermitente, crônica) por via oral (ATSDR, 2022c).
Diclorometano	A existência de diclorometano no meio ambiente é resultado da ação antrópica. O diclorometano é amplamente utilizado como solvente industrial (incluindo indústria de alimentos) e como decapante (WHO; FAO, 1992).	Ingestão de água, alimentos e produtos que contenham este composto (FAO; WHO, 1992).	Ao ser ingerido, o diclorometano é rapidamente absorvido e distribuído do tubo gastrointestinal para o sangue, fígado, pulmões, rins, gordura e tecidos nervosos. A absorção é favorecida se o diclorometano for ingerido em meio aquoso. O diclorometano é eliminado do organismo principalmente pela via pulmonar, na forma de dióxido (CO ₂) e monóxido (CO) de carbono, sendo a formação destes metabólitos dose-dependente (FAO; WHO, 1992).	Estudos com animais tem demonstrado que a ingestão de doses elevadas de diclorometano pode levar a formação de tumores pulmonares. Porém, estes estudos sobre a carcinogenicidade por via oral em animais são inconclusivos (FAO; WHO, 1992).
Etilbenzeno	O etilbenzeno é naturalmente encontrado no petróleo, e já foi detectado na casca da laranja, folhas da salsa e leguminosas secas. Este composto é empregado como intermediário para a fabricação de monômero de estireno. Uma pequena parcela do etilbenzeno é utilizado como solvente de tintas ou como intermediário na produção de dietilbenzeno e acetofenona (IARC, 2000).	Principalmente pela ingestão de água e solo. Porém, níveis de etilbenzeno foram encontrados em alimentos (SCF, 1999).	<ul style="list-style-type: none"> Estudos sobre a absorção de etilbenzeno em humanos após exposição oral são escassos. Estudos em animais, indicam que o etilbenzeno é absorvido de forma rápida e eficaz por via oral (ATSDR, 2010). 	Há uma escassez de informações sobre a toxicidade do etilbenzeno por via oral em humanos. Estudos em animais indicam que a ingestão de etilbenzeno cause danos hepáticos e renais em ratos (ATSDR, 2010).
Fenol	O fenol pode ser liberado no meio ambiente (ar e água) durante o seu processo de fabricação e descarte de produtos contendo fenol. É usado na produção de plásticos, de desinfetante, em produtos de limpeza, enxaguantes bucais e sprays para a garganta. Na indústria de alimentos o fenol é empregado como flavorizante (confere sabor e odor) (EFSA, 2013b; ATSDR, 2008b).	Ingestão de água, solo e alimentos (normalmente defumados, fritos ou que são embalados com plásticos que contêm resíduos de fenol) (EFSA, 2013b; ATSDR, 2008b).	O fenol é bem absorvido e rapidamente distribuído (independentemente de sua rota e via de exposição) pelo organismo. Ele é biotransformado nos rins e no fígado, onde são encontradas as maiores concentrações de seus produtos de biotransformação. O fenol pode sofrer metabolismo de primeira passagem. O metabolismo de primeira passagem ocorre quando o fenol é metabolizado pelo epitélio intestinal e pelo fígado, antes de atingir a circulação sistêmica (EFSA, 2013b).	Os efeitos sobre a saúde humana variam de acordo com a via de exposição e com o tipo de exposição (aguda ou crônica). A ingestão de produtos líquidos contendo fenol concentrado pode causar problemas gastrointestinais graves, inclusive a morte. Animais expostos ao fenol, por via oral, apresentaram tremores musculares, dificuldade para andar e morte (ATSDR, 2008b). Segundo a IARC, o fenol não é classificado como carcinogênico a humanos (Grupo 3) (IARC, 2022).
Tolueno	O tolueno é um componente da gasolina, porém ele pode ser encontrado na árvore <i>Myroxylon balsamum</i> (árvore Tolu). O tolueno é utilizado na produção de tintas (tintas, diluentes, esmaltes, vernizes), plástico (plásticos e poliuretano), produtos químicos (trinitrotolueno (TNT), ácido benzóico, cloreto de benzoíla e diisocianato de tolueno) (ATSDR, 2017)	Ingestão de água, alimentos e produtos que contenham este composto (WHO, 2019)	Quando ingerido, o tolueno é bem absorvido pelo tubo gastrointestinal (TGI), rapidamente distribuído pelo corpo, atingindo principalmente o tecido adiposo, e excretado pela urina (ATSDR, 2017).	Embora os dados oriundos da exposição humana e animal ao tolueno, por via oral, sejam limitados, os efeitos oriundos de testes com animais (ratos e camundongos) incluem evidências de doenças cardiovasculares, hematológicas, hepáticas, renais e efeitos sobre o peso corporal (ATSDR, 2017).

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética#	Principais efeitos tóxicos
Acrilamida	A acrilamida é utilizada na produção de poliacrilamida, que por sua vez, é empregada no tratamento de efluentes em estações de tratamento de água, processos industriais e na mineração (ATSDR, 2012). A acrilamida é um produto químico que se forma naturalmente em alimentos ricos em amido, quando submetidos a altas temperaturas (EFSA, 2015c).	Principalmente ingestão de água potável e alimentos (fritos, grelhados, assados ou submetidos ao cozimento normal em altas temperaturas) (ATSDR, 2012).	Após a ingestão oral, a acrilamida é absorvida pelo trato gastrointestinal e distribuído para todos os órgãos. A acrilamida é extensamente biotransformada, e um dos seus produtos de biotransformação (glicidamida) tem sido associado aos possíveis efeitos genotóxicos e cancerígenos da acrilamida. (EFSA, 2015c).	A acrilamida é classificada pela IARC como uma substância provavelmente carcinogênica a humanos (Grupo 2A) (IARC, 2022), uma vez que há estudos que verificaram o surgimento de câncer em animais expostos a ela. Em modelos animais também foi verificado que a acrilamida reduz a fertilidade de machos. Tal efeito pode ser observado em humanos, caso estes forem expostos a doses elevadas. Porém, as situações de elevada exposição não são normalmente vivenciadas pela maioria das pessoas. Em situações de exposição aguda (normalmente em situações ocupacionais) a acrilamida pode causar efeitos sobre o sistema nervoso, tais como: fraqueza muscular, sudorese e dormência nas mãos e pés (EFSA, 2015c).
Cianeto	Os cianetos atingem os compartimentos ambientais por meio de processos naturais e atividades industriais (antrópicas) (ATSDR, 2006b).	Ingestão de água, solo e alimentos contaminados. Alguns alimentos de origem vegetal contêm glicosídeos cianogênicos. Quando as células vegetais são danificadas (moer ou mastigar) os glicosídeos cianogênicos ficam susceptíveis a ação enzimática levando a liberação de cianeto contido em sua estrutura. No ambiente aquoso o cianeto pode existir na forma não dissociada (cianeto de hidrogênio – HCN) e dissociada (ion cianeto, CN) (EFSA, 2019b).	Após ingerido, o cianeto pode entrar rapidamente na corrente sanguínea. Parte do cianeto é biotransformado e excretado na urina na forma de tiocianato (menos tóxica). Uma pequena quantidade é convertida em dióxido de carbono e é expelido pela respiração (EFSA, 2019b).	A gravidade dos efeitos nocivos depende (em parte) do cianeto (composto) ao qual a pessoa foi exposta. A exposição a altos níveis de cianeto por um curto tempo prejudica o cérebro e coração e pode até causar coma e morte (ATSDR, 2006b). O principal modo de ação, relacionado a toxicidade aguda causada pelo cianeto, é a inibição da fosforilação oxidativa. Isto faz com que a produção de energia ocorra pela via anaeróbica (sem oxigênio). A privação do metabolismo aeróbico resulta em hipóxia, acidose metabólica (baixo pH sanguíneo) e comprometimento de funções vitais. Devido à alta demanda de oxigênio e energia, o cérebro e o coração são sensíveis a toxicidade do cianeto. A exposição contínua ao cianeto pode agravar o bócio e o cretinismo, isto provavelmente ocorre porque o tiocianato, que é semelhante, em tamanho ao íon iodeto, interfere na captação de iodeto pela glândula tireoide (EFSA, 2019b). Não há evidências de que o cianeto seja carcinogênico para humanos ou animais (ATSDR, 2006b).
Aldrin, dieldrin e endrin	O aldrin, dieldrin e endrin são inseticidas clorados, introduzidos no meio ambiente pela ação humana, cujo uso foi banido no Brasil e em vários países. O aldrin é prontamente convertido em dieldrin na maioria das condições ambientais e no corpo. Estes compostos se caracterizam por sofrerem biodegradação lenta, baixa mobilidade nos solos, tendência à partição entre sólidos em suspensão e sedimentos a coluna d'água. Além de possuir capacidade de bioconcentração e alto potencial de bioacumulação (ATSDR, 2022a; ATSDR, 2021a).	A via mais provável de exposição da população é a ingestão de água potável ou alimentos contendo estes compostos. Espera-se que a exposição a eles seja baixa, uma vez que seu uso foi banido.	Aldrin e dieldrin são prontamente absorvidos pelo trato gastrointestinal. O Aldrin é absorvido e rapidamente convertida em dieldrin (principalmente no fígado). A distribuição é inicialmente generalizada, mas rapidamente redistribuída principalmente para o tecido adiposo. Dieldrin e seus metabólitos são excretados principalmente nas fezes (via bile) e em menor grau pela urina. Os dados sobre a absorção, distribuição, biotransformação e excreção de endrin em humanos e animais após exposição por via oral são limitados. No entanto estes estudos sugerem que o organismo humano seja capaz de absorver o endrin por via oral. O endrin é distribuído principalmente na gordura, e seu principal produto de biotransformação é a Anti-12-hidroxi-endrin. A excreção de endrin e seus produtos de biotransformação ocorre principalmente pelas fezes e urina. (ATSDR, 2022a; ATSDR, 2021a).	Além de danos neurológicos presume-se que a exposição ao aldrin, dieldrin e endrin possa causar efeitos a saúde humana em relação ao peso corpóreo, fígado, desenvolvimento e reprodução. Estudos em humanos e animais sugerem que o endrin também cause efeito sobre o sistema endócrino, rins e coração (ATSDR, 2022a; ATSDR, 2021a).

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética [#]	Principais efeitos tóxicos
Hexaclorociclohexano (HCH – total e HCH-gama (Lindano))	O hexaclorociclohexano (HCH), também conhecido como hexacloreto de benzeno (BHC), contém oito isômeros. Os isômeros diferem entre si de acordo com a posição dos átomos de hidrogênio na estrutura química do HCH. Um desses isômeros é o gama-HCH (γ-HCH, comumente chamado lindano). O lindano é produzido e usado como inseticida em agrotóxicos e medicamentos em alguns países. O HCH grau técnico é uma mistura de várias formas químicas de HCH e já foi utilizado como inseticida (ATSDR, 2023c). No Brasil todos os usos do lindano foram proibidos em 2006, por meio da Resolução-RDC n° 165, de 18 de agosto de 2006 (ANVISA, 2006). Apesar da proibição do uso do lindano ele pode se bioacumular e sofrer biomagnificação na cadeia alimentar por causa de sua lipofilicidade (afinidade com gordura) e persistência (ATSDR, 2023c).	Ingestão de água e alimentos contaminados (ATSDR, 2023c).	Os isômeros de hexaclorociclohexano são rapidamente absorvidos pelo trato gastrointestinal, atravessam a placenta e podem ser transferidos para o leite (EFSA, 2005b).	A toxicidade varia com os isômeros, sendo o γ-HCH o mais agudamente neurotóxico. Todos os isômeros causam hiperplasia hepática e/ou tumores hepáticos (EFSA, 2005b). A IARC, classifica o lindano e todos os isômeros de hexaclorociclohexano, como agente carcinogênico a humanos (Grupo 1) (IARC, 2022).
Glifosato	O glifosato é um princípio ativo produzido pelo homem, utilizado em produtos herbicidas de uso residencial e agrícola (ATSDR, 2020b). No Brasil, o glifosato pode ser utilizado nas culturas de abacate, abacaxi, açaí, algodão, ameixa, amendoim, anonáceas, arroz, aveia, aveia preta, azevém, banana, batata yacon, batata-doce, beterraba, cacau, café, caju, cana-de-açúcar, caqui, cará, carambola, castanha-do-pará, cenoura, centeio, cevada, citros, coco, cupuaçu, dendê, ervilha, feijão, feijões, figo, gengibre, goiaba, grão de bico, guaraná, inhame, kiwi, lentilha, maçã, macadâmia, mamão, mandioca, mandioquinha-salsa (batata baroa), manga, mangaba, maracujá, marmelo, milheto, milho, nabo, nectarina, nêspera, pastagens, pêra, pêssego, pinhão, pupunha, rabanete, romã, soja, sorgo, trigo, triticale e uva (ANVISA, 2022).	Ingestão de plantas, alimentos ou águas contendo resíduos. (ATSDR, 2020b).	O glifosato é absorvido pelo trato gastrointestinal e é prontamente distribuído pelo sangue, mas não se acumula em nenhum determinado órgão ou tecido. O glifosato não sofre metabolismo significativo em mamíferos e <1% é metabolizado para ácido aminometilfosfônico (AMPA). A maior parte do glifosato é rapidamente excretada na urina e aproximadamente dois terços são excretados nas fezes (ATSDR, 2020b).	Estudos que avaliam os efeitos a saúde humana decorrente da exposição ao glifosato grau técnico não são comuns (ATSDR, 2020b). Na ausência de dados experimentais relacionados aos efeitos sobre a saúde humana, os efeitos observados em animais são considerados relevantes. Em animais, os efeitos não cancerígenos, mais sensíveis a exposição por via oral, são: distúrbios gastrointestinais e sobre a glândula salivar. Também foram relatados efeitos oculares, hepáticos, renais, sobre o peso corporal e desenvolvimento (ATSDR, 2020b). A IARC classifica o glifosato como provavelmente carcinogênico a humanos (Grupo 2A) (IARC, 2022).
Acefato	O acefato é um inseticida (“mata inseto”) organofosforado (EPA, 2006) produzido pelo homem, que no Brasil pode ser aplicado em culturas de algodão, amendoim, batata, citros, feijão, melão, milho, soja e tomate (EPA, 2006).	Ingestão de alimentos e água contaminados (EPA, 2006).	Estudos toxicocinéticos indicam que o acefato é rapidamente absorvido e uniformemente distribuído após administração por via oral. A maior parte da dose administrada foi excretada inalterada pela urina, a qual é a principal via de excreção do acefato (FAO & WHO, 2005).	A inibição da atividade da colinesterase é a base de seus principais efeitos tóxicos. Entre os principais efeitos a saúde causados pelo acefato estão: náusea, tontura, confusão mental e em exposições muito altas paralisia respiratória e morte (EPA, 2006).
Atrazina	A atrazina é um composto sintético utilizado como herbicida (ATSDR, 2003), sendo utilizado no Brasil em culturas de abacaxi, cana-de-açúcar, milheto, milho, soja e sorgo (ANVISA, 2022).	Níveis elevados de atrazina não são esperados em alimentos.	Após a ingestão e absorção, a atrazina se distribui para todos os tecidos, incluindo o tecido adiposo (gordura), e é excretada principalmente pela urina (ATSDR, 2003).	Os principais efeitos à saúde causados pela atrazina são: alteração do funcionamento do sistema reprodutivo, aumento do risco de parto prematuro e alteração nos níveis sanguíneos de hormônios sexuais. Além disso, estudos com animais sugerem danos hepáticos (fígado), renais e cardíacos (ATSDR, 2003).
Clorpirifós	O clorpirifós é encontrado no meio ambiente devido a sua produção e uso como inseticida (ATSDR, 1997).	Níveis residuais podem ser encontrados nos alimentos e água.	Após a ingestão, o clorpirifós é absorvido pelo intestino e distribui-se pelo corpo.	A exposição por via oral de curto prazo (um dia), em baixas quantidades (miligramas) podem causar tonturas, fadiga, coriza, salivação, náuseas, desconforto intestinal, sudorese e alterações na frequência cardíaca. Enquanto a exposição a níveis muito mais altos (gramas) pode causar paralisia, convulsões, perda de consciência e morte. Outros efeitos incluem mudanças no comportamento ou padrão de sono, alterações de humor e efeitos nos nervos e/ou músculos dos membros resultando em formigamento, ou fraqueza muscular (ATSDR, 1997). Efeitos genotóxicos e sobre o neurodesenvolvimento não foram totalmente esclarecidos.

Substância Química	Principais fontes e usos	Exposição por via oral	Toxicocinética [#]	Principais efeitos tóxicos
Bifenilas Policloradas (PCBs)	Os PCBs são compostos orgânicos aromáticos, clorados artificialmente. Existe um total de 209 congêneres de PCB, dos quais 12 (doze) pertencem ao grupo de PCBs semelhantes a dioxina, e 197 ao grupo de PCBs não semelhantes a dioxina. Estes compostos são utilizados em vários segmentos industriais, tais como: fluidos dielétricos em capacitores e transformadores elétricos, turbinas de transmissão de gás, fluidos hidráulicos, resinas plastificantes, adesivos, sistemas de transferência de calor, aditivo antichama, óleos de corte e lubrificantes. No Brasil, o seu comércio, produção e uso é proibido desde 1981. No entanto, eles são persistentes e se acumulam no meio ambiente, o cloro também pode dar origem a estes compostos (CETESB, 2012).	Ingestão de alimentos, solo e água contaminados (EFSA, 2011a). Ressalta-se que os PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 e PCB 180 são utilizados como indicadores da contaminação do alimento por fonte ambiental de PCB, totalizando assim 6 congêneres que usualmente são utilizados como indicadores de PCB para o monitoramento dos PCBs em alimentos (EFSA, 2005a).	Os PCBs semelhantes às dioxinas apresentarem propriedades químicas diferentes dos PCBs não semelhantes às dioxinas, tal diferença influencia na sua absorção, distribuição, biotransformação e excreção. Estudos oriundos de animais e humanos indicam que eles são bem absorvidos pelo trato gastrointestinal por difusão passiva. Ensaios com animais indicam que os congêneres com menor quantidade de cloro (≤ 6 átomos de cloro) são mais bem absorvidos (absorção superior a 90%) que aqueles com um número maior (> 6 átomos) de átomos de cloro na molécula ($\sim 75\%$ de absorção). Em contrapartida, os congêneres de PCBs com maior número de átomos de cloro possuem um tempo de meia vida maior dentro do organismo. Os congêneres de PCBs são solúveis em gordura (JECFA, 2016).	Devido as suas diferenças químicas os PCBs possuem diferentes mecanismos de ação tóxicos. Os efeitos da exposição às misturas de PCBs sobre a saúde incluem: alterações hepáticas, tireoidianas, dérmicas, oculares, imunológicas, de desenvolvimento neurológico, peso reduzido ao nascer, toxicidade reprodutiva e câncer (ATSDR, 2000a).

Tabela 9. Principais fontes e usos, exposição por via oral, toxicocinética e principais efeitos tóxicos causados pelas substâncias químicas não essenciais. # = Toxicocinética = movimento do agente tóxico dentro do organismo – absorção, distribuição, biotransformação e excreção. * *International Agency for Research on Cancer (IARC)*.

3.2 Etapa 2 – Caracterização do perigo

A caracterização do perigo é a avaliação qualitativa e/ou quantitativa da natureza dos efeitos adversos associados aos agentes biológicos, químicos e físicos que podem estar presentes nos alimentos (FAO, 2005). Esta etapa envolve o reconhecimento da relação entre a dose da substância química e a gravidade do efeito adverso (dose-resposta) que pode ser causado pela presença da substância química no alimento (OPAS; WHO, 2008).

As informações referentes à dose-resposta são obtidas por meio de testes de toxicidade aguda, subcrônica (curta duração) e crônica (longa duração), ensaios de mutagênese e carcinogênese, testes de reprodução e teratogênese, avaliação toxicocinética, investigação dos efeitos locais sobre a pele e olhos, testes de sensibilidade cutânea, testes clínicos, estudos epidemiológicos e de exposição humana.

As informações supracitadas dão origem a valores de referência de toxicidade, também chamados de *endpoints* toxicológicos. Uma vez selecionado o *endpoint* crítico, este será utilizado como ponto de partida (*Point of Departure – POD*) para o estabelecimento de valores de orientação baseados em saúde (WHO, 2009). Os principais POD são:

- LOAEL (*Lowest-observed-adverse-effect*): menor concentração da substância química que causa uma alteração considerada adversa;
- NOAEL (*No-observed-adverse-effect level*): maior concentração da substância química que não causa efeito adverso observado;
- LOEL (*Lowest-observed-effect level*): menor concentração da substância química (encontrada por observação e/ou experimentação) que causa alterações fisiopatológicas nos organismos tratados, diferentes daqueles observados nos controles da mesma espécie e cepa, sob as mesmas condições do ensaio;
- BMD (*Benchmark dose*): dose que produz uma resposta adversa baixa, mas mensurável;
- BMDL (*Benchmark dose lower confidence limit*): limite de confiança inferior da dose de referência. Valor obtido estatisticamente por meio de curvas de dose-respostas.

Os valores de orientação baseados em saúde são derivados da razão entre pontos de partida e fatores de segurança (FS) ou incerteza (FI). Estes valores se referem a um nível de contaminante que pode ser ingerido durante um período definido (por toda vida ou 24 horas) sem risco apreciável para a saúde humana (WHO, 2009). A equação geral para obtenção do valor de referência em saúde está apresentada a seguir:

$$\text{Valor orientação baseado em saúde} = \frac{\text{Point of Departure}}{\text{FS ou FI}}$$

O valor do fator de segurança ou incerteza (FS ou FI) depende da natureza do efeito tóxico, do tamanho e tipo de população a ser protegida e da qualidade das informações disponíveis. Tais fatores são definidos por especialistas de risco (WHO, 2009).

Os valores de orientação baseados em saúde são revisados periodicamente, pois novas informações são produzidas a todo momento e precisam ser incorporadas (caso relevantes) para que estes valores permaneçam protetivos à saúde humana.

Os valores de orientação baseados em saúde podem receber diferentes nomenclaturas, siglas e definições. A Tabela 10 apresenta as nomenclaturas, siglas e definições dos valores de orientação baseados em saúde normalmente empregados para inferência sobre a segurança de alimentos.

Nomenclatura	Nomenclatura em inglês	Sigla em inglês	Definição
Dose de Referência Aguda	<i>Acute Reference Dose</i>	ARfD	Indica a quantidade de uma substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida num período de 24 horas ou menos, sem que haja risco apreciável para a saúde do consumidor (WHO, 2009).
Ingestão Diária Aceitável	<i>Acceptable Daily Intake</i>	ADI	Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida diariamente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde (WHO, 2009). Normalmente é aplicável àquelas substâncias intencionalmente adicionadas ao alimento.
Ingestão Diária Tolerável	<i>Tolerable Daily Intake</i>	TDI	Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida diariamente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde (WHO, 2009). Normalmente é aplicável àquelas substâncias que estão presentes no alimento de forma não intencional.
Ingestão Diária Tolerável Provisória	<i>Provisional Tolerable Daily Intake</i>	PTDI	Semelhante ao TDI, porém o uso do termo “provisório” expressa o caráter provisório da avaliação, quando há escassez de dados confiáveis sobre as consequências da exposição humana em níveis próximos daqueles com os quais o Joint FAO/WHO <i>Expert Committee on Food Additives</i> (JECFA) está preocupado (WHO, 2009).
Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória	<i>Provisional Maximum Tolerable Daily Intake</i>	PMTDI	Semelhante ao TDI, porém o uso do termo “provisório” expressa o caráter provisório da avaliação, quando há escassez de dados confiáveis sobre as consequências da exposição humana em níveis próximos daqueles com os quais o JECFA está preocupado (WHO, 2009).
Ingestão Semanal Tolerável	<i>Tolerable Weekly Intake</i>	TWI	Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida semanalmente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde. Este parâmetro é empregado para substâncias que se acumulam no organismo (WHO, 2009).
Ingestão Mensal Tolerável	<i>Tolerable Monthly Intake</i>	TMI	Representa a quantidade da substância presente no alimento e/ou água que pode ser ingerida mensalmente, durante toda a vida de uma pessoa, sem que ocorram efeitos adversos à saúde. Este parâmetro é empregado para substâncias que se acumulam no organismo (WHO, 2009).
Ingestão Semanal Tolerável Provisória	<i>Provisional Tolerable Weekly Intake</i>	PTWI	Semelhante ao TWI, porém o uso do termo “provisório” expressa o caráter provisório da avaliação, quando há escassez de dados confiáveis sobre as consequências da exposição humana em níveis próximos daqueles com os quais o JECFA está preocupado (WHO, 2009).
Limite Superior de Ingestão Tolerada	<i>Upper Tolerable Intake Limit</i>	UL	Nível mais alto de ingestão diária de um nutriente que provavelmente não apresenta risco de efeitos adversos à saúde para quase todos os indivíduos na população em geral. Em geral a UL representa o somatório da ingestão de alimentos, água e suplementos (NASEM, 2019b).

Tabela 10. Nomenclaturas, siglas e definições dos valores de orientação baseados em saúde normalmente empregados para inferência sobre a segurança de alimentos.

O levantamento dos valores de orientação baseados em saúde foi realizado pela equipe de perícia inicialmente em agências nacionais da área de alimentos e, em seguida, em agências internacionais.

A equipe de perícia notou que poucos valores de ingestão diária aceitável estão disponíveis no contexto nacional. Por esta razão, foi realizada uma consulta nas bases de dados da *Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)* e *European Food Safety Authority (EFSA)*. Na ausência de informações nestes órgãos, a equipe de perícia considerou os valores estabelecidos pela *World Health Organization (WHO)* no contexto da água destinada ao consumo humano, quando existente.

Sempre que foi verificada a existência de mais de um valor de segurança estabelecido por mais de uma agência internacional da área de alimentos, foi considerado o valor mais recentemente estabelecido e, sempre que possível, o mais protetivo à saúde (mais baixo), seguido pelo valor estabelecido pela WHO no contexto da água destinada ao consumo humano, sempre que existente.

A equipe de perícia destaca que valores de orientação baseados em saúde não podem ser estabelecidos para substâncias genotóxicas e carcinogênicas. Nesta situação, a margem de exposição (MOE – *Margin of Exposure*) foi utilizada para inferir sobre a segurança, conforme preconizado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2009). A MOE também foi utilizada em situações que os dados toxicológicos são escassos, ou que tenha valor de segurança revogado (por não ser mais considerado protetor).

No contexto nutricional foram utilizados valores de referência para ingestão dietética de nutrientes, que são chamados de Ingestão Dietética de Referência (DRI). A IDR é composta por quatro valores de referência correspondentes às estimativas quantitativas da ingestão de nutrientes, estabelecidos para serem utilizados na avaliação e no planejamento de dietas de indivíduos saudáveis e de grupos populacionais, segundo ciclos de vida e gênero.

Os quatro valores de referência para o consumo de nutrientes são: necessidade média estimada (EAR), ingestão dietética recomendada (RDA), ingestão adequada (AI) e nível de ingestão máximo tolerável (UL) (NIH, 2023a).

A UL é o parâmetro comum ao contexto toxicológico e nutricional. Na ausência da UL, outros valores aplicados ao contexto nutricional podem ser utilizados para inferir sobre os níveis de nutrientes consumidos. A equipe de perícia salienta que, ao se utilizar esses valores, deve ser dada atenção à interpretação dos resultados, devido ao diferente significado da UL em relação a cada área do conhecimento.

A equipe de perícia realizou um levantamento sobre os valores de UL nas bases de dados da ANVISA e do Ministério da Saúde, e tal informação não foi encontrada. Como alternativa a UL, outros parâmetros nutricionais foram levantados em âmbito nacional.

A ANVISA, por meio da Resolução – RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005 e da Instrução Normativa – IN nº 28, de 26 de julho de 2018, estabelece a ingestão diária recomendada de proteína, vitaminas e minerais, e os limites máximos de nutrientes que devem ser fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo, respectivamente (ANVISA, 2005; ANVISA, 2018).

Como uma alternativa à ausência de valores de UL no contexto nacional, a equipe de perícia utilizou os limites máximos de nutrientes fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo. Salienta-se que a extrapolação destes valores (ingestão diária recomendada e limites máximos de nutrientes em suplementos) não resulta em um comprometimento da segurança do alimento. Nestes casos, para as substâncias que eventualmente extrapolem estes valores, uma avaliação adicional utilizando a UL deve ser realizada, desde que o valor de UL esteja disponível em âmbito internacional.

Para as substâncias essenciais (nutrientes) que não possuem valores de ingestão diária recomendada e limites máximos de nutrientes fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo no âmbito nacional, a equipe de perícia realizou o levantamento de informações sobre a UL e demais valores dietéticos de referência junto ao instituto americano de saúde (*National Institutes of Health* – NIH) e Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (*European Food Safety Authority* – EFSA).

As informações referentes aos valores de orientação para cada substância química são apresentadas na Tabela 11, na Tabela 12, na Tabela 13, na Tabela 14, na Tabela 15, na Tabela 16, na Tabela 17 e na Tabela 18, separadas por grupo (Tipos) de substâncias químicas (Tipos 1, 2, 3 e 4).

Os valores de orientação se referem a todos os valores que foram utilizados para o cálculo da segurança, sendo estes: valores orientadores baseados em saúde (como ADI, TDI, TWI, PTWI, UL), ingestão diária recomendada, ingestão adequada, limites máximos de suplementação de alimentos e *endpoints* toxicológicos (NOAEL, BMDL).

Substância Química	Valores orientadores / Ponto de partida / <i>Endpoint</i> toxicológico	Valor	Unidade	Fonte
Alumínio	PTWI	2	mg/kg p.c. por semana	JECFA, 2012
Antimônio	TDI	6	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Arsênio	BMDL05 (câncer de pulmão)	3	µg/ kg p.c. por dia	JECFA, 2011
Bário	TDI	0,21	mg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Berílio	TDI	2	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Boro ¹	UL	20	mg/dia	NASEM, 2019b
Cádmio	PTMI	25	µg/ kg p.c. por dia	JECFA, 2013
Cálcio ^{1,2}	Limites máximos de nutrientes	1.534,67	mg/dia	ANVISA, 2018
	UL	3.000	mg/dia	NASEM, 2019b
Chumbo	BMDL01 (Neurotoxicidade no desenvolvimento em crianças pequenas)	0,5	µg/kg p.c. por dia	EFSA, 2010b
	BMDL01 (Efeitos cardiovasculares – efeitos na pressão arterial sistólica) = µg/kg de p.c. – dia);	1,5	µg/kg p.c. por dia	EFSA, 2010b
	BMDL10 (Nefrotoxicidade em adultos – efeitos na prevalência de doença renal crônica)	0,63	µg/kg p.c. por dia	EFSA, 2010b
Cobalto	Ingestão diária	600	µg/dia	EFSA, 2009a
Cobre ^{1,2}	Limites máximos de nutrientes	3.960,51	µg/dia	ANVISA, 2018
	UL	8.000	µg/dia	NASEM, 2019b
Cromo ²	Limites máximos de nutrientes	52,5	µg/dia	ANVISA, 2018
Enxofre ³	Não encontrado	NA	NA	–
Estanho	PTWI	14	mg/kg p.c. por semana	JECFA, 2002
Ferro ^{1,2}	Limites máximos de nutrientes	29	mg/dia	ANVISA, 2018
	UL	45	mg/dia	NASEM, 2019b
Fósforo ^{1,2}	Limites máximos de nutrientes	2.083,89	mg/dia	ANVISA, 2018
	UL	4	g/dia	NASEM b, 2019
Lítio ³	Sem ponto de partida confiável	NA	NA	EFSA, 2010a

Substância Química	Valores orientadores / Ponto de partida / Endpoint toxicológico	Valor	Unidade	Fonte
Magnésio ^{1,2}	Limites máximos de nutrientes	350	mg/dia	ANVISA, 2018
	UL	350	mg/dia	NASEM, 2019b
Manganês ^{1,4}	Ingestão diária recomendada	2,3	mg/dia	ANVISA, 2005
	UL	9	mg/dia	NASEM, 2019b
Mercúrio	PTWI	4	µg/kg p.c. por semana	JECFA, 2010
Molibdênio ²	Limites máximos de nutrientes	1.955	mg/dia	ANVISA, 2018
Níquel	TDI	13	µg/kg p.c. por dia	EFSA, 2020b
Nitrogênio ³	Não encontrado	NA	NA	–
Potássio ⁵	IA	3.000	mg/dia	NASEM, 2019a
Selênio ²	Limites máximos de nutrientes	202,46	µg/dia	ANVISA, 2018
Silício ³	Sem ponto de partida confiável	NA	NA	EFSA, 2010a
Sódio ⁵	IA	2	g/dia	EFSA c, 2019
Tálio ³	Sem ponto de partida confiável	NA	NA	EFSA, 2020
Titânio ³	Sem ponto de partida confiável	NA	NA	EFSA, 2021d
Urânio	TDI	0,6	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2012
Vanádio*	UL	1,8	mg/dia	NASEM, 2019b
Zinco ²	Limites máximos de nutrientes	12,77	mg/dia	ANVISA, 2018

Tabela 11. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 1. Legenda: 1 = Os valores de UL variam de acordo com a idade (ver Tabela 12); 2 = Os valores de limites máximos de nutrientes variam de acordo com a idade (ver Tabela 13); 3 = Não possui valor baseado em saúde; 4 = Os valores de ingestão recomendada variam de acordo com a idade (ver Tabela 14) e 5 = Os valores de IA variam de acordo com a idade (ver Tabela 15); * = O valor da UL para o vanádio (V) só existe para adultos (não varia entre as idades).

Nutriente	Unid.	Valores por faixa etária										Fonte
		0 – 6 meses	7 –12 meses	1 –3 anos	4 –8 anos	9 – 13 anos	14 –18 anos	19 –30 anos	31 –50 anos	51 –70 anos	> 70 anos	
Boro	mg/dia	ND	ND	3	6	11	17	20	20	20	20	NASEM, 2019b
Cálcio	mg/dia	200	260	700	1.000	1.300	1.300	1.000	1.000	1.000	1.200	NASEM, 2019b
Cobre	µg/dia	ND	ND	1.000	3.000	5.000	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000	NASEM, 2019b
Ferro	mg/dia	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45	NASEM, 2019b
Magnésio	mg/dia	ND	ND	65	110	350	350	350	350	350	350	NASEM, 2019b
Manganês	mg/dia	ND	ND	2	3	6	9	11	11	11	11	NASEM, 2019b
Zinco	mg/dia	4	5	7	12	23	34	40	40	40	40	NASEM, 2019b

Tabela 12. Valores de referência de UL para o boro, cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês e zinco (substâncias químicas Tipo 1) considerando as diferentes faixas etárias.

Nutriente	Unidade	Valores por faixa etária						Fonte
		0 – 6 meses	7 – 11 meses	1 – 3 anos	4 – 8 anos	9 – 18 anos	≥19 anos	
Cálcio	mg/dia	800	1.240	1.800	1.500	2.516,59	1.534,67	ANVISA, 2018
Cobre	µg/dia	NA	NA	660	2.560	3.960,51	8.975,52	ANVISA, 2018
Cromo	µg/dia	0,3	8,25	16,5	22,5	52,5	250	ANVISA, 2018
Ferro	mg/dia	39,73	29	33	30	29	34,31	ANVISA, 2018
Fósforo	mg/dia	NA	NA	2.540	2.500	3.078	2.084	ANVISA, 2018
Magnésio	mg/dia	NA	NA	65	110	350	350	ANVISA, 2018
Molibdênio	µg/dia	NA	NA	283	578	1.057	1.955	ANVISA, 2018
Selênio	µg/dia	30	40	70	120	202,46	319,75	ANVISA, 2018
Zinco	mg/dia	2	2	4	7	12,77	29,59	ANVISA, 2018

Tabela 13. Valores de referência referente aos limites máximos de nutrientes, substâncias bioativas, enzimas e probióticos que não podem ser ultrapassados pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo e por grupo populacional indicado pelo fabricante para cálcio, cobre, cromo, ferro, magnésio, fósforo, selênio e zinco (substâncias químicas Tipo 1), considerando as diferentes faixas etárias.

Nutrientes	Unidade	Valores por faixa etária						Fonte
		0 – 6 meses	7 – 11 meses	1 – 3 anos	4 – 6 anos	7 – 10 anos	Adultos	
Manganês	mg/dia	0,003	0,6	1,2	1,5	1,5	2,3	ANVISA, 2005

Tabela 14. Valores de referência da ingestão diária recomendada para o manganês (Mn) (substância química Tipo 1) considerando as diferentes idades.

Nutrientes	Unid.	Valores por faixa etária										Fonte
		0 – 6 meses	7 – 12 meses	1 – 3 anos	4 – 8 anos	9 – 13 anos	14 – 18 anos	19 – 30 anos	31 – 50 anos	51 – 70 anos	> 70 anos	
Potássio (K) – Homens	mg/dia	400	860	2.000	2.300	2.500	3.000	3.400	3.400	3.400	3.400	NASEM, 2019a
Potássio (K) – Mulheres	mg/dia	400	860	2.000	2.300	2.300	2.300	2.600	2.600	2.600	2.600	NASEM, 2019a
Sódio (Na)	mg/dia	120	370	800	1.000	1.200	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	NASEM, 2019a

Tabela 15. Valores de referência de ingestão adequada para o potássio e sódio (substância química Tipo 1) considerando as diferentes idades.

Substância Química	Valores orientadores / Ponto de partida / <i>Endpoint</i> toxicológico	Valor	Unidade	Fonte
Arsênio inorgânico III	BMDL05 (câncer de pulmão)	3	µg/kg p.c. por dia	JECFA, 2011
Arsênio inorgânico V	BMDL05 (câncer de pulmão)	3	µg/kg p.c. por dia	JECFA, 2011
Ácido monometilarsônico	Não encontrado	NA	NA	–
Ácido dimetilarsínico	Não encontrado	NA	NA	–
Arsenobetaína	Não encontrado	NA	NA	–
Cromo III	Limites Máximos de Nutrientes *	250	µg/dia	ANVISA, 2018
Cromo VI	BMDL10 (hiperplasia epitelial difusa do duodeno) – não carcinogênico	0,11	mg/kg p.c. por dia	EFSA, 2014
	BMDL05 (efeito hematológico) – carcinogênico	0,2	mg/kg p.c. por dia	EFSA, 2014
Metilmercúrio	TWI	1,3	µg/kg p.c. por semana	EFSA, 2012a

Tabela 16. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 2. Legenda: * = Os valores de limites máximos de nutrientes variam de acordo com a idade (ver Tabela 13).

Substância Química	Valores orientadores / Ponto de partida / <i>Endpoint</i> toxicológico	Valor	Unidade	Fonte
2,4,5-Triclorofenol	Não encontrado	NA	NA	–
2,4,6-Triclorofenol	Não encontrado	NA	NA	–
Diclorometano	TDI	6	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Etilbenzeno	TDI	97,1	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Fenol	TDI	0,5	mg/kg p.c. por dia	EFSA, 2013b
Tolueno	TDI	223	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Acrilamida	BMDL10 (NG) (Neuropatia periférica em ratos) – não carcinogênico	0,43	mg/kg p.c. por dia	EFSA, 2015
	BMDL10 (Efeitos neoplásicos em ratos) – carcinogênico	0,17	mg/kg p.c. por dia	EFSA, 2015
Cianeto	PMTDI	20	µg/kg p.c. por dia	FAO; WHO,2012

Tabela 17. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 3.

Substância Química	Valores orientadores / Ponto de partida / <i>Endpoint</i> toxicológico	Valor	Unidade	Fonte
Aldrin	PTDI	0,1	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Dieldrin	PTDI	0,1	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
Endrin	PTDI	0,2	µg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
HCH total	Não encontrado	NA	NA	–
HCH-gama (lindano)	ADI	0,005	mg/kg p.c. por dia	WHO, 2017
PCB	Sem ponto de partida confiável	NA	NA	JECFA, 2016
Glifosato	ADI	0,5	mg/kg p.c. por dia	ANVISA, 2023a
Acefato	ADI	0,0012	mg/kg p.c. por dia	ANVISA, 2023a
Atrazina	ADI	0,02	mg/kg p.c. por dia	ANVISA, 2023a
Clorpirifós	ADI	0,01	mg/kg p.c. por dia	ANVISA, 2023a

Tabela 18. Valores orientadores baseados em saúde para as substâncias químicas Tipo 4.

A equipe de perícia ressalta que a ocorrência de diferentes valores de referência baseados em saúde para uma mesma substância química entre agências da área de alimentos, saúde/nutrição e água pode ocorrer em função das diferenças entre fatores de segurança e pontos de partida empregados pelo corpo de especialistas de cada agência.

Para as substâncias químicas indicadas na Tabela 11, na Tabela 12, na Tabela 13, na Tabela 14, na Tabela 15, na Tabela 16, na Tabela 17 e na Tabela 18 como sem ponto de partida confiável ou cujo valor de referência não foi encontrado nas bases consultadas (ANVISA, FAO, EFSA, NIH e WHO), a equipe de perícia realizou um levantamento sobre valores orientadores baseados em saúde junto a *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)*, *U.S. Environmental Protection Agency (USEPA)* e *Ministry of the Environment Government of Japan*.

A equipe de perícia salienta que os valores de orientação baseados em saúde estabelecidos pela ATSDR e USEPA possuem nomenclaturas diferentes daquelas empregadas no âmbito de alimentos, nutrientes e água. A ATSDR nomeia o valor orientador de saúde de Nível de Risco Mínimo (do inglês *Minimal Risk Level – MRL*) e a EPA de Dose de referência (do inglês *Reference Dose – RfD*) (ATSDR, 2018; EPA, 1993). Tais valores, assim como os valores estabelecidos por órgãos da área de alimentos, nutrição e água, são uma ferramenta de triagem que auxiliam na inferência sobre a segurança do alimento. Logo, exposições acima do MRL ou RfD não significam necessariamente que efeitos adversos à saúde ocorrerão (ATSDR, 2005c).

Tanto a ATSDR quanto a EPA estabelecem valores de orientação em saúde considerando os tipos (aguda, intermediária e crônica) e vias (oral, dérmica e inalatória) de exposição no contexto de seus escopos de atuação. Portanto, considerado os objetivos desta perícia, a equipe de perícia compilou os valores de MRL e RfD estabelecidos para exposição crônica.

Após a pesquisa ao banco de dados do ministério do meio ambiente japonês, a equipe de perícia verificou a aplicação do valor de NOAEL para avaliar o risco a saúde humana decorrente da exposição ao titânio. Tal valor foi utilizado na abordagem pela margem de exposição (MOE – *Margin of Exposure*) (Ministry of the Environment Government of Japan, 2022).

O hexaclorociclohexano (HCH) é um organoclorado sintético caracterizado por uma mistura de vários isômeros α , β , γ e δ . Na composição percentual do HCH grau técnico, a maior porcentagem é de alfa-HCH (α -HCH); seguido pelo gama-HCH (γ -HCH), beta-HCH (β -HCH) e outros isômeros e compostos (CETESB, 2012). O valor de orientação baseado em saúde compilado pela equipe de perícia foi aquele estabelecido pelo EPA para o hexaclorociclohexano grau técnico (t-HCH).

Para a avaliação da concentração dos PCBs, a equipe de perícia utilizou a metodologia apresentada em JECFA, 2016; EFSA, 2005a. A concentração média de PCBs foi obtida após o somatório dos seis indicadores de PCB monitorados para cada amostra individualmente, multiplicando-se o somatório por um fator igual a 2 (referente à extrapolação dos 6 congêneres não semelhantes a dioxinas para PCB não semelhante a dioxina total). Em resumo: concentração de PCB não semelhante a dioxina total = [(Conc. PCB 28 + Conc. PCB 52 + Conc. PCB 101 + Conc. PCB 138 + Conc. PCB 153 + Conc. PCB 180) x 2].

Em 2016, a JECFA relatou não ser possível derivar um valor de orientação baseado em saúde para os PCBs não semelhante à dioxina. Portanto, a equipe de perícia realizou uma consulta à base de dados da ATSDR e EPA. A ATSDR estabelece um MRL (*Minimal Risk Level*) para os efeitos não carcinogênicos, crônicos por via oral, enquanto a EPA estabelece um *slope* da curva para estimar os efeitos carcinogênicos de misturas de PCB.

Na Tabela 19 são apresentados os valores orientadores verificados para aquelas substâncias que não possuem valores estabelecidos por órgãos de alimentos, saúde/nutrição e água.

Tipo SQ	Substância Química	Valor de orientação baseado em saúde ou PD	Valor	Unidade	Fonte
Tipo 1	Enxofre	Não encontrado	NA	NA	
	Lítio	RfD	0,002	mg/kg/ dia	EPA, 2008
	Nitrogênio	Não encontrado	NA	NA	
	Prata	RfD	5	µg/kg/ dia	EPA, 1991
	Silício	Não encontrado	NA	NA	
	Tálio	EPA não recomenda derivar dose de referência para tálio	NA	NA	EPA, 2009
	Titânio	NOAEL	1.500	mg/kg/ dia	Ministry of the Environment Government of Japan, 2021
Tipo 2	Ácido monometilarsônico,	MRL	0,01	mg/kg/ dia	ATSDR, 2023a
	Ácido dimetilarsínico	MRL	0,02	mg/kg/ dia	ATSDR, 2023a
	Arsenobetaína	Não encontrado	NA	NA	
Tipo 3	2,4,5-Triclorofenol	RfD	0,1	mg/kg/ dia	EPA, 1987a
	2,4,6-Triclorofenol*	0,001	0,001	mg/kg/ dia	EPA, 2007
Tipo 4	HCH total*	Fator inclinação da reta (carcinoma hepatocelular) #	1,8	mg/kg/ dia	EPA, 1987b
	PCB*	Fator inclinação da reta (adenoma hepatocelular) #	2,0	mg/kg/ dia	EPA, 1996
		MRL	0,02	µg/ kg/ dia	ATSDR, 2023a

Tabela 19. Valores orientadores baseados em saúde levantados na base de dados da ATSDR, USEPA e *Ministry of the Environment Government of Japan*. Legenda = *Provável carcinógeno humano – com base em evidências suficientes de carcinogenicidade em animais.

Entre todas as referências consultadas pela equipe de perícia (ANVISA, FAO, EFSA, NIH, WHO, ATSDR, EPA e *Ministry of the Environment Government of Japan*) não foram encontrados valores de referência para arsenobetaína, enxofre, nitrogênio, silício e tálio. A ausência de valores de referência não significa que as substâncias sejam seguras para o consumo humano, e sim que as informações existentes não são suficientes para que tais valores sejam derivados.

A equipe de perícia informa que mesmo não existindo dados suficientes para derivar valores de orientação baseados em saúde para arsenobetaína, enxofre, nitrogênio, silício e tálio, o conhecimento sobre a exposição da população a estes compostos por meio do consumo do alimento é relevante para que a exposição seja determinada e utilizada como instrumento de comparação com outros dados científicos publicados (FAO, 2005a).

3.3 Etapa 3 – Avaliação da exposição

A avaliação da exposição às substâncias químicas em alimentos refere-se à avaliação qualitativa e/ou quantitativa da provável ingestão dessas substâncias químicas por meio do consumo de alimentos.

As estratégias metodológicas e os resultados da avaliação da exposição às substâncias químicas por meio do consumo dos alimentos de origem agropecuária avaliados neste laboratório estão detalhadamente apresentados no item 5 deste documento.

3.4 Etapa 4 – Caracterização do risco

Alimento seguro é aquele que não oferece riscos à saúde do consumidor, ou que possui risco aceitável. Portanto, a verificação da segurança do consumo dos produtos agropecuários foi realizada pela equipe de perícia por meio da caracterização do risco. A caracterização do risco integra informações obtidas da caracterização do perigo com a avaliação da exposição, a fim de produzir informações científicas para os tomadores de decisão (WHO, 2009).

As informações apresentadas na Tabela 11, na Tabela 12, na Tabela 13, na Tabela 14, na Tabela 15, na Tabela 16, na Tabela 17, na Tabela 18 e na Tabela 19 foram avaliadas em conjunto com os dados de exposição obtidos conforme indicado no item 5 deste documento, e com base na integração destas informações a equipe de perícia realizou a caracterização do risco. Conforme as premissas apontadas no item 5.2 deste documento, a equipe de perícia ressalta que foi realizada a caracterização do risco (segurança) crônico.

Na Tabela 20 e na Tabela 21 estão apresentados os parâmetros relativos aos valores de referência, fórmulas utilizadas pela equipe de perícia para comparação da exposição com a valor de referência, o significado do resultado numérico e as substâncias químicas para as quais cada comparação é aplicável.

Parâmetro do valor de referência	Termo em inglês	Sigla	Comparação da exposição com valor de referência				Aplicável as seguintes substâncias químicas
Ingestão Diária Aceitável	<i>Acceptable Daily Intake</i>	ADI	$\frac{\text{Exposição}}{\text{ADI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	HCH-gama (lindano), glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós
Ingestão Diária Tolerável	<i>Tolerable Daily Intake</i>	TDI	$\frac{\text{Exposição}}{\text{TDI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	Antimônio, bário, berílio, níquel, urânio, diclorometano, etilbenzeno, fenol e tolueno
Ingestão Diária Tolerável Provisória	<i>Provisional Tolerable Daily Intake</i>	PTDI	$\frac{\text{Exposição}}{\text{PTDI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	Aldrin, dieldrin, endrin
Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória	<i>Maximum Tolerable Daily Intake</i>	PMTDI	$\frac{\text{Exposição}}{\text{PMTDI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	Cianeto
Ingestão Semanal Tolerável	<i>Tolerable Weekly Intake</i>	TWI	$\frac{\text{Exposição} \times 7}{\text{TWI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	Alumínio, cádmio e metilmercúrio
Ingestão Semanal Tolerável Provisória	<i>Provisional Tolerable Weekly Intake</i>	PTWI	$\frac{\text{Exposição} \times 7}{\text{PTWI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	Estanho e mercúrio
Ingestão Mensal Tolerável Provisória	<i>Provisional tolerable monthly intake</i>	PTMI	$\frac{\text{Exposição} \times 30}{\text{PTMI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	Cádmio
Limite Superior de Ingestão Tolerada	<i>Upper Tolerable Intake Limit</i>	UL	$\frac{\text{Exposição}}{\text{UL}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ resultado acima do valor de referência	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	EFSA, 2019a	Boro e vanádio,
Limites máximos de nutrientes	Não se aplica	LMN	$\frac{\text{Exposição}}{\text{LMN}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ (Reavaliar pela UL para aquelas substâncias que possuem UL)	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	–	Cálcio, cobre, Cromo total, ferro, fósforo, magnésio, molibdênio, selênio, zinco e Cromo+3
Ingestão diária recomenda	Não se aplica	IDR	$\frac{\text{Exposição}}{\text{IDR}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ (Reavaliar pela UL para aquelas substâncias que possuem UL)	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	–	Cobalto e manganês
Ingestão adequada	<i>Adequate intake</i>	AI	$\frac{\text{Exposição}}{\text{AI}} \times 100 = \%$	Se $\geq 100\%$ (requer interpretação especial pois SQ não possuem UL)	Se $< 100\%$ resultado abaixo do valor de referência	–	Sódio e potássio

Parâmetro do valor de referência	Termo em inglês	Sigla	Comparação da exposição com valor de referência			Aplicável as seguintes substâncias químicas
Limite de confiança inferior da dose de referência.	<i>Lower confidence limit of the benchmark dose</i>	BMDL (CG e NCG)	$MOE = \frac{BMDL}{\text{Exposição} \cdot \#}$	<p>A interpretação do MOE depende do tipo de estudo que deu origem a BMDL. Quando o dado é de humanos, pode-se assumir valores menores de MOE, comparados a dados oriundos de ensaios com animais.</p> <p>Para Arsênio e Chumbo, as BMDL foram obtidas a partir de informações com seres humanos e, portanto, tem-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se MOE > 10, pode-se assumir uma baixa preocupação; Se MOE entre 1 – 10, o risco é baixo; <ul style="list-style-type: none"> Se MOE ≤ 1, há risco. <p>Para Cromo VI (Cr⁺⁶) e acrilamida, as BMDL são oriundas de modelos animais, cujos efeitos observados foram carcinogênicos e genotóxicos (CG) e não carcinogênicos e não genotóxicos (NCG).</p> <ul style="list-style-type: none"> Cr⁺⁶ efeitos NCG, se MOE < 100 = risco não pode ser excluído; Se MOE > 100 = indica baixa preocupação a saúde pública; Para Cr⁺⁶ e acrilamida efeito CG, se MOE ≤ 10.000 = há risco); Se MOE > 10.000 = indica baixa preocupação a saúde pública. 	EFSA, 2019 ^a ; COT, 2016; COC, 2012.	Chumbo, Arsênio (arsênio ⁺³ + arsênio ⁺⁵) cromo ⁺⁶ e acrilamida
Sem valor de referência na ANVISA, FAO, EFSA, WHO e NIH	–	–	–	–	–	Enxofre, lítio, nitrogênio, prata, silício, tálio, titânio, ácido monometilarsônico, ácido dimetilarsínico, arsenobetaina, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol e HCH total.

Tabela 20. Fórmulas utilizadas para caracterização do risco, significado do resultado numérico e substâncias químicas para as quais a caracterização é aplicável no contexto de alimentos, nutrição e água. Legenda: (NCG) = substância não carcinogênica e não-genotóxica; (CG) = substância carcinogênica e genotóxica; SQ = substância química; # = fator de segurança/incerteza variando de 1 a 10.

Parâmetro do valor de referência	Termo em inglês	Sigla	Comparação da exposição com valor de referência				Aplicável as seguintes substâncias químicas
Dose de referência	<i>Reference Dose</i>	RfD	$\frac{\text{Exposição}}{\text{RfD}} = \text{Oral HQ}$	Se ≥ 1 resultado acima do valor de referência (requer avaliação adicional)	Se < 1 resultado abaixo do valor de referência	ATSDR, 2006a; EPA, 1993	Prata, 2,4,5-Triclorofenol e lítio.
Nível de Risco Mínimo	<i>Minimal Risk Level</i>	MRL	$\frac{\text{Exposição}}{\text{MRL}} = \text{Oral HQ}$	Se ≥ 1 resultado acima do valor de referência (requer avaliação adicional)	Se < 1 resultado abaixo do valor de referência (efeitos não cancerígenos não são prováveis)	ATSDR, 2006a; ATSDR, 2004	Ácido monometilarsônico, ácido dimetilarsínico e PCBd
Inclinação da reta	<i>Slope b</i>	–	<i>Risco de câncer = slope x exposição</i>	$> 10^{-6}$ = risco de câncer estimado c	$< 10^{-6}$ = baixo risco de câncer estimado	ATSDR, 2006a; EPA, 2005	2,4,6-Triclorofenol, HCH total e PCBd
Nível de efeito adverso não observado	<i>No Observed Adverse Effect Level</i>	NOAEL	$MOE = \frac{NOAEL}{\text{Exposição}}$	Se < 100 = Risco/ Risco potencial	Se > 1000 = baixa preocupação à saúde pública	EFSA, 2019a	Titânio

Tabela 21. Fórmulas usadas para caracterização do risco de substâncias com valor de referência da ATSDR, EPA e *Ministry of the Environment Government of Japan*. Legenda: a= fator de segurança/incerteza variando de 1 a 10; b = substâncias carcinogênicas; c = uma revisão cuidadosa da literatura toxicológica deve ser feita antes que conclusões sobre o potencial risco de câncer sejam realizadas; d = Para os efeitos não carcinogênicos será utilizado o MRL para os efeitos carcinogênicos será utilizado o slope.

Para as substâncias não genotóxicas e não carcinogênicas que possuem valor de orientação baseado em saúde atribuído por agências das áreas de alimentos, nutrição e água (potável), o resultado da avaliação da segurança do alimento (caracterização do risco) foi apresentado pela equipe de perícia em termos da comparação entre a exposição com valor de referência de orientação em saúde. Este valor de orientação em saúde pode ser expresso em termos de ingestão diária, dose de ingestão diária, dose de ingestão semanal e dose de ingestão mensal aceitável/tolerável.

A equipe de perícia destaca que para estas substâncias químicas, caso as exposições estejam abaixo do valor de referência, foi considerado não haver necessidade de informações adicionais sobre a caracterização do risco. No entanto, caso as exposições excedam aos valores de orientação, os próprios valores não fornecem informações suficientes sobre a possível extensão do risco àquelas pessoas expostas a estes montantes mais elevados (WHO, 2009).

A caracterização do risco em termos do comprometimento (%) do valor de segurança ou referência não é aplicável às substâncias genotóxicas ou àquelas cujo valor orientador baseado em saúde não é confiável, tais como as substâncias cujo valor de orientação em saúde foi oriundo da ATSDR e EPA. Para estas substâncias químicas, o resultado foi expresso considerando um valor no qual a interpretação varia de acordo com a situação, parâmetro toxicológico e agência reguladora emissora do parâmetro em questão.

Para as substâncias químicas genotóxicas, carcinogênicas e aquelas com valor de orientação baseado em saúde não confiável, mas que possuem *endpoint* toxicológico adequado, a equipe de perícia utilizou a abordagem de margem de exposição (MOE).

Para as substâncias químicas com valor obtido a partir da ATSDR, EPA e *Ministry of the Environment Government of Japan*, o risco foi caracterizado considerando o quociente de perigo por via oral (HQ oral), risco de câncer (*slope*) e MOE, respectivamente, de acordo com as premissas de cada agência.

A equipe de perícia ressalta que para a arsenobetaína, enxofre total, nitrogênio total, tálio e silício a caracterização do risco com base em valores de orientação em saúde não foi possível, uma vez que não existem valores confiáveis que permitam tal inferência. Os resultados oriundos da avaliação da exposição (concentração, dose de exposição etc.) para estas substâncias foram comparados às informações obtidas em bancos de dados de agências nacionais, internacionais e literatura científica disponível.

4. Coleta dos produtos agropecuários e análises químicas

Este item apresenta a abordagem metodológica utilizada pela equipe de perícia para a coleta, amostragem e análise dos produtos agropecuários.

As informações relacionadas à coleta e amostragem dos produtos agropecuários foram apresentadas no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852), atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte. Alguns dos elementos apresentados no Relatório nº 5 serão retomados e mais detalhados a seguir, de forma a permitir a compreensão das metodologias utilizadas pela equipe de perícia e as referências adotadas em cada etapa.

As atividades de campo referentes à coleta dos produtos agropecuários ocorreram de março de 2022 a março de 2023, correspondendo a um ano agrícola, com o objetivo de viabilizar a coleta dos produtos agropecuários em todo o ciclo hidrológico, incluindo aqueles com disponibilidade sazonal.

O desenvolvimento da atividade de coleta e amostragem consta nos relatórios mensais de avanço das atividades de campo juntados pelo Perito ao processo judicial no Relatório nº 22 (ID 985567702), Relatório nº 24 (ID 1031802794), no Relatório nº 27 (ID 1093648750), no Relatório nº 29 (ID 1155343270), no Relatório nº 31 (ID 1226219791), no Relatório nº 35 (ID 1279463280), no Relatório nº 39 (ID 1285361348), no Relatório nº 41 (ID 1296992374), no Relatório nº 46 (ID 1308802942), no Relatório nº 47 (ID 1319881361), no Relatório nº 48 (ID 1326413868), no Relatório nº 50 (ID 1337999389), no Relatório nº 51 (ID 1351029360) e no Relatório nº 53 (ID 1367591862).

Os procedimentos de coleta, amostragem e análise dos produtos agropecuários foram realizados pela equipe de perícia de forma associada a empresa contratada especializada. A empresa contratada foi o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

O IPT é um dos maiores institutos de pesquisas do Brasil. Com mais de 120 anos de atuação, o instituto conta com laboratórios capacitados e equipe de pesquisadores e técnicos altamente qualificados, atuando em quatro grandes áreas: pesquisa, inovação & desenvolvimento; serviços tecnológicos; desenvolvimento & apoio metrológico e informação & educação em tecnologia.

O IPT possui certificação ISO 9001, concedida pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV). Esta certificação demonstra que os processos produtivos ocorrem de modo controlado e sistemático.

O sistema de gestão da qualidade do IPT prevê que os laboratórios sigam a NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Nesse sentido, destaca-se que o instituto tem os laboratórios com ensaios e calibrações acreditados, conforme a NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, pela Rede Brasileira de Calibração (RBC/Cgcre) e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE/Cgcre). Há, ainda, serviços reconhecidos pela Rede Metrológica do Estado de São Paulo (Remesp).

Atuando em consonância com a equipe de perícia, o IPT é um instituto comprometido com as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados – Lei 13.709, de 14 de agosto de 2018.

4.1 Áreas de amostragem dos produtos agropecuários

As amostras dos produtos agropecuários utilizadas para avaliação da segurança do alimento foram coletadas em estabelecimentos agropecuários localizados na área de interesse e em áreas controle.

A área de interesse abrange a delimitação de 0,5 km de largura na região do Alto rio Doce e 1,0 km de largura nas regiões do Médio e Baixo rio Doce, a partir das margens esquerda e direita dos cursos d'água afetados pelo rompimento da barragem de Fundão e engloba 42 municípios, apresentados na Figura 1 e na Tabela 22. A equipe de perícia ressalta que Aracruz e São Mateus, ambos municípios localizados no estado do Espírito Santo, apesar de sofrerem consequências do rompimento da barragem de Fundão, não se localizam na margem dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão e não fazem uso direto da água desses rios no desenvolvimento de atividade agropecuária. Portanto, estes municípios não foram incluídos na avaliação da segurança dos alimentos agropecuários irrigados com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

Os critérios adotados para a delimitação da largura da área de interesse, a partir das margens dos cursos d'água afetados, baseiam-se nas determinações preconizadas no Termo de Transição e de Ajustamento de Conduta (TTAC), assinado pela SAMARCO em 2016, e na topografia da região, conforme apresentado no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG (atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte) no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

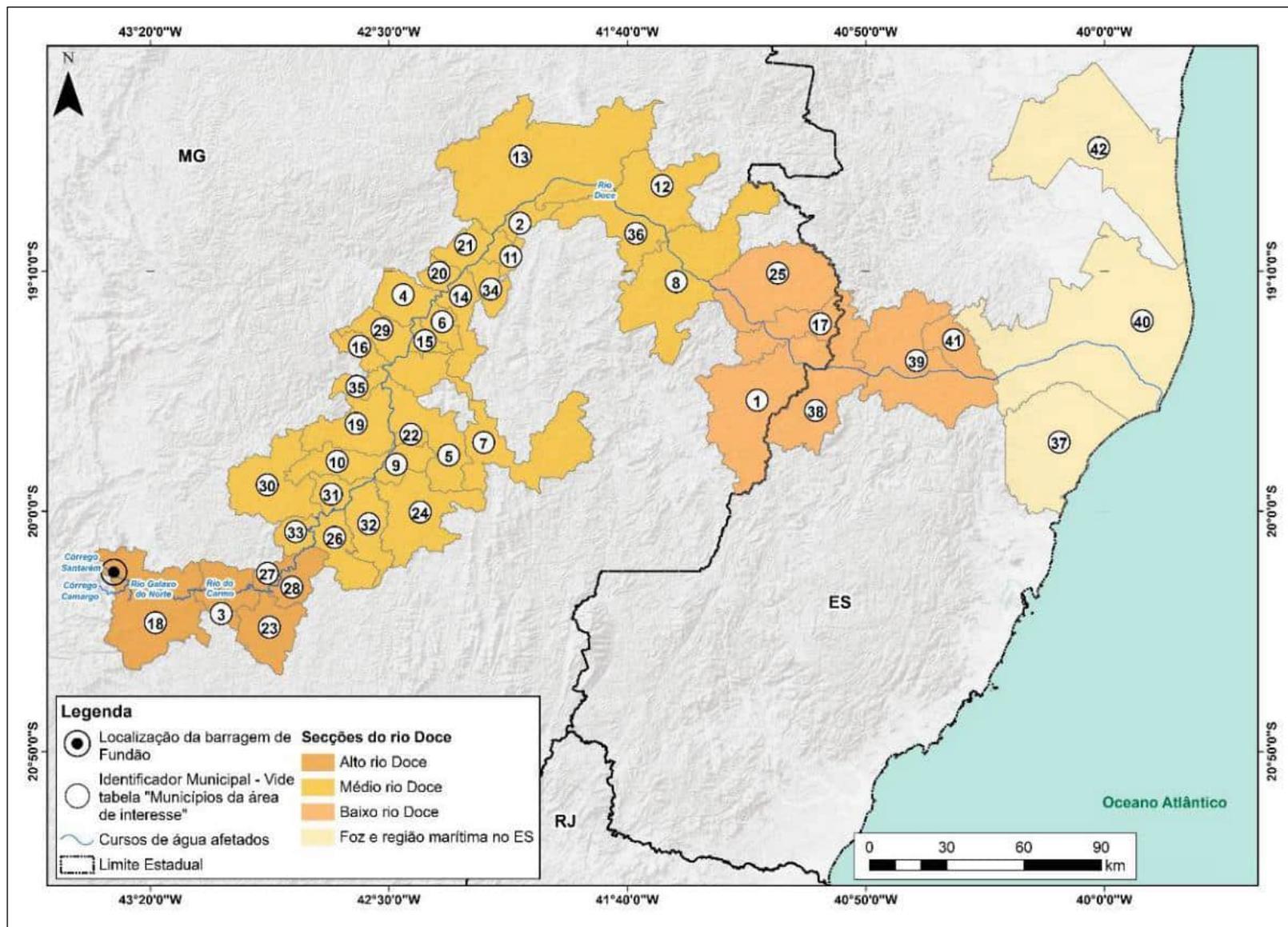


Figura 1. Mapa da área de interesse.

Cidade		UF	Cidade		UF
1	Aimorés	MG	22	Pingo d'Água	MG
2	Alpercata	MG	23	Ponte Nova	MG
3	Barra Longa	MG	24	Raul Soares	MG
4	Belo Oriente	MG	25	Resplendor	MG
5	Bom Jesus do Galho	MG	26	Rio Casca	MG
6	Bugre	MG	27	Rio Doce	MG
7	Caratinga	MG	28	Santa Cruz do Escalvado	MG
8	Conselheiro Pena	MG	29	Santana do Paraíso	MG
9	Córrego Novo	MG	30	São Domingos do Prata	MG
10	Dionísio	MG	31	São José do Goiabal	MG
11	Fernandes Tourinho	MG	32	São Pedro dos Ferros	MG
12	Galiléia	MG	33	Sem-Peixe	MG
13	Governador Valadares	MG	34	Sobrália	MG
14	Iapu	MG	35	Timóteo	MG
15	Ipaba	MG	36	Tumiritinga	MG
16	Ipatinga	MG	37	Aracruz	ES
17	Itueta	MG	38	Baixo Guandu	ES
18	Mariana	MG	39	Colatina	ES
19	Marliéria	MG	40	Linhares	ES
20	Naque	MG	41	Marilândia	ES
21	Periquito	MG	42	São Mateus	ES

Tabela 22. Municípios da área de interesse.

A equipe de perícia destaca que a área de interesse de alguns municípios é ocupada prioritariamente por áreas de silvicultura, vegetação, áreas urbanas e industriais. Diante desta realidade, não foram encontrados estabelecimentos agropecuários que utilizam água dos rios afetados para a produção dos alimentos foco desta perícia em oito municípios de Minas Gerais (Caratinga, Córrego Novo, Ipatinga, Marliéria, Pingo D'água, Raul Soares, São Pedro dos Ferros e Timóteo), conforme apresentado no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385).

Adicionalmente, na etapa de coleta e amostragem, a equipe de perícia verificou que as informações declaradas na etapa de diagnóstico da área de interesse não foram comprovadas em alguns estabelecimentos agropecuários e, portanto, foi realizada a exclusão destes pontos de coleta. Por conseguinte, dos 40 municípios considerados para avaliação da segurança dos alimentos agropecuários, em 16 municípios não foram identificados estabelecimentos agropecuários com o perfil necessário para a execução do trabalho da perícia, permanecendo 24 municípios para coleta e amostragem dos produtos agropecuários na área de interesse, conforme apresentado na Tabela 23. O detalhamento dos pontos de coleta utilizados na avaliação da segurança dos produtos agropecuários desta perícia é apresentado, a seguir, no item 4.2 deste documento.

Cidade	UF	Cidade	UF
Aimorés	MG	Itueta	MG
Alpercata	MG	Linhares	ES
Baixo Guandu	ES	Mariana	MG
Barra Longa	MG	Marilândia	MG
Belo Oriente	MG	Naque	MG
Bom Jesus do Galho	MG	Periquito	MG
Bugre	MG	Ponte Nova	MG
Colatina	ES	Resplendor	MG
Conselheiro Pena	MG	Santa Cruz do Escalvado	MG
Galiléia	MG	São José do Goiabal	MG
Governador Valadares	MG	Sem-Peixe	MG
Ipaba	MG	Tumiritinga	MG

Tabela 23. Municípios da área de interesse que possuem estabelecimentos agropecuários utilizados na avaliação da segurança dos produtos agropecuários pela equipe de perícia.

Os mesmos produtos agropecuários coletados na área de interesse foram coletados também em áreas controle. Os critérios de seleção das áreas controle se basearam em regiões cujos aspectos geoquímicos e classificação de solos caracterizavam-se como semelhantes aos da área de interesse. Nesse sentido, considerando as características de solos predominantes na área de interesse e os solos encontrados na bacia do rio Doce, determinou-se como regiões de controle aquelas que possuem latossolos amarelos e argilossolos vermelhos e que apresentam aspectos geoquímicos semelhantes aos da área de interesse, conforme detalhado pelo Perito no Relatório nº 6 – Resposta à Decisão Judicial ID 605015852 (ID 685275970). A Figura 2 apresenta as regiões da bacia do rio Doce que possuem aspectos geoquímicos e classificação de solos semelhantes à área de interesse.

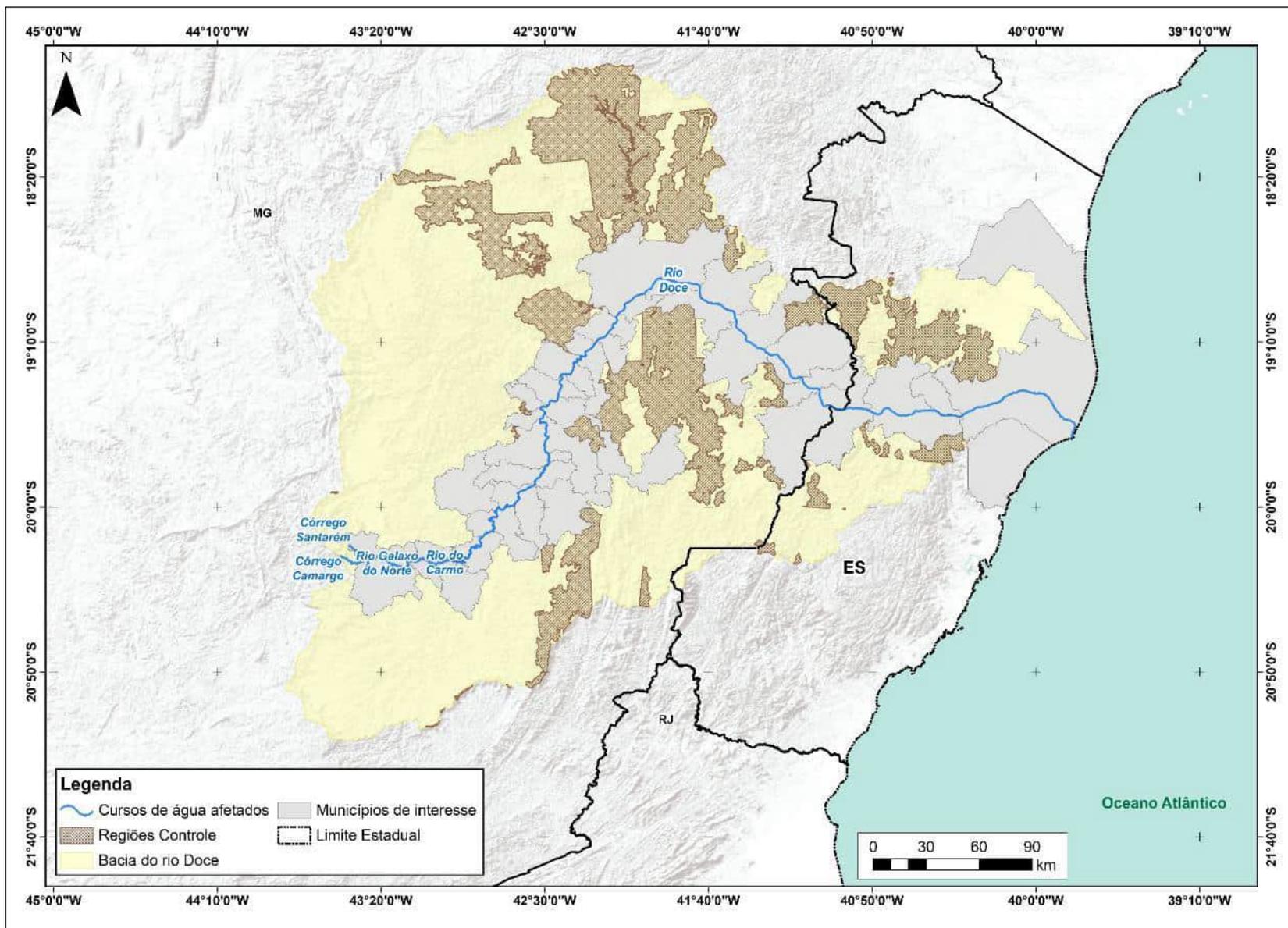


Figura 2. Regiões da bacia do rio Doce que possuem aspectos geoquímicos e classificação de solos semelhantes a área de interesse.

Considerando as regiões da bacia do rio Doce que possuem aspectos geoquímicos e classificação de solos semelhantes à área de interesse, foram selecionados os municípios que contemplam grande parte de sua extensão territorial inseridos nessas regiões e que apresentam a produção dos produtos agropecuários foco do trabalho de perícia para a definição das áreas controle. A Tabela 24 e a Figura 3 apresentam as áreas controle do trabalho de perícia.

Cidade		UF	Cidade		UF
1C	Água Boa	MG	7C	Jampruca	MG
2C	Araponga	MG	8C	Pedra Bonita	MG
3C	Caputira	MG	9C	São Domingos do Norte	ES
4C	Conceição de Ipanema	MG	10C	São Sebastião do Anta	MG
5C	Governador Lindenberg	ES	11C	Santa Margarida	MG
6C	Inhapim	MG	–	–	–

Tabela 24. Municípios que compõem a área controle para a coleta dos produtos agropecuários no contexto da perícia do Eixo Prioritário 6.

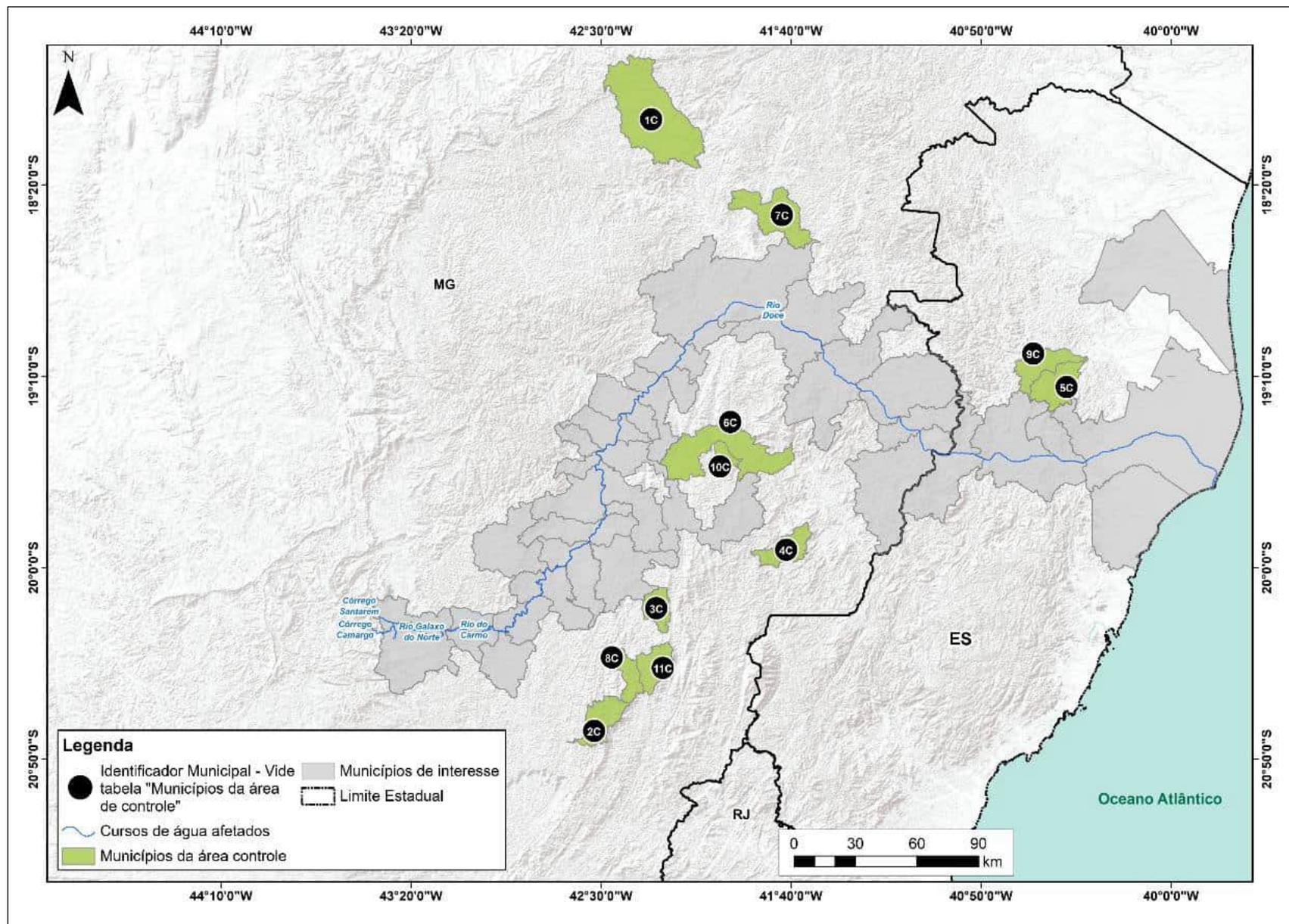


Figura 3. Áreas controle para a coleta dos produtos agropecuários no contexto da perícia do Eixo Prioritário 6.

4.2 Pontos de coleta

Após a definição das áreas de amostragem dos produtos agropecuários, a equipe de perícia realizou o mapeamento da produção agropecuária desenvolvida nos estabelecimentos localizados na área de interesse com o objetivo de conhecer quais os produtos agropecuários eram obtidos a partir do uso da água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação e/ou dessedentação animal. As estratégias utilizadas para o mapeamento dos estabelecimentos agropecuários foram descritas no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385).

O Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385) teve como um dos objetivos apresentar a caracterização da produção agropecuária irrigada com as águas dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, para os estabelecimentos agropecuários localizados na área de interesse. A caracterização da produção agropecuária da área de interesse foi realizada por meio da aplicação de Questionário Agropecuário (QA) e da realização de aerolevanteamento fotográfico e mapeamento do uso do solo.

Adicionalmente, foi realizada a aplicação de QA em estabelecimentos agropecuários localizados nos 11 municípios da área controle para conhecimento de suas produções agropecuárias, e posterior coleta dos produtos agropecuários que foram utilizados como controle na avaliação denexo de causalidade.

A caracterização agropecuária da área de interesse, realizada a partir das informações declaradas pelos respondentes do QA e o aerolevanteamento fotográfico e mapeamento do uso do solo, subsidiaram o planejamento de coleta e amostragem dos produtos agropecuários. Os estabelecimentos agropecuários considerados no planejamento de coleta e amostragem foram aqueles que se enquadraram nos seguintes critérios:

- Estabelecimentos agropecuários que utilizavam a água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação e/ou dessedentação animal;
- Estabelecimentos agropecuários que possuíam produção vegetal/animal em quantidade suficiente para amostragem e realização das análises químicas, constância/periodicidade na produção agropecuária e produção prevista dentro do cronograma de atividades de coleta;
- Estabelecimentos agropecuários nos quais foi obtida autorização do proprietário e/ou responsável para a coleta do(s) produto(s) agropecuário(s).

Os estabelecimentos e produtos agropecuários que contemplavam os critérios supracitados compuseram o universo da área de interesse. A partir da atividade de aerolevanteamento fotográfico e mapeamento do uso do solo, foram mapeados 255 possíveis pontos de coleta. Desses, 46 estabelecimentos agropecuários foram incluídos no universo da área de interesse.

Após a determinação do universo da área de interesse, foi calculado o tamanho da amostra, considerando uma margem de erro de 5% e um nível de confiança de 95%, conforme apresentado no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860). Então, foi delineado o planejamento de coleta e amostragem dos produtos agropecuários.

A equipe de perícia ressalta que a produção agropecuária é cíclica e sujeita a adversidades climáticas e ao planejamento do produtor. Além disso, as informações levantadas por meio da aplicação do QA se referiam a autodeclarações, havendo assim a necessidade da confirmação do uso da água de rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação de cada cultura plantada e/ou dessedentação animal, previamente à coleta dos produtos agropecuários.

Previamente à coleta dos produtos agropecuários, eram verificadas as informações levantadas sobre os estabelecimentos agropecuários. Para a verificação e comprovação da irrigação de produtos agropecuários e/ou dessedentação de animais de criação com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, a equipe de perícia realizava inspeção do sistema de irrigação do estabelecimento e das vias de acesso dos animais aos rios, para cada alimento coletado. A coleta dos produtos agropecuários na área de interesse era realizada somente mediante a comprovação, pela equipe de perícia, do uso da água de rio afetado pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação da produção agrícola e/ou dessedentação dos animais. Para os casos em que a equipe de perícia não obteve elementos suficientes para concluir pela utilização de água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, a coleta não foi realizada, e a propriedade em questão foi excluída do planejamento de coleta, não sendo considerada para geração de amostras.

Na etapa de coleta e amostragem dos produtos agropecuários, a equipe de perícia constatou que um número considerável de produtos que haviam sido incluídos no planejamento de coleta e amostragem, a partir da etapa de diagnóstico da área de interesse, não puderam ser coletados. Os fatores que resultaram na impossibilidade de coleta destes produtos agropecuários foram:

- Encerramento das atividades: o produtor deixou de plantar/criar o produto declarado no QA, por diversos motivos, tais como falta de mão-de-obra para auxiliar nas atividades do campo, doença que acometeu o produtor e inviabilizou seu trabalho no campo, alto custo de produção com baixo valor na comercialização, substituição do produto declarado por outros cultivos, êxodo rural etc. Ainda, devido às enchentes ocorridas em janeiro de 2022 e janeiro de 2023, muitos produtores relataram a perda de cultivos inteiros e até mesmo do sistema de irrigação, além da dificuldade na retomada da produção nos solos inundados;
- Falta de comprovação do uso da água dos rios afetados para irrigação e/ou dessedentação animal: apesar de ter sido autodeclarado o uso da água do rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo ou do rio Doce para irrigação e/ou dessedentação animal no QA, na etapa de coleta, a equipe de perícia não encontrou comprovação/evidências da captação da água dos rios e sistemas de irrigação para uso na produção vegetal, acesso dos animais aos rios para a dessedentação ou captação de água dos rios para abastecimento de bebedouros;
- Alimento fora do padrão de colheita: alimentos em condições que impossibilitavam o consumo humano, como infestação de pragas e doenças, cultivo precoce e/ou sem de previsão de colheita durante o período da atividade de coleta (março de 2022 a março de 2023), bem como animais fora da idade de abate, sem produção de leite ou produção de ovos;
- Produto agropecuário em quantidade insuficiente para coleta: produção muito pequena, com número de unidades inferior ao número mínimo para a formação da amostra e/ou com uma massa total menor que a quantidade requerida para as análises químicas. A equipe de perícia salienta que, em alguns estabelecimentos agropecuários, a área plantada era muito reduzida e a produção total disponível para coleta no estabelecimento era menor que a quantidade mínima de unidades e/ou massa do vegetal recomendada no *Codex Alimentarius* (2003), para que a amostra fosse representativa de uma determinada plantação. Contudo, visto que nesses casos o produto coletado corresponde ao total da área plantada, a amostragem foi considerada representativa da plantação em questão. Portanto, nos casos em que a produção total disponível para coleta no estabelecimento era suficiente para a realização das análises químicas, a equipe de perícia optou por realizar a coleta do produto agropecuário e proceder às análises químicas;
- Recusa: apesar do respondente ter autorizado a coleta durante a aplicação do QA, houve negativa em disponibilizar o produto agropecuário na etapa de coleta e amostragem. A equipe de perícia ressalta a dificuldade de coleta especialmente com os produtores de bovinos de corte. Apesar do monitoramento constante da equipe de perícia, houve uma baixa participação dos produtores de bovinos de corte que, em sua maioria, não forneceram informações a respeito do frigorífico e data que seria realizado o abate. Também foi verificado que produtores que haviam declarado comercializar os bovinos de corte para frigorífico, de fato destinavam o gado para abate em locais alternativos ou não criavam os animais até a etapa de engorda, inviabilizando a coleta de amostras de carnes e vísceras desses animais;
- Proprietário ausente: foram realizadas, no mínimo, três tentativas de visitas em cada um dos estabelecimentos agropecuários mapeados, em datas diferentes. Sempre que possível, foi realizado contato telefônico prévio e/ou com vizinhos para obter informações sobre o(s) proprietário(s) ou responsáveis dos estabelecimentos. Quando o(s) proprietário(s) ou responsáveis

pelo estabelecimento não foram encontrados em nenhuma das tentativas de visita, a equipe de perícia classificou o ponto como “proprietário ausente” e este foi retirado do planejamento amostral.

Com o intuito de otimizar a coleta e amostragem dos produtos agropecuários, ao longo das atividades de campo, a equipe de perícia fez o esforço de identificar a produção de novos produtos que não haviam sido declarados pelos proprietários e/ou responsáveis dos estabelecimentos agropecuários durante a etapa de diagnóstico da área de interesse. A equipe de perícia informa que esses esforços foram realizados nos estabelecimentos agropecuários que faziam parte da composição do universo da área de interesse. Os novos produtos mapeados em campo, que cumpriam os requisitos fundamentais de validação para a coleta conforme supracitado, foram adicionados ao universo amostral e incluídos no planejamento de coleta e amostragem. Com isso, o universo da área de interesse, para cada produto agropecuário, foi determinado a partir dos produtos declarados na etapa de diagnóstico da área de interesse e que foram validados durante a atividade de campo de coleta, somados aos produtos mapeados pela equipe de perícia durante a atividade de coleta dos produtos agropecuários.

A fim de otimizar a coleta e amostragem dos produtos agropecuários, o universo da área de interesse foi atualizado constantemente. A inserção de produtos mapeados durante a etapa de coleta e amostragem dos produtos agropecuários foi realizada até 30 dias antes da finalização desta atividade, para possibilitar o planejamento das atividades de campo.

A equipe de perícia verificou que alguns produtos eram produzidos em um número inferior de estabelecimentos agropecuários em relação ao número declarado pelos respondentes do QA e, apesar dos esforços da equipe de perícia em campo, não foram encontradas mais produções destes alimentos na etapa de coleta. Para esses casos, a equipe de perícia considerou que foi coletado todo o universo do referido alimento, visto que não foi encontrada a produção destes alimentos em nenhum dos pontos monitorados durante as atividades de campo (de março de 2022 a março de 2023).

Por fim, a equipe de perícia informa que, para 10 produtos agropecuários (abobrinha, batata-doce, cenoura, goiaba, jiló, maracujá, melancia, pepino, ovo de galinha e café), apesar dos esforços da equipe de perícia em campo, foram constatadas situações que inviabilizaram a coleta de acordo com o tamanho de amostra calculado. As situações foram:

- Desistência do proprietário e/ou responsável pelo estabelecimento agropecuário de vender o produto e participar do estudo: em dois estabelecimentos agropecuários houve a desistência do proprietário/responsável em vender/doar o produto. A equipe de perícia salienta que foi possível confirmar todos os critérios para a inclusão desses estabelecimentos agropecuários e produtos no universo amostral. Contudo, no momento da coleta, houve a recusa por parte do proprietário/responsável em participar do estudo e vender/doar esses produtos, especificamente;
- Restrição logística: a antecipação da colheita somada à janela estreita de colheita de alguns dos produtos resultou na restrição logística de coleta destes produtos em quatro estabelecimentos agropecuários.

Em relação à área controle, o tamanho da amostra foi calculado para cada produto agropecuário considerando, minimamente, 80% de nível de confiança e 20% de margem de erro a partir do universo da área de interesse.

A equipe de perícia destaca que, por se tratar de uma área isenta dos possíveis efeitos do rompimento da barragem de Fundão, é aceitável que se aplique, na área controle, um grau de confiança menor que o utilizado na área de interesse, o que é amplamente aceito em várias áreas do conhecimento (COCKS; TORGERSON, 2013; CHARAN; KANTHARIA, 2013; JONES *et al.*, 2003; LENTH, 2001).

A comparação de grupos de tamanhos distintos é reconhecida e aplicada pela comunidade científica (ERB, 1990; ZAR, 2010). Ademais, a escolha do delineamento experimental não depende somente de elementos estatísticos, mas também da disponibilidade dos produtos agropecuários e do aceite dos proprietários e/ou responsáveis em disponibilizar (por venda/doação) parte da sua produção agropecuária para amostragem nas áreas controle.

A equipe de perícia informa que foi realizada a coleta em 193 e 109 estabelecimentos agropecuários, na área de interesse e na área controle, respectivamente. A coleta dos produtos agropecuários foi realizada de forma a garantir um conjunto amostral representativo e equilibrado em relação ao número de amostras coletadas na área de interesse e na área controle, para cada tipo de alimento coletado, considerando os critérios supracitados para a estimativa do tamanho das amostras.

As figuras a seguir (Figura 4 até a Figura 13), apresentam a distribuição das amostras coletadas na área de interesse, divididas por grupos de produtos agropecuários. A fim de atender o disposto na Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD (Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018), a equipe de perícia optou por apresentar os dados em material cartográfico agrupado em intervalos numéricos por cada município de interesse, garantindo assim a não identificação dos estabelecimentos agropecuários participantes.

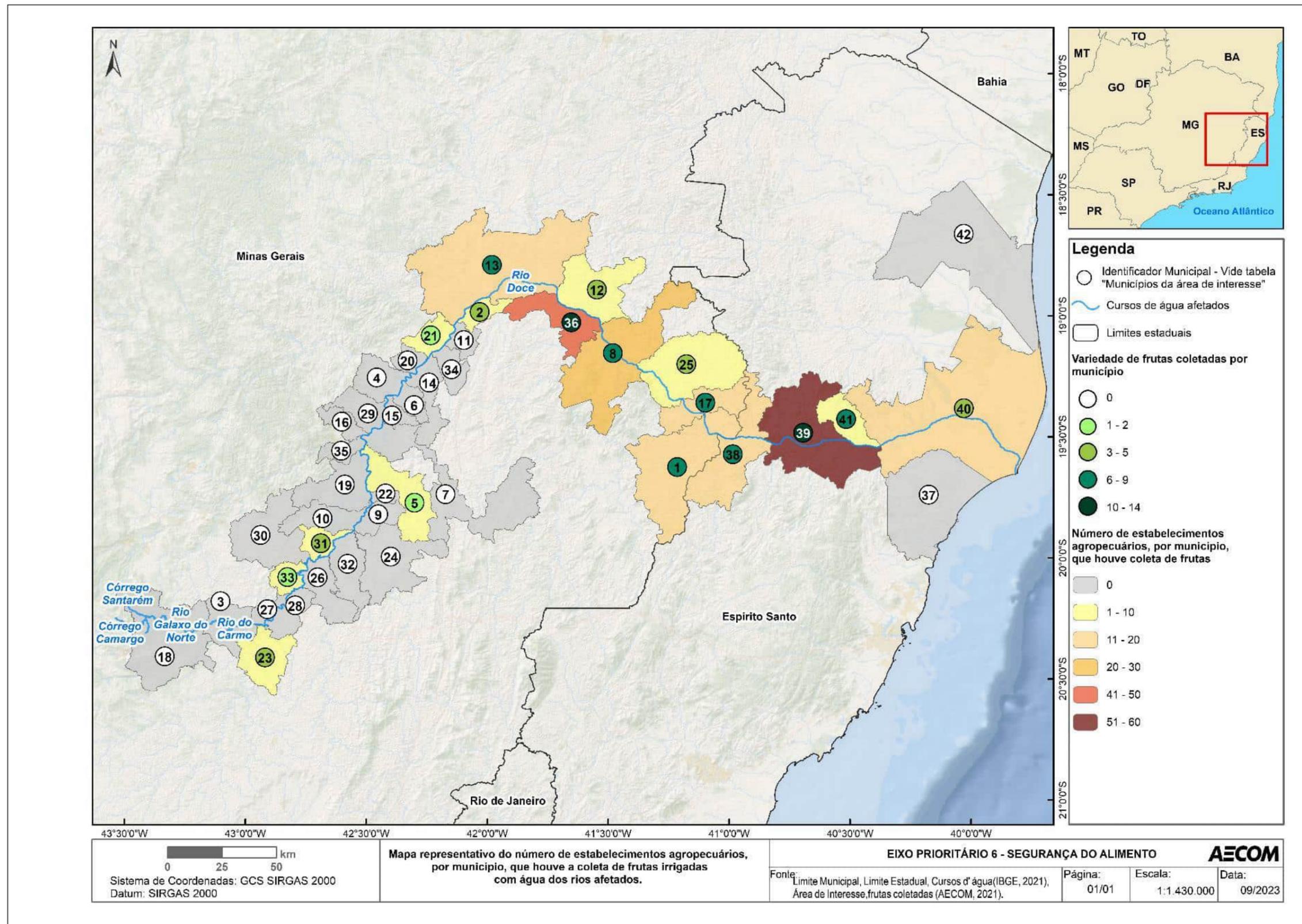


Figura 4. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários por município em que houve coleta de frutas irrigadas com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

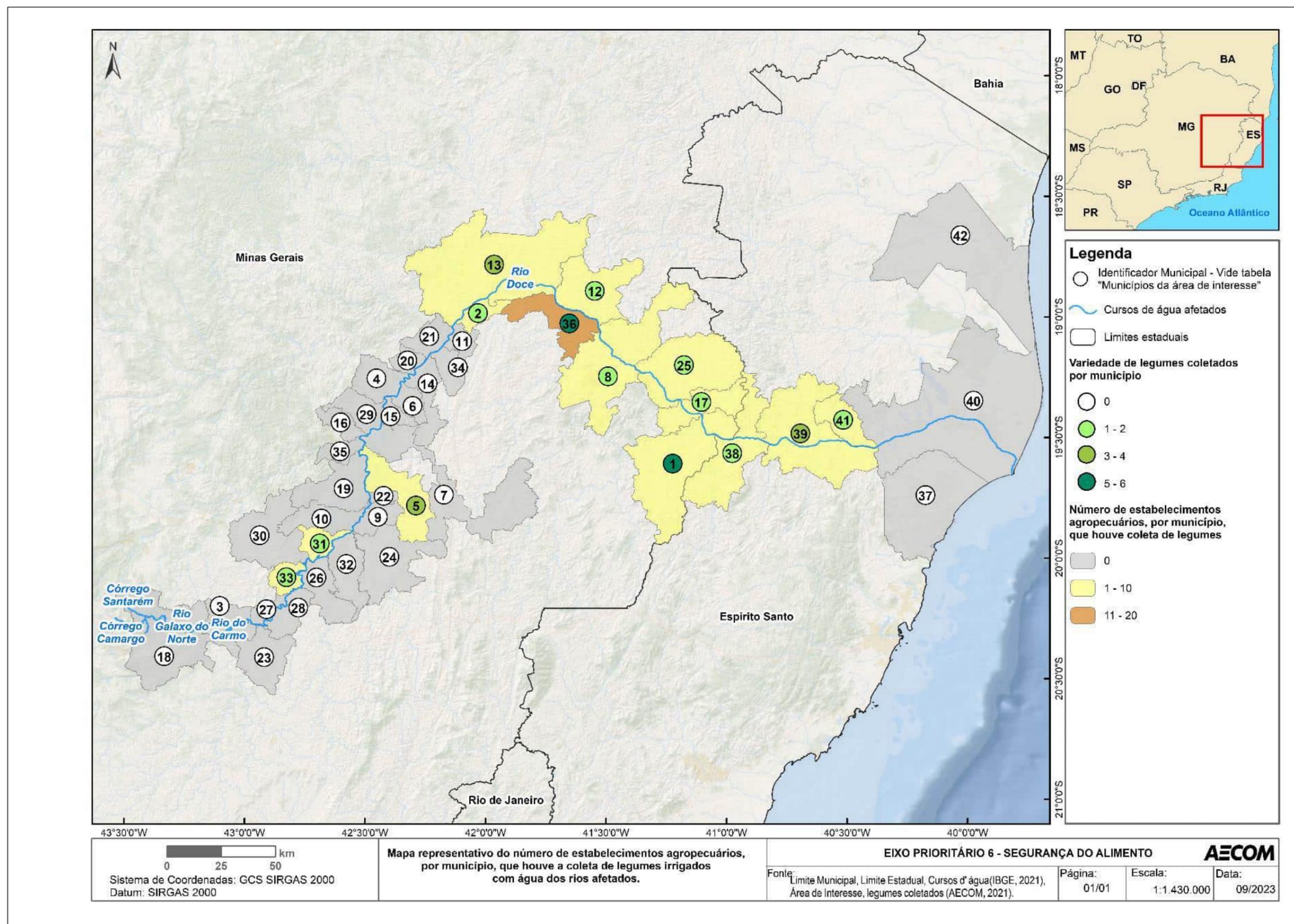


Figura 5. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários por município em que houve coleta de legumes irrigados com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

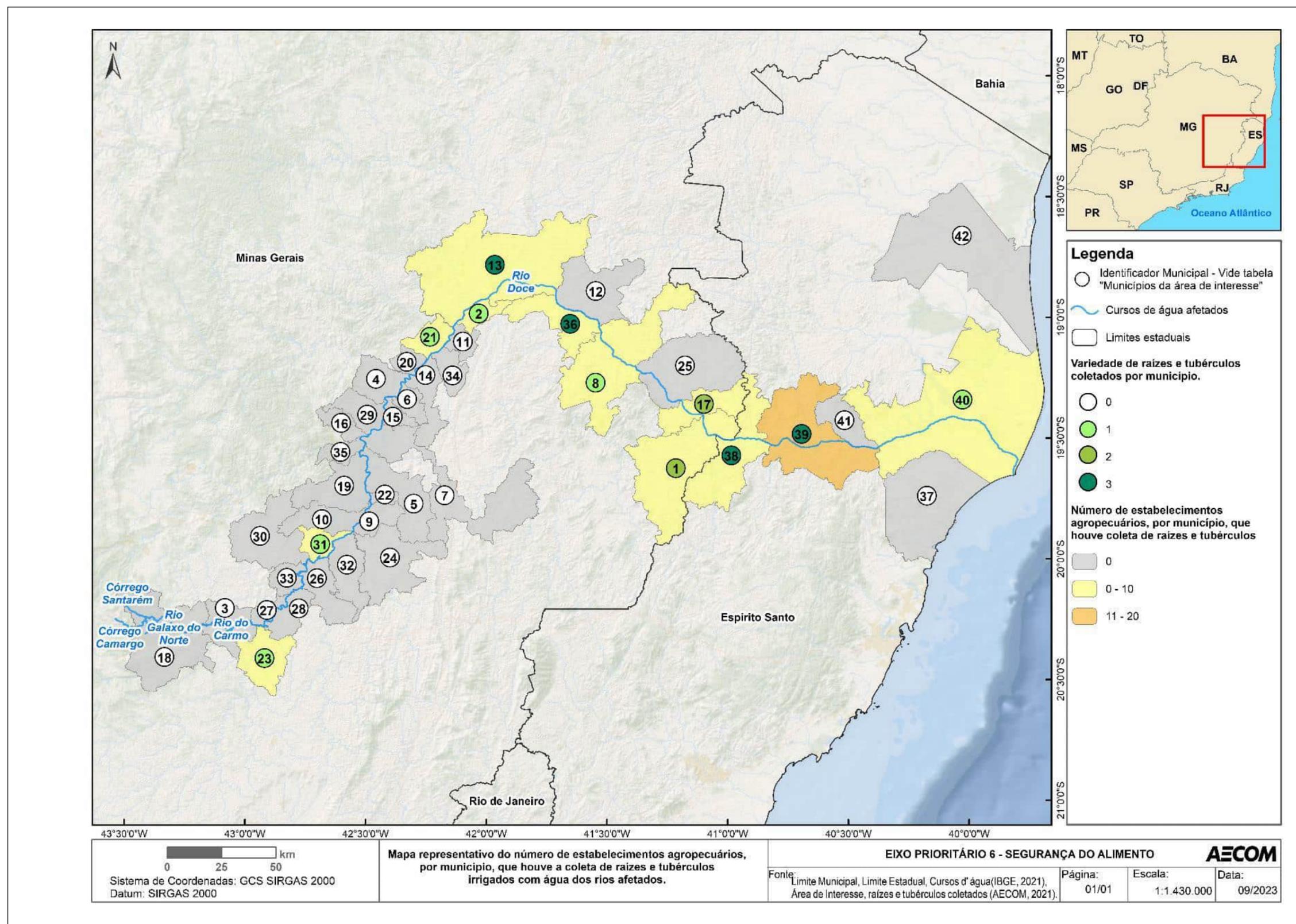


Figura 6. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários por município em que houve coleta de raízes e tubérculos irrigados com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

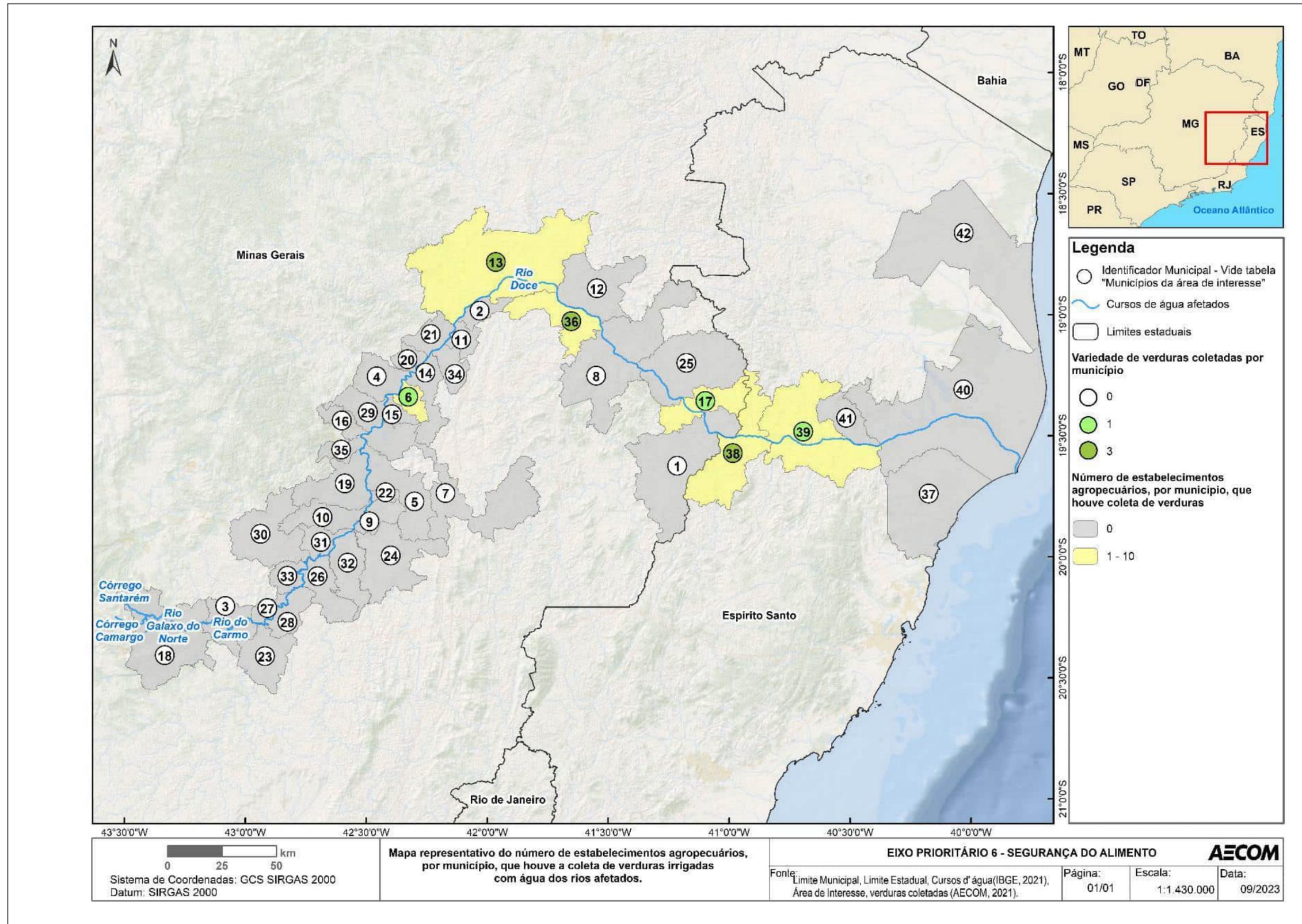


Figura 7. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários por município em que houve coleta de verduras irrigadas com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

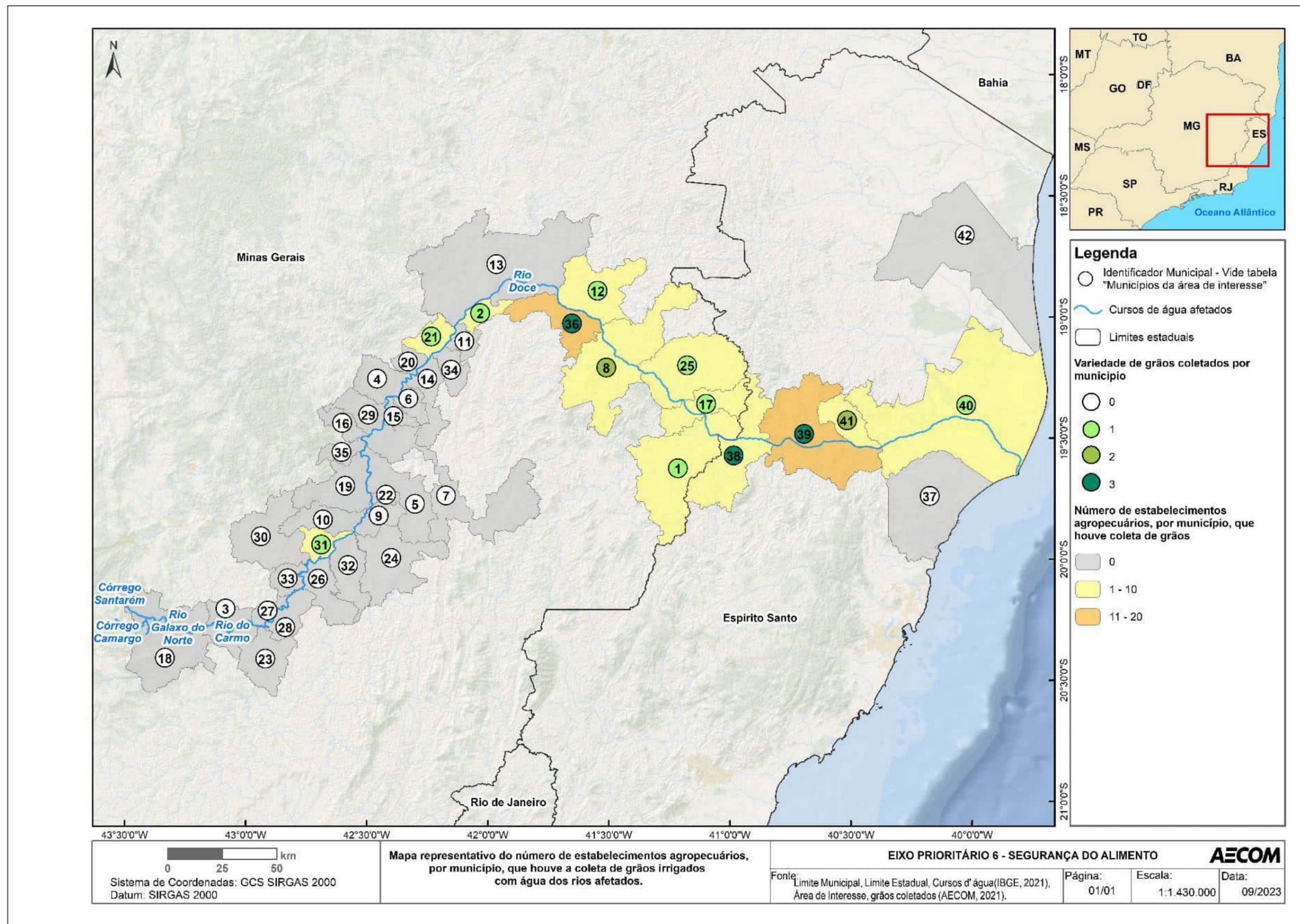


Figura 8. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários por município em que houve coleta de grãos irrigados com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

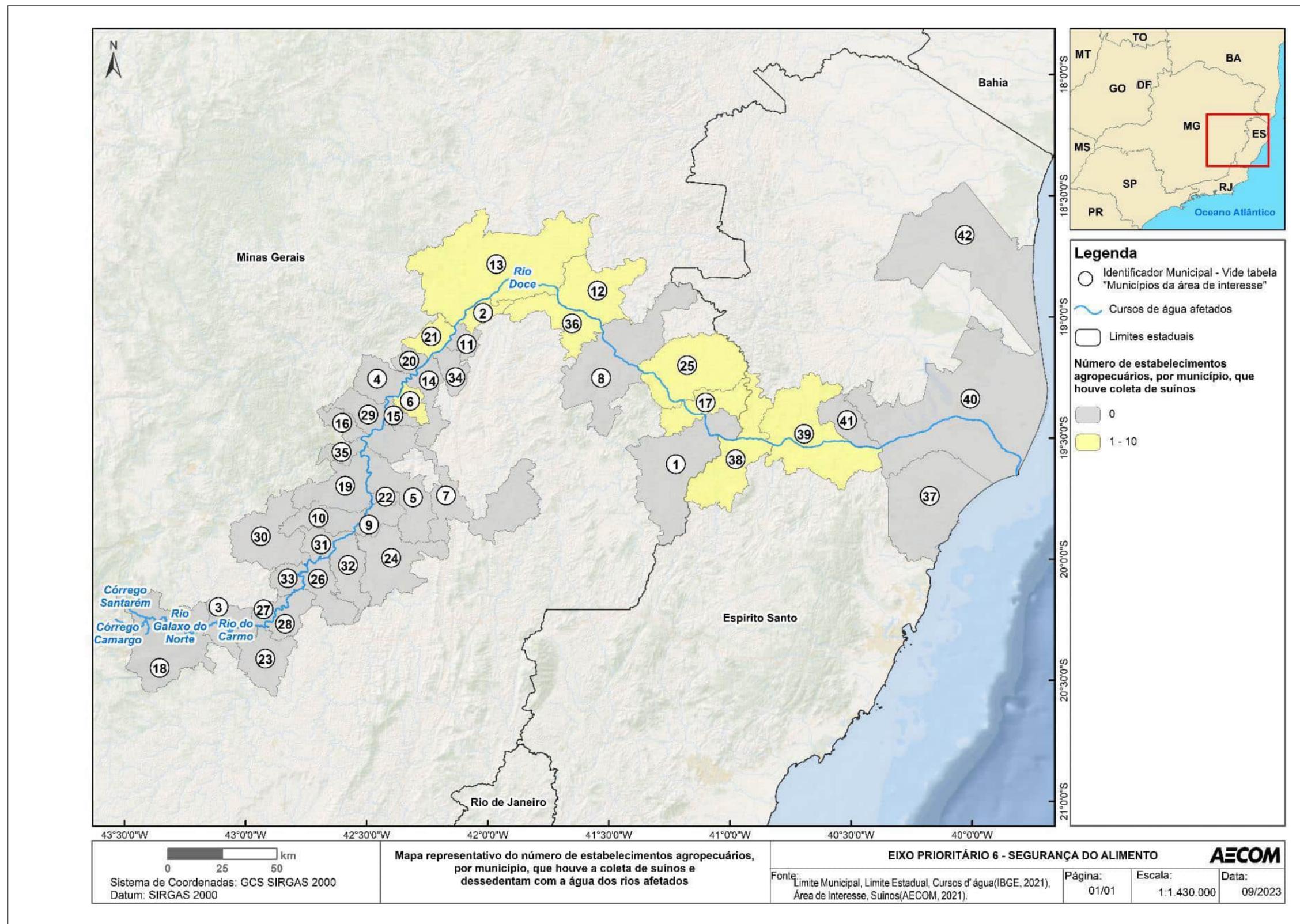


Figura 9. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários por município em que houve coleta de suínos e que dessedentam com a água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

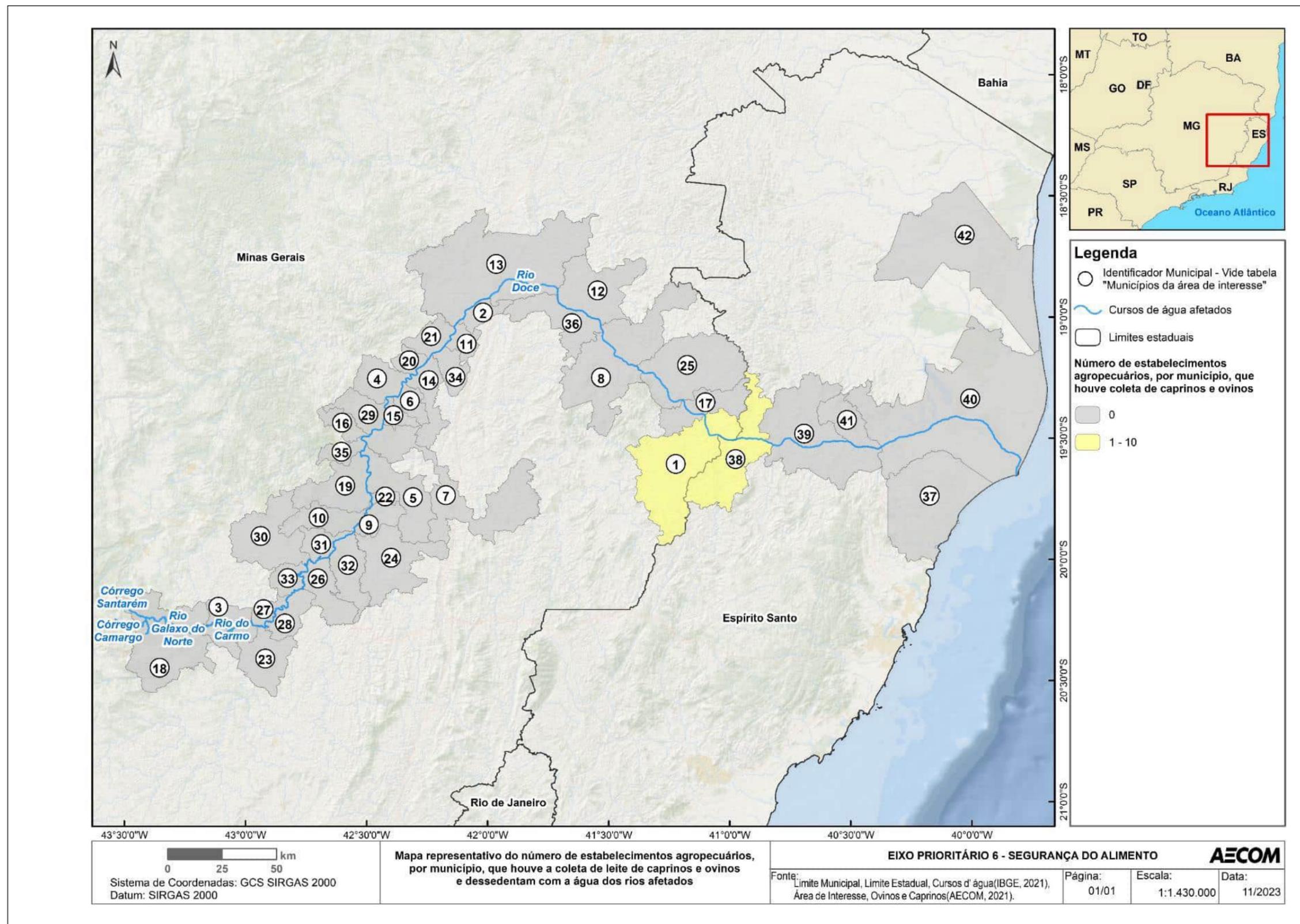


Figura 10. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários, por município, em que houve coleta de caprinos e ovinos e que dessedentam com a água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

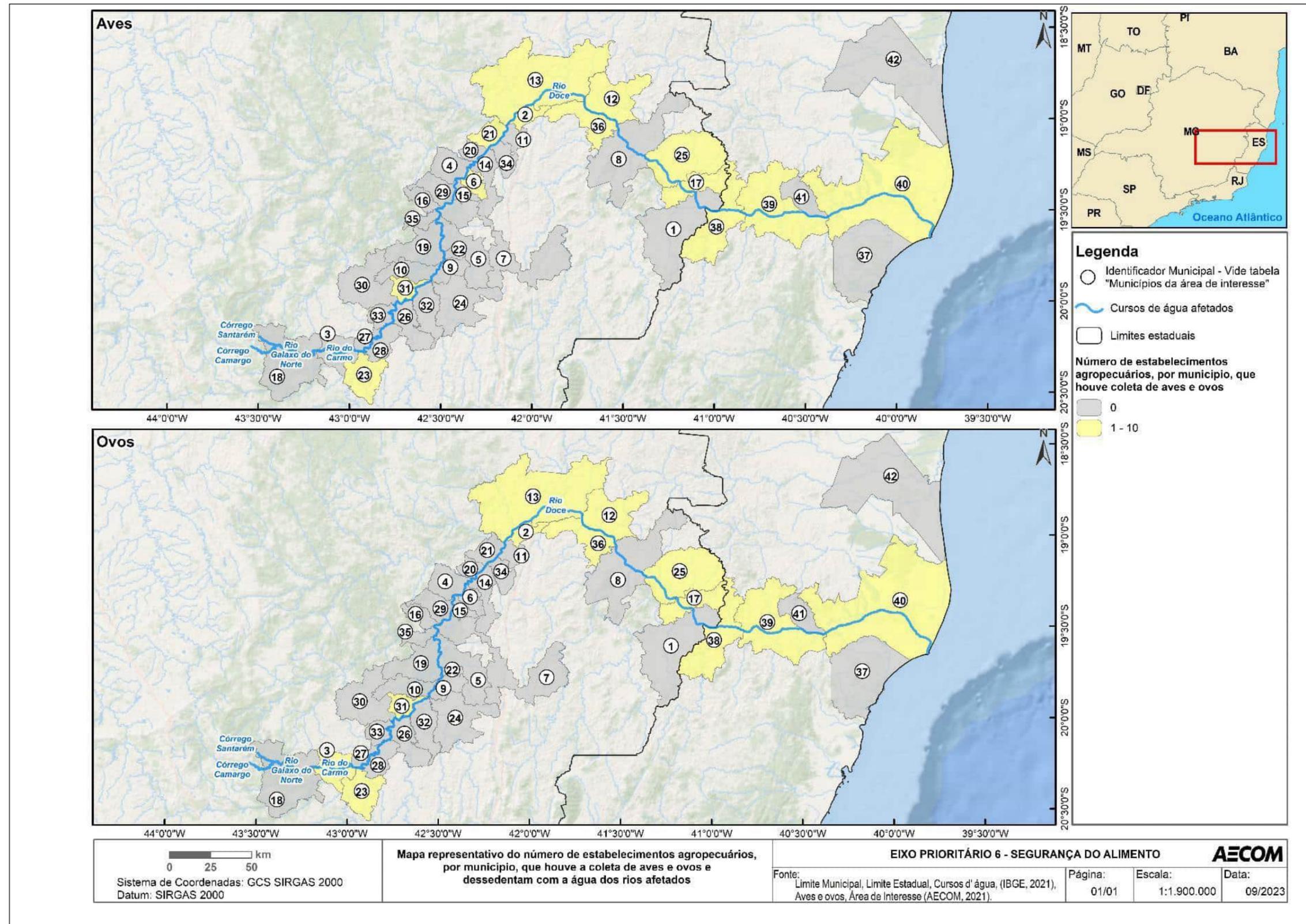


Figura 11. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários, por município, em que houve coleta de carne de galinha e ovos e que dessedentam com a água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

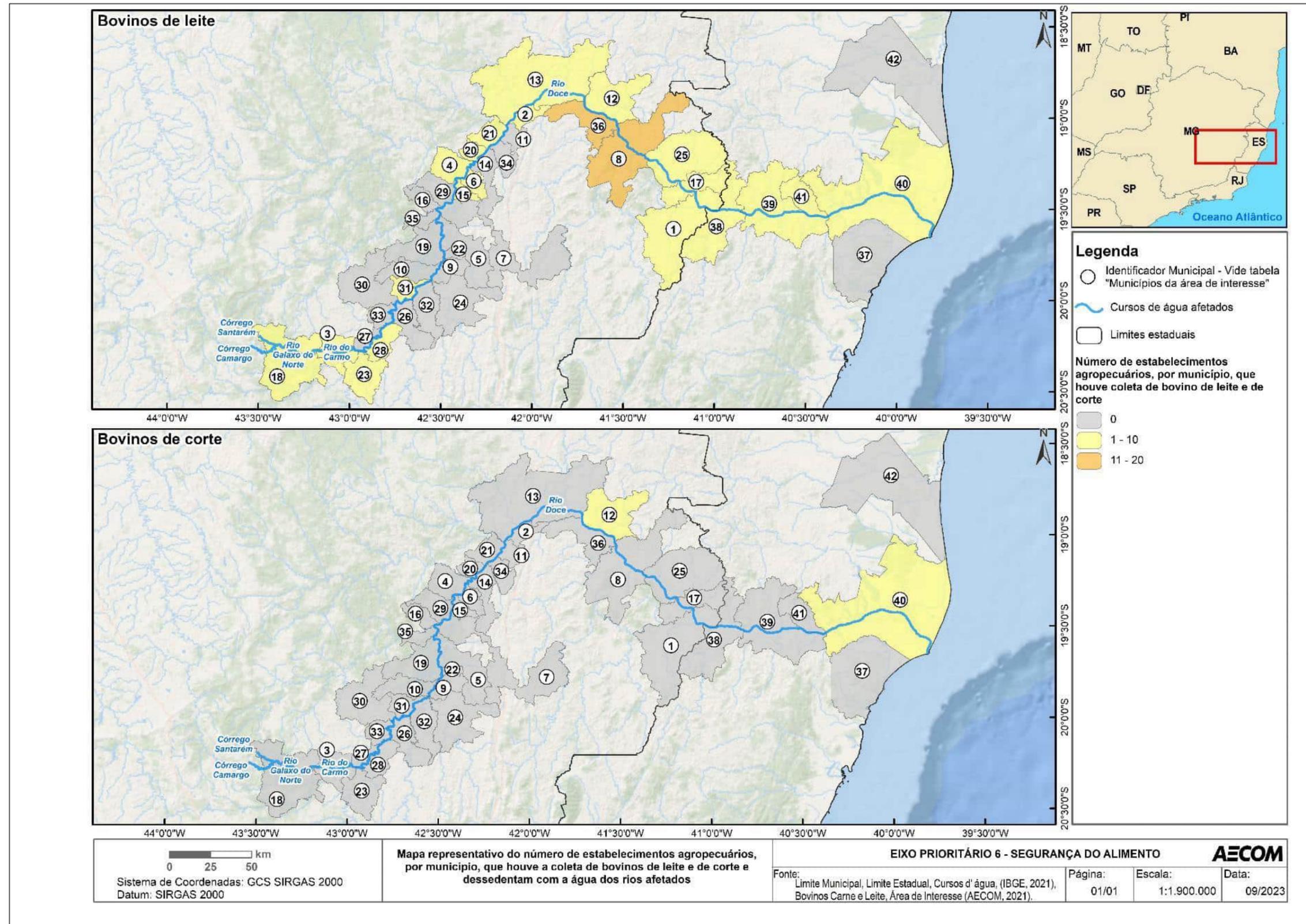


Figura 12. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários, por município, em que houve coleta de bovinos de leite e de corte e que dessedentam com a água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão.

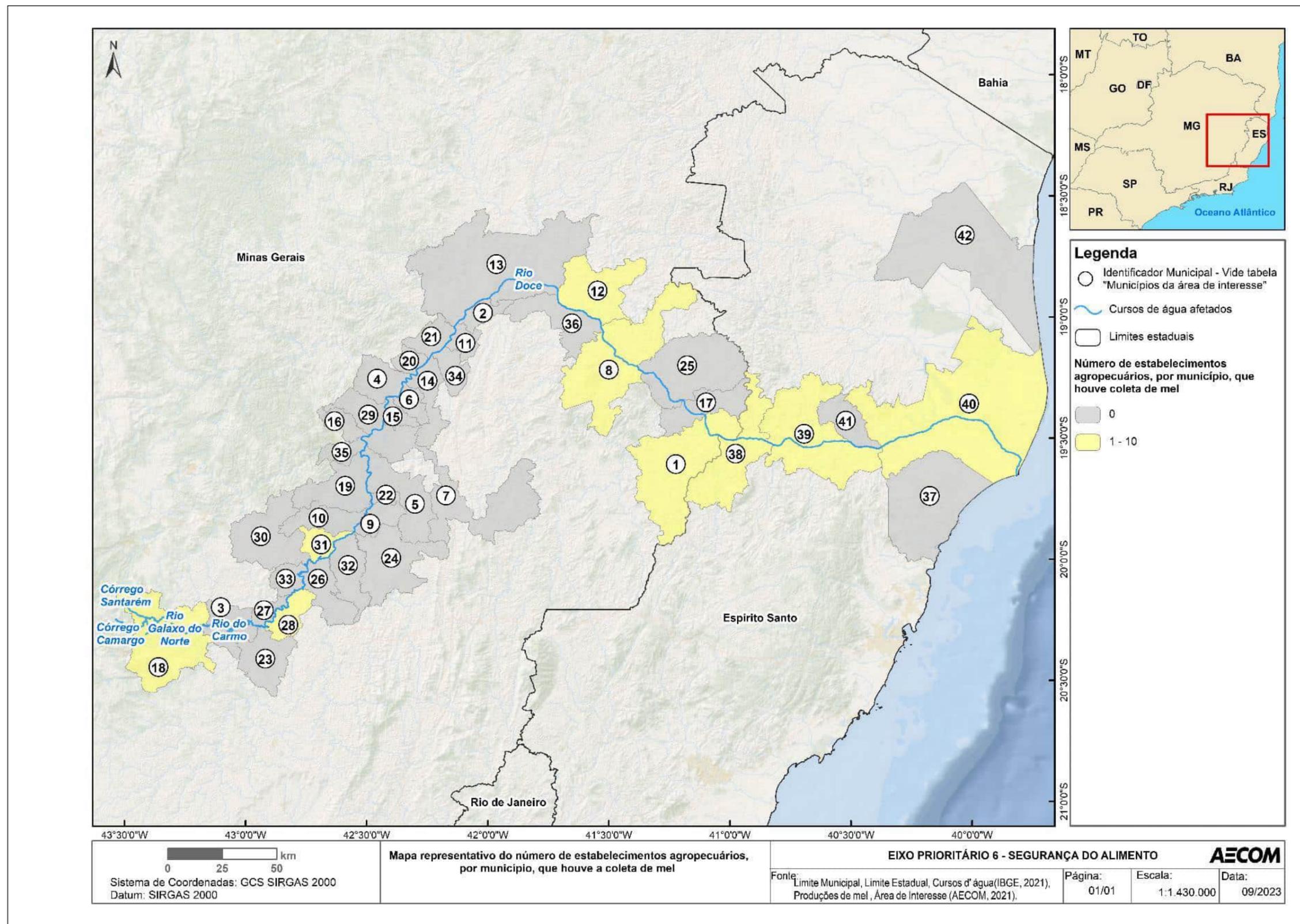


Figura 13. Mapa representativo do número de estabelecimentos agropecuários, por município, em que houve coleta de mel.

4.3 Abordagem e agendamento das coletas

Os dados coletados em relação às épocas previstas para colheita e abate no Questionário Agropecuário (QA) subsidiaram a equipe de perícia a traçar o planejamento das visitas em campo. Inicialmente, a equipe de perícia realizava contato diário por meio de ligações telefônicas e aplicativo de mensagem de texto para monitorar a época de colheita e abate da produção agropecuária declarada em cada estabelecimento agropecuário e certificar a disponibilidade em quantidade suficiente do produto a ser coletado. A visita ao estabelecimento agropecuário ocorria mediante a resposta positiva do proprietário e/ou responsável do estabelecimento. Para os casos em que a perícia não conseguia estabelecer o contato telefônico prévio, eram feitas três tentativas de visitas, em dias diferentes, para obtenção das informações.

Na área de interesse, a coleta dos produtos agropecuários era autorizada pela equipe de perícia após a inspeção e verificação do uso da água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para a irrigação/dessedentação animal dos produtos disponíveis para coleta no estabelecimento agropecuário. Para a comprovação do uso da água dos rios afetados para a irrigação e/ou dessedentação animal de cada produto agropecuário coletado, a equipe de perícia verificou o sistema de irrigação, os instrumentos de captação como bombas e tubulações e as vias de acesso dos animais aos rios. O Anexo 1 apresenta os fatores que foram utilizados para a verificação e comprovação do uso da água dos cursos d'água afetados nos estabelecimentos agropecuários amostrados para cada alimento coletado, no período da atividade de coleta, de março de 2022 a março de 2023.

A equipe de perícia destaca que a inspeção da fonte de água utilizada para irrigação e dessedentação animal foi realizada apenas na área de interesse. Conforme apresentado no item 4.1, a determinação das áreas controle se baseou em regiões cujos aspectos geoquímicos e classificação de solos caracterizavam-se como semelhantes aos da área de interesse (áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão).

4.4 Metodologia de coleta e amostragem dos produtos agropecuários

A metodologia de coleta e amostragem dos produtos agropecuários foi realizada de acordo com referências de órgãos de reconhecimento na comunidade científica e governamental, a fim de garantir a qualidade dos resultados utilizados na avaliação da segurança do alimento produzido com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, conforme apresentado no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG (atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte) no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

Informações a respeito do produto agropecuário coletado, condições de cultivo e peso dos produtos foram devidamente registradas e estão apresentadas no Anexo 2 deste documento.

Os produtos agropecuários coletados eram armazenados, até o momento do transporte para o laboratório de análises químicas, em bases de apoio localizadas em cidades estratégicas. Especificamente as carnes e vísceras passaram por uma etapa de pré-preparo realizada nas bases de apoio, previamente ao armazenamento. As bases de apoio garantiram a integridade dos produtos agropecuários coletados em um ambiente seguro e controlado, com refrigeradores e freezers identificados para monitoramento de temperatura até o momento do transporte para o laboratório. Ademais, a base de apoio garantia a integridade das amostras que não necessitavam de refrigeração, as quais eram armazenadas em local seco e fresco, em temperatura ambiente.

Os vegetais foram coletados seguindo as orientações de Greenfield e Southgate (2003), do *Codex Alimentarius* (1999), do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013), da ANVISA (2019) e da *Food and Drug Administration* – FDA (2023). Após identificação, os vegetais foram transportados do campo para a base de apoio sob refrigeração, conforme ilustrado na Figura 14. Na base de apoio os vegetais foram mantidos refrigerados e então, transportados para o laboratório, também sob refrigeração.



Figura 14. Procedimentos de coleta e amostragem de vegetais. (A) Coleta de frutas, (B) embalo e identificação e (C) armazenamento em baú refrigerado para transporte para a base de apoio.

A equipe de perícia salienta que elementos de identificação das fotos apresentadas nas figuras deste relatório foram retirados a fim de atender o disposto na Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD (Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018).

O leite foi coletado seguindo as orientações do MAPA (2010) e do MAPA (2021), imediatamente após a finalização da ordenha. Após a identificação, o leite foi transportado do campo para a base de apoio minimamente sob refrigeração, conforme apresentado na Figura 15. Na base de apoio, o leite foi congelado e então, transportado congelado para o laboratório.



Figura 15. Procedimentos de coleta e amostragem de leite. (A) Coleta do leite, (B) embalo e identificação e (C) armazenamento em caixa térmica para transporte para a base de apoio.

A coleta de mel de abelha foi realizada seguindo as orientações do MAPA (2010). A Figura 16 apresenta os procedimentos de coleta e amostragem de mel. Após a identificação, o mel foi transportado para a base, armazenado e então transportado para o laboratório sob temperatura ambiente.



Figura 16. Procedimentos de coleta e amostragem de mel. (A) Coleta dos favos de mel, (B) extração do mel e (C) embalo e armazenamento do material.

Os ovos foram coletados seguindo as orientações do MAPA (2010), da ANVISA (2019) e do MAPA (2021), conforme apresentado na Figura 17. Após identificação, os ovos destinados às análises das substâncias do Tipo 1 foram transportados do campo para a base em temperatura ambiente. Já os dos Tipos 2, 3 e 4 foram transportados refrigerados. Na base de apoio, os ovos destinados para as amostras Tipo 1 foram mantidos em temperatura ambiente e os ovos para as amostras dos Tipos 2, 3 e 4 foram mantidos refrigerados, de acordo com as especificações técnicas para o produto e o grupo de substâncias químicas analisadas. Nessas mesmas temperaturas, os ovos foram transportados da base de apoio para o laboratório.



Figura 17. Procedimentos de coleta e amostragem de ovos. (A) Coleta dos ovos, (B) identificação, (C) embalo e armazenamento.

As carnes de boi, porco e galinha e as vísceras de boi e galinha foram coletadas seguindo as orientações do MAPA (2010). A coleta de carne de boi foi realizada em frigoríficos legalizados, para que se mantivesse a rastreabilidade do lote de bovinos do interesse da perícia desde o estabelecimento agropecuário até a etapa de desossa. De cada lote monitorado, foram desviadas três carcaças para a amostragem de porções do músculo traseiro (coxão duro), costela, fígado, coração e estômago (bucha).

A coleta de carne de porco e carne e vísceras de galinha foi realizada no estabelecimento agropecuário, no qual foi coletado músculo traseiro (pernil) e costela de suínos, e coxas/sobrecoxas, corações, fígados e moelas das aves. Visando obter a quantidade suficiente de tecido para amostragem, cada amostra de carne ou víscera de galinha foi composta, em sua maioria, por duas aves e cada amostra de carne de porco foi composta por um suíno.

Após a coleta, as carnes e vísceras devidamente embaladas e identificadas foram transportadas sob refrigeração para a base de apoio, conforme exemplo apresentado na Figura 18. Neste local, as carnes e vísceras passaram pela etapa de pré-preparo, na qual foi feita a retirada de cartilagens, ossos e demais partes não comestíveis. Na sequência, as partes comestíveis das carnes e vísceras foram picadas em cubos e inseridas em embalagens *standup pouch*, identificadas, seladas e armazenadas sob condições de congelamento até o momento do transporte para o laboratório. Na etapa de pré-preparo também foram geradas as subamostras de voláteis de músculos traseiro de bovinos e suínos e coxa e sobrecoxa de aves.

Ressalta-se que o pré-preparo das carnes e vísceras foi realizado o mais brevemente possível, em até 24 horas após a coleta. A equipe de perícia esclarece que os instrumentos utilizados e processos aplicados foram adequados para a geração de amostras sem comprometimento de suas características originais.

A equipe de perícia informa que, devido à massa necessária para as análises químicas, as amostras finais de vísceras de galinhas foram obtidas a partir da junção proporcional de amostras de até quatro estabelecimentos agropecuários situados em localizações próximas.



Figura 18. Procedimentos de coleta e pré-preparo de carnes e vísceras. (A) Coleta de carne de boi no abatedouro, (B) coleta de galinha e (C) coleta de carne de porco. (D) Produtos identificados, embalados e armazenados para o transporte até a base, (E) pré-preparo na base e (F) Produto final identificado, selado e lacrado.

Na entrega dos produtos agropecuários na base de apoio, as condições de recebimento eram avaliadas (integridade das embalagens e temperatura). A equipe de perícia destaca que a etapa de pré-preparo foi incluída apenas para as carnes e vísceras, enquanto os vegetais, leite, ovos e mel não sofreram nenhum tipo de manipulação na base de apoio.

A equipe de perícia esclarece que todas as informações relacionadas à segurança, integridade, responsabilidade e rastreabilidade dos produtos agropecuários coletados foram adequadamente registradas em cadeia de custódia. Nesse sentido, a transferência de responsabilidade dos produtos agropecuários realizada durante as atividades de campo foi devidamente registrada em cadeia de custódia.

Na cadeia de custódia, foi identificado o responsável pelo transporte/monitoramento da temperatura, e apresentadas as temperaturas máxima e mínima registradas ao longo dos períodos de coleta e transporte.

4.5 Produtos agropecuários amostrados

Os produtos agropecuários amostrados e as substâncias químicas analisadas para a avaliação da segurança do alimento estão apresentados no item 2 deste documento.

Os produtos agropecuários amostrados foram definidos de acordo com a produção agropecuária levantada na etapa de diagnóstico da área de interesse, cujos resultados foram apresentados no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385).

A equipe de perícia informa que houve ajustes em relação à lista consolidada de produtos agropecuários apresentada no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385), pois alguns produtos agropecuários que haviam sido declarados durante a etapa de diagnóstico de caracterização da área de interesse não foram encontrados em campo.

Conforme apresentado no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no Relatório nº 6 – Resposta à Decisão Judicial ID 605015852 (ID 685275970), 59 substâncias químicas foram investigadas nos alimentos foco desta perícia. As substâncias químicas foram classificadas de acordo com a sua relação com o rejeito sendo agrupadas em quatro tipos, como previamente esclarecido no item 2 deste documento.

As substâncias químicas do Tipo 1 foram analisadas em todos os alimentos agropecuários previstos para coleta e amostragem. A coleta dessas amostras foi realizada, sempre que possível, em triplicata. A equipe de perícia informa que o número de réplicas amostradas era dependente da quantidade disponível do produto no estabelecimento agropecuário.

Para as substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4, nota-se uma lacuna na literatura científica em relação à presença dessas substâncias nas partes comestíveis dos alimentos, foco do escopo da perícia. Especificamente em relação às substâncias químicas do Tipo 2 (SQ2), é fato reconhecido que a quantificação de especiações de metais requer uma maior expertise e equipamentos sofisticados para a sua análise (FAO; WHO, 2013), o que conseqüentemente resulta em altos custos de análise. A equipe de perícia informa que para a avaliação das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 foram selecionados alimentos representantes dos grupos alimentares frutas, legumes, raízes e tubérculos, verduras, grãos, carnes, leite e ovos e os resultados foram extrapolados (ou em outras palavras considerados como representantes) para outros alimentos similares, conforme preconizado pela WHO (1999). Os alimentos escolhidos foram considerados particularmente importantes para o cálculo da segurança do alimento, devido ao acúmulo de um determinado contaminante em conformidade com uma triagem dos alimentos (EFSA; FAO; WHO, 2011). A Tabela 25 apresenta os alimentos selecionados para análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4.

Grupo	SQ2	SQ3	SQ4
	Alimento analisado	Alimento analisado	Alimento analisado
Frutas	Banana	Banana	Abacate
Legumes	Abobrinha	Abobrinha	Abobrinha
Raízes e tubérculos	Batata-doce	Batata-doce	Batata-doce
Verduras	Couve	Couve	Couve
Grãos	Feijão	Feijão	Feijão
Carnes	Carne de boi (coxão duro)	Carne de boi (coxão duro)	Carne de boi (costela)
	Carne de porco (pernil)	Carne de porco (pernil)	Carne de porco (costela)
	Carne de galinha (coxa e sobrecoxa com pele)	Carne de galinha (coxa e sobrecoxa com pele)	Carne de galinha (coxa e sobrecoxa com pele)
Leites	Leite de vaca	Leite de vaca	Leite de vaca
Ovos	Ovo de galinha	Ovo de galinha	Ovo de galinha

Tabela 25. Grupos e alimentos selecionados para análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4.

Considerando que as substâncias químicas investigadas pela equipe de perícia podem ser absorvidas, translocadas e acumuladas nas partes comestíveis de vegetais, e que os animais também podem absorver, acumular e excretar essas substâncias em seus tecidos (músculos, vísceras), gametas (ovos) e excretas (leite) quando expostos a estas substâncias, alguns produtos agropecuários específicos foram selecionados para serem analisados. Os critérios gerais que levaram à seleção de cada um dos produtos de origem vegetal e animal serão apresentados na Tabela 26.

Critérios	Alimento de origem vegetal	Alimento de origem animal
Aspectos fisiológicos e bioquímicos	Algumas famílias botânicas apresentam um maior potencial genético em absorver e acumular altas concentrações das substâncias químicas investigadas pela perícia.	Alguns tecidos animais apresentam elevada concentração de substâncias químicas por se tratar de órgãos metabolizadores e/ou altamente irrigados por vasos sanguíneos e/ou porque são ricos em macromoléculas específicas como proteínas, lipídeos, entre outros.
Probabilidade de encontrar as substâncias químicas investigadas nos alimentos agropecuários	<ul style="list-style-type: none"> • Raízes: tendem a acumular/reter substâncias pouco móveis (batata-doce). • Folhas: tendem a acumular/reter substâncias móveis (couve). • Frutos: tendem a acumular/reter substâncias móveis (abobrinha, banana e abacate). O abacate foi selecionado por ser um fruto com alto teor lipídico. • Grãos/sementes: tendem a acumular/reter substâncias móveis (feijão). 	<ul style="list-style-type: none"> • Músculo bovino e suíno (coxão duro/pernil e costela): a parte traseira do animal é constituída de músculos muito requeridos e altamente irrigados por vasos sanguíneos. A costela é um músculo com elevado teor de gordura. • Músculo de aves (coxa e sobrecoxa com pele): a coxa e sobrecoxa são um tecido muscular da ave bastante irrigado por vasos sanguíneos. • Leite: produto da secreção das glândulas mamárias de fêmeas mamíferas o qual também se trata de uma via de excreção de inúmeras substâncias químicas. • Ovos: gameta feminino (óvulo) de aves fêmeas, o qual contém alto teor de vitelo para alimentar o embrião durante desenvolvimento. O vitelo contém nutrientes e pode conter uma variedade de substâncias químicas.
Prevalência de consumo e produção	Em situações de escassez de conhecimento científico sobre o potencial genético da planta ou da mobilidade da substância, foi adotada a prevalência de consumo segundo a POF e de produtividade do Censo Agropecuário do IBGE (2017) para a seleção do alimento representante do grupo.	Foi selecionado o leite de vaca por ser amplamente consumido pela população em geral e ter uma maior produção nos municípios da região de interesse, em relação ao leite de cabra.

Tabela 26. Critérios aplicados para seleção dos alimentos destinados a análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4.

Para a análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 (SQ2, SQ3 e SQ4) há necessidade de uma elevada massa para viabilizar a quantificação de todos os analitos (1,5 kg). Desta forma, as amostras finais de SQ2, SQ3 e SQ4 analisadas, em alguns casos, foram obtidas a partir da junção proporcional de amostras de até três estabelecimentos agropecuários situados em localizações próximas. Em situações nas quais havia quantidade do produto agropecuário suficiente para atingir a massa requerida para a quantificação de todos os analitos em um estabelecimento e que, eventualmente, não havia o mesmo produto disponível em dois estabelecimentos na época da coleta, a amostra foi formada individualmente.

4.6 Atividades de laboratório

Os eventos que compreendem a atividade de laboratório, dizem respeito ao recebimento dos produtos agropecuários, armazenamento, geração de amostra e contraprova, preparo, análise e descarte das amostras, bem como as atividades realizadas em laboratórios parceiros do IPT (desde o transporte e recebimento até o descarte).

No momento do recebimento do transporte no IPT, os produtos agropecuários foram avaliados quanto à sua temperatura, integridade e identificação. Os produtos que atendiam a todos os requisitos foram aceitos pelo laboratório. Os vegetais e ovos destinados às análises das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 foram mantidos resfriados até a etapa de geração de amostra; o leite, as carnes e as vísceras foram armazenadas à temperatura de congelamento. O mel e ovos destinados às análises de substâncias químicas do Tipo 1 foram mantidos em temperatura ambiente até a etapa de geração de amostra, devido à especificação do produto e das substâncias químicas analisadas.

Os produtos agropecuários recebidos no laboratório (IPT) tiveram processamentos diferentes dependendo do tipo de matriz e da metodologia analítica às quais eles eram submetidos. A seguir são apresentadas considerações importantes sobre o processamento inicial das amostras.

Os vegetais foram mantidos sob refrigeração e processados o mais brevemente possível, priorizando sempre os vegetais mais sensíveis, tais como as verduras.

A geração de amostras de vegetais compreendeu as seguintes etapas: higienização, separação das partes comestíveis, quarteamento e homogeneização dos produtos agropecuários.

O quarteamento dos vegetais foi realizado conforme orientações de Greenfield e Southgate (2003) e as análises foram realizadas exclusivamente com os tecidos vegetais habitualmente comestíveis, sendo as partes não comestíveis desprezadas (Greenfield; Southgate, 2003). A Tabela 27 apresenta as partes comestíveis e não comestíveis dos vegetais.

As amostras de carnes, vísceras, leite, ovos e mel foram geradas a partir de partes comestíveis de produtos de origem animal conforme apresentado na Tabela 28.

Vegetal	Parte não comestível	Parte comestível
Abacate	Casca e caroço	Polpa
Abacaxi	Casca, base, ápice, coroa e eixo central	Polpa
Abóbora	Casca e sementes	Polpa
Abobrinha	Pedúnculo	Polpa, casca e sementes
Acerola	Semente e pedúnculo	Polpa e casca
Alface	Folhas externas amarelas ou murchas e caules grossos	Folhas restantes e talo
Almeirão	Folhas externas amarelas ou murchas e caules grossos	Folhas restantes e talo
Banana	Casca	Polpa
Batata-doce	–	Polpa e casca
Beterraba	–	Polpa e casca
Cacau	Casca	Sementes e polpa
Café	Casca e polpa	Grãos
Cana-de-açúcar	Partes lenhosas, nódulos	Suco
Cenoura	Base	Polpa e casca
Coco-verde	Casca	Polpa e água
Couve	Folhas amarelas ou murchas	Folhas restantes e talo
Feijão	Vagem	Grãos
Goiaba	Pedúnculo	Polpa, casca e sementes
Inhame	Casca	Polpa
Jiló	Pedúnculo	Polpa, casca e sementes
Laranja	Casca, incluindo mesocarpo (parte branca), columela e sementes	Endocarpo (gomos) e mesocarpo residual
Limão	Casca, incluindo mesocarpo (parte branca), columela e sementes	Endocarpo (gomos) e mesocarpo residual
Mamão	Pedúnculo, casca e sementes	Polpa
Mandioca	Casca	Polpa
Manga	Casca e caroço	Polpa
Maracujá	Casca	Polpa e sementes
Melancia	Casca e sementes	Polpa
Milho	Palha e sabugo	Grãos

Vegetal	Parte não comestível	Parte comestível
Mostarda	Folhas externas amarelas ou murchas e caules grossos	Folhas restantes e talo
Pepino	Pedúnculo	Polpa, casca e sementes
Pimentão	Pedúnculo e sementes	Polpa e casca
Quiabo	Pedúnculo	Polpa, casca e sementes
Tomate	Pedúnculo	Polpa, casca e sementes

Tabela 27. Partes comestíveis e não comestíveis dos vegetais escopo do trabalho da perícia.

Produto animal	Parte não comestível	Parte comestível
Leite de vaca	–	Todo o conteúdo
Leite de cabra	–	Todo o conteúdo
Ovos de galinha	Casca	Clara e gema
Mel de abelha	–	Todo o conteúdo
Carne de boi – coxão duro (SQ1)	Osso, cartilagem, gordura em excesso	Músculo, tecido conjuntivo e gordura
Carne de boi – costela (SQE)	Osso, cartilagem, gordura em excesso	Músculo, tecido conjuntivo e gordura
Coração de boi (SQ1)	Vasos sanguíneos	Músculo, tecido conjuntivo e gordura
Estômago de boi (SQ1)	Tecido conjuntivo e gordura	Tecido remanescente
Fígado de boi (SQ1)	Vasos sanguíneos e tecido conjuntivo	Tecido remanescente
Carne de porco – pernil (SQ1)	Osso, cartilagem, gordura em excesso	Músculo, tecido conjuntivo e gordura
Carne de porco – costela (SQE)	Osso, cartilagem, gordura em excesso	Músculo, tecido conjuntivo e gordura
Carne de galinha – coxa e sobrecoxa com pele (SQ1)	Osso, cartilagem, gordura em excesso	Músculo, pele, tecido conjuntivo e gordura subcutânea
Carne de galinha – coxa e sobrecoxa com pele (SQE)	Osso, cartilagem, gordura em excesso e tecido conjuntivo	Músculo, pele, tecido conjuntivo e gordura subcutânea
Moela de galinha – (SQ1)	Tecido conjuntivo e gordura	Tecido remanescente
Coração de galinha – (SQ1)	Tecido conjuntivo e gordura	Tecido remanescente
Fígado de galinha – (SQ1)	Vasos sanguíneos e tecido conjuntivo	Tecido remanescente

Tabela 28. Partes comestíveis e não comestíveis dos produtos de origem animal.

As carnes e vísceras foram processadas parcialmente congeladas e o leite descongelado. Os ovos destinados às análises do Tipo 2, 3 e 4 foram processados resfriados, enquanto as amostras destinadas às análises de substâncias do Tipo 1 foram geradas a partir de ovos mantidos em temperatura ambiente, assim como o mel.

Conforme previamente esclarecido no item 4.4 deste documento, o pré-preparo de carnes e vísceras foi realizado na base de apoio do campo. No laboratório, as carnes e vísceras foram quarteadas (quando necessário) e homogeneizadas parcialmente congeladas. Devido à massa requerida para as análises, as amostras de vísceras de aves (coração, fígado e moela de galinha), analisadas para as substâncias químicas do Tipo 1, foram geradas a partir da composição de mais de um estabelecimento agropecuário, a depender da massa disponível.

A equipe de perícia salienta que para a geração das amostras analisadas para as substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4, compostas por mais de um estabelecimento agropecuário, e para as amostras de vísceras de aves (galinha) analisadas para as substâncias químicas do Tipo 1, foi realizado o balanceamento de massa dos alimentos obtidos em cada estabelecimento agropecuário.

As amostras destinadas às análises químicas foram armazenadas sob congelamento ou mantidas sob refrigeração e as amostras de contraprova foram armazenadas em ultra freezer (-80 °C). A temperatura dos refrigeradores (freezers e geladeiras) utilizados para armazenamento das amostras foi monitorada, de modo que a sua integridade e qualidade fossem mantidas.

As análises de especiações de metais e semimetal foram realizadas pelo laboratório *Mérieux NutriSciences* (Bioagri Laboratórios Ltda.); enquanto as análises de cianeto, acrilamida, glifosato e algumas amostras de acefato foram realizadas pelo laboratório Centro de Qualidade Analítica (CQA Laboratórios).

Quando as amostras eram analisadas pelos laboratórios parceiros do IPT, após a etapa de geração das amostras, porções analíticas da amostra eram separadas, devidamente embaladas e identificadas. As amostras previamente congeladas foram transportadas pelo IPT até o laboratório parceiro, em caixas térmicas com monitoramento de temperatura. As amostras recebidas do transporte foram avaliadas quanto à sua temperatura, integridade e identificação. Após o aceite das amostras, caso elas não fossem imediatamente para a etapa de preparo/análise, estas amostras eram armazenadas a temperatura de congelamento.

A equipe de perícia informa que todas as ações tomadas com os alimentos/amostras desde o recebimento do produto agropecuário até o descarte foram devidamente registradas em cadeia de custódia, incluindo as atividades realizadas pelos laboratórios parceiros do IPT.

4.7 Métodos analíticos e limites empregados

O limite de detecção (LOD) refere-se à menor quantidade da substância presente em uma amostra que pode ser detectada, porém não necessariamente quantificada, sob as condições experimentais estabelecidas (ANVISA, 2017).

O limite de quantificação (LOQ) é a menor quantidade da substância química presente em uma amostra que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis sob as condições experimentais estabelecidas (ANVISA, 2017).

Os limites (quantificação e detecção) dos métodos destinados a medir as concentrações de contaminantes em alimentos devem ser tão baixos quanto possíveis (WHO, 2009).

Segundo a ANVISA “a legislação brasileira não estabelece metodologias que devem ser utilizadas para verificar o atendimento aos limites dos contaminantes em alimentos, devendo ser aplicadas metodologias validadas e que seguem os critérios de desempenho estabelecidos pelo Codex Alimentarius” (ANVISA, 2021b).

O artigo 10 da Resolução – RDC nº 722/2022 da ANVISA informa que as metodologias utilizadas devem atender aos critérios de desempenho estabelecidos pela versão mais atual do Manual de Procedimentos do *Codex Alimentarius* (ANVISA, 2022a), no caso a 28ª edição, de 2023 (FAO; WHO, 2023).

Em relação aos valores numéricos, os limites de detecção e quantificação especificados pelo *Codex Alimentarius* consideram a existência de limites legais, nomeados pelo *Codex Alimentarius* de limites máximos (LM). Portanto, para as substâncias que possuem limites máximos maiores ou iguais a 0,1 mg/kg, o limite de detecção do método (LOD) deve ser menor ou igual a 1/10 do LM, enquanto para as substâncias que possuem limites máximos inferiores a 0,1 mg/kg, o limite de detecção do método (LOD) deve ser menor ou igual a 1/5 do limite máximo (FAO; WHO, 2023).

De acordo com o que é preconizado pela FAO e WHO (2023), para o limite de quantificação, os valores devem ser estabelecidos a partir das seguintes premissas:

- Se o limite máximo for maior ou igual a 0,1 mg/kg, o limite de quantificação do método (LOQ) deve ser menor ou igual a 1/5 do referido limite;
- Se o limite máximo for inferior a 0,1 mg/kg, o limite de quantificação do método (LOQ) deve ser menor ou igual a 2/5 do limite máximo.

A FAO recomenda que os limites do método sejam tão baixos quanto possíveis (WHO, 2009), isto significa que uma ponderação entre a capacidade analítica existente no âmbito internacional e aquela disponível no Brasil deve ser realizada.

A seguir, na Tabela 29, na Tabela 30, na Tabela 31 e na Tabela 32, são apresentados os métodos analíticos, os limites de detecção e quantificação, e as fontes dos métodos e validação para cada substância química analisada, desenvolvidos pelo laboratório especializado contratado pela equipe de perícia, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Substância Química	Método	Unidade	Frutas, Legumes, Raízes e tubérculos, Verduras, Grãos e Mel		Leite		Ovo		Carnes e vísceras		Fonte Método	Fonte Validação
			LOQ IPT	LOD IPT	LOQ IPT	LOD IPT	LOQ IPT	LOD IPT	LOQ IPT	LOD IPT		
Alumínio (Al)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,516	0,156	0,536	0,162	0,666	0,202	0,619	0,188	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,387	0,117	0,402	0,122	0,499	0,151	0,464	0,141	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Antimônio (Sb)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00095	0,00028	0,00095	0,00028	0,00095	0,00028	0,00095	0,00028	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,000927	0,000281	0,000927	0,000281	0,000927	0,000281	0,000927	0,000281	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Arsênio (As)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,0153	0,00464	0,0145	0,00438	0,0169	0,00511	0,018	0,00545	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0115	0,00349	0,0109	0,00329	0,0127	0,00384	0,0135	0,00409	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Bário (Ba)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,0195	0,00591	0,0195	0,00591	0,0195	0,00591	0,0195	0,00591	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0129	0,00391	0,0129	0,00391	0,0129	0,00391	0,0129	0,00391	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Berílio (Be)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,000139	0,000042	0,000119	0,000036	0,00018	0,00005	0,00018	0,00005	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,000139	0,0000421	0,000119	0,0000359	0,000188	0,000057	0,000184	0,0000557	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Boro (B)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,063	0,0191	0,063	0,0191	0,063	0,0191	0,063	0,0191	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,068	0,0206	0,068	0,0206	0,068	0,0206	0,068	0,0206	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Cádmio (Cd)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00032	0,00009	0,00035	0,0001	0,00025	0,00007	0,00029	0,00009	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,000303	0,0000917	0,000328	0,0000994	0,000235	0,0000712	0,000279	0,0000847	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Cálcio (Ca)	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	1,3	0,394	1,3	0,394	1,3	0,394	1,3	0,394	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Chumbo (Pb)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00779	0,00236	0,00758	0,00229	0,00725	0,00219	0,00723	0,00219	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,00584	0,00177	0,00569	0,00172	0,00544	0,00165	0,00543	0,00165	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Cobalto (Co)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00033	0,0001	0,00032	0,00009	0,00035	0,0001	0,00042	0,00012	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,000254	0,0000771	0,000244	0,000074	0,000267	0,0000809	0,00032	0,000097	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Cobre (Cu)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,0599	0,0181	0,0338	0,0102	0,04	0,0121	0,0508	0,0154	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0449	0,0136	0,0254	0,00768	0,03	0,00909	0,0381	0,0116	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Cromo (Cr)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,111	0,0337	0,1	0,0304	0,117	0,0355	0,0825	0,025	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0834	0,0253	0,0753	0,0228	0,0878	0,0266	0,0619	0,0187	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Enxofre (S)	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	44	13,3	44	13,3	44	13,3	44	13,3	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Estanho (Sn)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00952	0,00288	0,00912	0,00276	0,0084	0,00254	0,0082	0,00248	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,00715	0,00217	0,00684	0,00207	0,0063	0,00191	0,00615	0,00187	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Ferro (Fe)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,21	0,0636	0,21	0,0636	0,21	0,0636	0,21	0,0636	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,181	0,0548	0,181	0,0548	0,181	0,0548	0,181	0,0548	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	1,2	0,4	1,2	0,4	1,2	0,4	1,2	0,4	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Fósforo (P)	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	8	2,42	8	2,42	8	2,42	8	2,42	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Lítio (Li)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00188	0,00057	0,00188	0,00057	0,00188	0,00057	0,00188	0,00057	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008

Substância Química	Método	Unidade	Frutas, Legumes, Raízes e tubérculos, Verduras, Grãos e Mel		Leite		Ovo		Carnes e vísceras		Fonte Método	Fonte Validação
			LOQ IPT	LOD IPT	LOQ IPT	LOD IPT	LOQ IPT	LOD IPT	LOQ IPT	LOD IPT		
Magnésio (Mg)	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,00232	0,000702	0,00232	0,000702	0,00232	0,000702	0,00232	0,000702	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	0,6	0,182	0,6	0,182	0,6	0,182	0,6	0,182	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Manganês (Mn)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,01	0,00303	0,01	0,00303	0,01	0,00303	0,01	0,00303	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0109	0,00329	0,0109	0,00329	0,0109	0,00329	0,0109	0,00329	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Mercúrio (Hg)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00509	0,00154	0,00557	0,00169	0,00535	0,00162	0,00436	0,00132	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,00382	0,00116	0,00418	0,00127	0,00402	0,00122	0,00327	0,000992	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Molibdênio (Mo)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00088	0,00026	0,00081	0,00024	0,00107	0,00032	0,00108	0,00032	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,000667	0,000202	0,000609	0,000185	0,000244	0,000807	0,000812	0,000246	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Níquel (Ni)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,0462	0,014	0,0396	0,012	0,0443	0,0134	0,0454	0,0138	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0346	0,0105	0,0297	0,00899	0,0332	0,0101	0,0341	0,0103	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Nitrogênio total	Kjeldahl (LRM-PE-069)	%	0,019	0,00575	0,02	0,00606	0,02	0,00606	0,02	0,00606	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Potássio (K)	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	17	5,15	17	5,15	17	5,15	17	5,15	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Prata (Ag)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,00115	0,00035	0,00099	0,0003	0,00137	0,00041	0,00122	0,00037	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,00103	0,000313	0,000884	0,000268	0,00123	0,000371	0,0011	0,000332	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Selênio (Se)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,018	0,00546	0,0167	0,00506	0,0169	0,00513	0,0286	0,00868	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0143	0,00432	0,0132	0,00401	0,0134	0,00406	0,0227	0,00687	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Silício (Si)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,162	0,0492	0,162	0,0492	0,162	0,0492	0,162	0,0492	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,216	0,0653	0,216	0,0653	0,216	0,0653	0,216	0,0653	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	18	5,9	18	5,9	18	5,9	18	5,9	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Sódio (Na)	ICP-OES (LRM-PE-071)	mg/kg	2,3	0,697	2,3	0,697	2,3	0,697	2,3	0,697	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Tálio (Tl)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,001	0,0003	0,001	0,0003	0,001	0,0003	0,001	0,0003	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,00075	0,000227	0,00075	0,000227	0,00075	0,000227	0,00075	0,000227	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Titânio (Ti)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,035	0,0106	0,035	0,0106	0,035	0,0106	0,035	0,0106	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0207	0,00628	0,0207	0,00628	0,0207	0,00628	0,0207	0,00628	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Urânio (U)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,001	0,0003	0,001	0,0003	0,001	0,0003	0,001	0,0003	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,00075	0,000227	0,00075	0,000227	0,00075	0,000227	0,00075	0,000227	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Vanádio (V)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,119	0,0362	0,119	0,0362	0,119	0,0362	0,119	0,0362	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,0895	0,0271	0,0895	0,0271	0,0895	0,0271	0,0895	0,0271	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
Zinco (Zn)	ICP-MS (LRM-PE-070)	mg/kg	0,164	0,0496	0,164	0,0496	0,164	0,0496	0,164	0,0496	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008
	ICP-MS (IPT18794)	mg/kg	0,123	0,0372	0,123	0,0372	0,123	0,0372	0,123	0,0372	AOAC-SMPR / FDA EAM 4.4 4.4	DOQ-CGCRE-008

Tabela 29. Métodos, limites de detecção (LOD), limites de quantificação (LOQ) e referências empregados para análise das substâncias químicas Tipo 1 investigadas.

Matriz: Banana, Abobrinha, Batata-doce, Couve, Feijão, Leite, Ovo e Carnes					
Substância Química	Método	LOQ IPT (mg/kg)	LOD IPT (mg/kg)	Fonte Método	Fonte Validação
Arsênio III inorgânico	HPLC-ICP/MS	0,025	0,0083	FDA-U.S. EAM: Section 4.11	DOQ-CGCRE-008
Arsênio V inorgânico	HPLC-ICP/MS	0,025	0,0083	FDA-U.S. EAM: Section 4.11	DOQ-CGCRE-008
Arsenobetaina	HPLC-ICP/MS	0,025	0,0083	FDA-U.S. EAM: Section 4.11	DOQ-CGCRE-008
Ácido monometilarsônico	HPLC-ICP/MS	0,025	0,0083	FDA-U.S. EAM: Section 4.11	DOQ-CGCRE-008
Ácido dimetilarsínico	HPLC-ICP/MS	0,025	0,0083	FDA-U.S. EAM: Section 4.11	DOQ-CGCRE-008
Cromo III inorgânico	HPLC-ICP/MS	0,025	0,0083	MIV* (POP-PA-234-Multi)	DOQ-CGCRE-008
Cromo VI inorgânico	HPLC-ICP/MS	0,025	0,0083	MIV* (POP-PA-234-Multi)	DOQ-CGCRE-008
Metilmercúrio	HPLC-ICP/MS	0,0099	0,0033	MIV* (POP-PA-234- Hg)	DOQ-CGCRE-008

Tabela 30. Métodos, limites de detecção (LOD), limites de quantificação (LOQ) e referências empregados para análise das substâncias químicas Tipo 2 investigadas. Legenda: *MIV = Método interno validado.

Substância Química	Método	Banana		Abobrinha		Batata-doce		Couve		Feijão		Leite		Ovo		Carnes		Fonte Método	Fonte Validação
		LOQ IPT (mg/kg)	LOD IPT (mg/kg)																
2,4,5-Triclorofenol	GC-MS/MS	0,0018	0,0005	0,0027	0,00081	0,0021	0,00063	0,008	0,0024	0,0017	0,0005	0,0018	0,00053	0,008	0,003	0,001	0,003	MIV* (IPT-18634)	ANVISA (RDC166)
2,4,6-Triclorofenol	GC-MS/MS	0,0017	0,0005	0,0027	0,00081	0,0017	0,0005	0,008	0,0024	0,0017	0,0005	0,0017	0,0005	0,008	0,003	0,001	0,003	MIV* (IPT-18634)	ANVISA (RDC166)
Fenol	GC-MS/MS	0,08	0,02	0,11	0,03	0,07	0,02	1,00	0,33	0,07	0,02	0,07	0,02	0,07	0,02	1,00	0,33	MIV* (IPT-18633)	ANVISA (RDC166)
Diclorometano	GC-MS	0,038	0,013	0,062	0,021	0,128	0,043	0,061	0,020	0,041	0,014	0,064	0,021	0,067	0,022	0,13	0,043	MIV* (IPT-18464)	ANVISA (RDC166)
Etilbenzeno	GC-MS	0,043	0,014	0,045	0,015	0,045	0,015	0,047	0,016	0,015	0,005	0,100	0,033	0,101	0,034	0,048	0,016	MIV* (IPT-18464)	ANVISA (RDC166)
Tolueno	GC-MS	0,022	0,007	0,021	0,007	0,043	0,014	0,022	0,007	0,015	0,005	0,043	0,014	0,044	0,015	0,044	0,015	MIV* (IPT-18464)	ANVISA (RDC166)
Acrilamida	LC-MS	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	0,005	0,003	AOAC/2019 Method 2007.01 (CR-0120)	AOAC/2019
Cianeto	Espectrofotômetro	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	AOAC / FQ-0001	AOAC/2016

Tabela 31. Métodos, limites de detecção (LOD), limites de quantificação (LOQ) e referências empregados para análise das substâncias químicas Tipo 3 investigadas. Legenda: *MIV = Método interno validado.

Substância Química	Método	Abacate		Abobrinha		Batata-doce		Couve		Feijão		Leite		Ovo		Carnes		Fonte Método	Fonte Validação
		LOQ IPT (mg/kg)	LOD IPT (mg/kg)																
Aldrin	GC-MS/MS	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
Dieldrin	GC-MS/MS	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	0,008	0,0024	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
Endrin	GC-MS/MS	0,01	0,0033	0,01	0,0030	0,01	0,0030	0,01	0,0033	0,01	0,0033	0,01	0,0033	0,01	0,0033	0,01	0,0033	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$)	GC-MS/MS	0,006	0,0018	0,006	0,0018	0,006	0,0018	0,006	0,0018	0,006	0,0018	0,006	0,0018	0,006	0,0018	0,006	0,0018	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
HCH-gama (lindano)	GC-MS/MS	0,0015	0,0005	0,0015	0,00045	0,0015	0,00045	0,0015	0,00045	0,0015	0,00045	0,0015	0,00045	0,0015	0,00045	0,0015	0,00045	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
PCB 28	GC-MS/MS	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
PCB 52	GC-MS/MS	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
PCB 101	GC-MS/MS	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
PCB 138	GC-MS/MS	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
PCB 153	GC-MS/MS	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
PCB 180	GC-MS/MS	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	0,004	0,0012	MIV* (IPT-18468)	ANVISA (RDC166)
Glifosato	LC-MS	0,01	0,006	0,01	0,006	0,01	0,006	0,01	0,006	0,01	0,006	0,01	0,006	0,01	0,006	0,01	0,006	AOAC/2019 Method 2007.01 (CR-0120)	AOAC/2019
Acefato	LC-MS	0,00067	0,0002	0,00069	0,00021	0,00044	0,00013	0,00070	0,00021	0,00103	0,00031	0,001	0,0003	0,00071	0,00021	0,00068	0,00020	MIV* (IPT-18636)	ANVISA (RDC166)
Atrazina	GC-MS/MS	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00079	0,00024	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	MIV* (IPT-18632)	ANVISA (RDC166)
Clorpirifós	GC-MS/MS	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00077	0,00023	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	0,00053	0,00015	MIV* (IPT-18632)	ANVISA (RDC166)

Tabela 32. Métodos, limites de detecção (LOD), limites de quantificação (LOQ) e referências empregados para análise das substâncias químicas do Tipo 4 investigadas. Legenda: *MIV = Método interno validado.

Em função do sigilo relacionado à propriedade intelectual dos métodos utilizados pelos laboratórios na execução das análises, estes podem ser consultados diretamente nos laboratórios do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) ou laboratórios parceiros, mediante solicitação via processo judicial nº 1000412-91.2020.4.01.3800. A equipe de perícia considera as informações disponibilizadas pelo presente relatório como suficientes e adequadas para o completo entendimento dos procedimentos aplicados e documentos disponibilizados.

4.8 Tratamento de concentrações censuradas

As chamadas concentrações censuradas são aquelas cujos resultados da análise estão abaixo do limite de quantificação ou do limite de detecção do método.

Não existe uma diretriz internacional consolidada sobre como estes dados devem ser tratados. A abordagem identificada pela equipe de perícia como boa prática e usual é a atribuição da metade do limite de detecção (LOD) ou quantificação (LOQ) para os valores censurados (WHO, 2009). A equipe de perícia, para o tratamento de concentrações censuradas, após considerar as metodologias utilizadas neste tipo de avaliação, decidiu pela utilização da metodologia preconizada pela WHO (2009), apresentada a seguir:

- Para substâncias químicas detectadas (resultado $<LOQ$ e $\geq LOD$), os valores serão atribuídos como $LOQ/2$;
- Para substâncias químicas não detectadas (resultado $<LOD$), os valores serão atribuídos como $LOD/2$.

4.9 Cálculos empregados para avaliar as concentrações das substâncias químicas nos produtos agropecuários

As amostras dos produtos agropecuários foram analisadas separadamente de acordo com os métodos analíticos apresentados no item 4.7 deste documento.

Inicialmente, os dados foram analisados para detecção de *outliers*. A equipe de perícia ressalta que, do ponto de vista toxicológico, mesmo havendo uma quantidade relevante de dados que poderiam ser considerados *outliers* nos resultados das análises das substâncias químicas, estes não devem ser desconsiderados, uma vez que podem indicar padrões importantes das concentrações nos pontos coletados. Diante disso, somente foram removidos do banco de dados os valores extremos, isto é, os valores que se distanciavam do grupo mais próximo de *outliers* por mais de cinco vezes o desvio-padrão, considerando os dados padronizados.

As medidas de centralidade e dispersão (valores mínimos e máximos, média, mediana e desvio padrão) foram estimadas para as concentrações das substâncias químicas analisadas nas amostras de produtos agropecuários oriundas da área de interesse e da área controle, considerando o tratamento de dados de concentrações censuradas de acordo com o apresentado no item 4.8 deste documento. A equipe de perícia esclarece que a coleta realizada na área controle teve o objetivo exclusivo de avaliação donexo de causalidade.

Tradicionalmente, o valor médio da concentração de uma substância química verificada no alimento é utilizado no cálculo da avaliação da exposição crônica, pois se assume que a concentração média representa a média, de longo prazo, das concentrações realmente encontradas nos alimentos (WHO, 2009).

Os cálculos de exposição foram realizados para cada produto agropecuário e para os grupos de alimentos (produtos agropecuários) avaliados. Para o cálculo da exposição de cada produto agropecuário, o tratamento dos dados foi realizado da seguinte maneira: para as substâncias químicas do Tipo 1 foi considerada a média dos valores médios calculados para as réplicas de um mesmo ponto de coleta, quando aplicável; no caso das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4, foi considerado o resultado médio entre as amostras. Para o cálculo da exposição e avaliação da segurança dos grupos de alimentos, foi considerada a média das concentrações dos alimentos que compõem cada grupo.

Conforme previamente apresentado no item 3.2 deste documento, em relação às bifenilas policloradas (PCBs), seis tipos/congêneres (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 e PCB 180) foram analisados no alimento investigado, por se tratar de indicadores ambientais para a contaminação de alimentos. Estes compostos são classificados como não semelhantes à dioxina. Para a avaliação da exposição às bifenilas policloradas (PCBs), as concentrações médias foram calculadas a partir do somatório das concentrações dos congêneres de PCB analisados em cada amostra.

Cabe ressaltar que para o cálculo da exposição crônica às substâncias químicas utilizadas como agrotóxicos, a equipe de perícia utilizou o método determinístico, análogo ao cálculo preconizado pela Resolução – RDC nº 295/2019 da ANVISA (ANVISA, 2019b). Além disso, em relação a estes compostos, os produtos de degradação e/ou biotransformação no meio ambiente não foram monitorados.

5. Resultados – Avaliação da exposição

A avaliação da exposição a produtos químicos em alimentos pode ser descrita como a avaliação qualitativa e/ou quantitativa da provável ingestão de agentes químicos por meio de alimentos (WHO, 2009).

Tipicamente, os estudos toxicológicos realizados para examinar os efeitos adversos à saúde decorrentes do consumo de uma substância química presente na dieta são concluídos após um longo tempo de observação (vários meses ou uma parte substancial da vida útil dos organismos teste). Os efeitos adversos observados durante os estudos de avaliação de toxicidade crônica geralmente surgem após o emprego de doses baixas e uma exposição prolongada à substância em estudo. A exposição a substâncias químicas presentes em alimentos é comparável ao observado nesses tipos de teste (WHO, 2009).

Portanto, tradicionalmente, para substâncias químicas presentes em alimentos, é considerada a exposição crônica. Recentemente, a avaliação decorrente da exposição aguda passou a ser considerada por órgãos da área de alimentos, porém este tipo de avaliação ainda está limitado a contextos específicos. Com base na literatura consultada e no escopo deste trabalho, a equipe de perícia optou por realizar uma avaliação da segurança do alimento considerando uma situação de exposição crônica.

As informações obtidas a partir da exposição crônica devem ser comparadas aos valores de orientação referentes a este tipo de exposição (longo prazo). A exposição alimentar a um determinado contaminante pode ser calculada a partir da fórmula geral apresentada a seguir (ANVISA, 2019a):

$$\text{Exposição} = \frac{\sum(\text{Concentração do contaminante químico presente no alimento} \times \text{Consumo do alimento})}{\text{Peso corpóreo}}$$

Onde a exposição deve ser calculada considerando o consumo dos alimentos que compõem a dieta, incluindo água e suplementos (WHO, 2009). A equipe de perícia salienta que, com base na Decisão Judicial (ID 162081357), a exposição por ingestão do alimento foi calculada considerando apenas os alimentos que estão no escopo desta perícia, conforme apresentado na Tabela 2 do item 2. No contexto específico deste relatório, a exposição às substâncias químicas por ingestão foi avaliada para os alimentos (produtos agropecuários). Tal particularidade requer uma interpretação cuidadosa dos resultados, uma vez que os consumidores são expostos a outras possíveis fontes de contaminantes que não apenas os alimentos foco desta perícia.

O cálculo da exposição pode ser realizado a partir de um modelo determinístico. Neste tipo de modelo, valores numéricos pontuais são utilizados para avaliar a exposição a contaminantes. Os delineamentos deterministas são empregados na avaliação dos riscos químicos decorrentes da exposição crônica a substâncias químicas presentes em alimentos (OPAS; WHO, 2008).

A ANVISA preconiza que uma avaliação determinística e conservadora seja realizada para inferência sobre a segurança de um alimento (ANVISA, 2019a). Portanto, valores numéricos pontuais para os dados de consumo, concentração e peso corpóreo devem ser empregados. A abordagem conservadora emprega premissas que protejam o maior número de indivíduos possível, a fim de que o resultado seja protetivo para o maior número de pessoas.

Para os valores de concentração, os valores médios são os que melhor representam a exposição crônica (WHO, 2009). Da mesma forma, os valores médios também são empregados para o peso (kg) (WHO, 2009). Caso o alimento não seja considerado seguro após uma abordagem conservadora, a realização de avaliações adicionais pode ser necessária.

Os resultados referentes às concentrações de substâncias químicas nos alimentos (produtos agropecuários), ao consumo e peso da população residente na área de interesse e à avaliação da exposição são apresentados a seguir.

5.1 Concentração das substâncias químicas nos alimentos

Para a investigação da concentração das substâncias químicas nos alimentos (produtos agropecuários), a equipe de perícia analisou os tecidos comestíveis *in natura*, de acordo com o objetivo de cada análise, conforme previamente apresentado no item 4.6 deste documento.

Na área de interesse, foram analisadas 740 amostras de frutas, 48 amostras de verdura, 171 amostras de legumes, 131 amostras de raízes e tubérculos, 190 amostras de grãos, 267 amostras de leite, 57 amostras de ovo, 39 amostras de mel, 112 amostras de carnes e 91 amostras de vísceras para a avaliação das substâncias químicas do Tipo 1. Na área controle, foram analisadas 391 amostras de frutas, 86 amostras de verdura, 136 amostras de legumes, 107 amostras de raízes e tubérculos, 98 amostras de grãos, 54 amostras de leite, 21 amostras de mel, 29 amostras de ovo, 48 amostras de carnes e 42 amostras de vísceras para a avaliação do mesmo tipo de substâncias químicas (Tipo 1).

Para a análise de substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4, na área de interesse, foram analisadas 39 amostras de frutas, 7 amostras de verdura, 4 amostras de legumes, 2 amostras de raízes e tubérculos, 6 amostras de grãos, 46 amostras de leite, 14 amostras de ovo e 36 amostras de carnes. Para a análise dos mesmos tipos de substâncias químicas (Tipos 2, 3 e 4), na área controle, foram analisadas 14 amostras de frutas, 7 amostras de verdura, 7 amostras de legumes, 4 amostras de raízes e tubérculos, 8 amostras de grãos, 9 amostras de leite, 6 amostras de ovo e 19 amostras de carnes.

A equipe de perícia informa que os resultados analíticos de amostras oriundas da área controle não foram utilizados no cálculo de exposição. Contudo, os dados referentes à concentração das substâncias químicas nos alimentos coletados na área controle foram utilizados na avaliação do nexo de causalidade, conforme apresentado no item 10 deste documento. Desta forma, a equipe de perícia apresentou os dados de concentração das substâncias químicas para a área de interesse e a área controle.

As substâncias químicas investigadas pela equipe de perícia e a suas divisões em grupo (Tipos) constam na Tabela 1, apresentada no item 2 deste documento.

A equipe de perícia informa que os dados referentes às concentrações das substâncias químicas nos alimentos estão organizados por grupo, a fim de facilitar a sua apresentação e entendimento. O grupo denominado produtos de origem animal, nesse item e seus Anexos, se refere às amostras de leite (leite de vaca e leite de cabra), mel de abelha e ovos de galinha.

5.1.1 Quantitativo dos resultados analíticos

A avaliação do quantitativo dos resultados analíticos das amostras analisadas foi realizada com base na identificação do número de resultados não detectados (ND), detectados e quantificados. As amostras geradas foram analisadas de acordo com o tipo de substância química investigada, em relação aos alimentos (produtos agropecuários) investigados na área de interesse e área controle.

As proporções entre o total dos resultados analíticos não detectados (<LOD), detectados (\geq LOD e <LOQ) e quantificados (\geq LOQ) na área de interesse e na área controle estão apresentadas no Anexo 3 deste documento. Foi observado que a maioria das substâncias químicas do Tipo 1 apresentaram concentrações acima do limite de detecção em pelo menos uma das amostras de cada grupo de produtos agropecuários. As exceções foram o estanho para o grupo verduras e o cromo para mel, na área de interesse; e o estanho para os grupos carnes e ovos e o selênio para mel, na área controle.

De maneira geral, o comportamento do quantitativo de amostras destinadas à análise de substâncias químicas do Tipo 1 foi semelhante nas áreas de interesse e controle, como pode ser observado do Anexo 3.1 ao Anexo 3.14.

O Anexo 3.15 e o Anexo 3.16 apresentam a proporção dos resultados analíticos das substâncias químicas do Tipo 2 na área de interesse e controle, respectivamente.

O ácido dimetilarsínico não foi quantificado em nenhuma das amostras analisadas tanto na área de interesse como na área controle. Adicionalmente, essa substância apresentou 92,86% e 88,89% de resultados ND para o grupo ovos na área de interesse e para o representante do grupo frutas na área controle, respectivamente. Para todos os demais casos, foi observado 100% de resultados ND para as amostras analisadas, de ambas as áreas.

O ácido monometilarsônico não foi quantificado em nenhuma das amostras dos grupos de alimentos analisados na área de interesse e na área controle. Ademais, essa substância não foi detectada (ND) nos representantes dos grupos raízes e tubérculos e verduras na área de interesse, e nos representantes dos grupos frutas, legumes, raízes e tubérculos e verduras na área controle.

Cabe ressaltar que o arsênio inorgânico III e o arsênio inorgânico V foram monitorados individualmente, pelo laboratório. Considerando a importância de se avaliar os dois compostos conjuntamente (por se tratar das espécies químicas de maior toxicidade de arsênio), a equipe de perícia optou por apresentar os resultados do somatório das espécies inorgânicas III e V de arsênio.

O arsênio III + V foi quantificado nas amostras dos representantes do grupo leite (20,45%) na área de interesse, e dos representantes do grupo verduras (14,29%) e do grupo leite (12,50%) na área controle. Ademais, essa substância não foi detectada (ND) nos representantes dos grupos frutas, legumes, grãos, carnes e ovos na área de interesse, e nos representantes dos grupos frutas, legumes, raízes e tubérculos, carnes e ovos na área controle.

A arsenobetaína não foi quantificada em nenhuma das amostras analisadas tanto da área de interesse quanto da área controle, sendo detectada apenas no representante do grupo leite (97,73% de resultados ND) na área de interesse e no representante do grupo grãos (85,71% de resultados ND) na área controle.

O cromo III foi quantificado nas amostras analisadas dos representantes do grupo frutas (03,33%) e do grupo leite (02,17%) oriundas da área de interesse. As maiores porcentagens de ND foram identificadas nos representantes dos grupos raízes e tubérculos (100%), verduras (100%) e leite (86,96%) na área de interesse e frutas (100%), raízes e tubérculos (100%), grãos (100%), carnes (100%) e leite (100%) na área controle.

O cromo hexavalente (cromo VI) não foi quantificado nas amostras dos grupos de alimentos analisados na área de interesse e na área controle. Adicionalmente, essa substância não foi detectada nos representantes dos grupos frutas, legumes, verduras, grãos e ovos na área de interesse. Na área controle, não houve detecção de cromo VI em nenhuma das amostras analisadas (100% de resultados ND).

O metilmercúrio foi quantificado apenas no representante do grupo carnes (4,17%) na área de interesse e não foi quantificado em nenhuma amostra da área controle. As maiores porcentagens de ND foram identificadas nos representantes dos grupos grãos (100%), leite (80,43%) e legumes (75%) na área de interesse e raízes e tubérculos (100%), ovos (83,33%), frutas (77,78%) e leite (77,78%) na área controle.

Em relação às amostras destinadas à análise de substâncias químicas do Tipo 3 (Anexo 3.17 e Anexo 3.18 na área de interesse e na área controle, respectivamente), das 8 substâncias químicas investigadas, nenhuma foi quantificada. Porém, na área de interesse, o diclorometano foi detectado em 06,67% das amostras de frutas, em 33,33% das amostras de grãos e em 35,71% das amostras de ovos; o tolueno em 04,55% das amostras de leite; e o cianeto em 13,33% das amostras de frutas e em 16,67% das amostras de grãos. Na área controle, houve detecção de diclorometano em amostras de raízes e tubérculos (25,00%) e em amostras de ovos (83,33%); a acrilamida foi detectada apenas em amostras de verduras (14,29%); e o cianeto foi detectado em amostras de frutas (44,44%) e verduras (28,57%).

O Anexo 3.19 e Anexo 3.20 apresentam a proporção dos resultados analíticos das substâncias químicas do Tipo 4 nas amostras coletadas na área de interesse e na área controle, respectivamente. Das 10 substâncias químicas investigadas, não houve quantificação de nenhuma delas em amostras da área de interesse ou da área controle. Além disso, os compostos aldrin, acefato, atrazina, clorpirifós, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$) e lindano (HCH-gama) não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas. O PCB foi a única substância química do Tipo 4 detectada na área de interesse, para a carne de galinha. Na área controle, a única substância química do Tipo 4 detectada foi o glifosato, para os representantes dos grupos frutas e legumes.

O tratamento dado às concentrações censuradas, ou seja, as concentrações cujos resultados da análise estão abaixo do limite de quantificação ou do limite de detecção do método, é apresentado no item 4.8 deste documento.

Para as substâncias químicas não detectadas em nenhum dos produtos agropecuários analisados, considerando os grupos de alimentos avaliados, a equipe de perícia considerou que o valor da concentração é igual a zero.

5.1.2 Resultados das concentrações das substâncias químicas avaliadas nos produtos agropecuários nas áreas de interesse e controle

Os valores médios, mínimos, máximos e o desvio padrão para as concentrações das substâncias químicas investigadas nas áreas de interesse e controle são apresentados no Anexo 4. As concentrações médias foram utilizadas na quantificação da exposição. Mais detalhes sobre os cálculos empregados para avaliar as concentrações das substâncias químicas nos produtos agropecuários estão apresentados no item 4.9 deste documento.

Conforme previamente esclarecido no item 5.1.1 deste documento, para as substâncias químicas que não apresentaram detecção em nenhuma das amostras analisadas, considerando o grupo de alimentos avaliado, a equipe de perícia considerou que o valor da concentração é igual a zero e essas substâncias não foram submetidas à avaliação da exposição. Assim, os valores de concentração não estão apresentados nas tabelas a seguir, uma vez que não é necessário realizar o cálculo da exposição para essas substâncias químicas.

As substâncias químicas investigadas que não apresentaram detecções, para cada grupo de alimentos avaliados na área de interesse, foram:

- Frutas: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós arsênio III + V, cromo VI, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Legumes: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, cromo VI, diclorometano, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Raízes e tubérculos: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, cromo III, diclorometano, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);

- Verduras: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, estanho, cromo III, cromo VI, diclorometano, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Grãos: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, cromo VI, metilmercúrio, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Leite: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina clorpirifós, diclorometano, cianeto e bifenilas policloradas (PCBs);
- Ovo: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, cromo VI, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Carnes: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, diclorometano, cianeto e tolueno.

Para a realização de todas as análises das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 era necessária que uma massa mínima de 1,5 kg de amostra fosse gerada (amostra obtida após o processamento do produto agropecuário). A equipe de perícia ressalta que, eventualmente, algumas amostras não continham massa suficiente para a análise de todas as substâncias químicas. Nesses casos, foi priorizada a análise das substâncias químicas do Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4, nessa ordem de prioridade.

Os relatórios analíticos das amostras de produtos agropecuários estão apresentados do Anexo 5 deste documento.

Os dados de controle de qualidade das rotinas analíticas (como curvas de calibração analíticas e os dados referentes aos brancos analíticos e às concentrações de controles utilizados durante os ensaios) e de liofilização das amostras estão apresentados no Anexo 6 e no Anexo 7 deste documento.

A equipe de perícia esclarece que a entrega dos dados de controle de qualidade das rotinas analíticas e dos dados de liofilização é pouco usual em atividades similares às desenvolvidas nesta perícia. No entanto, como as Empresas solicitaram esses dados referentes aos resultados analíticos utilizados para a avaliação da segurança do pescado, por meio da manifestação ID 1334906375 e seus anexos (ID 1334906378 e ID 1334906379), a fim de dar celeridade ao processo judicial e transparência e comprovação de informações que já foram previamente solicitadas por uma das Partes, a equipe de perícia optou por apresentar, em antecipação, as informações referentes ao controle de qualidade das rotinas analíticas e de liofilização para as amostras dos produtos agropecuários. Ressalta-se que foram apresentadas as mesmas informações que foram solicitadas em relação aos resultados analíticos das amostras de pescado.

A equipe de perícia informa que todos os resultados analíticos, para todos os analitos, foram reportados considerando o teor de água inicial das amostras (em base úmida), conforme exposto e explicitado nos laudos analíticos emitidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Para a análise de algumas substâncias químicas (aldrin, dieldrin, endrin, Gama-hexaclorociclohexano, hexaclorociclohexano total, bifenilas policloradas), as amostras foram liofilizadas apenas por uma questão estratégica interna do laboratório IPT.

Ressalta-se que os valores das massas perdidas nesse processo foram considerados pelo laboratório no cálculo final como procedimento de rotina para emissão dos resultados. Dessa forma, o fator de conversão corresponde ao percentual corrigido em relação à quantidade de água perdida, multiplicado pela massa seca, totalizando 100% da massa correspondente inicialmente, conforme explicitado na fórmula a seguir.

$$\text{massa seca} \times \frac{100\%}{\% \text{massa seca}}$$

5.1.3 Avaliação de irregularidades para as substâncias químicas investigadas

Conforme apresentado no item 2 deste documento, a avaliação de irregularidades quanto aos limites legais das substâncias químicas investigadas foi realizada a partir do levantamento dos limites máximos tolerados, realizado pela equipe de perícia, para arsênio, cádmio, chumbo, cobre, mercúrio, 2,4,5-triclorofenol, aldrin, dieldrin, endrin, HCH-gama (lindano), PCB, glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós, nos produtos agropecuários.

Os limites máximos tolerados para cada substância química nos produtos agropecuários, o número total de amostras e o número de amostras de produtos agropecuários quantificadas acima dos limites máximos tolerados estão apresentados da Tabela 33 à Tabela 39, separados por grupo de alimentos avaliados.

A equipe de perícia ressalta que as substâncias químicas, 2,4,5-triclorofenol, aldrin, dieldrin, endrin, HCH-gama (lindano), glifosato, acefato, atrazina e clorpirifós não foram detectadas nas amostras analisadas, logo, não se faz necessária a avaliação de irregularidades para essas substâncias químicas.

Número total de amostras de frutas quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercúrio#	PCBs
Abacate	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	39	39	39	39	39	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (02,56%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	27	27	27	27	27	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (03,70%)	NA
Abacaxi	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	16	16	16	16	16	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	13	13	13	13	13	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Acerola	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,20 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	21	21	21	21	21	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,20 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	23	23	23	23	23	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Banana	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	181	152	152	152	182	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	15 (08,24%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	54	45	45	45	54	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	13 (24,07%)	NA
Cacau	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,1 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	78	78	78	78	78	NA
		> LMT	0 (00,00%)	58 (74,36%)	0 (00,00%)	2 (02,56%)	5 (06,41%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,1 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	24	24	24	24	24	NA
		> LMT	0 (00,00%)	4 (16,67%)	0 (00,00%)	1 (04,17%)	1 (04,17%)	NA

Número total de amostras de frutas quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercúrio#	PCBs
Cana-de-açúcar	Interesse	LMT	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	0,05 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	36	36	36	NA	36	NA
		> LMT	3 (08,33%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	0,05 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	27	27	27	NA	27	NA
		> LMT	4 (14,81%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Água de coco-verde	Interesse	LMT	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	0,05 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	69	69	69	NA	69	NA
		> LMT	3 (04,35%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	0,05 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	32	32	32	NA	32	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Polpa de coco-verde	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,02 mg/kg	NA
		Total	67	67	67	67	67	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (01,49%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,02 mg/kg	NA
		Total	31	31	31	31	31	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Goiaba	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	6	6	6	6	6	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	22	22	22	22	22	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Laranja	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	80	80	80	80	80	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (01,25%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	36	36	36	36	36	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA

Número total de amostras de frutas quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercurio#	PCBs
Limão	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	71	71	71	71	71	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (01,41%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	40	40	40	40	40	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	2 (05,00%)	NA
Mamão	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	30	30	30	30	30	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (03,33%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	24	24	24	24	24	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Manga	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	60	60	60	60	60	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	24	24	24	24	24	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Maracujá	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	6	6	6	6	6	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	14	14	14	14	14	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Melancia	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	9	9	9	9	9	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	9	9	9	9	9	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA

Tabela 33. Limites máximos tolerados (LMT), número total de amostras e número de amostras quantificadas acima dos limites máximos tolerados, para os alimentos do grupo frutas. NA = Não aplicável. * Limites máximos tolerados de arsênio, cádmio, chumbo e cobre oriundos da ANVISA, 2022. # Limites máximos de resíduos estabelecidos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

Número total de amostras de legumes quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercúrio#	PCBs
Abóbora	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	54	54	54	54	54	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	2 (03,70%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	37	37	37	37	37	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Abobrinha	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	12	9	9	9	13	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	2 (15,38%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	29	22	22	22	28	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	2 (07,14%)	NA
Jiló	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	6	6	6	6	6	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	15	15	15	15	15	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Pepino	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	12	12	12	12	12	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (08,33%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	8	8	8	8	8	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Pimentão	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	11	11	11	11	11	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	8	8	8	8	8	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA

Número total de amostras de legumes quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercúrio#	PCBs
Quiabo	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	63	63	63	63	63	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	27	27	27	27	27	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Tomate	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	16	16	16	16	16	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (06,25%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	19	19	19	19	19	NA
		> LMT	1 (05,26%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA

Tabela 34. Limites máximos tolerados (LMT), número total de amostras e número de amostras quantificadas acima dos limites máximos tolerados, para os alimentos do grupo legumes. NA = Não aplicável. # Limites máximos de resíduos estabelecidos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

Número total de amostras de raízes e tubérculos quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercurio#	PCBs
Batata-doce	Interesse	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	10	8	8	NA	10	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	33	30	30	NA	33	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (03,33%)	NA	1 (03,03%)	NA
Beterraba	Interesse	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	9	9	9	NA	9	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	14	14	14	NA	14	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Cenoura	Interesse	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	3	3	3	NA	3	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	9	9	9	NA	9	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	3 (33,33%)	NA	0 (00,00%)	NA
Inhame	Interesse	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	27	27	27	NA	27	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	19	19	19	NA	19	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	1 (05,26%)	NA
Mandioca	Interesse	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	84	84	84	NA	84	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	15 (17,86%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,20 mg/kg	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	35	35	35	NA	35	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	11 (31,43%)	NA	0 (00,00%)	NA

Tabela 35. Limites máximos tolerados (LMT), número total de amostras e número de amostras quantificadas acima dos limites máximos tolerados, para os alimentos do grupo raízes e tubérculos. NA = Não aplicável. * Limites máximos tolerados de arsênio, cádmio, chumbo e cobre oriundos da ANVISA, 2022. # Limites máximos de resíduos estabelecidos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

Número total de amostras de verduras quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercurio#	PCBs
Alface	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,30 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	16	16	16	16	16	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,30 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	27	27	27	27	27	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Almeirão	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,30 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	5	5	5	5	5	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,30 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	21	21	21	21	21	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
Couve	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,3 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	30	24	24	24	30	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,3 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	37	30	30	30	37	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	4 (10,81%)	NA
Mostarda	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,30 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	3	3	3	3	3	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,20 mg/kg	0,30 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	8	8	8	8	8	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA

Tabela 36. Limites máximos tolerados (LMT), número total de amostras e número de amostras quantificadas acima dos limites máximos tolerados, para os alimentos do grupo verduras. * Limites máximos tolerados de arsênio, cádmio, chumbo e cobre oriundos da ANVISA, 2022. # Limites máximos de resíduos estabelecidos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

Número total de amostras de grãos quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercurio#	PCBs
Café	Interesse	LMT	NA	NA	NA	30 mg/kg	0,02 mg/kg	NA
		Total	NA	NA	NA	60	60	NA
		> LMT	NA	NA	NA	0 (00,00%)	3 (05,00%)	NA
	Controle	LMT	NA	NA	NA	30 mg/kg	0,02 mg/kg	NA
		Total	NA	NA	NA	33	33	NA
		> LMT	NA	NA	NA	0 (00,00%)	1 (03,03%)	NA
Feijão	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	0,2 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	34	28	28	NA	34	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,10 mg/kg	0,2 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	33	26	26	NA	34	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Milho	Interesse	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	102	102	102	102	102	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (00,98%)	NA
	Controle	LMT	0,10 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	10 mg/kg	0,01 mg/kg	NA
		Total	39	39	39	39	39	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA

Tabela 37. Limites máximos tolerados (LMT), número total de amostras e número de amostras quantificadas acima dos limites máximos tolerados, para os alimentos do grupo grãos. NA = Não aplicável. * Limites máximos tolerados de arsênio, cádmio, chumbo e cobre oriundos da ANVISA, 2022. # Limites máximos de resíduos estabelecidos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

Número total de amostras de produtos animais quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercurio #	PCBs**, #
Leite de vaca	Interesse	LMT	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	40 ug/kg
		Total	305	261	261	NA	307	45
		> LMT	85 (27,87%)	0 (00,00%)	3 (01,15%)	NA	12 (03,91%)	0 (00,00%)
	Controle	LMT	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	40 ug/kg
		Total	53	45	45	NA	54	8
		> LMT	11 (20,75%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	0 (00,00%)
Leite de cabra	Interesse	LMT	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	6	6	6	NA	6	NA
		> LMT	1 (16,67%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg	0,02 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	9	9	9	NA	9	NA
		> LMT	5 (55,56%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Mel de abelha	Interesse	LMT	0,30 mg/kg	0,10 mg/kg	0,30 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	39	39	39	NA	39	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	0,30 mg/kg	0,10 mg/kg	0,30 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	NA
		Total	21	21	21	NA	21	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Ovos de galinha	Interesse	LMT	0,50 mg/kg	NA	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	40 ug/kg
		Total	71	NA	57	NA	71	13
		> LMT	0 (00,00%)	NA	1 (01,75%)	NA	4 (05,63%)	0 (00,00%)
	Controle	LMT	0,50 mg/kg	NA	0,10 mg/kg	NA	0,01 mg/kg	40 ug/kg
		Total	35	NA	29	NA	35	6
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	4 (11,43%)	0 (00,00%)

Tabela 38. Limites máximos tolerados (LMT), número total de amostras e número de amostras quantificadas acima dos limites máximos tolerados, para os produtos de origem animal (leite, mel e ovos). NA = Não aplicável. * Limites máximos tolerados de arsênio, cádmio, chumbo e cobre oriundos da ANVISA, 2022. ** Limite de referência de mercúrio em produtos de origem animal estabelecidos pelo MAPA, 2019. # Limites máximos de resíduos estabelecidos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

Número total de amostras de carnes e vísceras quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercurio**, #	PCBs**, #
Carne de boi	Interesse	LMT	0,50 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	30 µg/kg	200 µg/kg
		Total	15	12	12	NA	15	3
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	0 (00,00%)
	Controle	LMT	0,50 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	30 µg/kg	200 µg/kg
		Total	8	6	6	NA	8	2
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	0 (00,00%)
Carne de galinha	Interesse	LMT	0,50 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	30 µg/kg	200 µg/kg
		Total	76	64	64	NA	76	11
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	0 (00,00%)
	Controle	LMT	0,50 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	30 µg/kg	200 µg/kg
		Total	32	27	27	NA	32	5
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	0 (00,00%)
Carne de porco	Interesse	LMT	0,50 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	30 µg/kg	200 µg/kg
		Total	45	36	36	NA	45	9
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	0 (00,00%)
	Controle	LMT	0,50 mg/kg	0,05 mg/kg	0,10 mg/kg	NA	30 µg/kg	200 µg/kg
		Total	19	15	15	NA	20	5
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	0 (00,00%)
Coração de boi	Interesse	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	12	NA	12	NA	12	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	6	NA	6	NA	6	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Fígado de boi	Interesse	LMT	1,0 mg/kg	0,50 mg/kg	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	12	12	12	NA	12	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	1,0 mg/kg	0,50 mg/kg	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	6	6	6	NA	6	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA

Número total de amostras de carnes e vísceras quantificadas acima dos limites máximos tolerados (LMT)								
Alimento	Área	Parâmetro	Arsênio*	Cádmio*	Chumbo*	Cobre*	Mercurio**, #	PCBs**, #
Estômago de boi	Interesse	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,50 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	12	NA	12	NA	12	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
	Controle	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,50 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	6	NA	6	NA	6	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA
Coração de galinha	Interesse	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	13	NA	13	NA	13	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	1 (07,69%)	NA
	Controle	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	6	NA	6	NA	6	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	2 (33,33%)	NA
Fígado de galinha	Interesse	LMT	1,0 mg/kg	0,50 mg/kg	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	21	21	21	NA	21	NA
		> LMT	0 (00,00%)	2 (09,52%)	1 (04,76%)	NA	6 (28,57%)	NA
	Controle	LMT	1,0 mg/kg	0,50 mg/kg	0,5 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	9	9	9	NA	9	NA
		> LMT	0 (00,00%)	0 (00,00%)	1 (11,11%)	NA	0 (00,00%)	NA
Moela de galinha	Interesse	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,50 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	21	NA	21	NA	21	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	5 (23,81%)	NA
	Controle	LMT	1,0 mg/kg	NA	0,50 mg/kg	NA	0,02 mg/kg	NA
		Total	9	NA	9	NA	9	NA
		> LMT	0 (00,00%)	NA	0 (00,00%)	NA	1 (11,11%)	NA

Tabela 39. Limites máximos tolerados (LMT), número total de amostras e número de amostras quantificadas acima dos limites máximos tolerados, para os alimentos dos grupos carnes e vísceras. NA = Não aplicável. * Limites máximos tolerados de arsênio, cádmio, chumbo e cobre estabelecidos ANVISA, 2022. ** Limite de referência de mercúrio em produtos de origem animal estabelecidos pelo MAPA, 2019. # Limite máximo de resíduos para pesticidas em alimentos de origem vegetal e animal estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas.

Conforme apresentado nas tabelas acima, não foi observada extrapolação dos limites legais estabelecidos em nenhuma das amostras quantificadas para cobre total e para o somatório dos PCBs, considerando os congêneres específicos para cada alimento e legislação, em nenhum dos alimentos foco desta perícia.

Para o arsênio total foi observada a extrapolação do limite máximo tolerado em frutas (8,33% das amostras de cana-de-açúcar e 4,35% das amostras de água de coco-verde) e leite (27,87% das amostras de leite de vaca e 16,67% das amostras de leite de cabra) provenientes da área de interesse e em frutas (14,81% das amostras de cana-de-açúcar), leite (20,75% das amostras de leite de vaca e 55,56% das amostras de leite de cabra) e legumes (5,26% das amostras de tomate) provenientes da área controle.

Para o cádmio total, a extrapolação do limite máximo tolerado ocorreu em frutas (74,36% das amostras de cacau) e vísceras (9,52% das amostras de fígado de galinha) provenientes da área de interesse e em frutas (16,67% das amostras de cacau) provenientes da área controle. Não foi observada extrapolação do limite máximo tolerado nos grupos legumes, raízes e tubérculos, verduras, grãos, leite, mel, ovo e carnes nas amostras provenientes das áreas de interesse e controle.

Para o chumbo total, foi observada a extrapolação do limite máximo tolerado para os grupos raízes e tubérculos (17,86% das amostras de mandioca), leite (1,15% das amostras de leite de vaca), ovo (1,75% das amostras de ovos de galinha) e vísceras (4,76% das amostras de fígado de galinha) provenientes da área de interesse. Em relação às amostras coletadas nas áreas controle, a extrapolação do limite máximo tolerado ocorreu nos grupos raízes e tubérculos (3,33% das amostras de batata-doce, 33,33% das amostras de cenoura, 31,43% das amostras de mandioca) e vísceras (11,11% das amostras de fígado de galinha). Não foi observada extrapolação do limite máximo tolerado de chumbo total nos grupos frutas, legumes, verduras, grãos, mel e carnes nas amostras provenientes das áreas de interesse e controle.

Para o mercúrio total, foi observada extrapolação do limite máximo tolerado para os grupos frutas (2,56% das amostras de abacate, 8,24% das amostras de banana, 6,41% das amostras de cacau, 1,49% das amostras de polpa de coco-verde, 1,25% das amostras de laranja, 1,41% das amostras de limão e 3,33% das amostras de mamão), legumes (3,70% das amostras de abóbora, 15,38% das amostras de abobrinha, 8,33% das amostras de pepino e 6,25% das amostras de tomate), grãos (5,00% das amostras de café e 0,98% das amostras de milho), leite (3,91% das amostras de leite de vaca), ovo (5,63% das amostras de ovos de galinha) e vísceras (7,69% das amostras de coração de galinha, 28,57% das amostras de fígado de galinha e 23,81% das amostras de moela de galinha) nas amostras provenientes da área de interesse.

Para as amostras coletadas em área controle, foi observada extrapolação do limite máximo tolerado para o mercúrio total para os grupos frutas (3,70% das amostras de abacate, 24,07% das amostras de banana, 4,17% das amostras de cacau e 5,00% das amostras de limão), legumes (7,14% das amostras de abobrinha), raízes e tubérculos (3,03% das amostras de batata-doce, 5,26% das amostras de inhame), verduras (10,81% das amostras de couve), grãos (3,03% das amostras de café), ovo (11,43% das amostras de ovos de galinha) e vísceras (33,33% das amostras de coração de galinha e 11,11% das amostras de moela de galinha). Para as amostras de carnes coletadas em área controle, não houve extrapolação do limite máximo tolerado.

Conforme preconizado pela ANVISA, *“caso um alimento não possua limites máximos definidos no Brasil, podem ser adotados os limites estabelecidos por organizações internacionalmente reconhecidas, como Codex Alimentarius e os regulamentos da União Europeia. No entanto, se também não existir limite especificado nestas referências, não se admite a presença do contaminante no alimento específico”* (ANVISA, 2021b).

Neste sentido, a equipe de perícia identificou quais são as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados definidos no Brasil ou em âmbito internacional, que estão presentes nas frutas, legumes, raízes e tubérculos, verduras, grãos, leite, mel, ovos, carnes e vísceras.

As substâncias que foram detectadas nos produtos agropecuários analisados pela equipe de perícia foram: alumínio, antimônio, bário, berílio, estanho, prata, tálio, titânio, urânio, ácido monometilarsônico, ácido dimetilarsínico, arsenobetaina, cromo III, cromo hexavalente, mercúrio, metilmercúrio, diclorometano, tolueno e cianeto. A proporção entre as amostras detectadas e não detectadas para essas substâncias químicas, em cada grupo de alimentos está apresentada da Figura 19 à Figura 28.

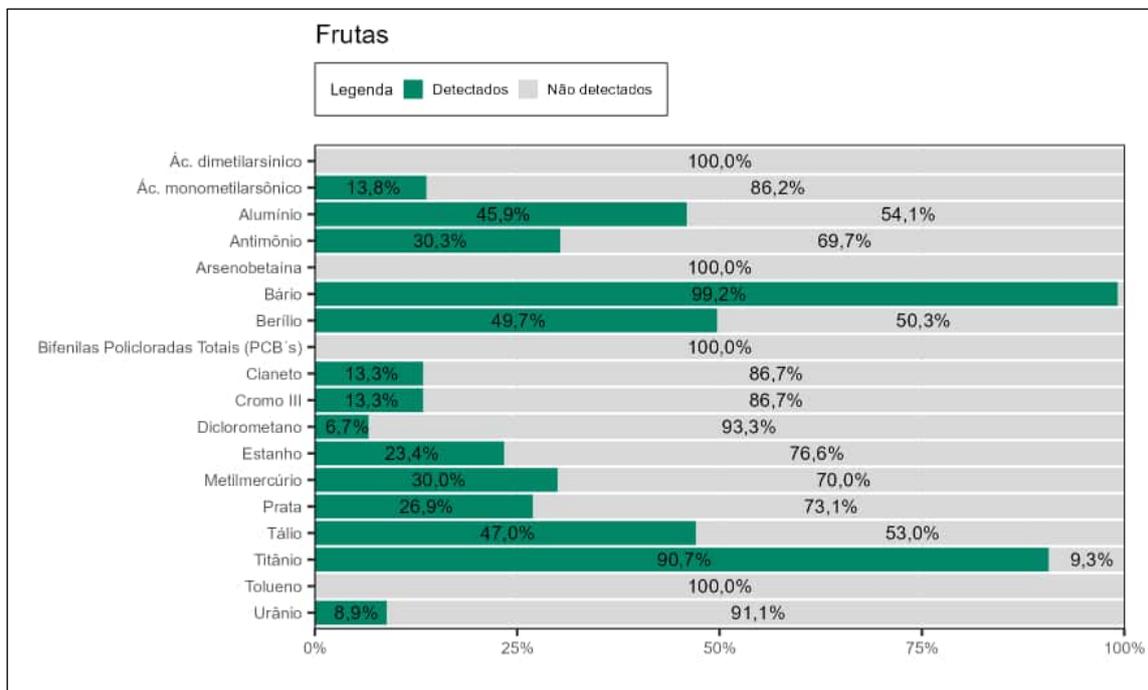


Figura 19. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em frutas.

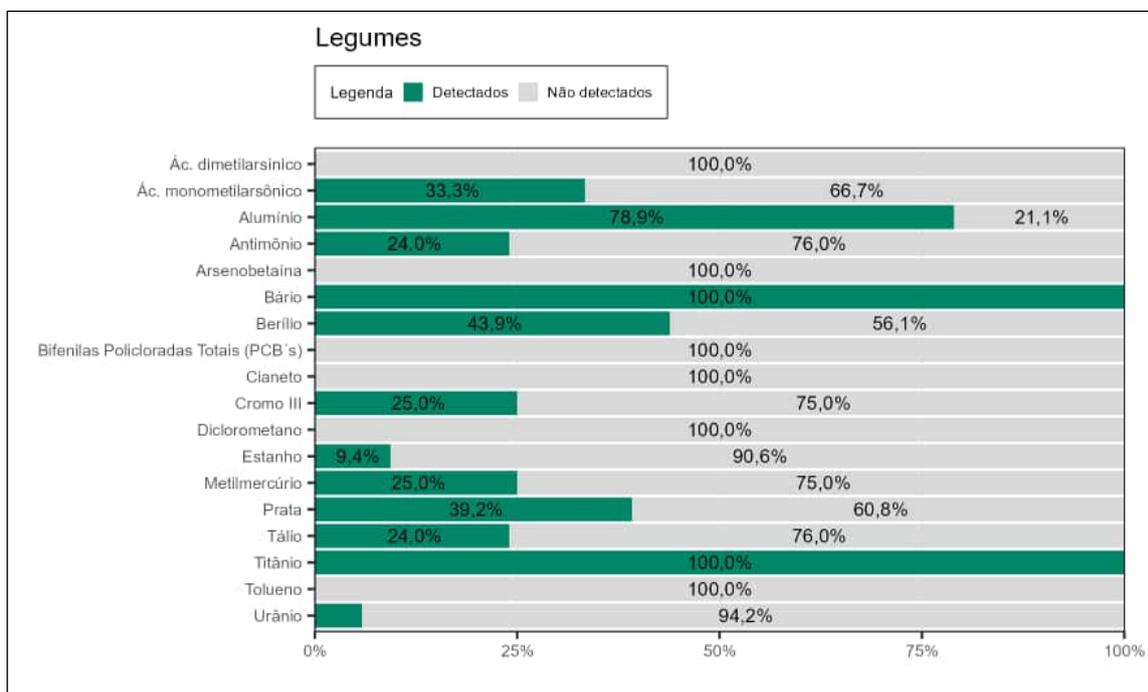


Figura 20. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em legumes.

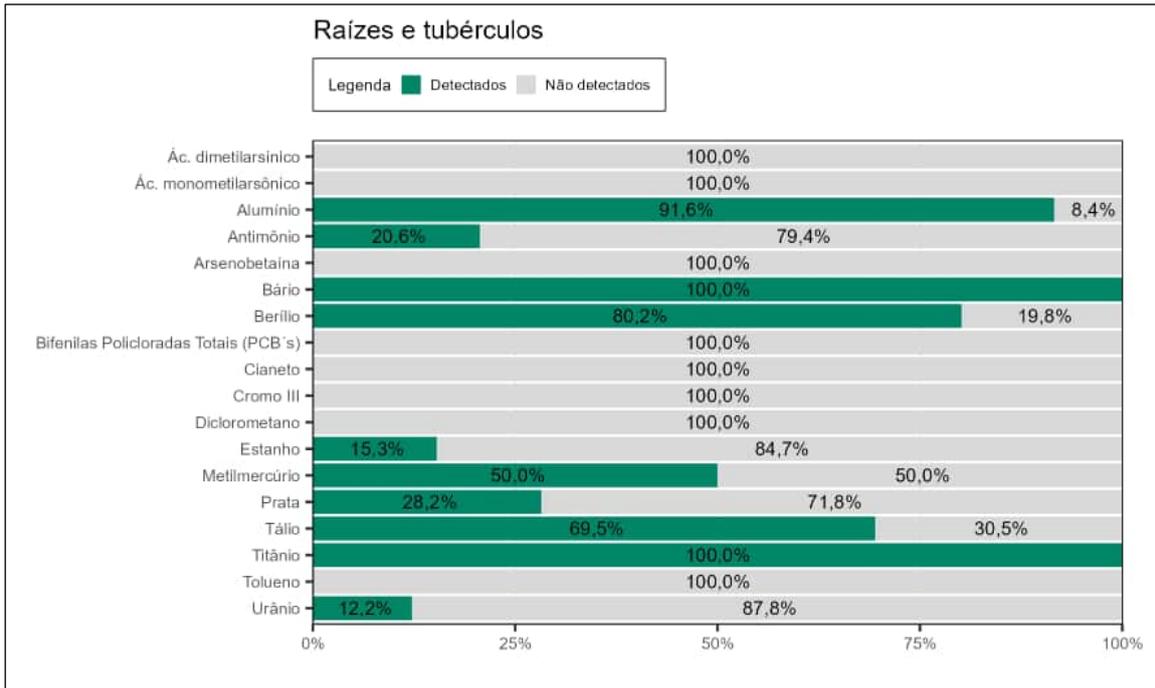


Figura 21. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em raízes e tubérculos.

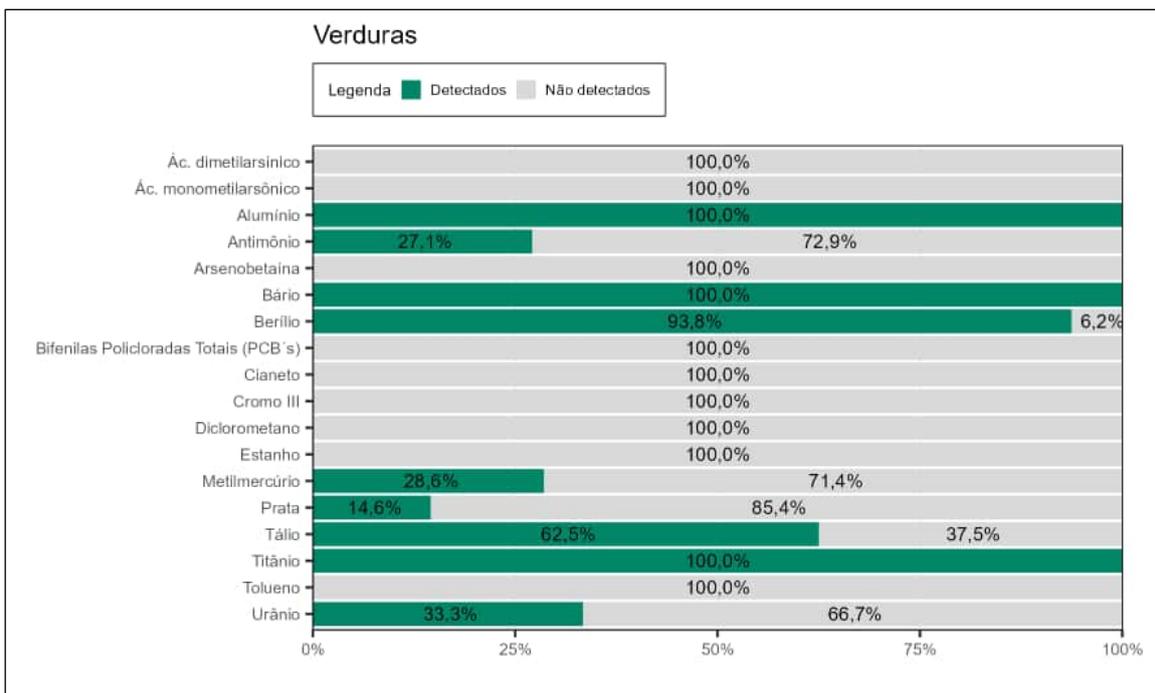


Figura 22. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em verduras.

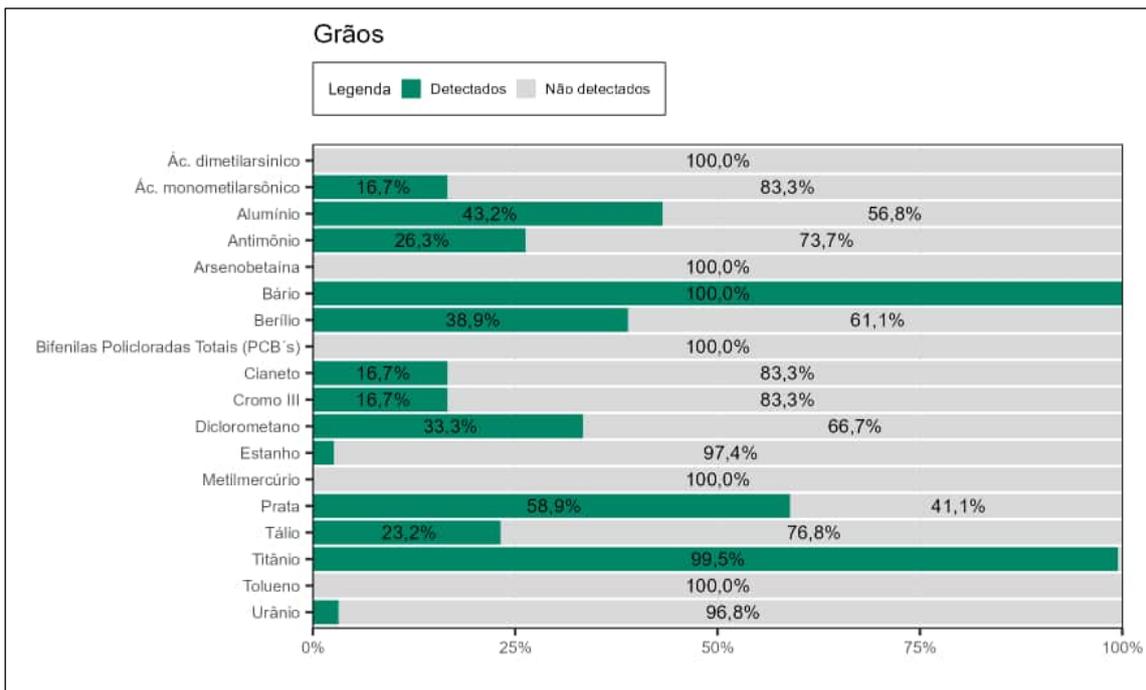


Figura 23. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em grãos.

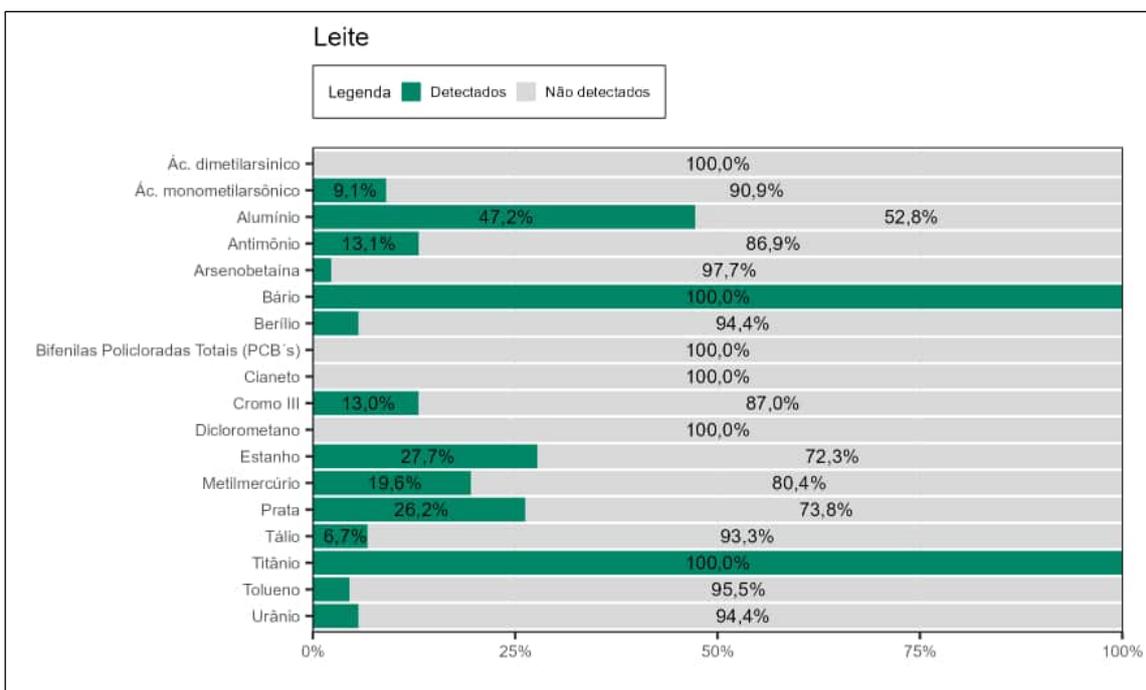


Figura 24. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em leite.

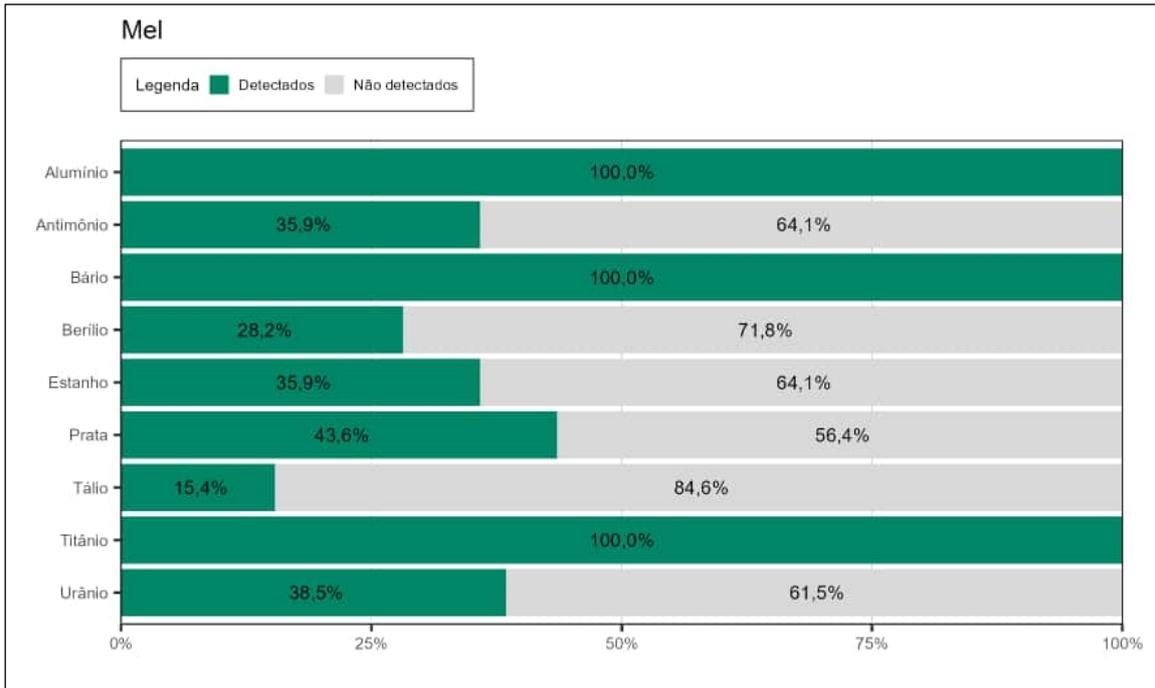


Figura 25. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em mel.

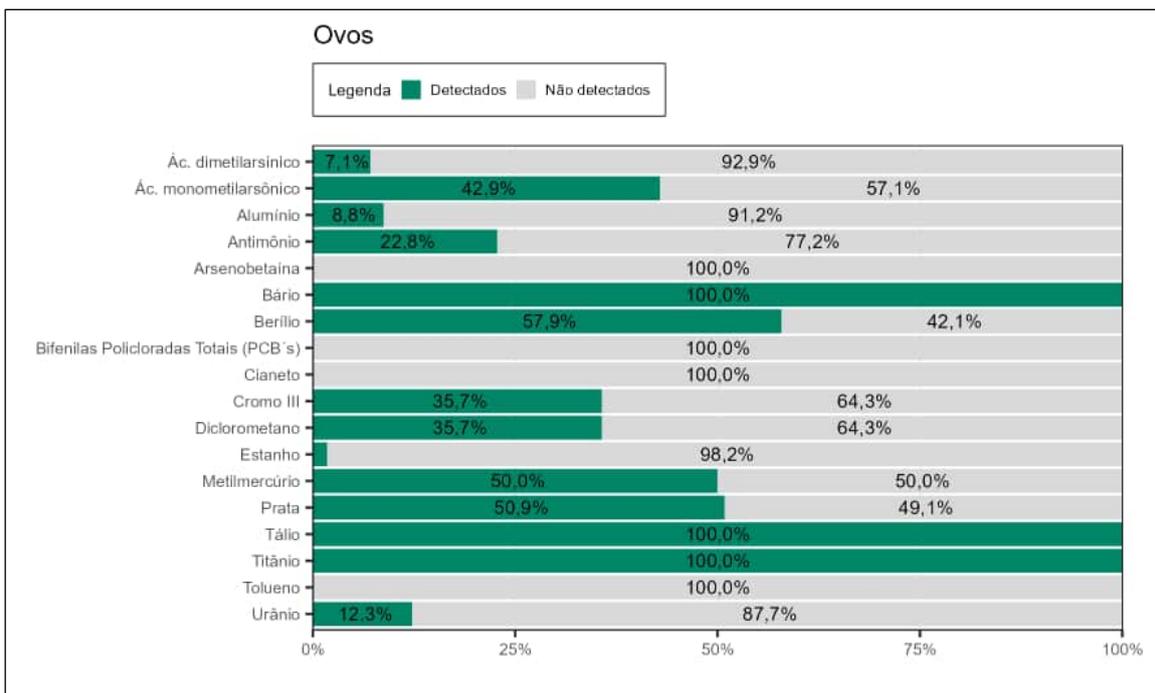


Figura 26. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em ovos.

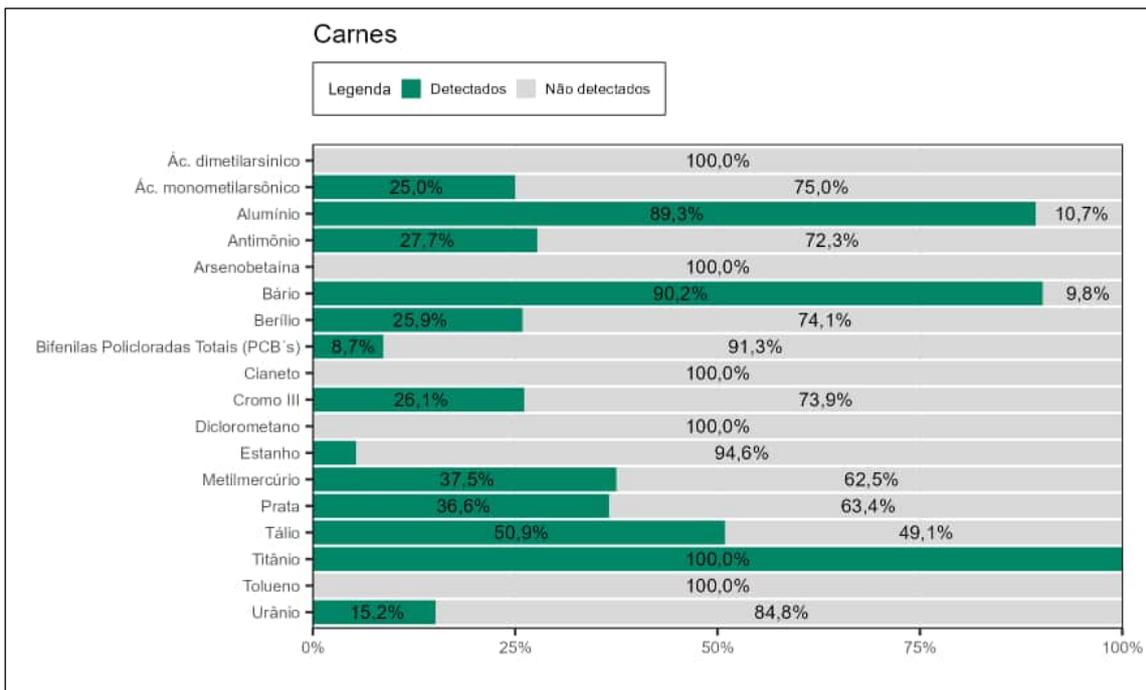


Figura 27. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em carnes.

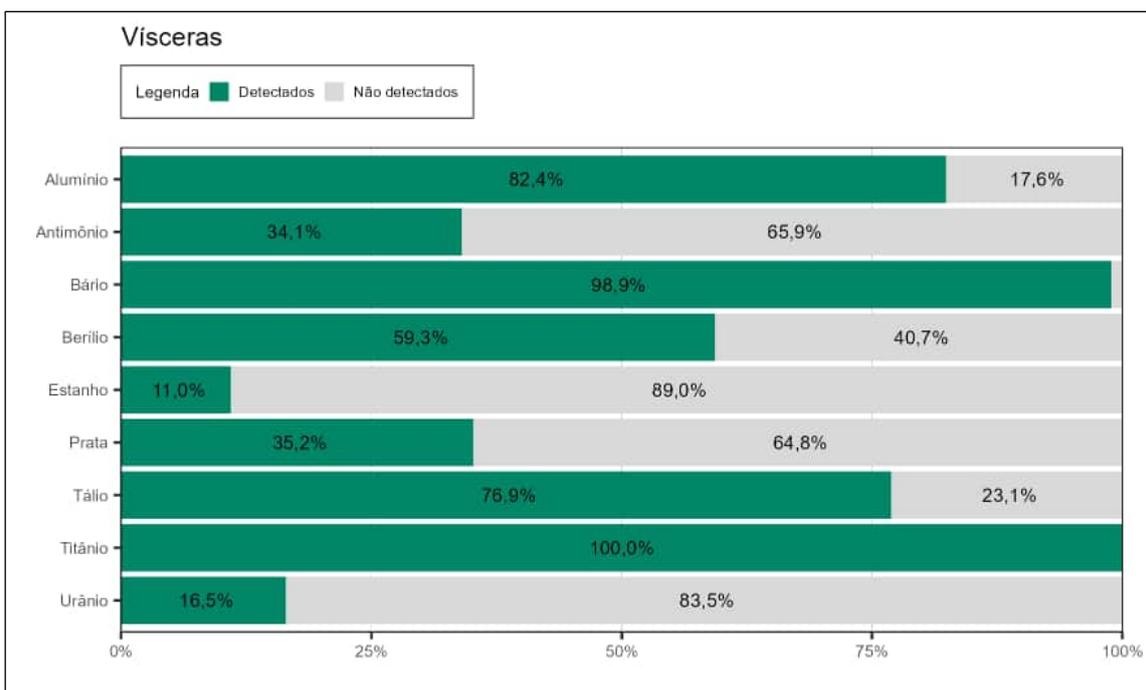


Figura 28. Proporção de amostras detectadas e não detectadas observadas para as substâncias químicas não essenciais que não possuem limites máximos tolerados em vísceras.

A equipe de perícia salienta que o termo detectado, dentro do contexto apresentado, se refere ao somatório das porcentagens de amostras que foram quantificadas (resultado acima do limite de quantificação do método) e detectadas (cujo resultado está entre os limites de detecção e quantificação do método analítico). O termo não detectado se refere apenas às substâncias químicas para as quais o resultado foi observado abaixo do limite de detecção do método.

A equipe de perícia não considerou os nutrientes para esta inferência, pois a maioria dos nutrientes podem ser obtidos através da dieta (alimento, água e bebidas).

5.1.4 Estimativa do consumo dos produtos agropecuários e do peso corpóreo da população residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse

A estimativa do consumo dos produtos agropecuários da população de interesse foi determinada a partir de um Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA), o qual foi aplicado nos 42 municípios vinculados à área de interesse durante o desenvolvimento da Etapa 3A.

Na Figura 1 e na Tabela 22 apresentadas no item 4.1 deste documento, consta o mapa da área de interesse e os 42 municípios nos quais houve a aplicação do QQFA, compreendendo a bacia do rio Doce, desde o município de Mariana/MG na região mais à montante, até o município de Linhares/ES na região litorânea.

O desenvolvimento da atividade de aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar consta nos relatórios mensais de avanço das atividades de campo juntados pela perícia ao processo judicial (Relatório nº 15 (ID 866342066), Relatório nº 17 (ID 934516688), Relatório nº 19 (ID 936309681), Relatório nº 21 (ID 985552169), Relatório nº 23 (ID 1031802753) e Relatório nº 26 (ID 1093615780).

Os detalhes metodológicos da aplicação do QQFA foram pormenorizadamente apresentados no Relatório nº 5 – Planejamento Detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no Relatório nº 33 – Diagnóstico parcial da área de interesse – características físicas e estimativa do consumo de pescado (ID 1278665258).

Os resultados de consumo dos produtos agropecuários e do peso corpóreo da população residente na área de interesse foram previamente apresentados no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385).

Considerando os resultados do relatório supracitado, os dados sobre a população da área de interesse foram agrupados por faixa etária e sexo, da maneira apresentada a seguir:

- População de 1 a 6 anos de idade residente na bacia do rio Doce e região costeira;
- População de 7 a 17 anos de idade residente na bacia do rio Doce e região costeira;
- População de ≥ 18 anos de idade residente na bacia do rio Doce e região costeira.

Os dados de consumo foram tratados a fim de que o consumo diário dos alimentos pudesse ser estimado em g/dia para quatro diferentes grupos, a saber:

- a média simples dos consumidores;
- a média per capita;
- o percentil 5 (P5);
- o percentil 95 (P95).

Os dados foram calculados nos grupos supracitados para cada sexo e para cada faixa etária, separadamente, além de calculados sexo por faixa etária ao longo dos 42 municípios. A média simples divide o consumo total por aqueles que informaram consumir o alimento. A média per capita utiliza o consumo informado dividido para toda a população amostrada. O percentil 5 (P5) representa o valor consumido em g/dia por 5% da população na cauda inferior da distribuição, enquanto o percentil 95 (P95) é o valor consumido por 5% das pessoas na cauda superior da distribuição. Tradicionalmente, o percentil 95 (P95) é o mais utilizado para caracterizar os altos consumidores (ANVISA, 2019a; WHO, 2009).

Para quantificar a exposição às substâncias químicas decorrentes do consumo dos alimentos foco da perícia, a equipe de perícia considerou o somatório das exposições ou quantidades diárias consumidas dos alimentos e o peso médio da população estudada para cada faixa etária e sexo avaliados, seguindo o preconizado pela ANVISA e a FAO por agências reguladoras em âmbito nacional e internacional (ANVISA, 2019a; OPAS; WHO, 2008).

O detalhamento dos resultados da avaliação do QQFA pertinentes ao consumo dos produtos agropecuários e do peso corpóreo da população residente na área de interesse, utilizados pela equipe de perícia para o cálculo da exposição foram juntados no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385).

5.2 Quantificação da exposição às substâncias químicas investigadas nos produtos agropecuários analisados

A exposição foi quantificada por meio da equação:

$$\text{Exposição} = \frac{\sum(\text{Concentração do contaminante químico presente no alimento} \times \text{Consumo do alimento})}{\text{Peso corpóreo}}$$

Os componentes da equação incluem: a concentração da substância química no alimento, o consumo do alimento e o peso corpóreo.

Para a quantificação da exposição, a equipe de perícia considerou as seguintes premissas:

- Os dados de consumo de alimentos e peso corpóreo da população foram obtidos a partir das respostas geradas pela aplicação de um Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar nos 42 municípios vinculados à área de interesse, a fim de fornecer informações mais refinadas sobre a exposição da população residente na área atingida pelo rompimento da barragem de Fundão;
- O valor de concentração das substâncias químicas foi obtido por meio da avaliação da concentração dos produtos agropecuários oriundos da área de interesse;
- A área de interesse abrange a delimitação de 0,5 km de largura na região do Alto rio Doce e 1,0 km de largura nas regiões do Médio e Baixo rio Doce, a partir das margens esquerda e direita dos cursos d'água afetados pelo rompimento da barragem de Fundão;
- O cálculo da exposição por meio do consumo dos produtos agropecuários foi realizado a partir dos dados de concentração média das substâncias químicas e consumo dos respectivos produtos, especificamente;
- As substâncias químicas sem detecção em nenhuma das amostras analisadas pertencentes à área de interesse, considerando cada grupo de alimento avaliado, não foram submetidas à avaliação da exposição;
- As substâncias químicas detectadas em pelo menos uma das amostras analisadas pertencentes à área de interesse, considerando cada grupo de alimento avaliado, foram submetidas à avaliação da exposição;
- O tratamento das concentrações censuradas foi realizado considerando a abordagem previamente apresentada no item 4.8 deste documento:
 - Para substâncias químicas detectadas (resultado <LOQ e ≥LOD), os valores foram atribuídos como LOQ/2;
 - Para substâncias químicas não detectadas (resultado <LOD), os valores foram atribuídos como LOD/2.
- Para a avaliação da exposição aos PCBs foi utilizada a média do somatório dos congêneres de PCB vezes 2 (Média (PCB 101+PCB 138+PCB 153+PCB 180+PCB 28+PCB 52) x 2), a fim de que a exposição ao PCB total não semelhante a dioxina pudesse ser estimada;
- O arsênio total não foi utilizado para inferir sobre a segurança dos produtos agropecuários avaliados neste relatório, porque ele computa o somatório das espécies orgânicas e inorgânicas de arsênio;
- Para a avaliação da exposição ao arsênio foi utilizada a média oriunda do somatório do arsênio inorgânico III + V (As III + As V);
- O somatório do arsênio inorgânico III + V foi selecionado por se tratar das espécies químicas de arsênio de maior importância toxicológica entre todas as espécies químicas de arsênio monitoradas;
- Para avaliação da exposição ao cromo foram utilizados os dados de concentração do cromo trivalente (III) e hexavalente (VI), em função do cromo III ser considerado um elemento essencial (nutriente), enquanto o cromo VI tem importância toxicológica;
- Para a avaliação da exposição ao mercúrio foram utilizados os resultados das concentrações obtidas para o mercúrio total e metilmercúrio;
- O percentil 95 (P95) e a média do consumo entre os consumidores dos produtos agropecuários foco desta perícia (das três faixas etárias e sexos investigados) residentes ao longo dos

42 municípios da área de interesse foram utilizados no cálculo da exposição às substâncias químicas decorrentes do consumo destes alimentos;

- Quando observada preocupação para o consumo de uma substância química para um grupo de alimentos e/ou produto agropecuário para os consumidores dos valores médios, o percentil 5 (P5) (das três faixas etárias e sexos investigados) dos consumidores residentes ao longo dos 42 municípios da área de interesse, foi utilizado no cálculo da exposição às substâncias químicas decorrentes do consumo destes alimentos;
- Exclusivamente para a avaliação da exposição às substâncias químicas Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4 foi considerado/a o/a:
 - Somatório do consumo (para cada uma das três faixas etárias e sexos investigados) obtido por meio do QQFA de todos os produtos agropecuários de cada grupo de alimentos avaliado. Por exemplo, para o grupo grãos foi utilizado o somatório do consumo dos alimentos que integram esse grupo (café, feijão e milho);
 - Concentração média do representante de cada grupo de alimentos (Frutas = banana ou abacate; legume = abobrinha; raízes e tubérculos = batata-doce; verdura = couve; grãos = feijão; leite = leite de vaca; ovos = ovo de galinha; carnes bovinas = músculo coxão traseiro ou músculo costela; carnes suínas = músculo coxão traseiro ou músculo costela; carnes aves = músculo coxa e sobrecoxa de galinha).
- O peso médio (kg) da população (das três faixas etárias e sexos investigados) residente nos 42 municípios vinculados à área de interesse foi empregado para o cálculo da exposição;
- O comportamento mão-boca (crianças) não foi levado em consideração para o cálculo da exposição;
- Fatores de processamento, como cocção, dos alimentos não foram considerados;
- Para a avaliação da exposição, uma abordagem determinística e conservadora foi adotada, uma vez que foram utilizados valores fixos para os parâmetros de entrada no cálculo da exposição e foi adotado o cenário de consumo dos altos consumidores e consumidores dos valores médios, entre os residentes nos 42 municípios vinculados à área de interesse;
- Nenhuma outra fonte de exposição (água, suplementos e demais grupos alimentares) foi avaliada além dos produtos agropecuários;
- O resultado da exposição às substâncias químicas decorrente do consumo dos alimentos de origem agropecuária foi obtido a partir do somatório da exposição oriunda do consumo de todos os alimentos dentro de cada grupo específico (conforme apresentado na equação apresentada acima);
- Para o resultado da exposição dos altos consumidores às substâncias químicas, decorrente do consumo dos alimentos de origem agropecuária, foi considerado que um indivíduo pode ser alto consumidor de até dois alimentos dentro de um grupo de alimento ao mesmo tempo;
- Para a avaliação da exposição, foi considerado que 100% do composto presente no alimento estava em sua forma tóxica;
- Para avaliação da exposição foi considerado que após ingerido, 100% do composto seria absorvido, logo a taxa de absorção equivale a 1 e, portanto, este parâmetro foi omitido da fórmula do cálculo de exposição;
- Para as substâncias para as quais o valor de orientação é expresso em termos da ingestão recomendada, ingestão adequada e limite máximo diário, a exposição foi expressa como quantidade da substância química ingerida por dia ($\mu\text{g}/\text{dia}$) e, em caso de extrapolação dos limites, uma avaliação adicional em relação à UL (*Upper Tolerable Intake Limit*) foi realizada.

Os resultados da exposição às substâncias químicas investigadas nas frutas, legumes, raízes e tubérculos, verduras, grãos, leite, mel, ovos, carnes e vísceras estão apresentados no Anexo 8. Esses valores foram utilizados para a avaliação da segurança do alimento (produtos agropecuários avaliados), para os quais a abordagem e os resultados estão apresentados no item 3 e no item 6 deste documento, respectivamente.

6. Avaliação da segurança dos produtos agropecuários destinados ao consumo humano

Os resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários foram agrupados considerando o comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da ingestão diária (mg/dia ou µg/dia), dose de ingestão diária (mg/kg p.c. por dia ou µg/kg p.c. por dia), dose de ingestão semanal (mg/kg p.c. por semana ou µg/kg p.c. por semana), dose de ingestão mensal (mg/kg p.c. por mês ou µg/kg p.c. por mês), da margem de exposição e quociente de perigo para as substâncias químicas dos Tipos 1, 2, 3 e 4 que se enquadram nesse agrupamento.

A equipe de perícia avaliou a segurança dos produtos agropecuários para os altos consumidores e os consumidores dos valores médios, para todas as substâncias químicas analisadas. Para as substâncias químicas nas quais foi identificada preocupação em relação ao consumo dos produtos agropecuários para os consumidores dos valores médios, foi avaliada a segurança dos produtos agropecuários para os baixos consumidores.

Para o cálculo da exposição dos baixos consumidores (P5), a equipe de perícia utilizou os valores de consumo e peso apresentados no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385) e as médias de concentração apresentadas no Anexo 4.

Para as substâncias químicas que não possuem valor de orientação baseado em saúde e para as quais não foi possível caracterizar o risco, a inferência sobre a segurança foi realizada considerando a comparação entre as concentrações e exposições verificadas no trabalho de perícia com dados de estudos nacionais e internacionais (sempre que possível).

Os resultados referentes aos valores de segurança dos produtos agropecuários para as substâncias químicas avaliadas serão apresentados por grupo alimentar (FAO; WHO, 2003), classificados conforme descrito na Tabela 40.

Frutas	Legumes	Verduras	Ovo
Abacate	Abóbora	Alface	Ovo de galinha
Abacaxi	Abobrinha	Almeirão	Carnes
Acerola	Jiló	Couve	Carne de boi
Banana	Pepino	Mostarda	Carne de porco
Cana-de-açúcar	Pimentão	Grãos	Carne de galinha
Cacau	Quiabo	Café	Vísceras
Coco-verde (água e polpa)	Tomate	Feijão	Coração de boi
Goiaba	Raízes e tubérculos	Milho	Fígado de boi
Laranja	Batata-doce	Leite	Estômago de boi
Limão	Beterraba	Leite de cabra	Coração de galinha
Mamão	Cenoura	Leite de vaca	Fígado de galinha
Manga	Inhame	Mel	Moela de galinha
Maracujá	Mandioca	Mel de abelha	–
Melancia	–	–	–

Tabela 40. Divisão dos alimentos foco da perícia em grupos alimentares, conforme foram utilizados para avaliação da segurança do alimento.

Em caso de extrapolação do valor de segurança para um determinado grupo de alimentos, a equipe de perícia também destacou os dados mais relevantes a respeito da avaliação da segurança dos alimentos individualmente. Com o intuito de fornecer uma informação mais detalhada, a qual pode ser importante balizadora para a adoção de medidas de gerenciamento de riscos, bem como eventuais ações de vigilância em saúde e estratégias de controle dos riscos identificados, a equipe de perícia apresentou os resultados da avaliação da segurança detalhados de forma individual (para cada alimento específico) no Anexo 9 deste documento.

A equipe de perícia reitera que as substâncias químicas para as quais não houve detecção em nenhuma das amostras analisadas, considerando o grupo de alimentos avaliado, não foram submetidas à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

6.1 Substâncias químicas essenciais

A avaliação da segurança das substâncias essenciais está apresentada por meio do comprometimento do valor de orientação em termos da ingestão diária (mg/dia) e da dose de ingestão diária (mg/kg p.c. dia⁻¹).

No contexto nutricional a equipe de perícia utilizou valores de referência para ingestão dietética de nutrientes, os quais são: Ingestão Dietética Recomendada (RDA), Ingestão Adequada (AI) e Nível de Ingestão Máximo Tolerável (UL) (NIH, 2023a), além de outros parâmetros de referência como a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, e os Limites Máximos de Nutrientes (LMN) que devem ser fornecidos pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo, respectivamente (ANVISA, 2005; ANVISA, 2018).

Um alimento (ou grupo de alimentos) pode ser considerado seguro quando não há uma extrapolação superior a 100% do valor de orientação, conforme apresentado na Tabela 20 deste documento. Porém, a equipe de perícia ressalta que a interpretação requer atenção quando o resultado for superior a 100%, pois a Ingestão Dietética Recomendada (RDA), a Ingestão Adequada (AI), a Ingestão Diária Recomendada (IDR) e os Limites Máximos de Nutrientes (LMN) não são parâmetros que respondem sobre a ingestão em excesso de nutrientes. Neste caso, deve-se aplicar o Nível de Ingestão Máximo Tolerável (UL) (se existente), e na ausência do UL e/ou equivalência, a ingestão diária tolerável (se possível).

O UL representa o nível mais elevado de ingestão diária de um nutriente para o qual não se espera um risco de efeitos adversos à saúde para a maioria da população (conforme descrito na Tabela 10, item 3.2). À medida que a ingestão se apresenta superior ao UL, o risco de efeitos adversos aumenta.

O percentual do comprometimento do valor de orientação foi calculado a partir da razão entre os valores obtidos para a exposição (Anexo 8) e o respectivo valor de segurança (Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15) multiplicado por 100.

O grupo de substâncias químicas essenciais é composto pelos seguintes nutrientes: boro, cálcio, cobalto, cobre, cromo III, enxofre, ferro, fósforo, lítio, magnésio, manganês, molibdênio, níquel, nitrogênio, potássio, selênio, silício, sódio, vanádio e zinco.

As substâncias químicas avaliadas a partir do LMN foram o cálcio, cobre, cromo III, ferro, fósforo, magnésio, manganês, molibdênio, selênio e zinco. O cobalto e o manganês foram avaliados a partir do IDR e o boro e o vanádio foram avaliados a partir do UL. O potássio e o sódio foram avaliados a partir da AI e o níquel por TDI.

Para as substâncias químicas que apresentaram comprometimentos superiores a 100% do LMN ou do IDR, a equipe de perícia reavaliou a segurança do alimento em relação a essas substâncias químicas adotando o UL como valor de referência. A equipe de perícia informa que a conclusão sobre a existência (ou não) de preocupação do consumo dos produtos agropecuários em relação a essas substâncias considerou os resultados da avaliação da segurança em relação ao comprometimento do UL. No caso específico do magnésio, o LMN e o UL possuem o mesmo valor de referência, dessa forma, a equipe de perícia optou por apresentar os resultados somente pelo UL.

A equipe de perícia reitera que para o vanádio, não há UL estabelecida para as faixas etárias de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos.

Especificamente para o lítio, a equipe de perícia não encontrou valores de orientação em saúde nos bancos de dados das agências de área de alimentos, nutrição, água e saúde. Desta forma, para este composto, a avaliação da segurança será apresentada por meio de uma razão entre a exposição e dose de referência (RfD) indicada pela EPA, resultando em um Quociente de Perigo (HQ).

O quociente de perigo é a abordagem empregada pela EPA e ATSDR para avaliar se uma substância indica preocupação ou não, quando a dose de referência e o nível de risco mínimo para efeito crônico por via oral são empregados (ATSDR, 2006a; EPA, 1993).

O quociente de perigo foi obtido a partir da razão entre a exposição (Anexo 8) e o valor de orientação em saúde (RfD) (Tabela 19). Conforme apresentado na Tabela 21, quando o HQ for maior ou igual a 1, significa que o valor da exposição é maior do que o valor orientador, logo o consumo do alimento indica preocupação em relação à substância investigada. Para resultados de HQ menores do que 1, a exposição é menor do que o valor orientador de saúde e, portanto, o consumo do alimento não indica preocupação em relação à substância investigada.

Para o enxofre, nitrogênio e silício, que não possuem valores de orientação baseados em saúde e nem *endpoints* toxicológicos confiáveis e, para as quais não foi possível caracterizar o risco, a inferência sobre a segurança do consumo de alimentos que possuem essas substâncias químicas será discutida no item 6.3 deste documento.

Os resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários para as substâncias essenciais, para cada grupo de alimentos, estão apresentados nos subitens a seguir.

6.1.1 Frutas

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança para as substâncias químicas essenciais presente em frutas, em termos da ingestão diária e dose de ingestão diária estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 29 a Figura 47), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

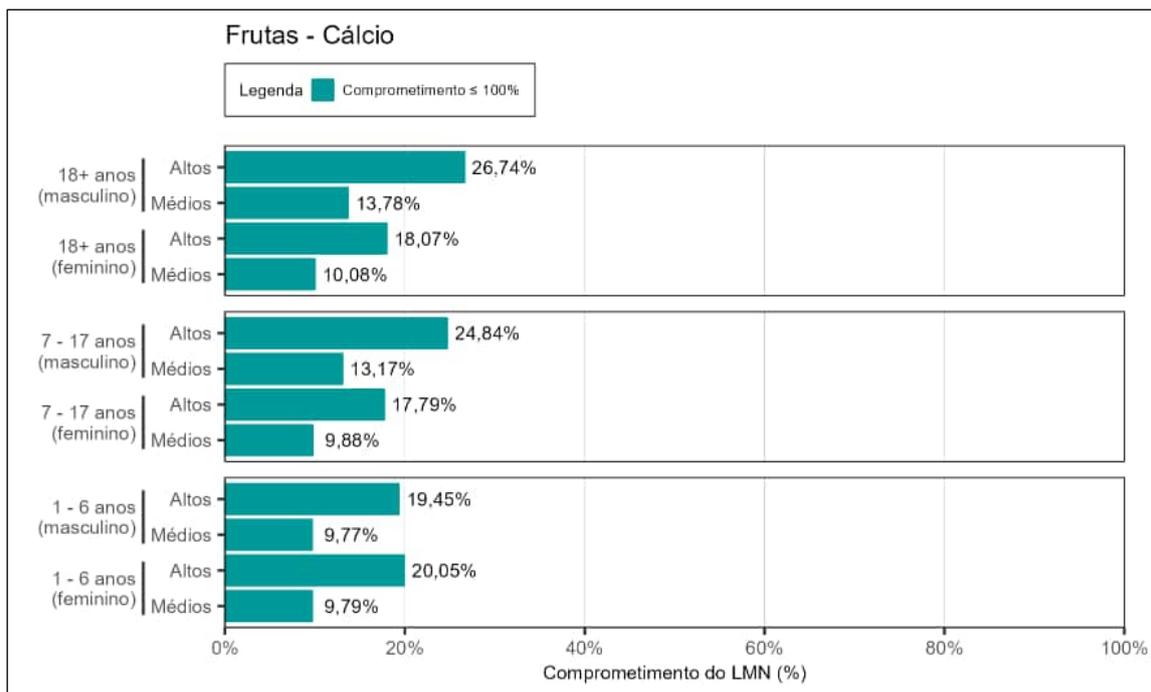


Figura 29. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

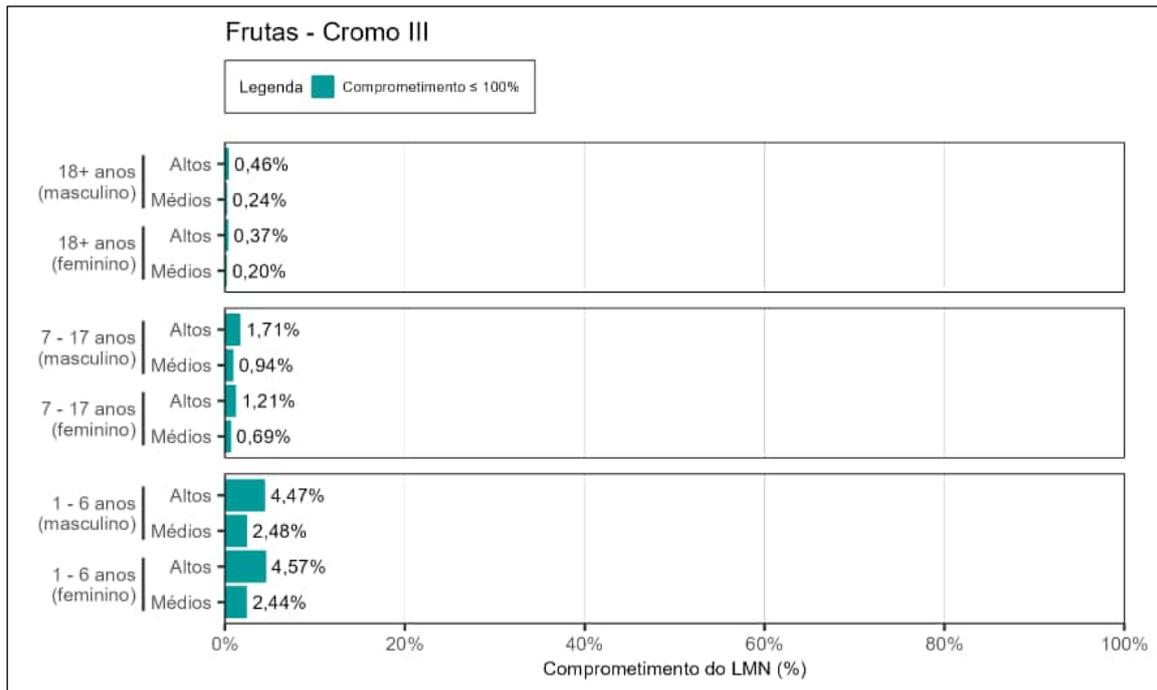


Figura 30. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

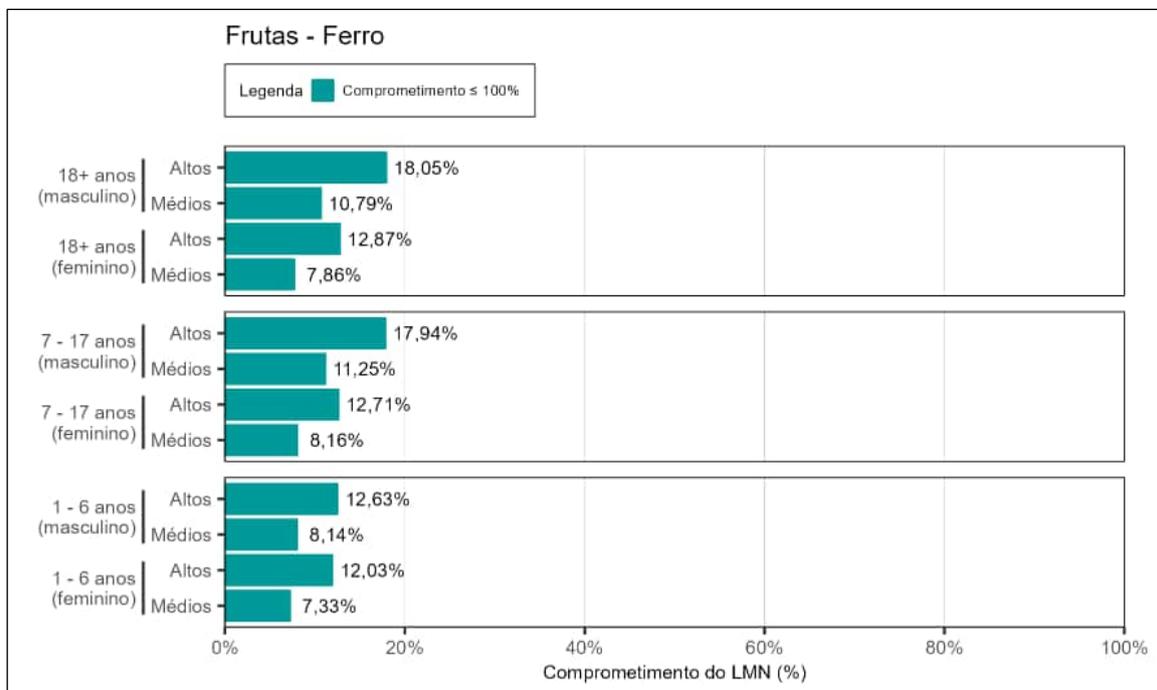


Figura 31. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

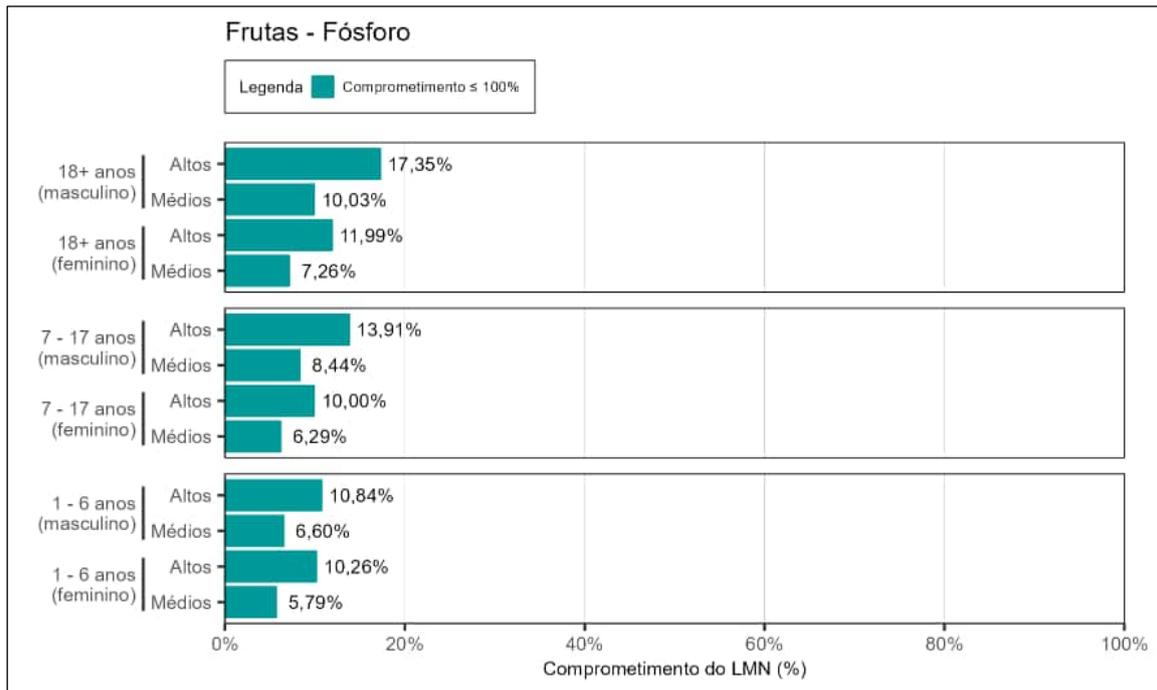


Figura 32. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

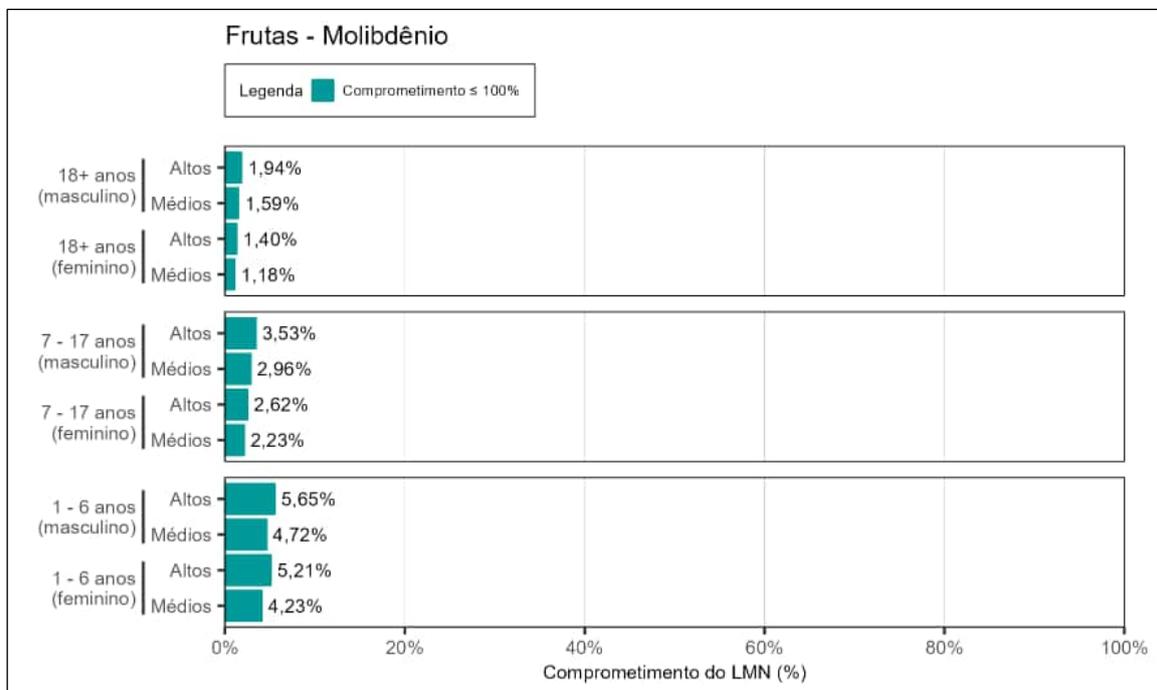


Figura 33. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

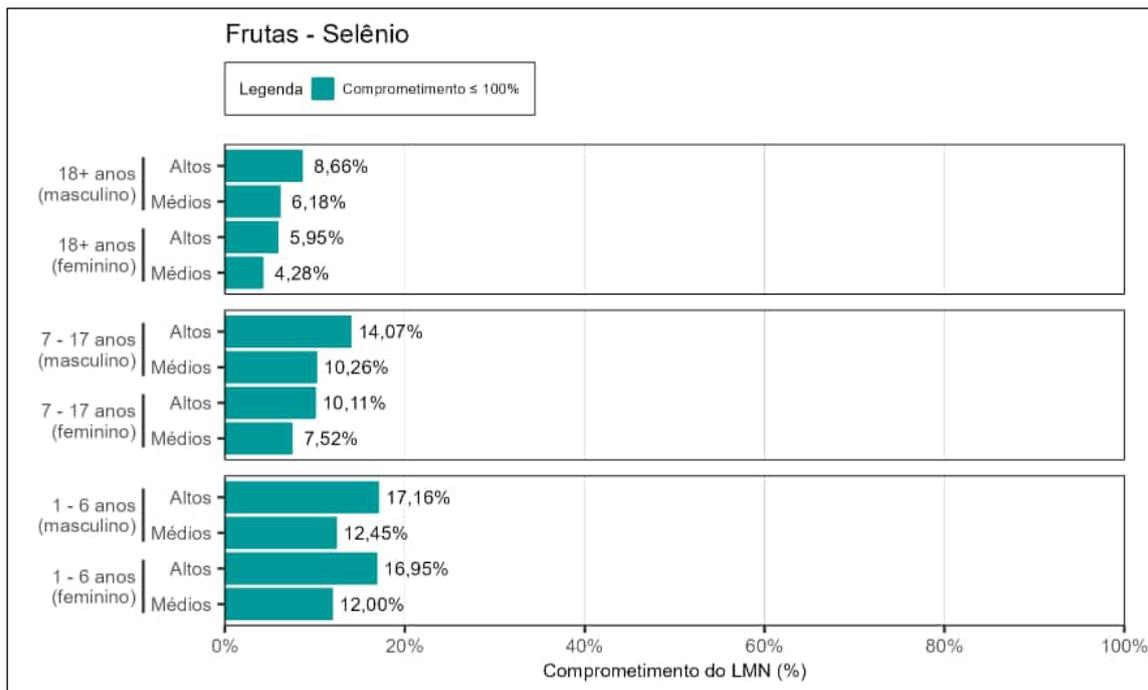


Figura 34. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

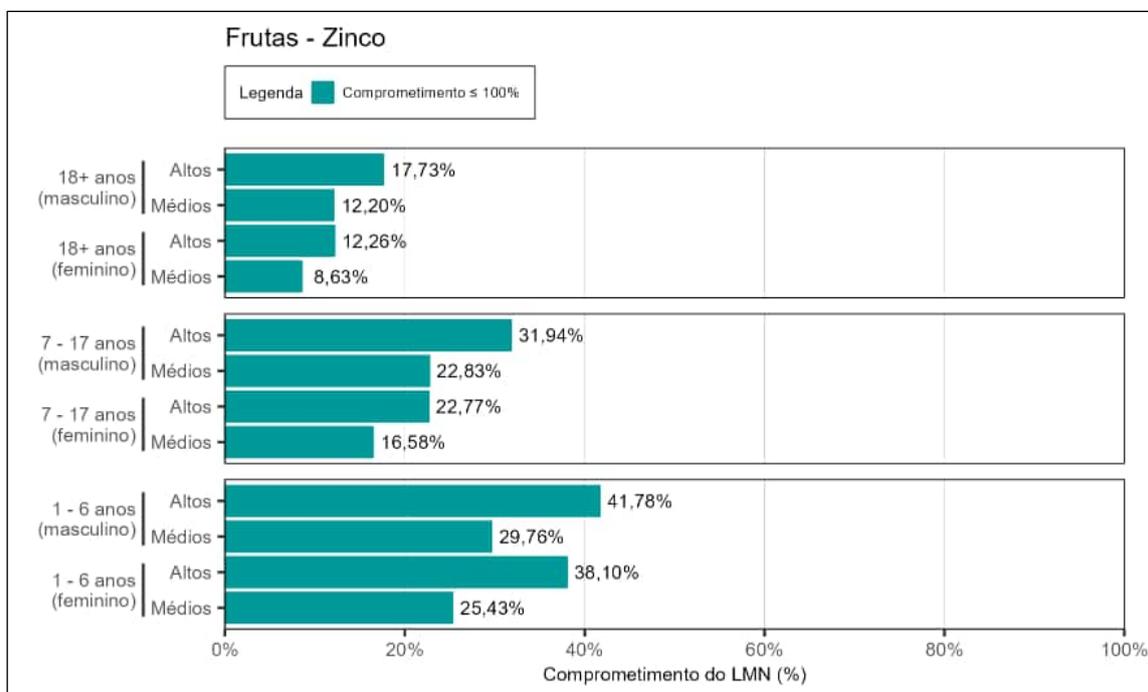


Figura 35. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo zinco em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

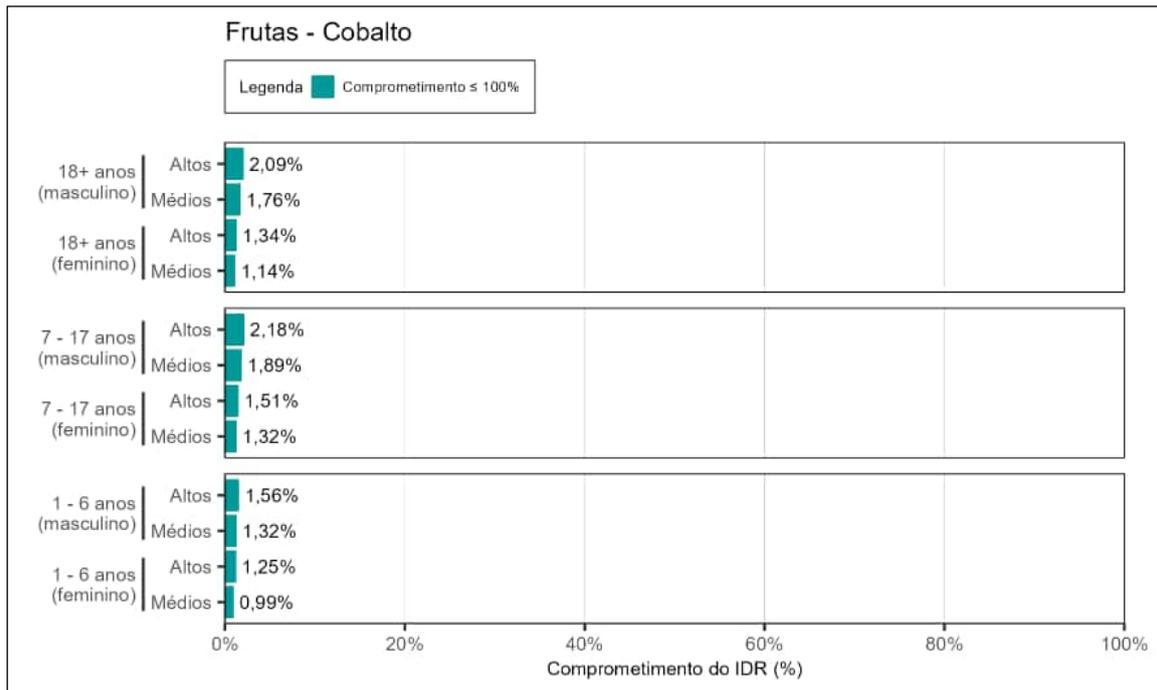


Figura 36. Estimativa do comprometimento da ingestão diária de cobalto em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

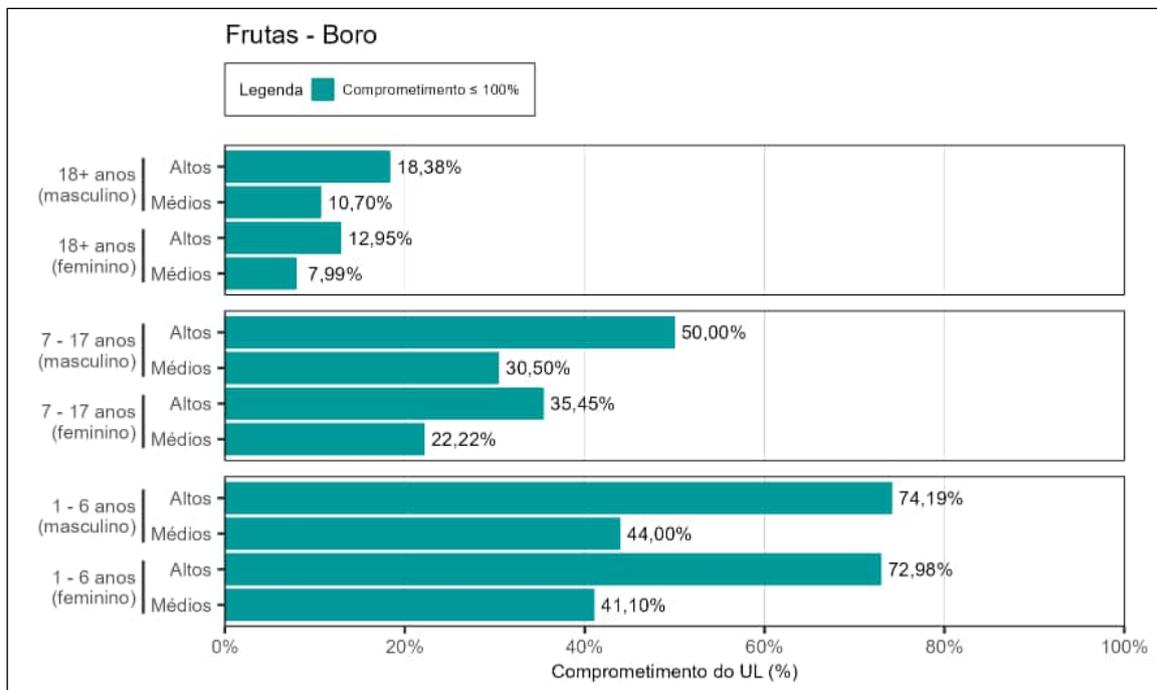


Figura 37. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) para boro em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

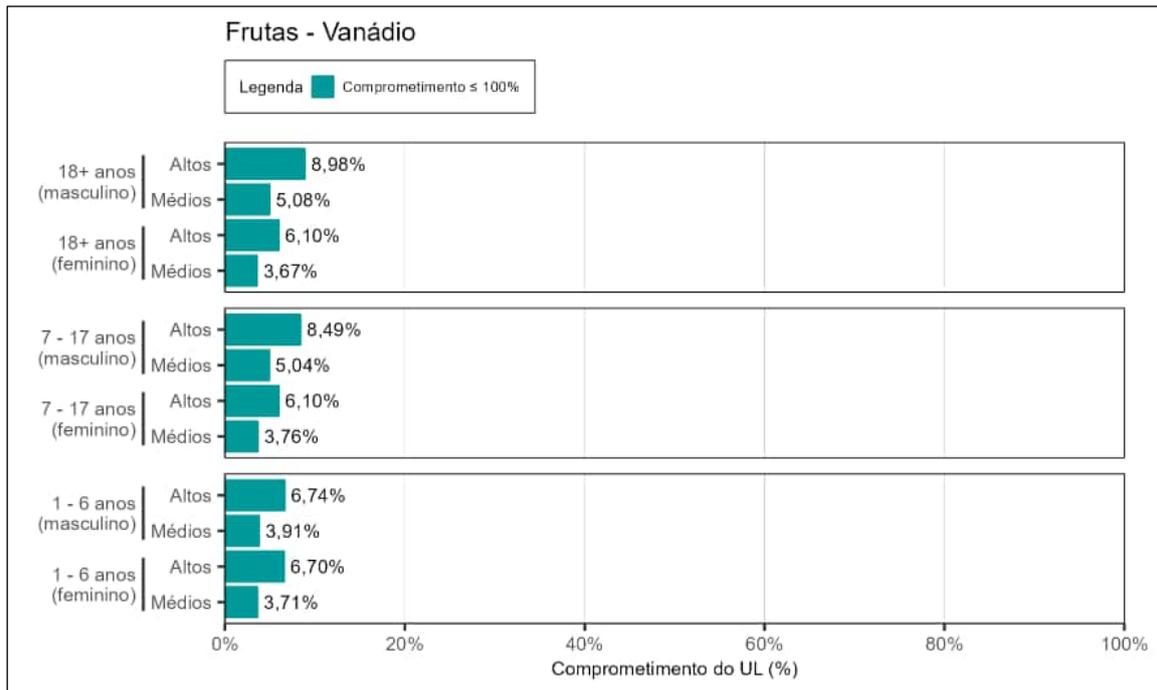


Figura 38. Estimativa do comprometimento da Upper Level (UL) para vanádio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

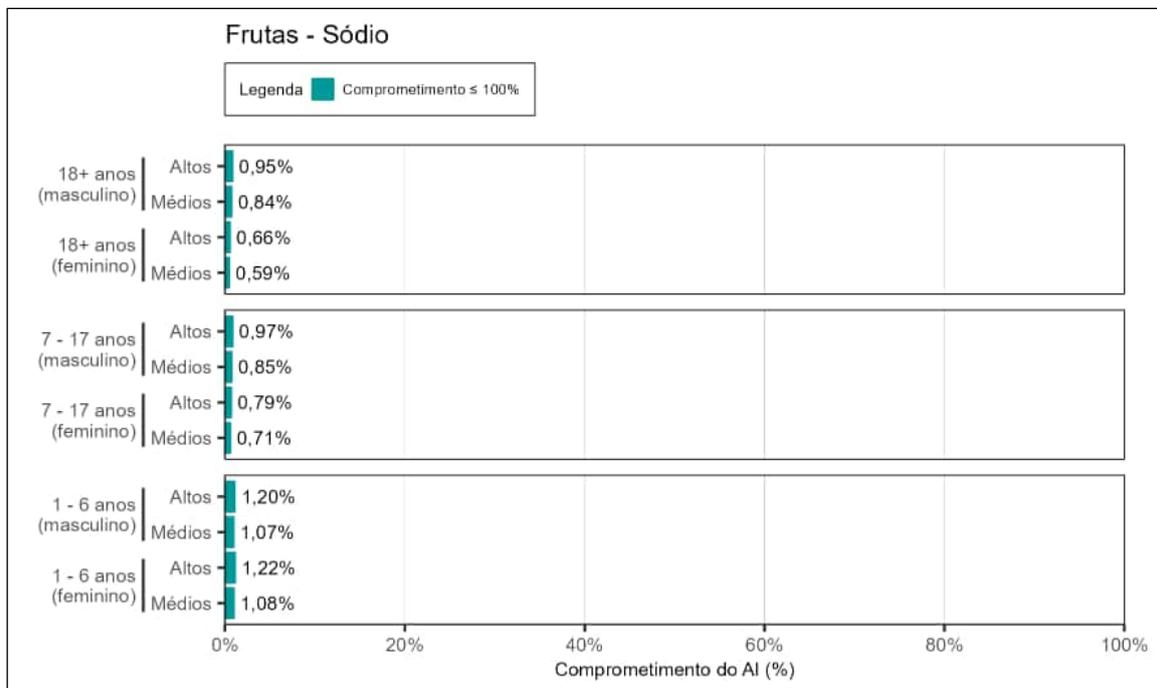


Figura 39. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) de sódio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

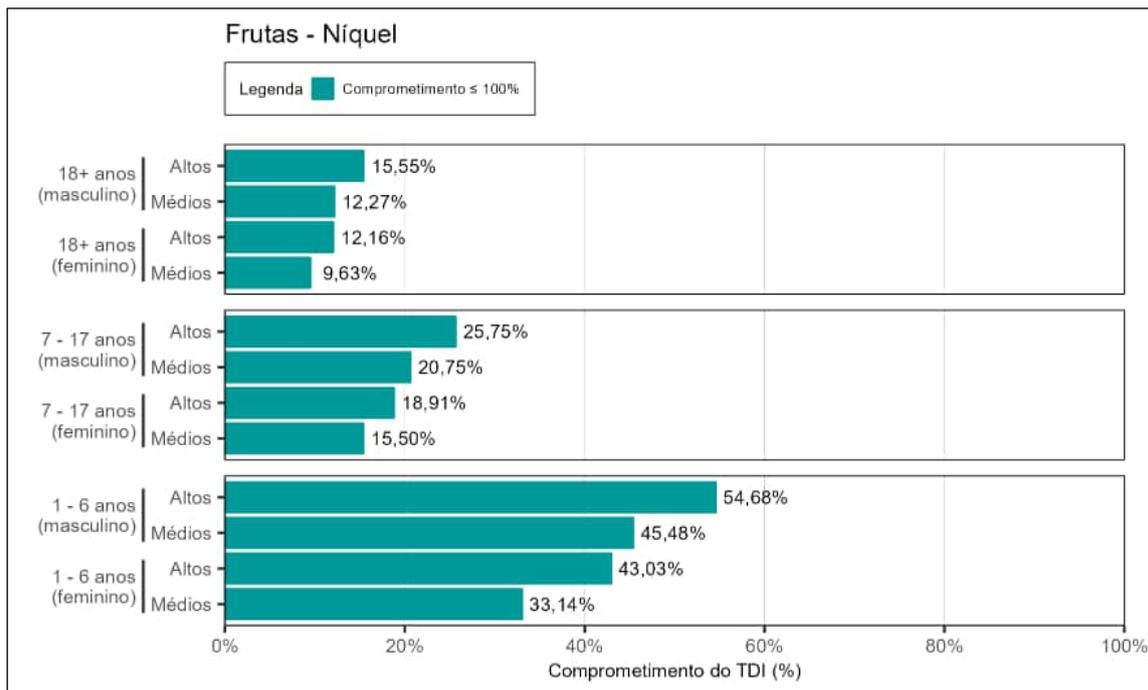


Figura 40. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

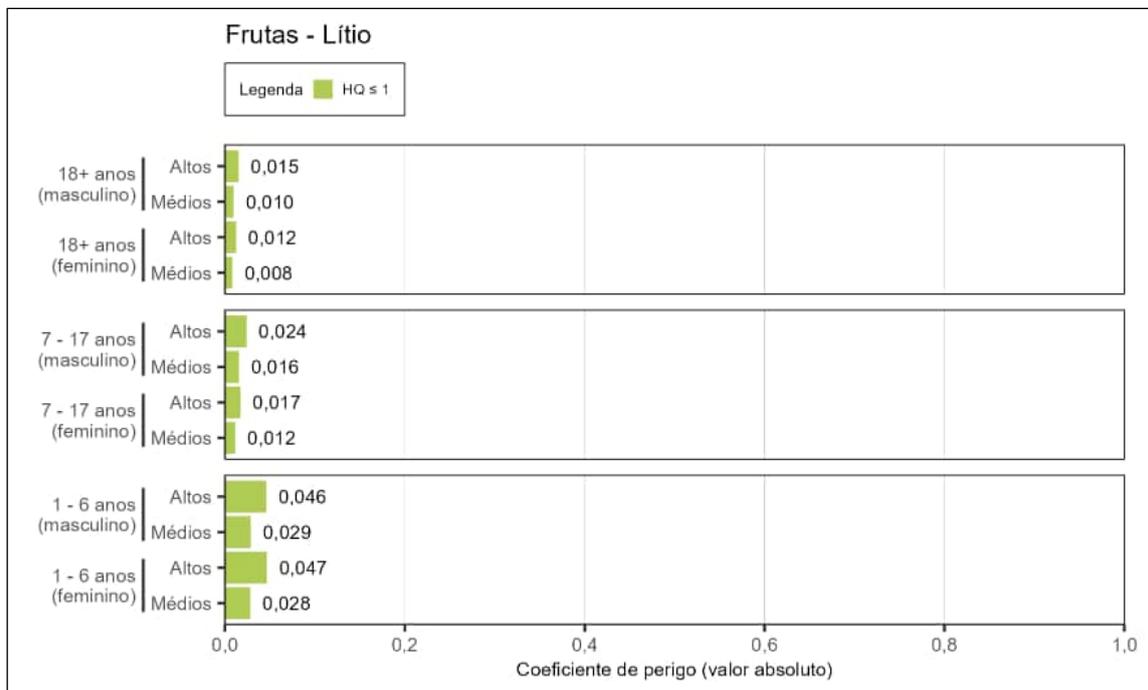


Figura 41. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado da Figura 29 até a Figura 41, não foi evidenciada extrapolação dos valores de segurança para o cálcio, cromo III, ferro, fósforo, molibdênio, selênio, zinco, cobalto, boro, vanádio, sódio, níquel e lítio, respectivamente, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

A equipe de perícia reitera que apesar de ter apresentado a avaliação da segurança em relação ao Limite Máximo de Nutrientes (LMN) e a Ingestão Diária Recomendada (IDR) (quando aplicáveis), a conclusão sobre a existência (ou não) de preocupação em relação ao consumo dos produtos agropecuários foi dada em relação ao comprometimento do UL, pois este é o valor de segurança que apresenta maior importância toxicológica.

No que tange ao comprometimento do valor de segurança calculado para o cobre e o manganês em frutas, houve comprometimento acima de 100% do LMN e do IDR para essas substâncias químicas, respectivamente. Portanto, uma vez que houve extrapolação do LMN e do IDR para esses nutrientes, a equipe de perícia realizou a avaliação da segurança a partir do UL para essas substâncias, especificamente.

Dentre as substâncias que apresentaram comprometimento do valor de segurança a partir do LMN ou IDR, para o cobre, especificamente, após a avaliação da segurança a partir do UL, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação do valor de segurança a partir do UL para nenhum dos cenários avaliados, conforme apresentado na Figura 42. Neste sentido, a equipe de perícia entende que não são esperados efeitos tóxicos decorrente da presença de cobre em frutas.

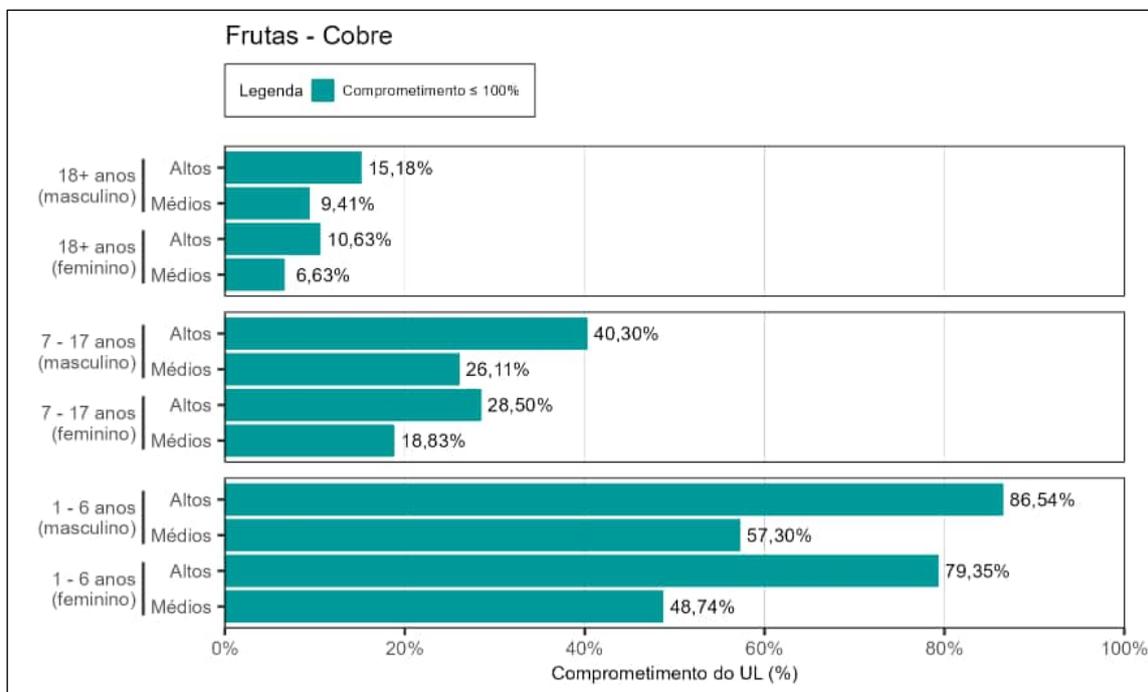


Figura 42. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para cobre em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para as substâncias químicas que tiveram o valor de segurança extrapolado (comprometimento > 100%), os resultados estão apresentados por substância química a seguir (Figura 43 a Figura 47).

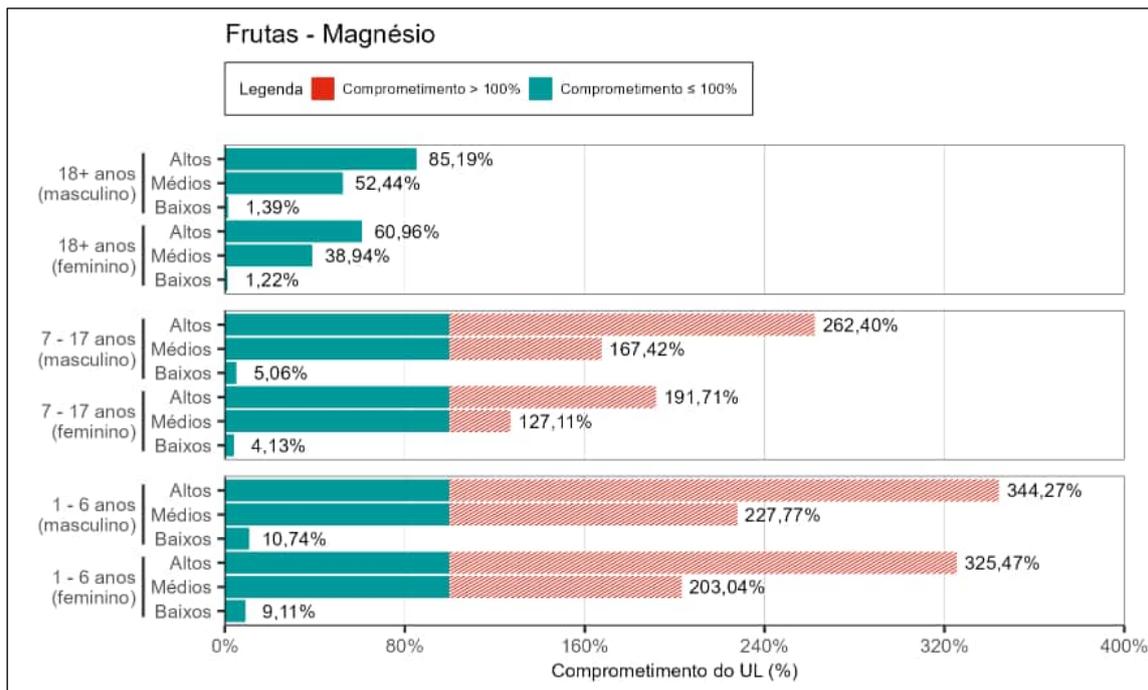


Figura 43. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em frutas para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios), e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e \geq 18 anos, de ambos os sexos.

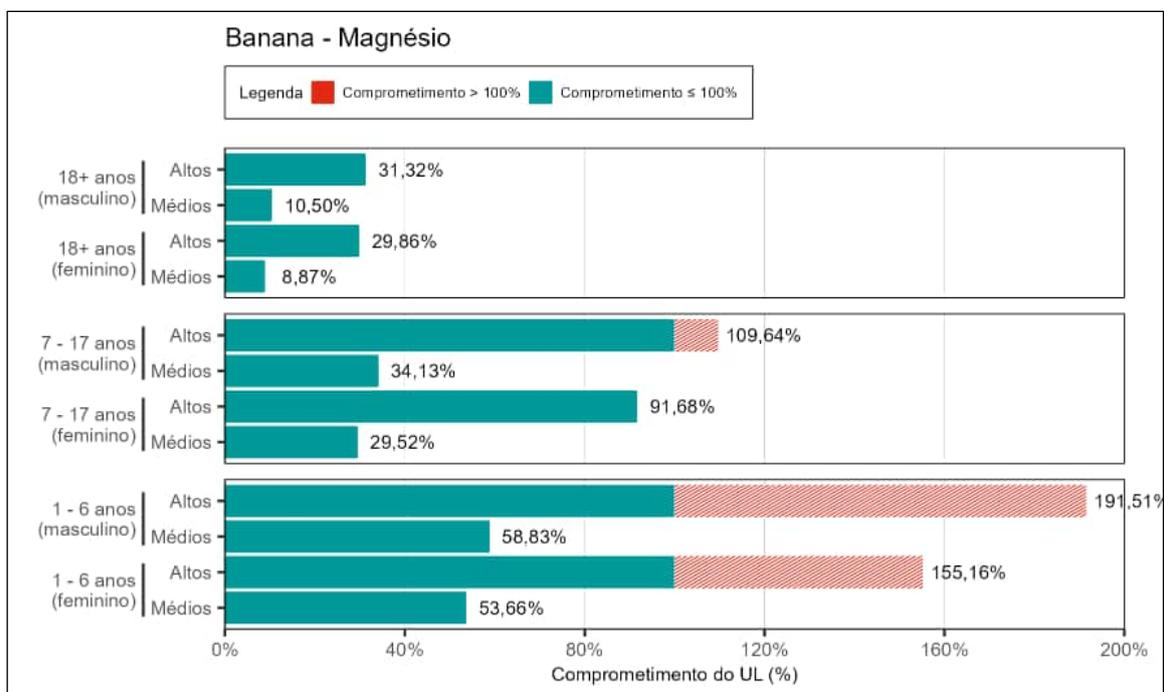


Figura 44. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em banana para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e \geq 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia concluiu que, para os altos consumidores e consumidores dos valores médios, há extrapolação do valor de UL para o magnésio, para meninos e meninas de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos. Constatada a preocupação em relação aos consumidores dos valores médios, foi avaliada também a segurança para os baixos consumidores e os resultados mostram que não há extrapolação do valor de segurança para o magnésio, considerando todas as faixas etárias e sexo avaliados (Figura 43).

Considerando os alimentos que compõem o grupo frutas, individualmente, a banana foi a única que apresentou extrapolação do valor de segurança para o magnésio, para os altos consumidores. Comprometimentos acima de 100% do UL foram evidenciados para meninos e meninas de 1 a 6 anos e para homens de 7 a 17 anos. A equipe de perícia destaca que para as mulheres de 7 a 17 anos, altas consumidoras de banana, o comprometimento do UL para o magnésio foi de 91,68%. Não foi observado comprometimento do valor de segurança para os consumidores dos valores médios, de todas as faixas etárias e sexos avaliados (Figura 44).

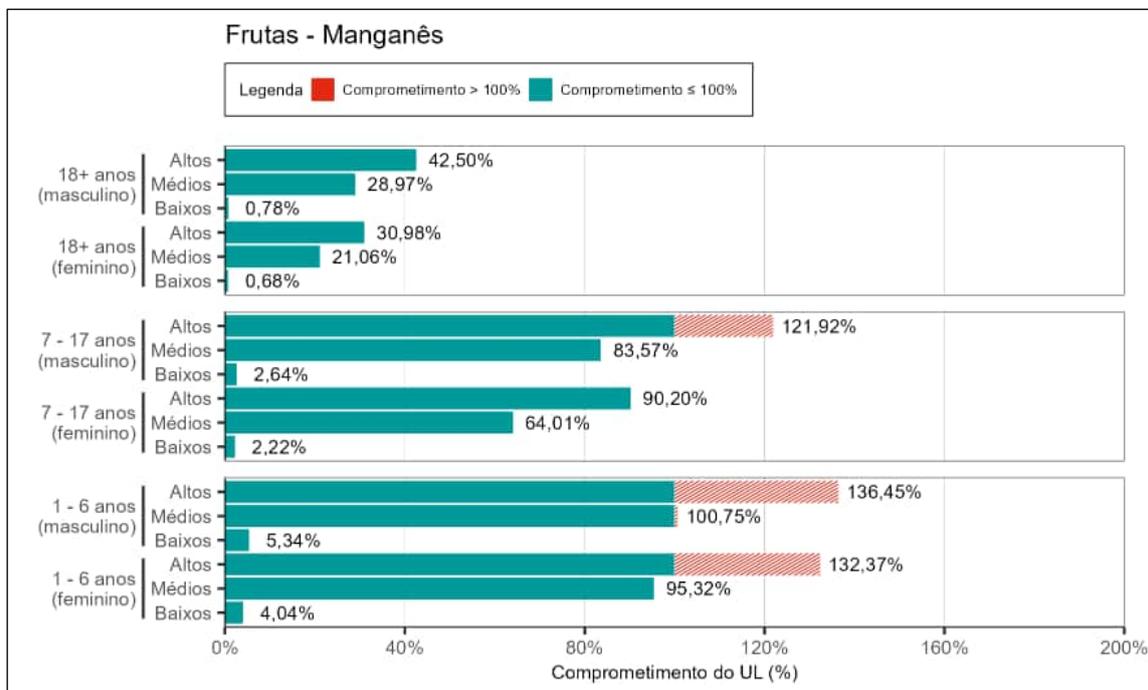


Figura 45. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) para manganês em frutas para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos), de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

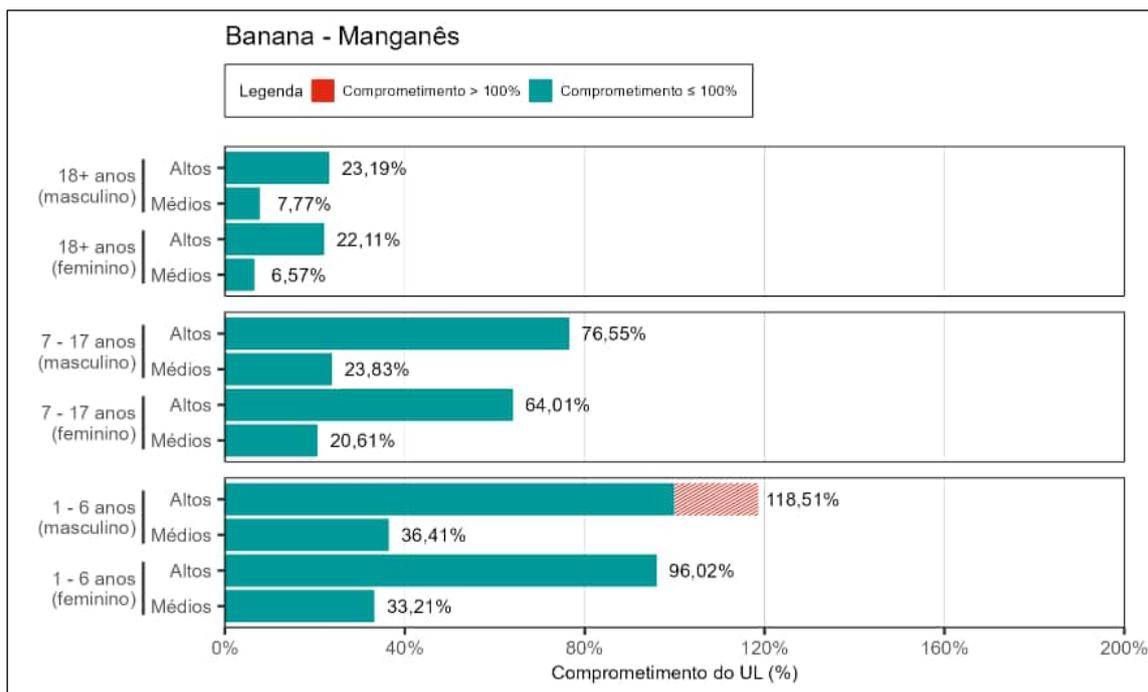


Figura 46. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para manganês em banana para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Com relação ao comprometimento do valor de segurança calculado para o manganês em frutas, considerando o grupo de altos consumidores, a equipe de perícia informa que mesmo após avaliação por UL, há extrapolação para crianças de 1 a 6 anos, de ambos os sexos e para homens de 7 a 17 anos. Para os consumidores dos valores médios, foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para meninos de 1 a 6 anos, com comprometimento de 100,75% do UL. A equipe de perícia ressalta que houve um comprometimento de 95,32% do UL para meninas da mesma faixa etária. No que tange aos baixos consumidores, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para o manganês em nenhuma das faixas etárias, de ambos os sexos (Figura 45).

Considerando os alimentos do grupo fruta, individualmente, o único alimento do grupo cuja extrapolação do valor de segurança para o manganês foi evidenciada foi a banana. Para os altos consumidores de 1 a 6 anos do sexo masculino o comprometimento do UL foi de 118,51%. Para as mulheres de mesma faixa etária (alto consumidoras de 1 a 6 anos), houve comprometimento de 96,02% do UL. Não foi observado comprometimento do valor de segurança para os consumidores dos valores médios, de todas as faixas etárias e sexos avaliados (Figura 46).

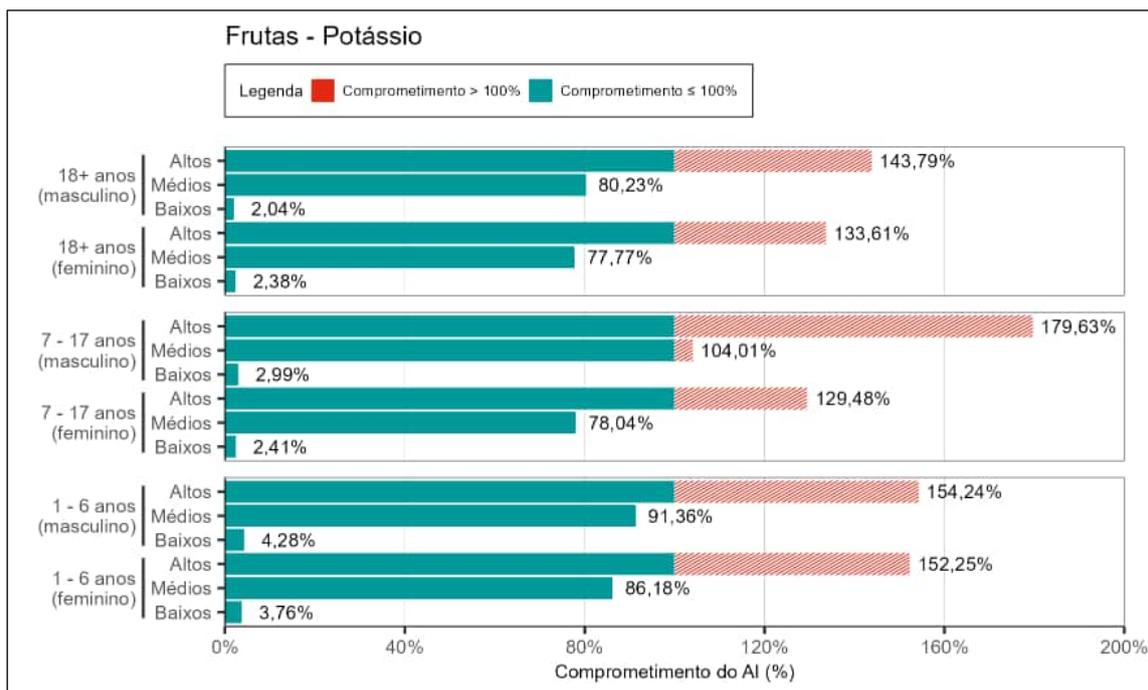


Figura 47. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para o potássio, avaliado a partir da Ingestão Adequada (AI) (Figura 47), a equipe de perícia concluiu que há extrapolação do valor de segurança para todos os altos consumidores, homens e mulheres, de todas as faixas etárias avaliadas. No que tange os consumidores dos valores médios, há extrapolação do valor de referência para homens de 7 a 17 anos. Porém, quando foram avaliados os baixos consumidores, os resultados foram inferiores a 100% da AI para todas as faixas etárias, de ambos os sexos.

Apesar de ser constatada a extrapolação do valor de segurança para o potássio em frutas, a equipe de perícia ressalta que nenhum dos alimentos do grupo apresentou, individualmente, comprometimento superior a 100% da AI considerando todos os cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

A equipe de perícia ressalta que este dado deve ser avaliado com cuidado uma vez que a ingestão adequada (valor de referência utilizado para avaliar esta substância) é um valor a ser usado como meta de ingestão dietética para indivíduos saudáveis, e não, especificamente, para a determinação de risco de consumo da substância potássio. Contudo, a adição de nutrientes a uma dieta, quer através da ingestão de grandes quantidades de alimentos altamente fortificados ou de fontes não alimentares, como suplementos, ou ambos, pode (em algum nível) representar um risco de efeitos adversos para a saúde. Relatos de casos indicam que doses muito grandes de suplementos de potássio podem causar anomalias cardíacas e morte. Contudo, o comitê NASEM (*National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*) concluiu que esses relatos não fornecem evidências suficientes para estabelecer um valor de UL. Portanto, o comitê não estabeleceu um UL para o potássio (NIH_b, 2022).

No entanto, a ausência de um valor de UL para o potássio não significa que não haja risco de ingestão excessiva, tanto para a população geral como para certos seguimentos da população.

6.1.2 Legumes

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança para as substâncias químicas essenciais em legumes estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 48 a Figura 64), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

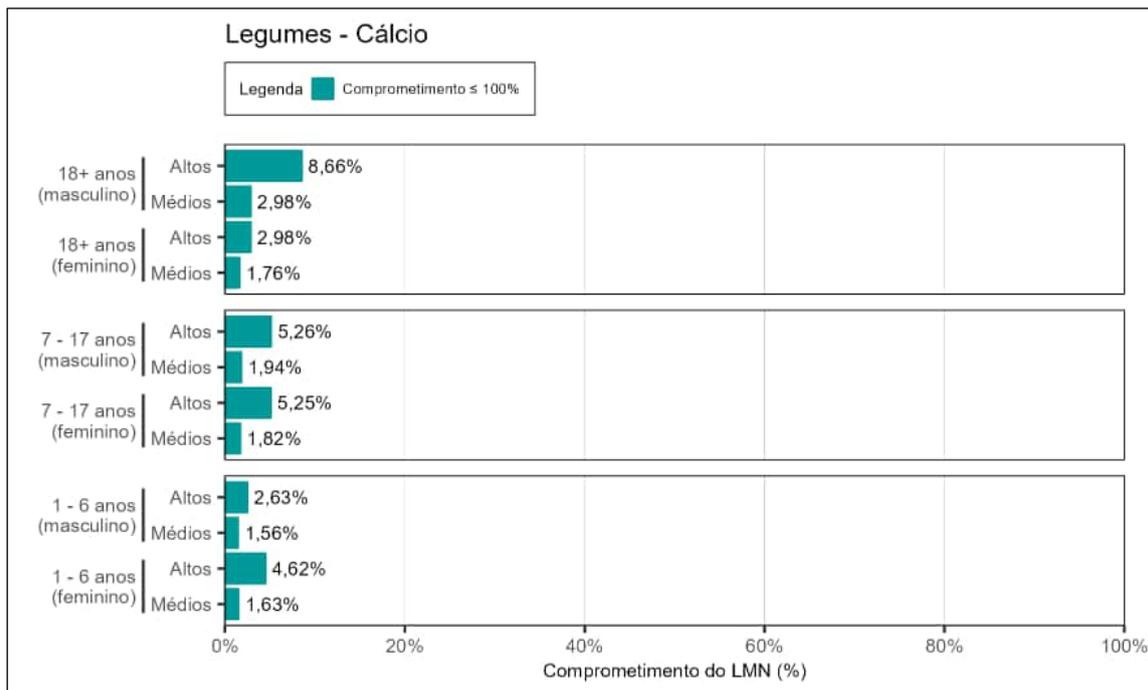


Figura 48. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

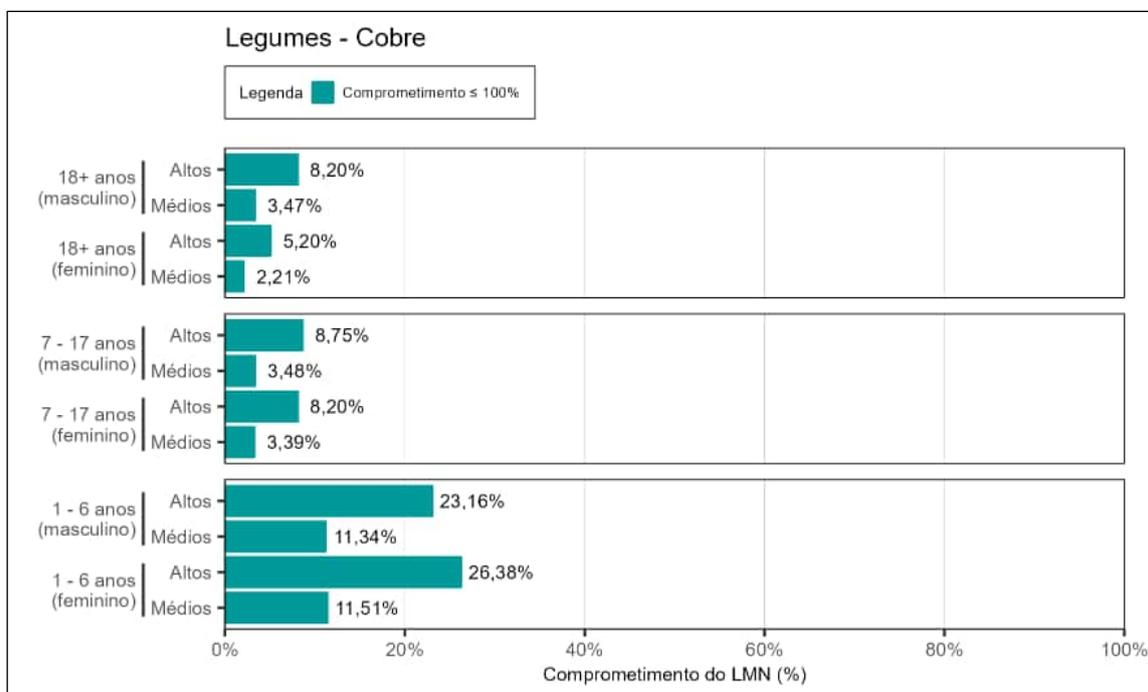


Figura 49. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cobre em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

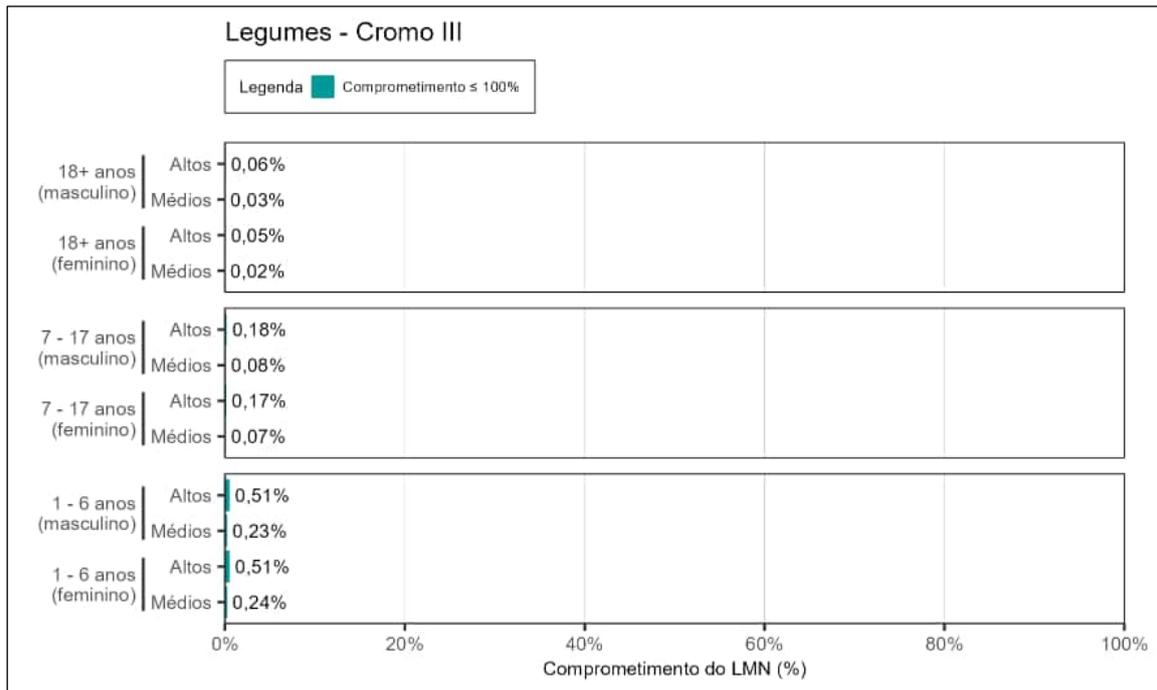


Figura 50. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

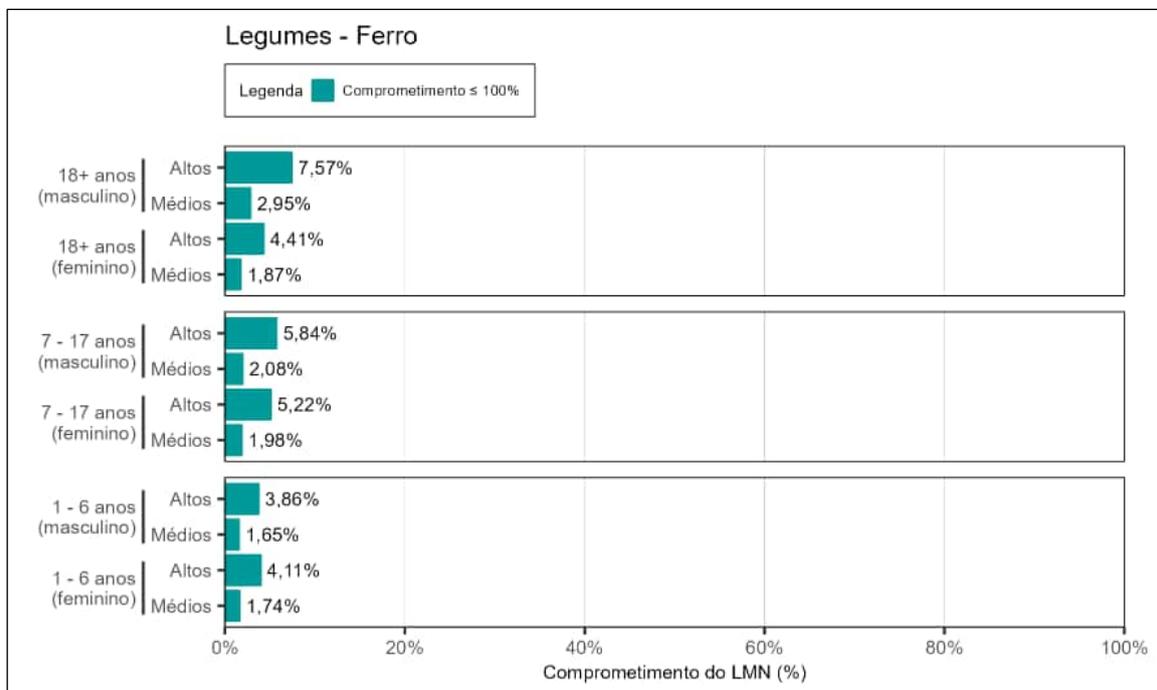


Figura 51. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

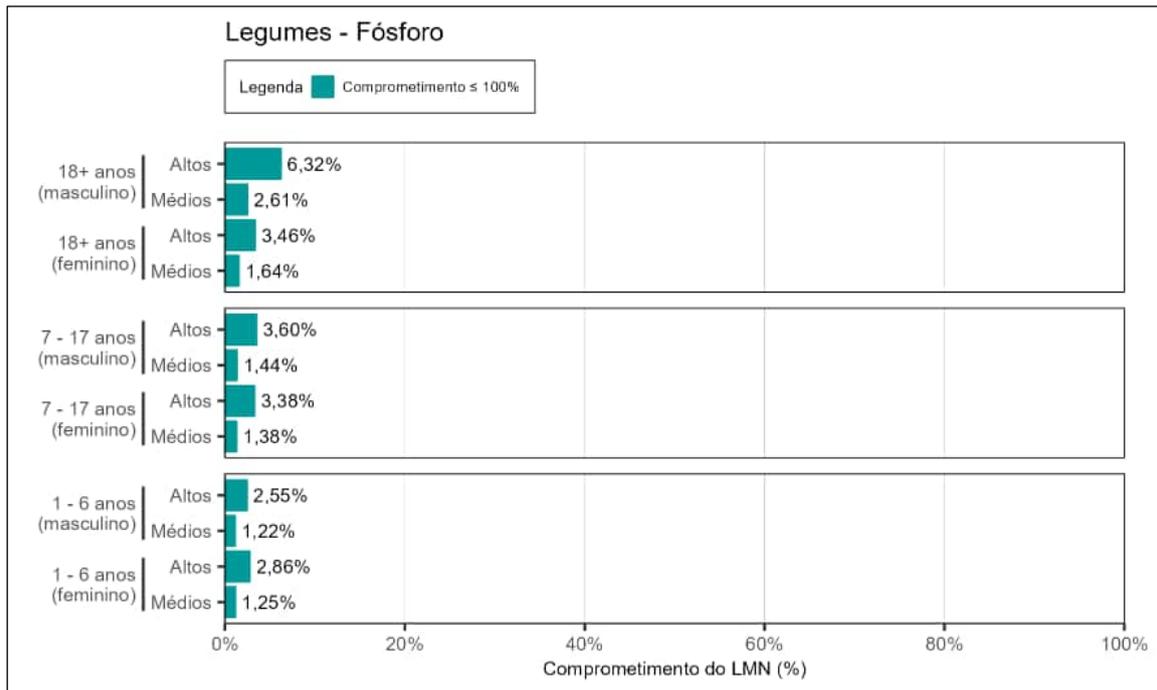


Figura 52. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

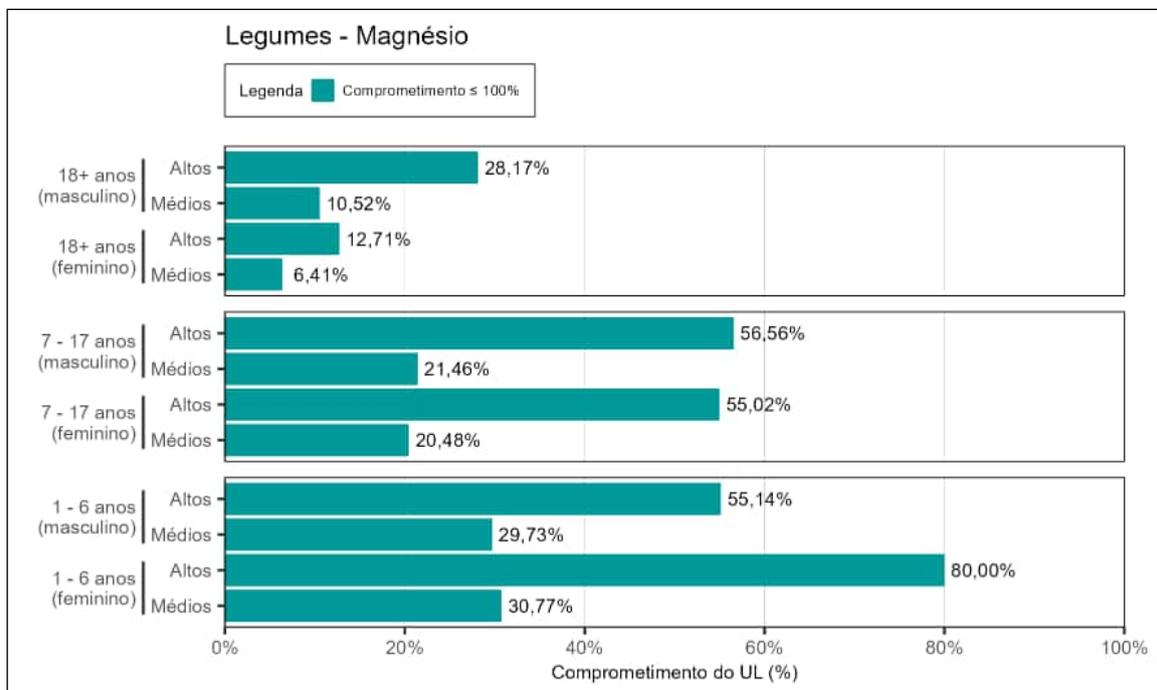


Figura 53. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) de magnésio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

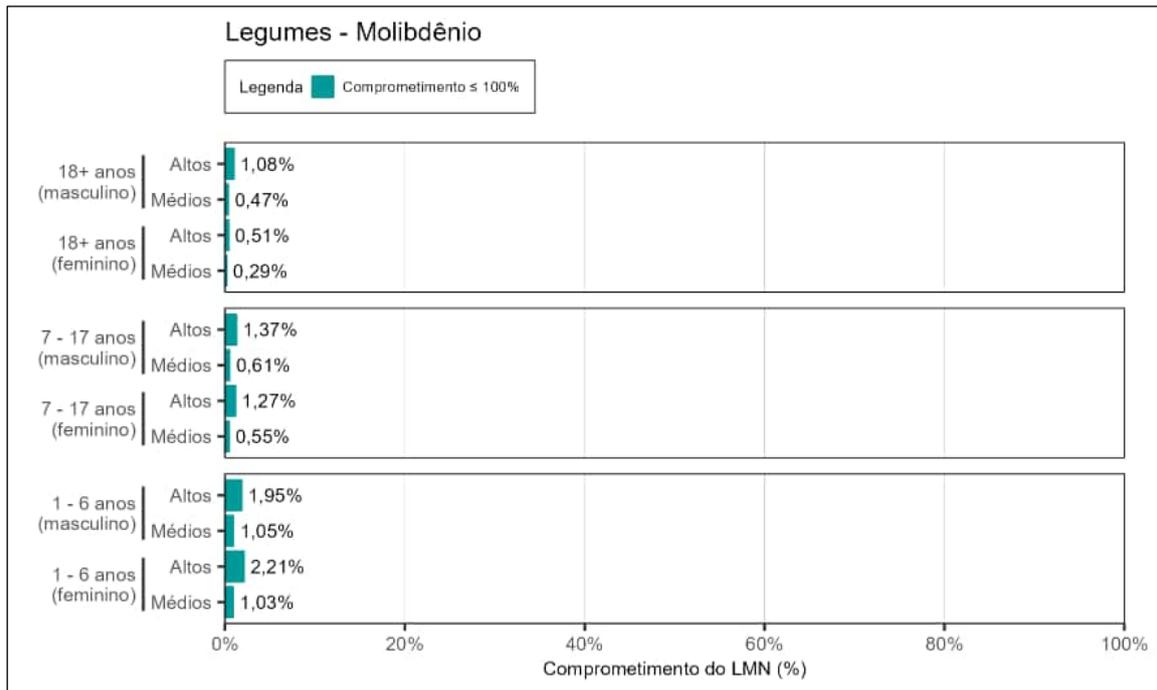


Figura 54. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

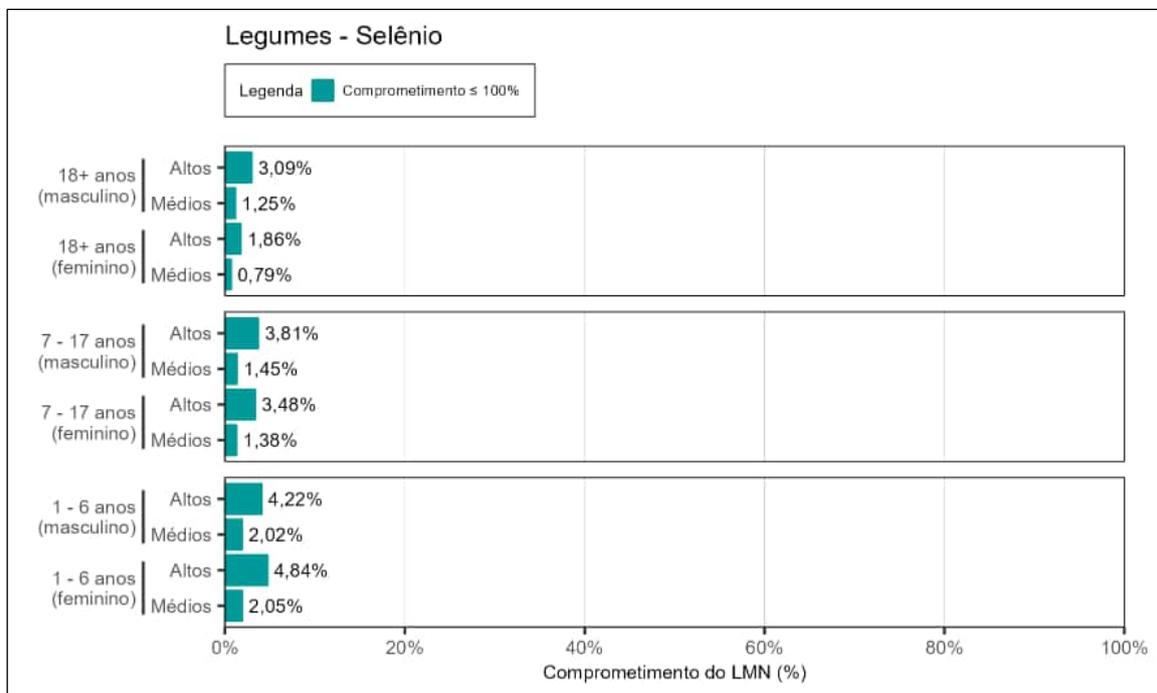


Figura 55. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

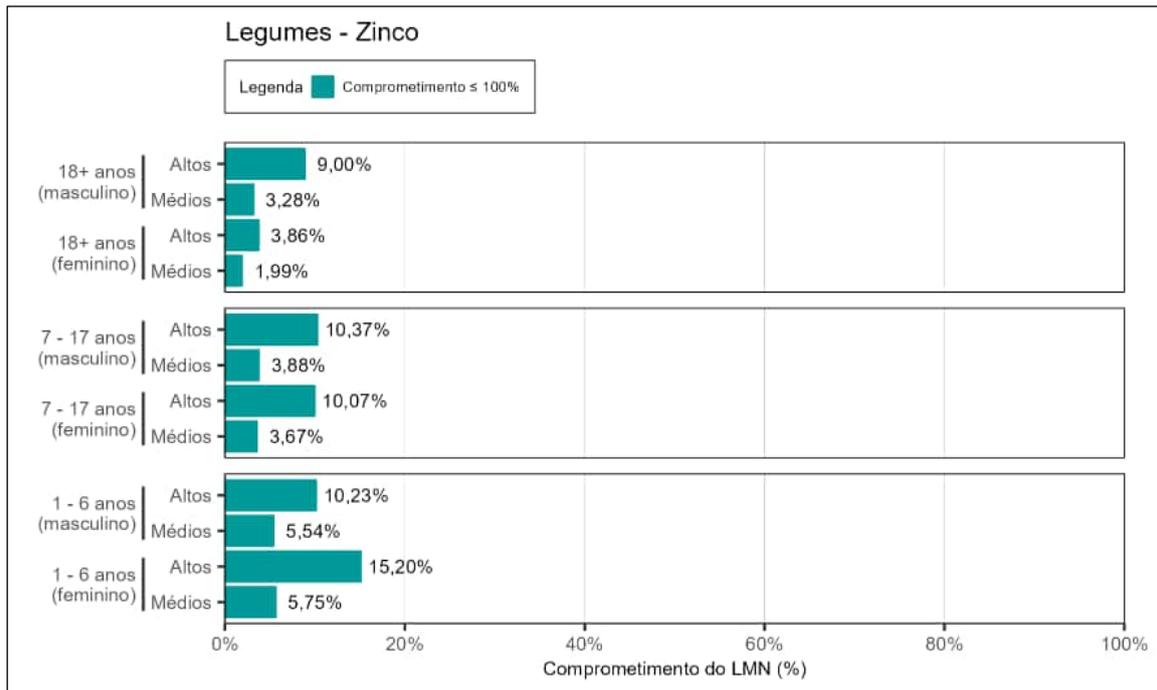


Figura 56. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo zinco em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

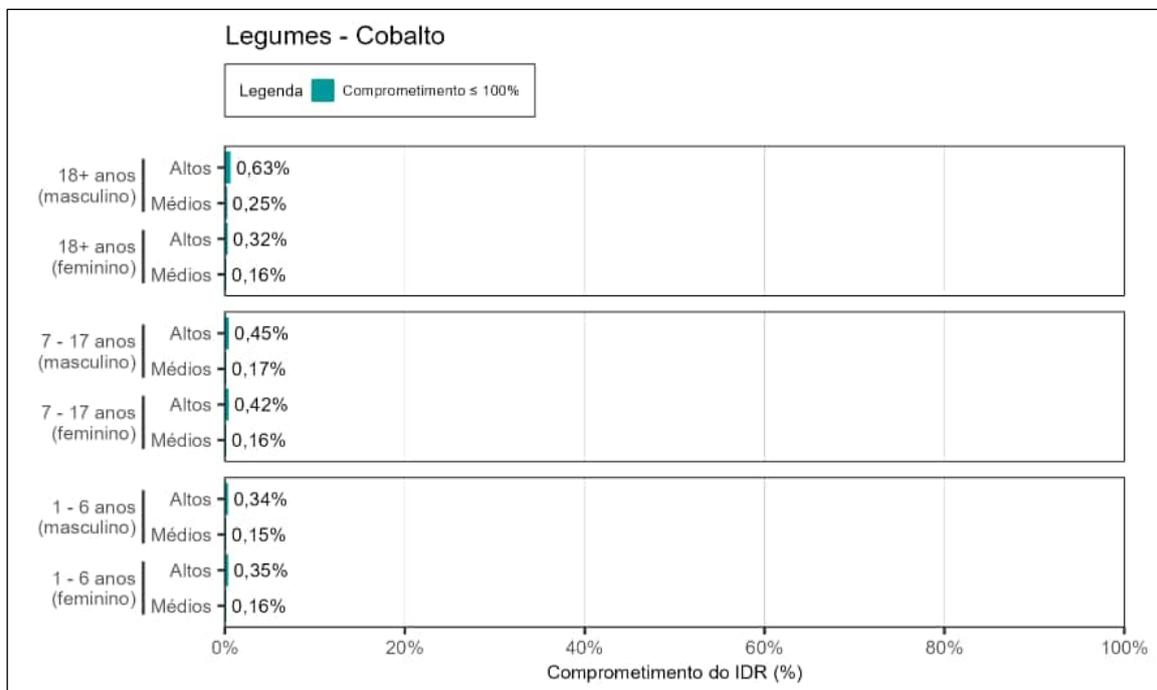


Figura 57. Estimativa do comprometimento da ingestão diária de cobalto em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

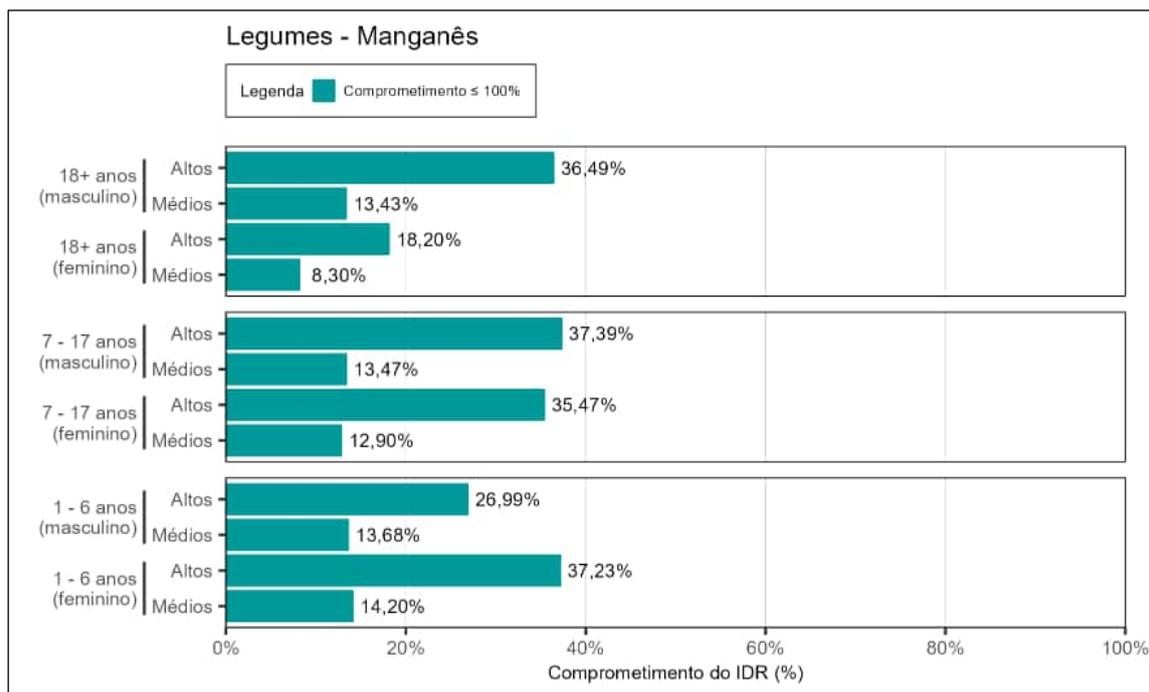


Figura 58. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

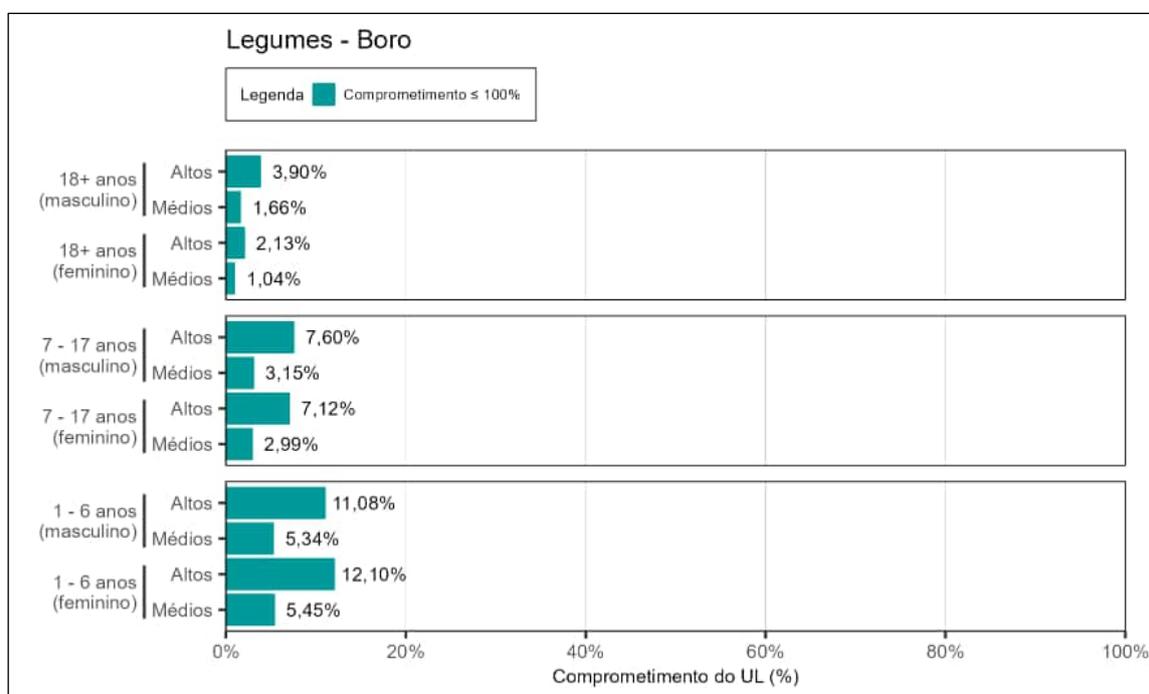


Figura 59. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) para boro em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

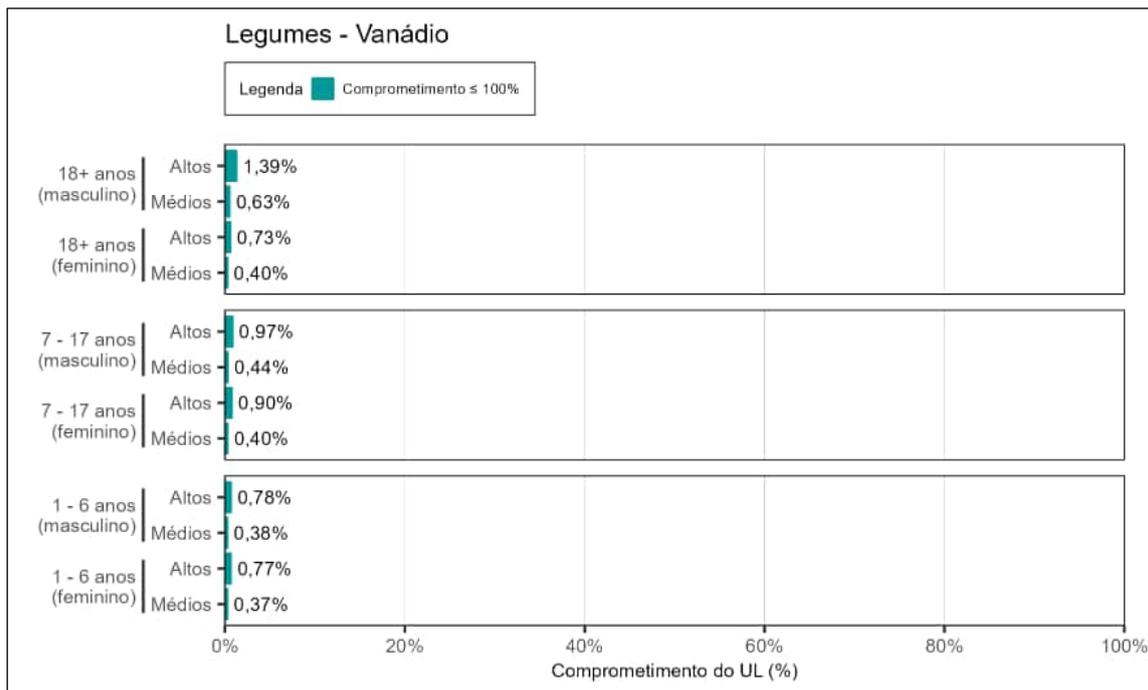


Figura 60. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

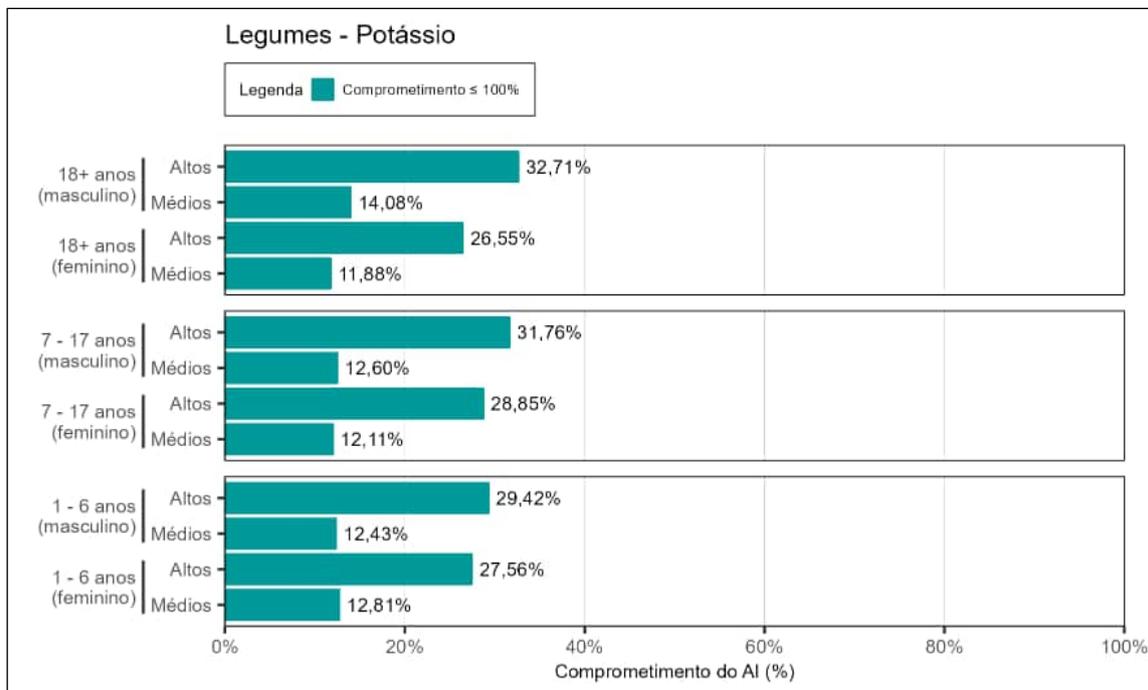


Figura 61. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

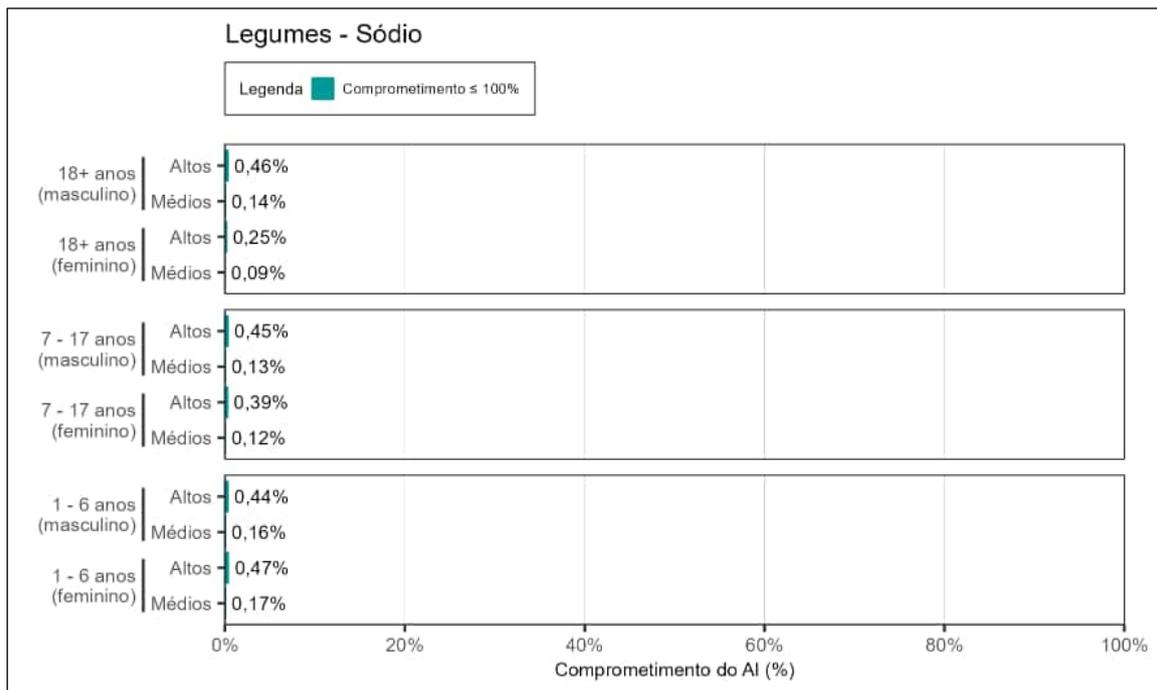


Figura 62. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) de sódio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

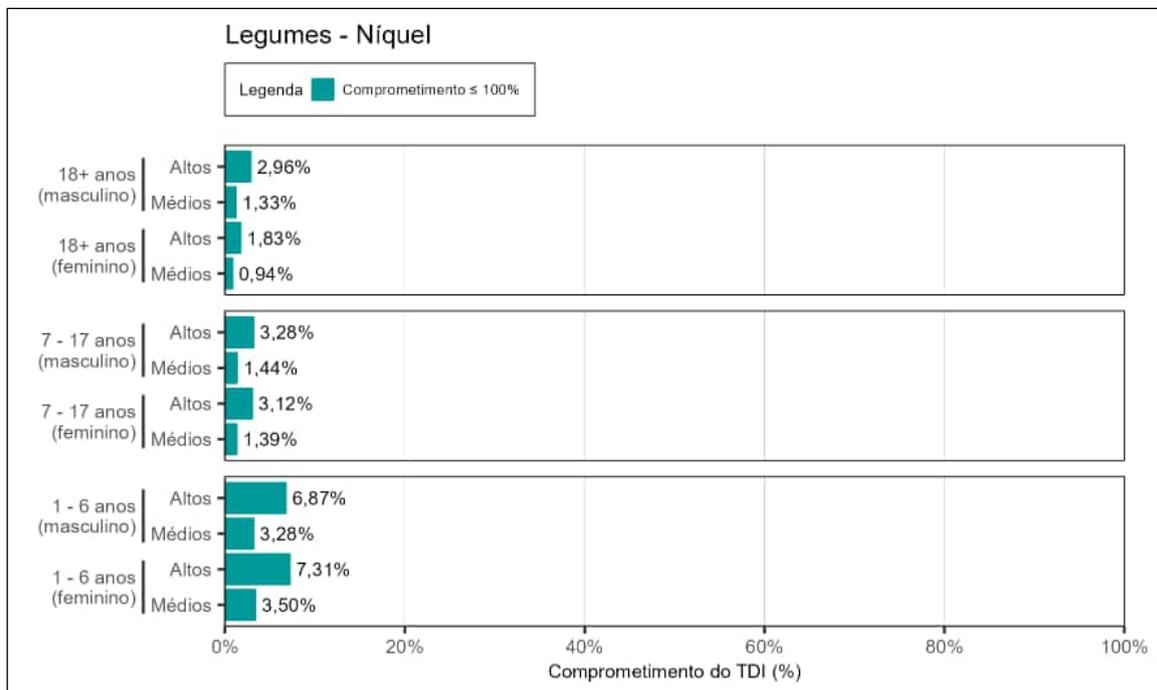


Figura 63. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

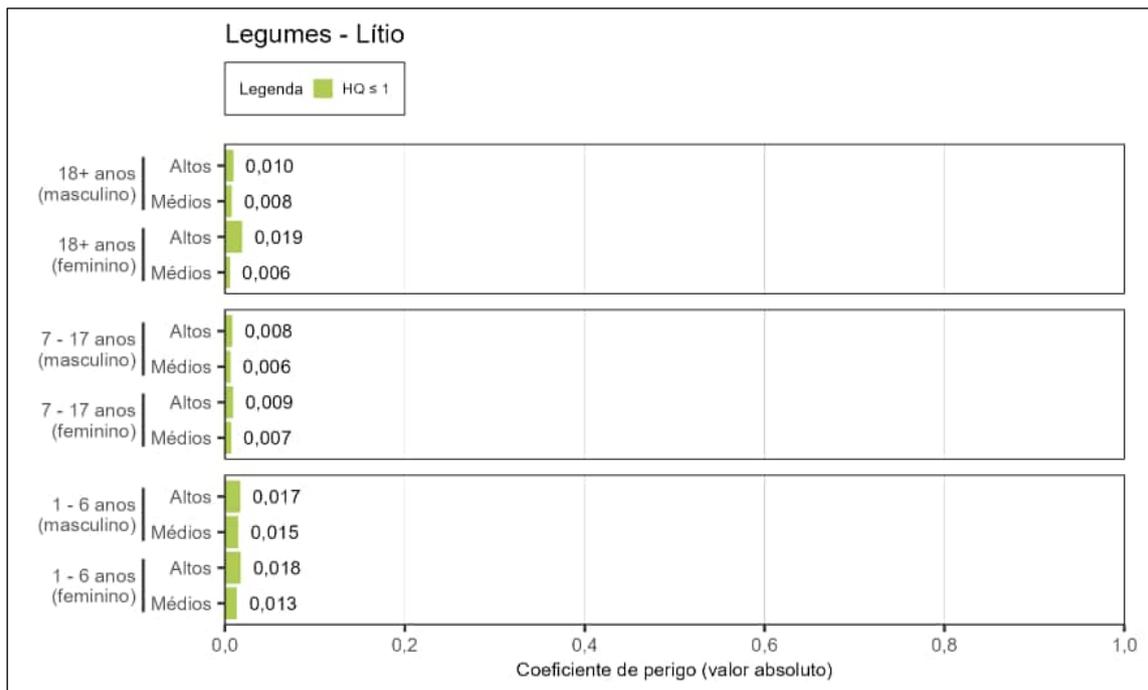


Figura 64. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado da Figura 48 à Figura 64, a equipe de perícia concluiu que para o grupo legumes não há extrapolação dos valores de segurança para nenhuma das substâncias químicas essenciais (nutrientes), considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.1.3 Raízes e tubérculos

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança para as substâncias químicas essenciais em raízes e tubérculos estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 65 a Figura 81), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

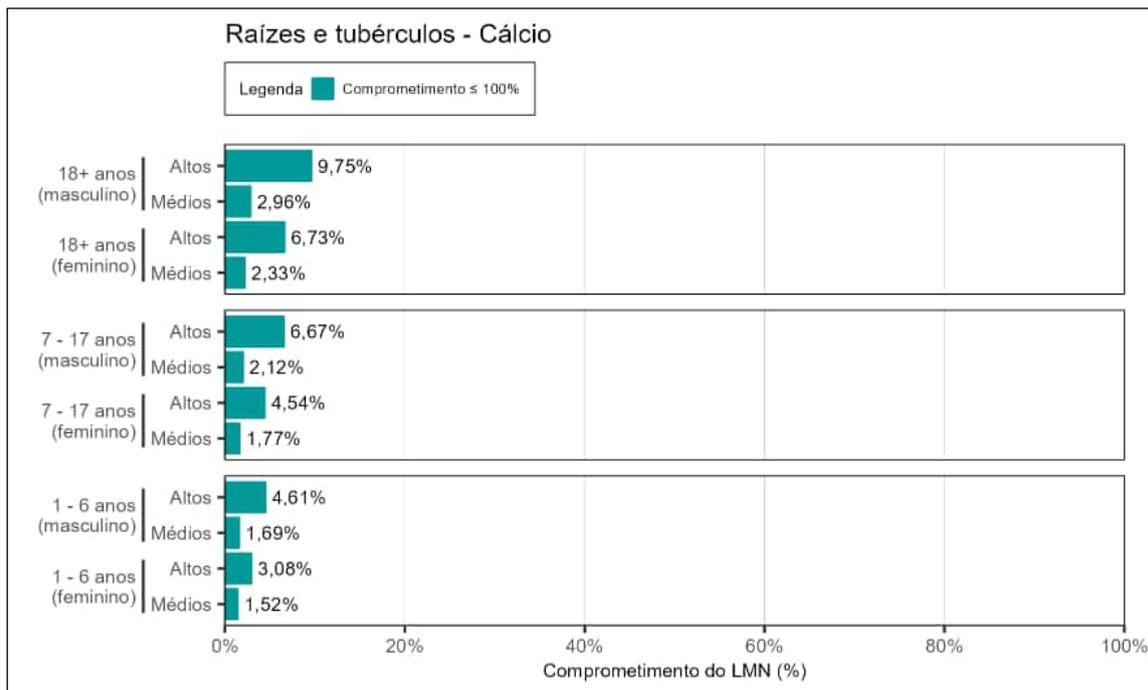


Figura 65. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

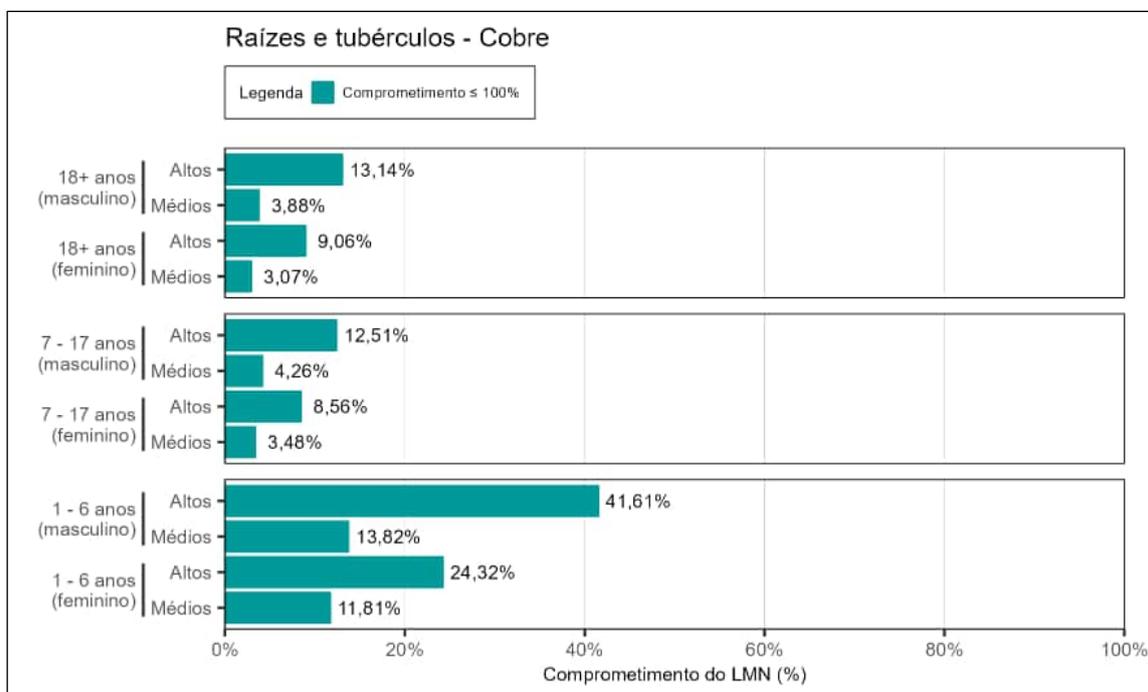


Figura 66. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cobre em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

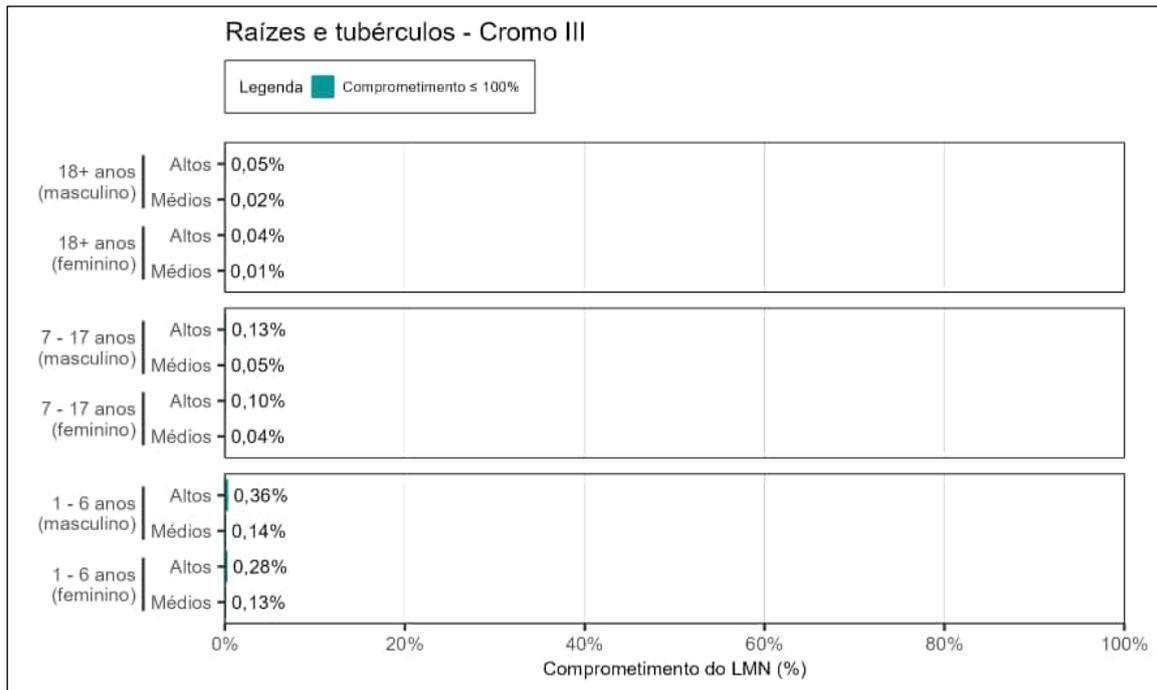


Figura 67. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

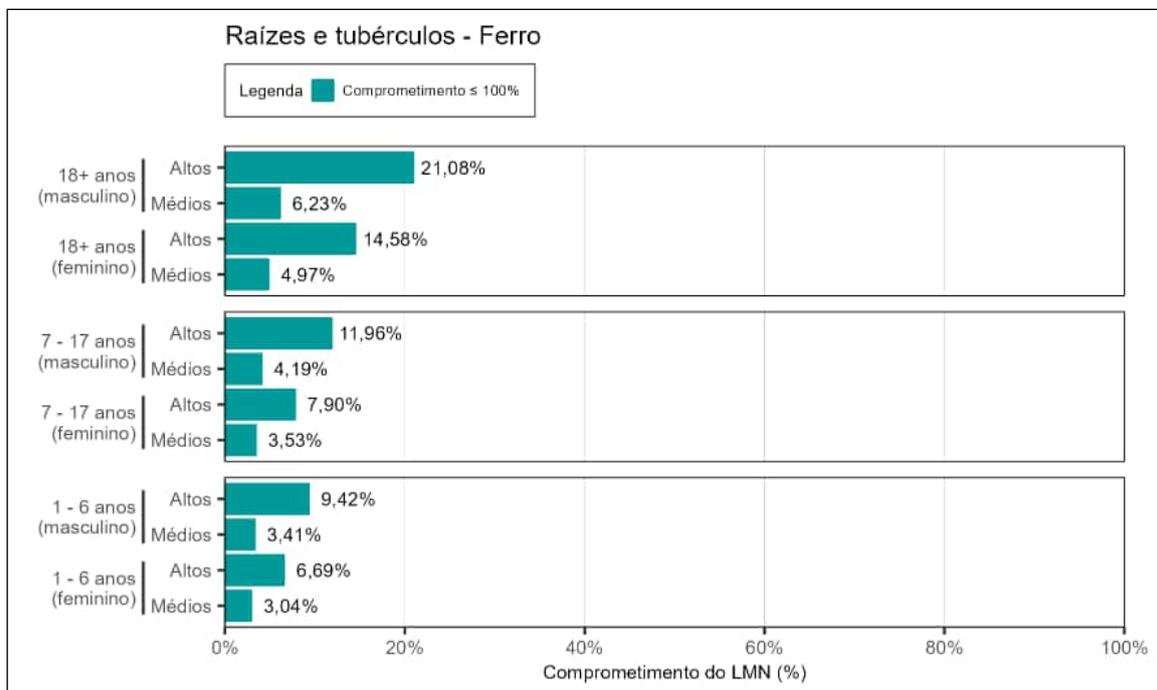


Figura 68. Estimativa do comprometimento dos Limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

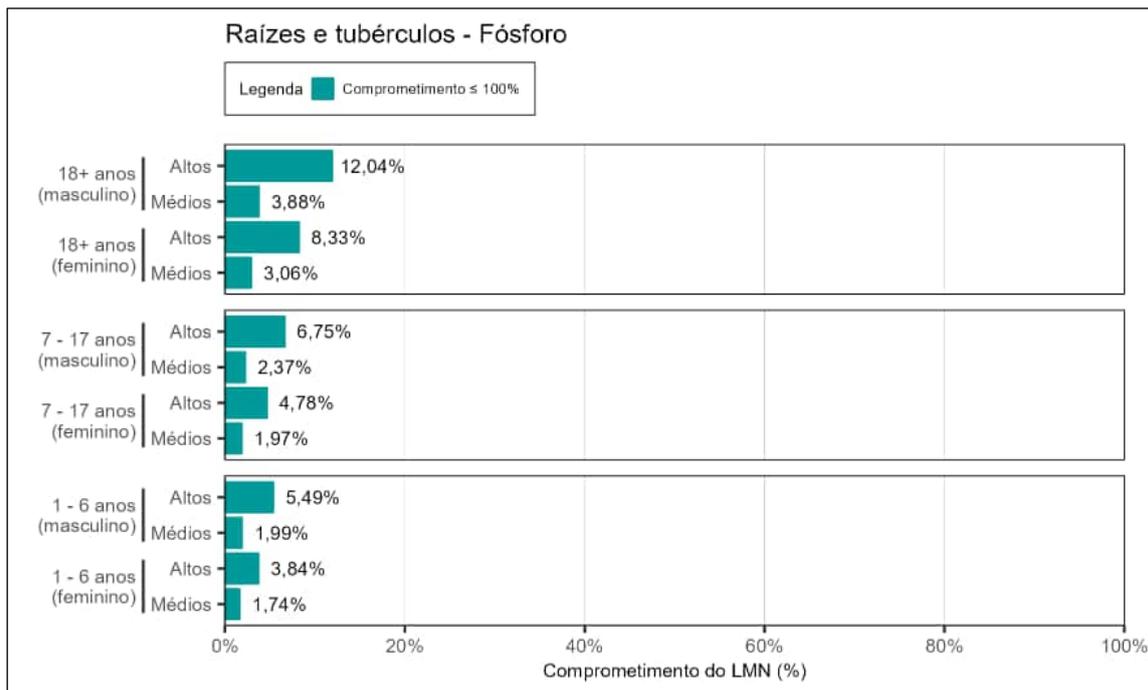


Figura 69. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

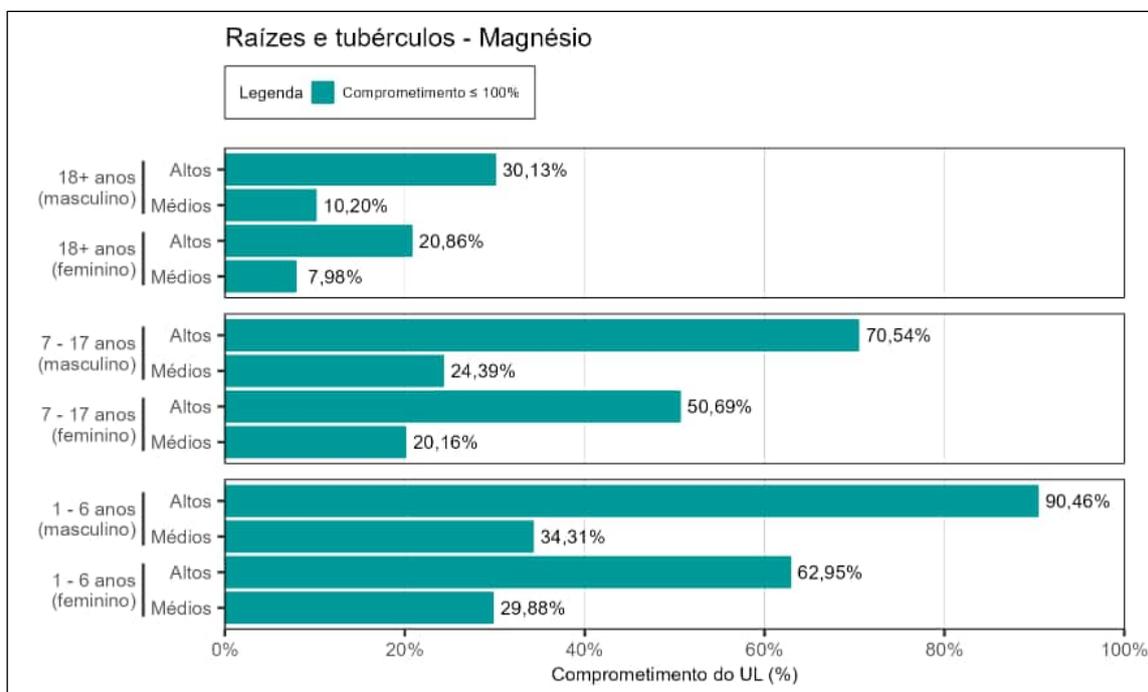


Figura 70. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

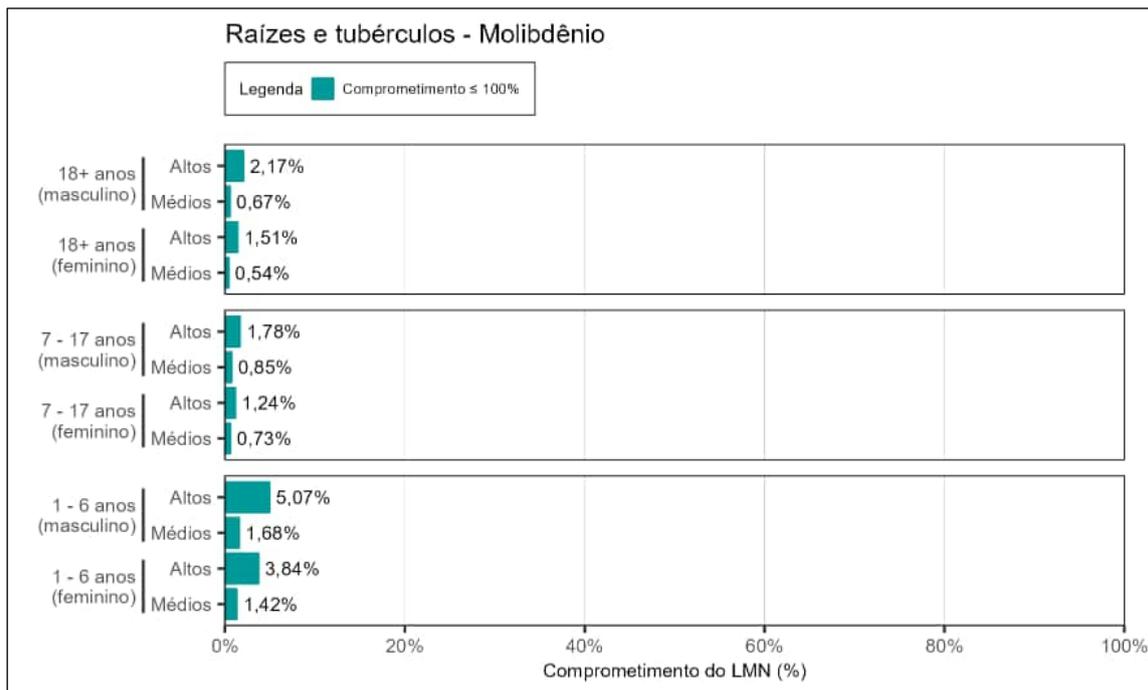


Figura 71. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

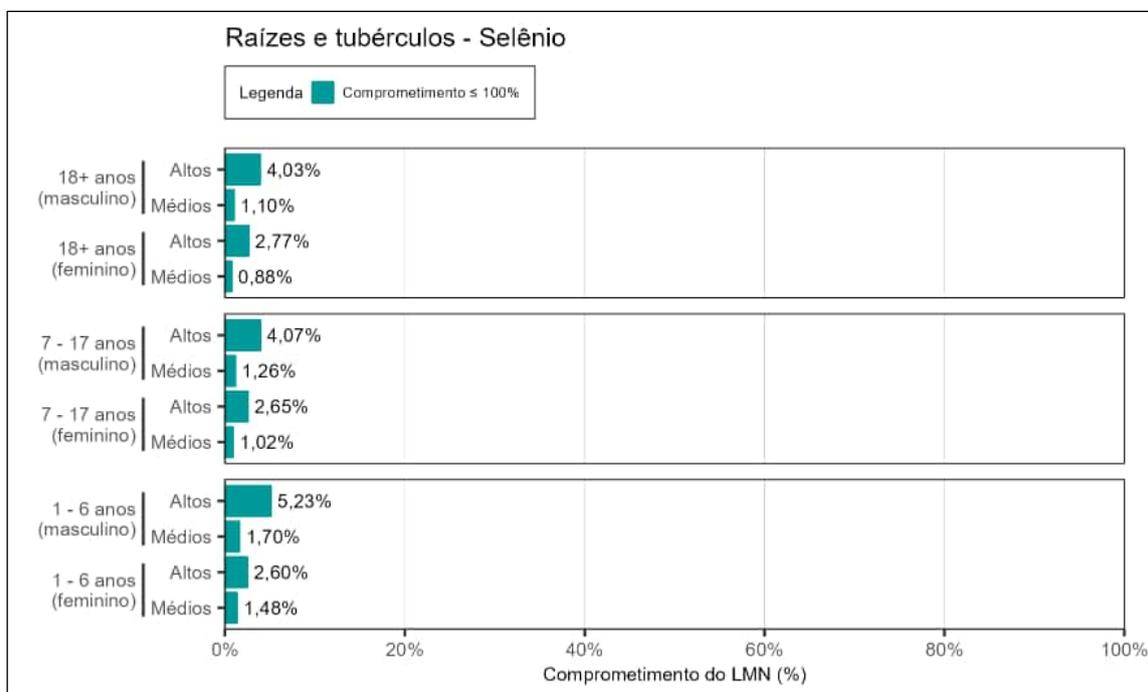


Figura 72. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

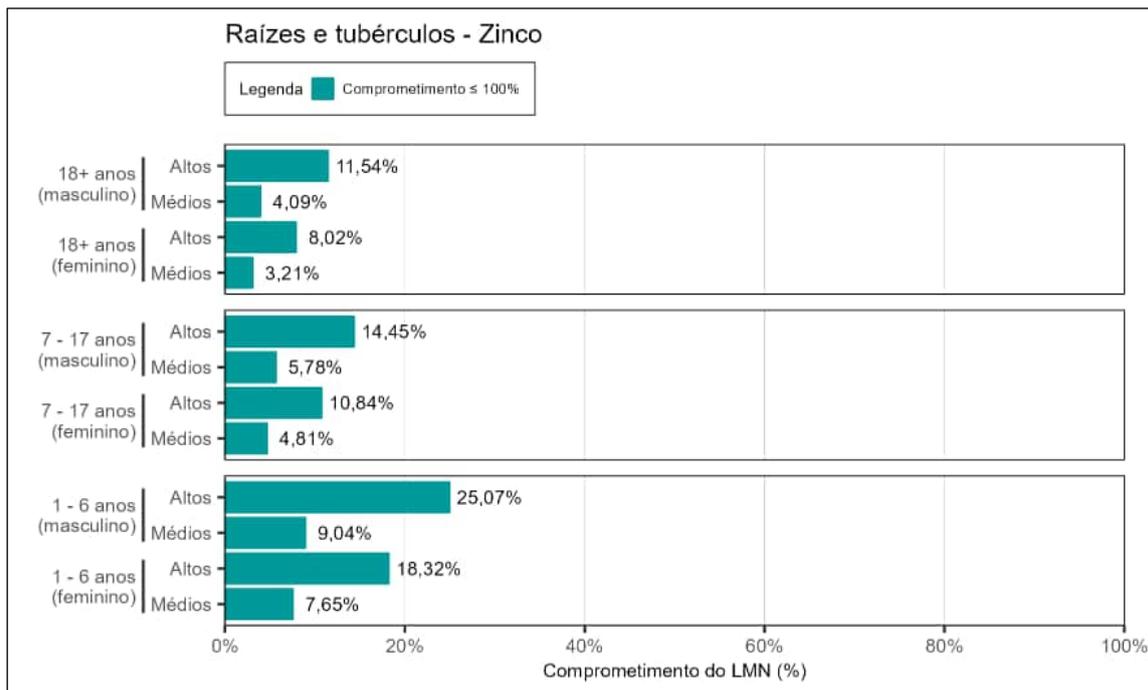


Figura 73. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo zinco em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

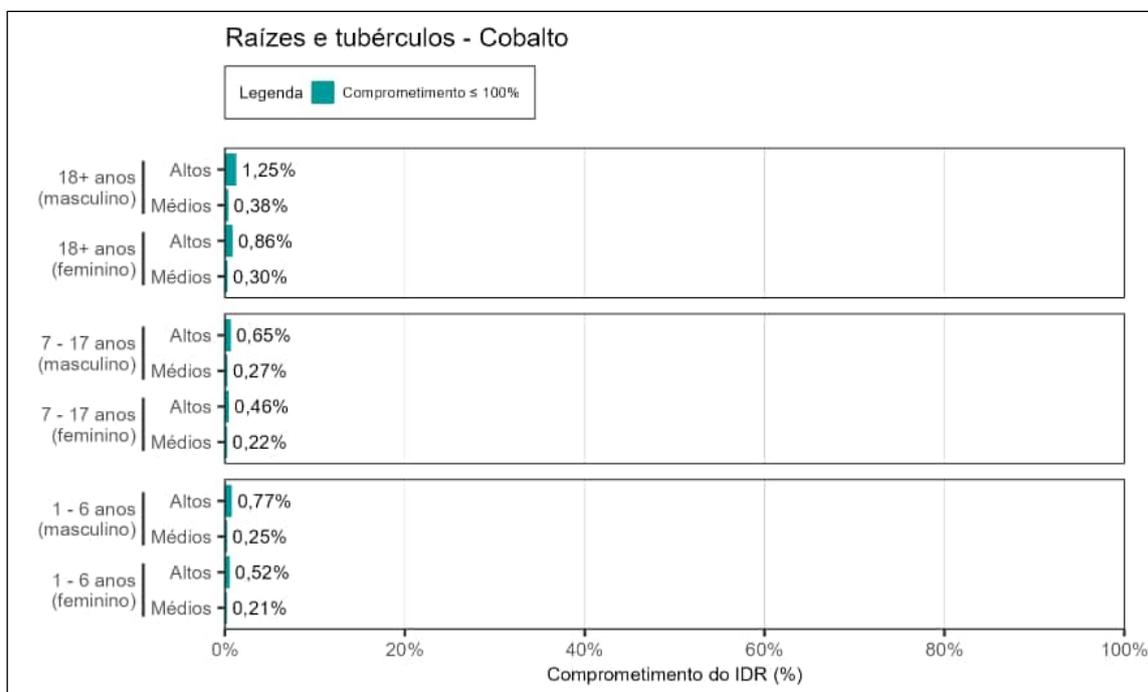


Figura 74. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cobalto em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

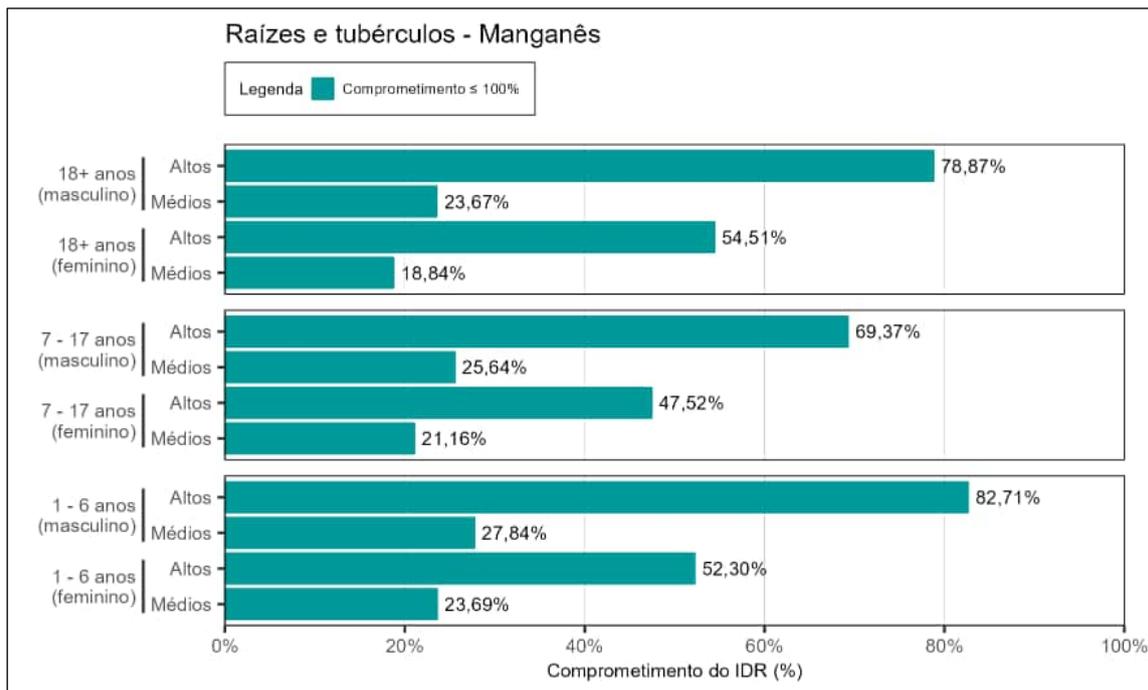


Figura 75. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

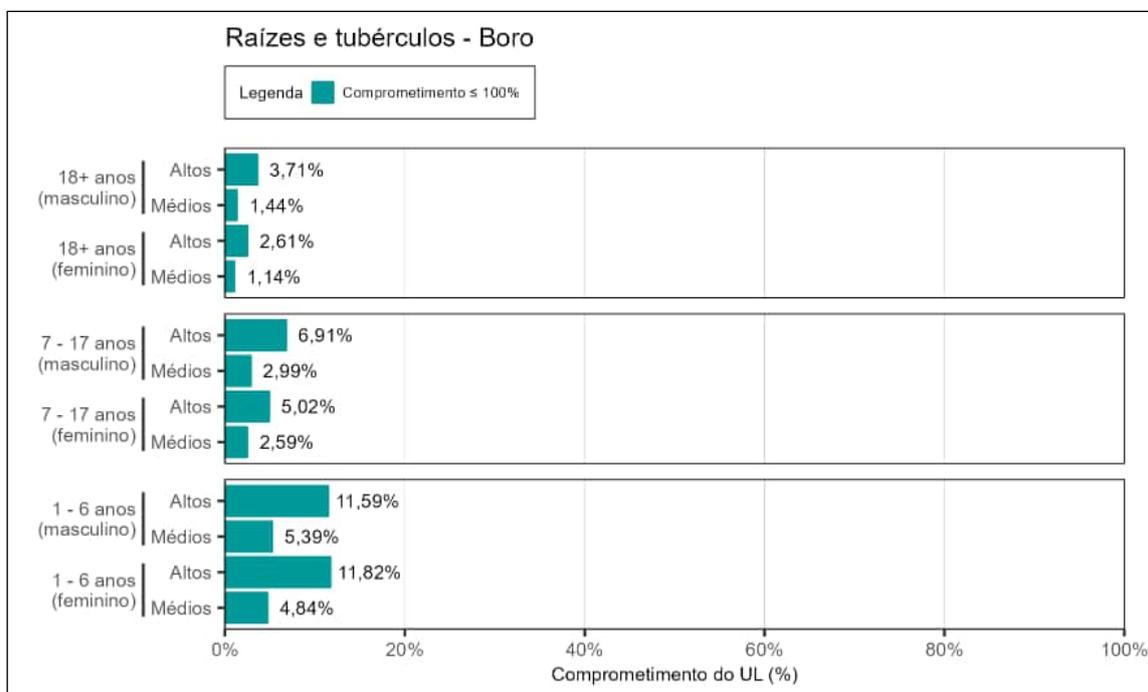


Figura 76. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para boro em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

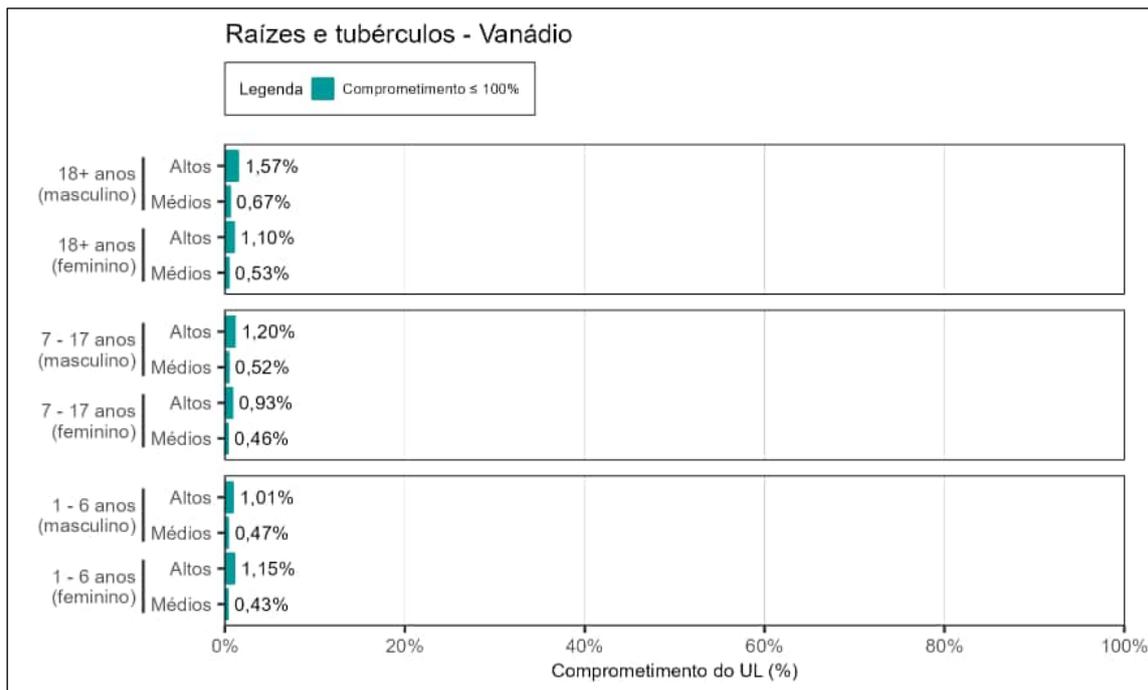


Figura 77. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

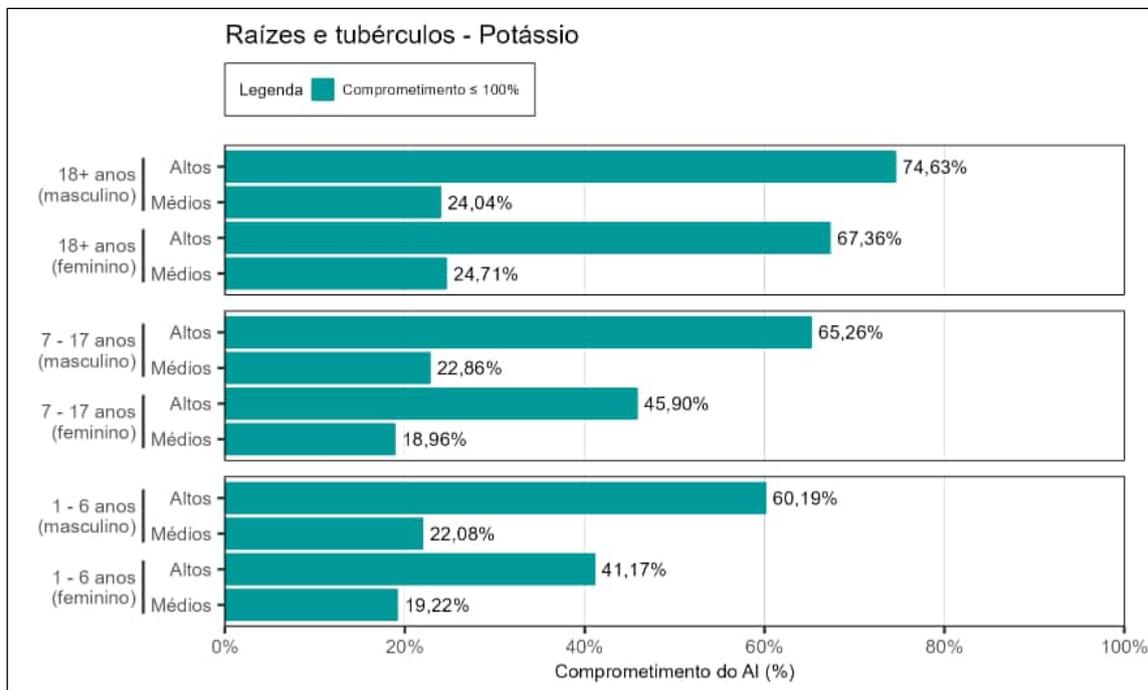


Figura 78. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

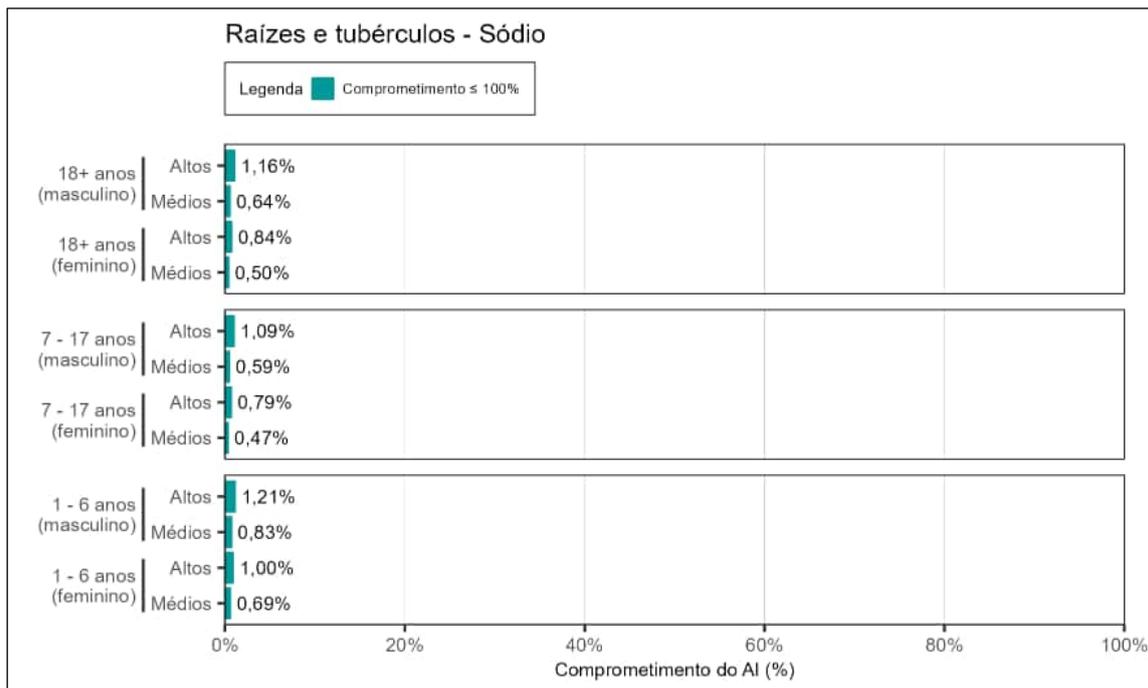


Figura 79. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) de sódio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

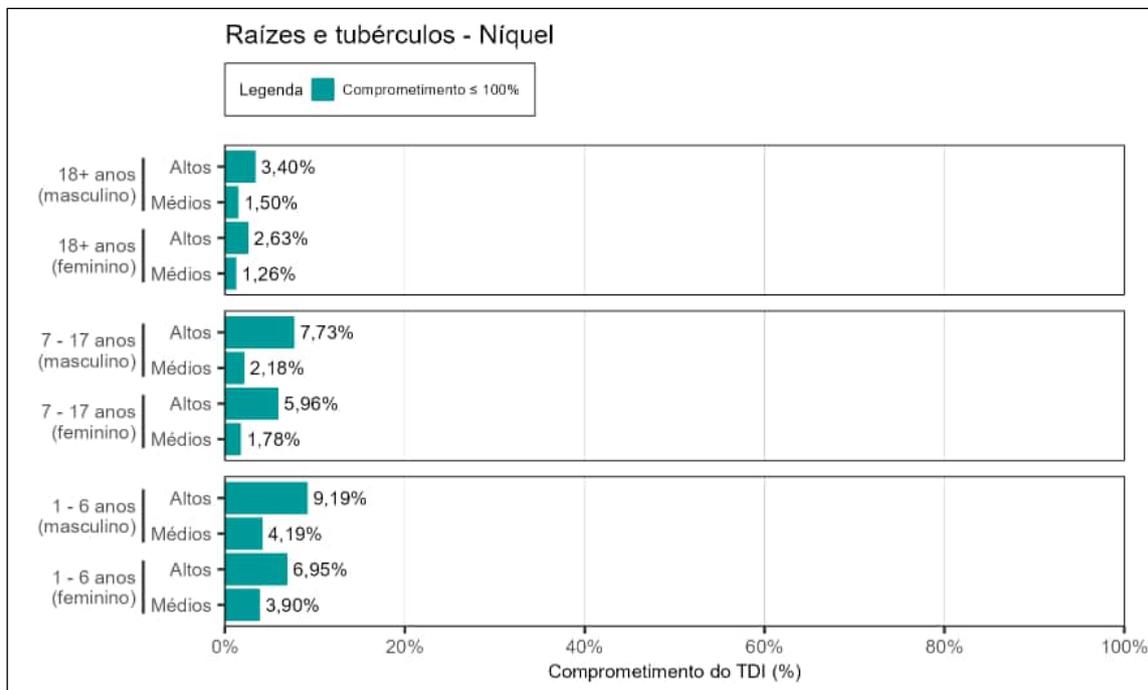


Figura 80. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

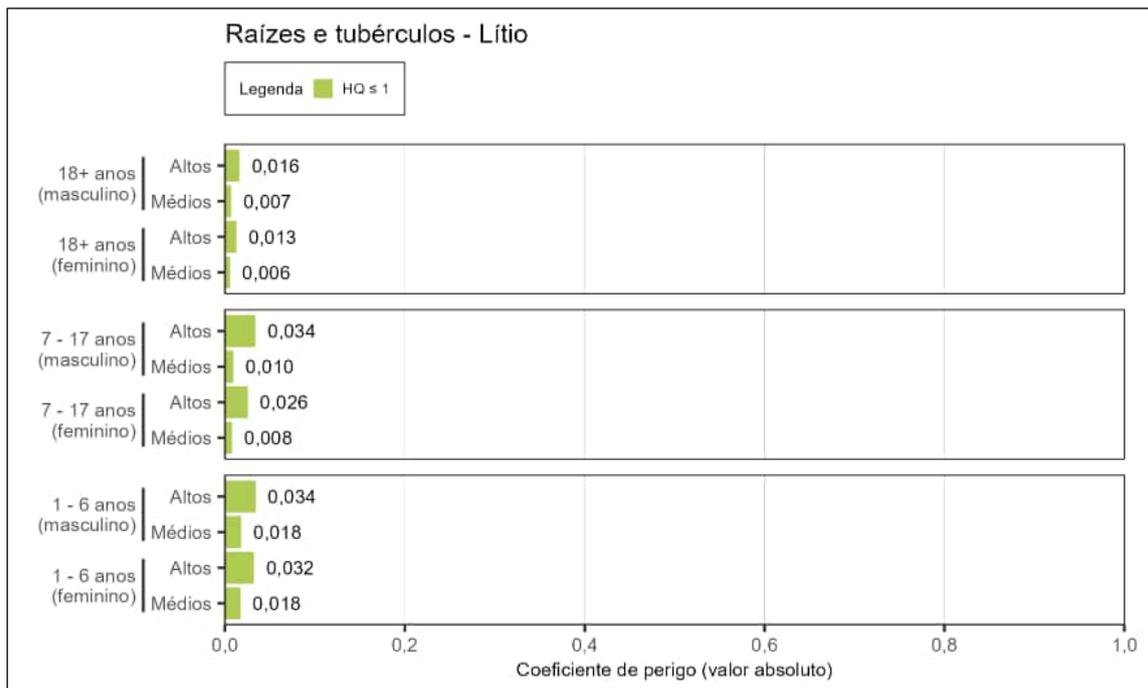


Figura 81. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado da Figura 65 a Figura 81, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação dos valores de segurança para o grupo raízes e tubérculos para nenhuma das substâncias químicas essenciais, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

Apesar de não haver extrapolação do valor de segurança para magnésio em raízes e tubérculos, a equipe de perícia destaca que para os altos consumidores de 1 a 6 anos do sexo masculino, houve comprometimento de 90,46% do UL (Figura 70).

6.1.4 Verduras

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas essenciais em verduras estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 82 a Figura 98), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

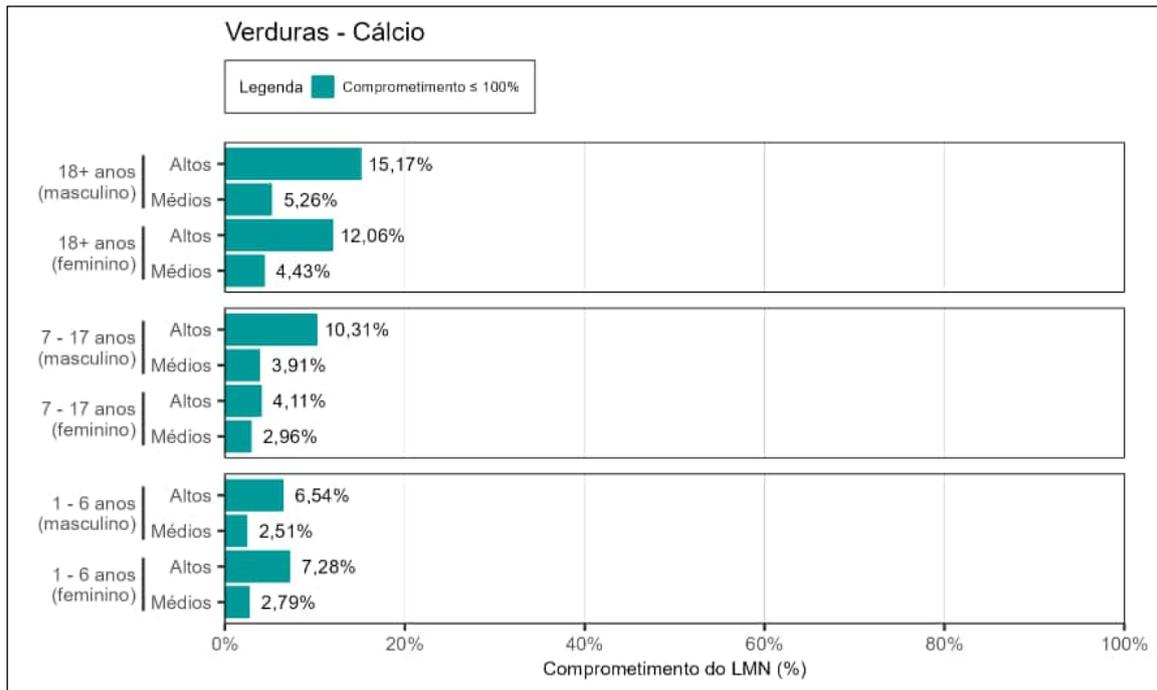


Figura 82. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

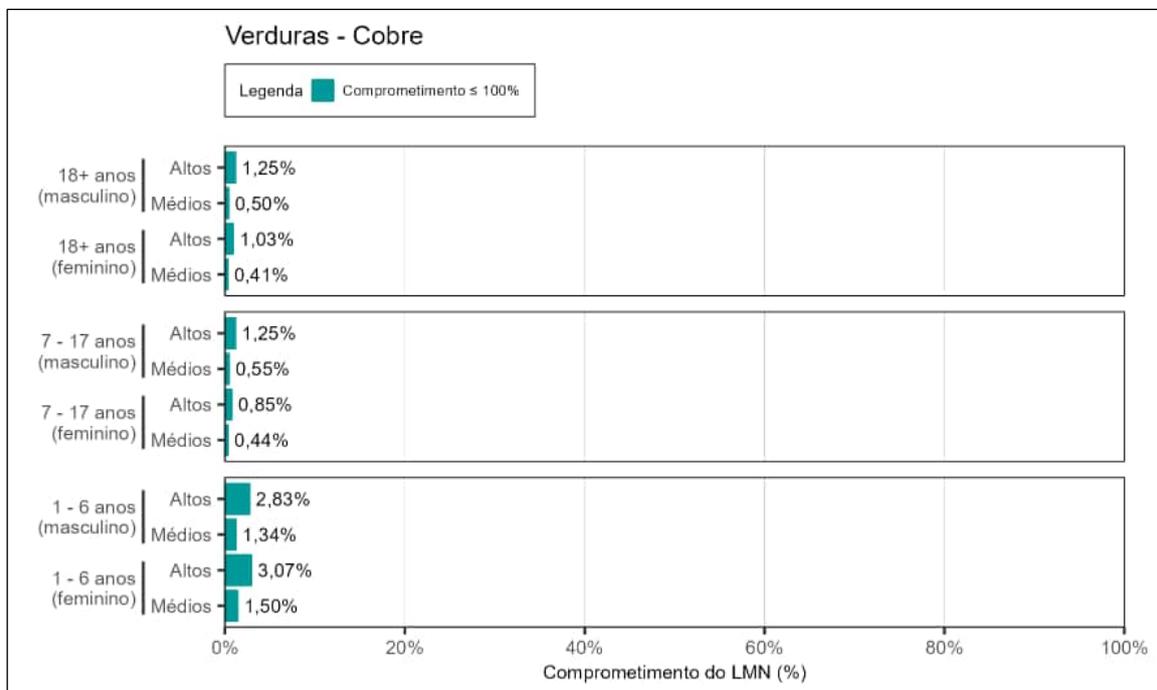


Figura 83. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cobre em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

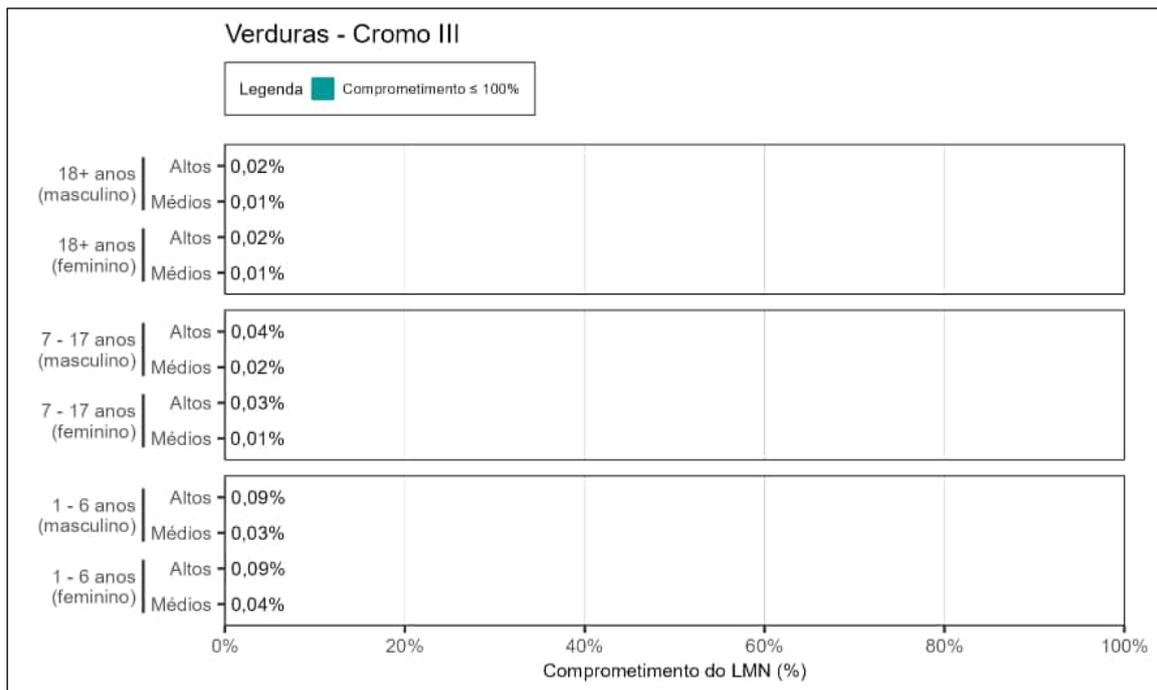


Figura 84. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

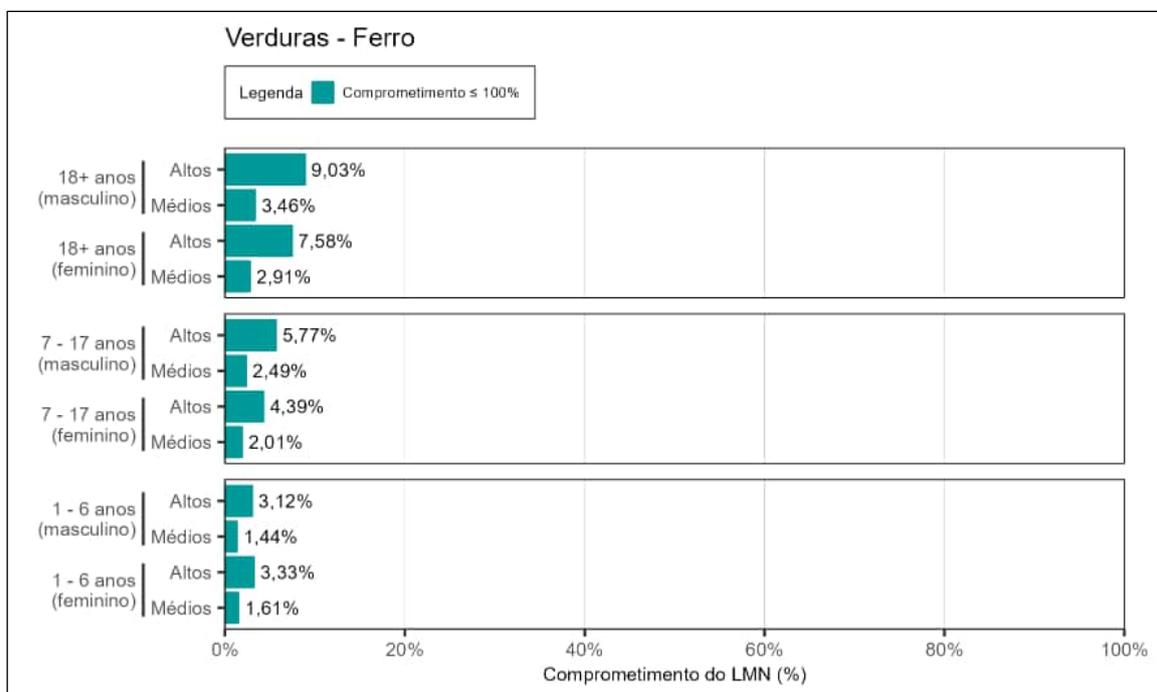


Figura 85. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

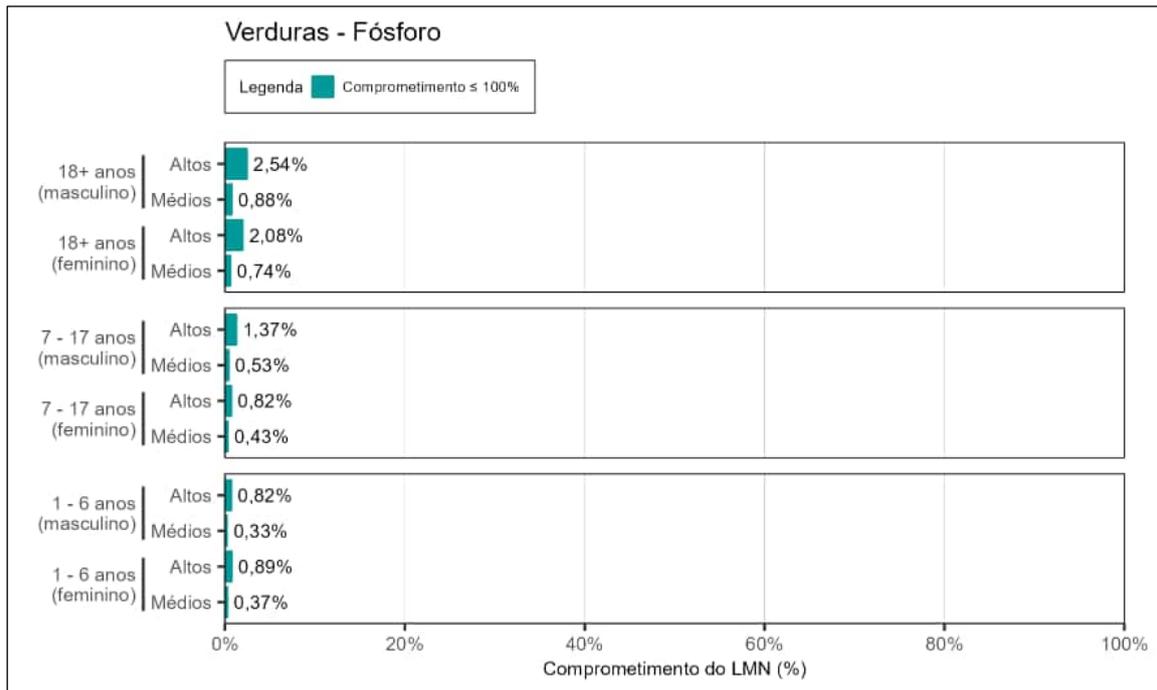


Figura 86. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

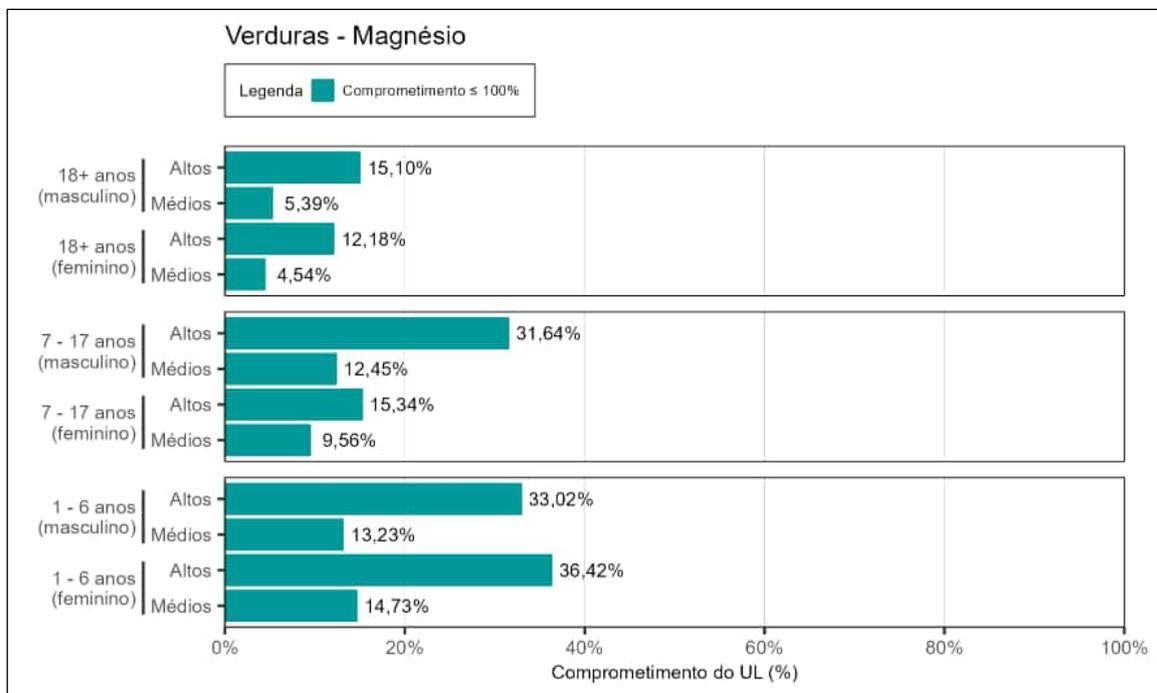


Figura 87. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

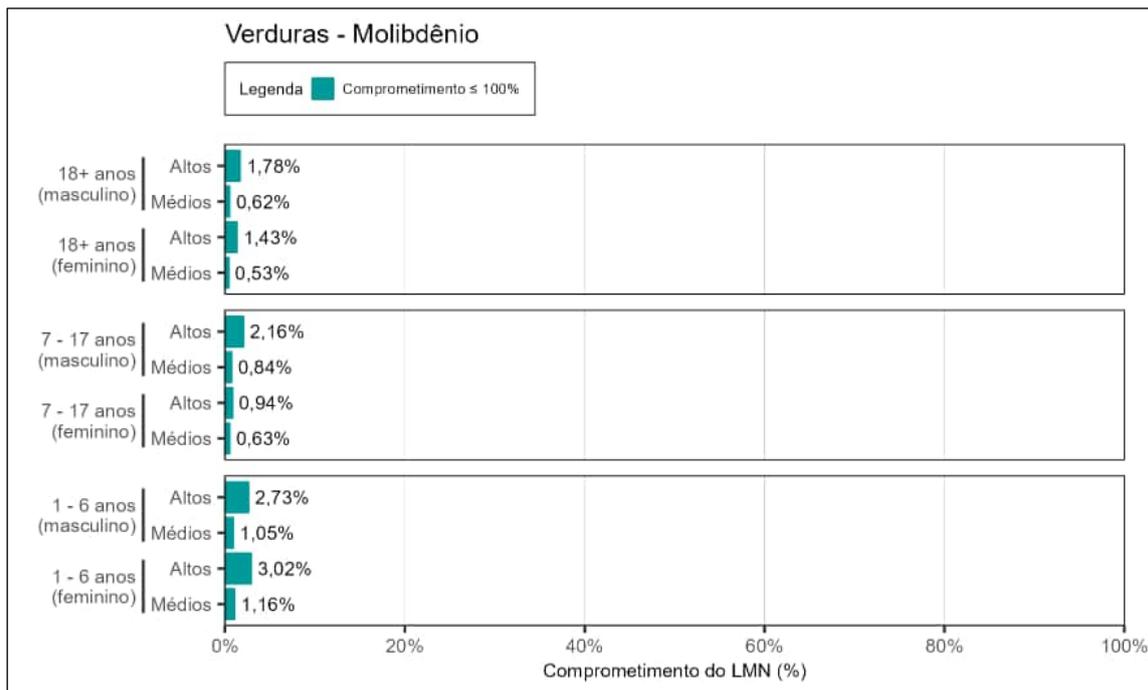


Figura 88. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

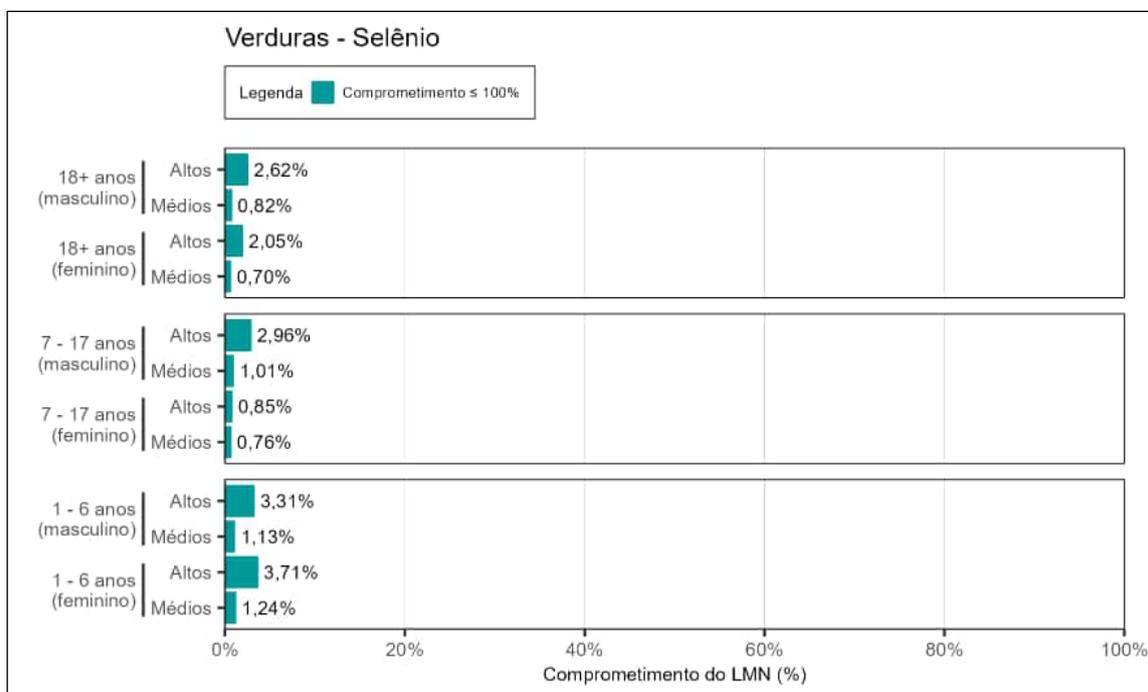


Figura 89. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

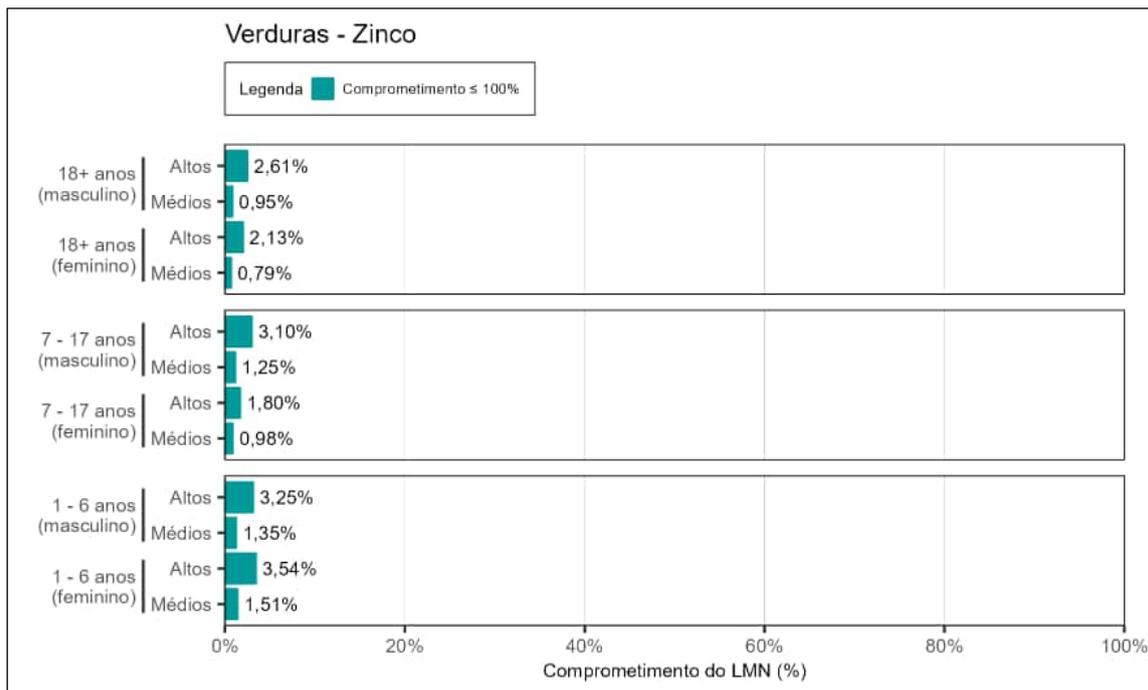


Figura 90. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo zinco em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

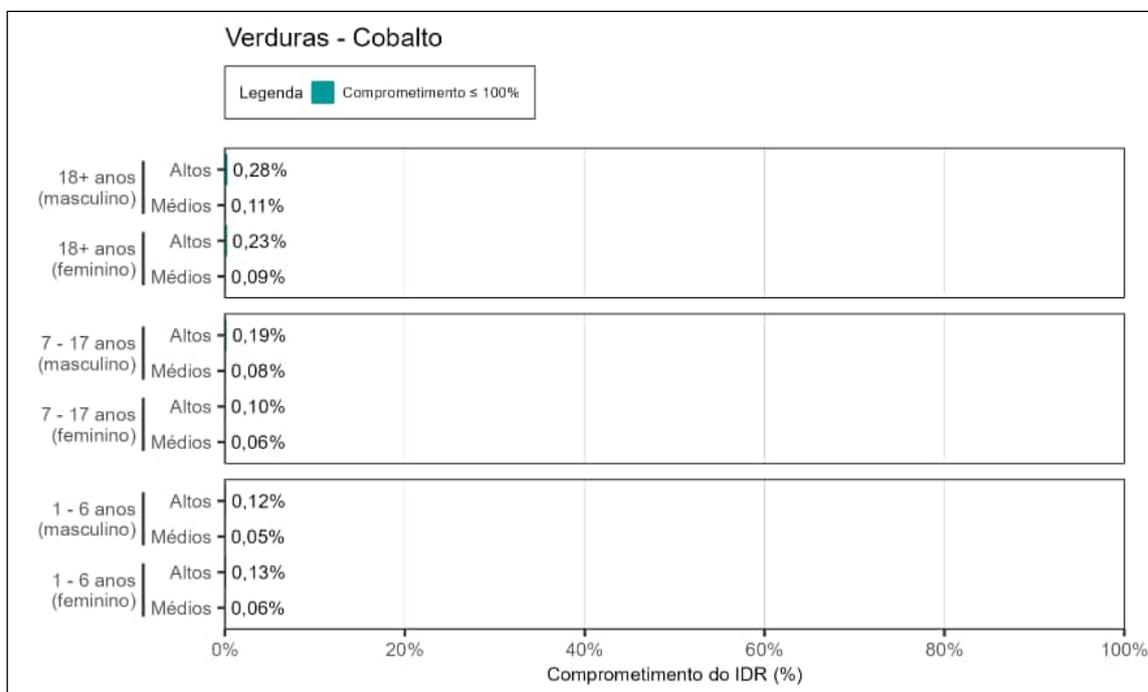


Figura 91. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cobalto em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

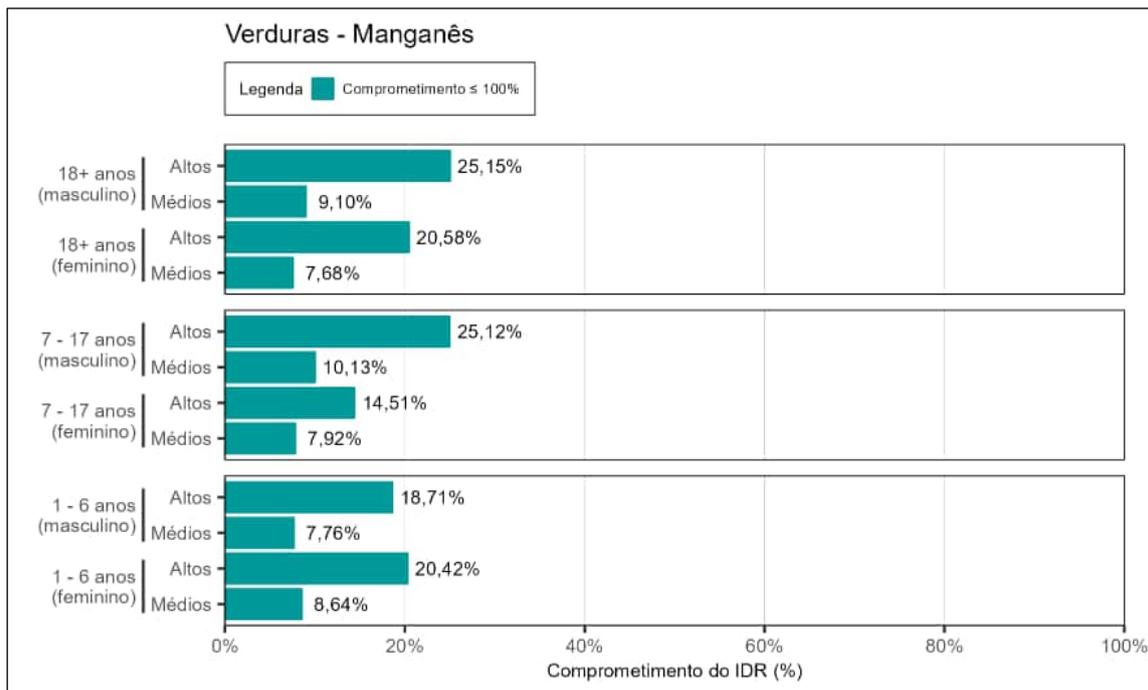


Figura 92. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

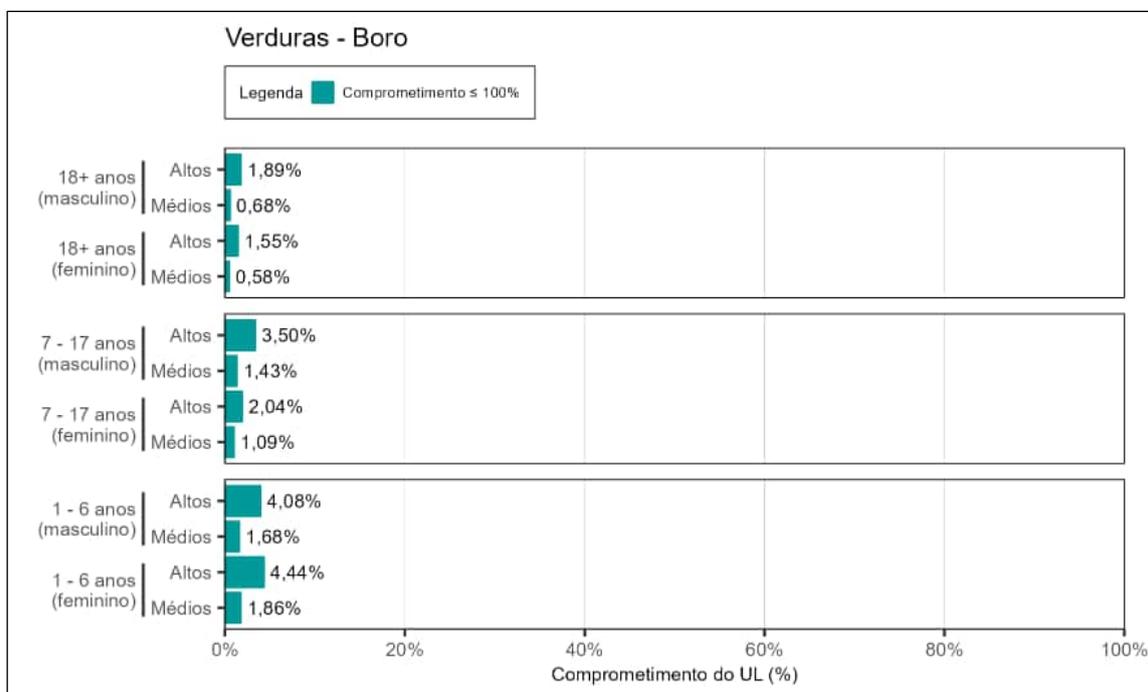


Figura 93. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) para boro em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

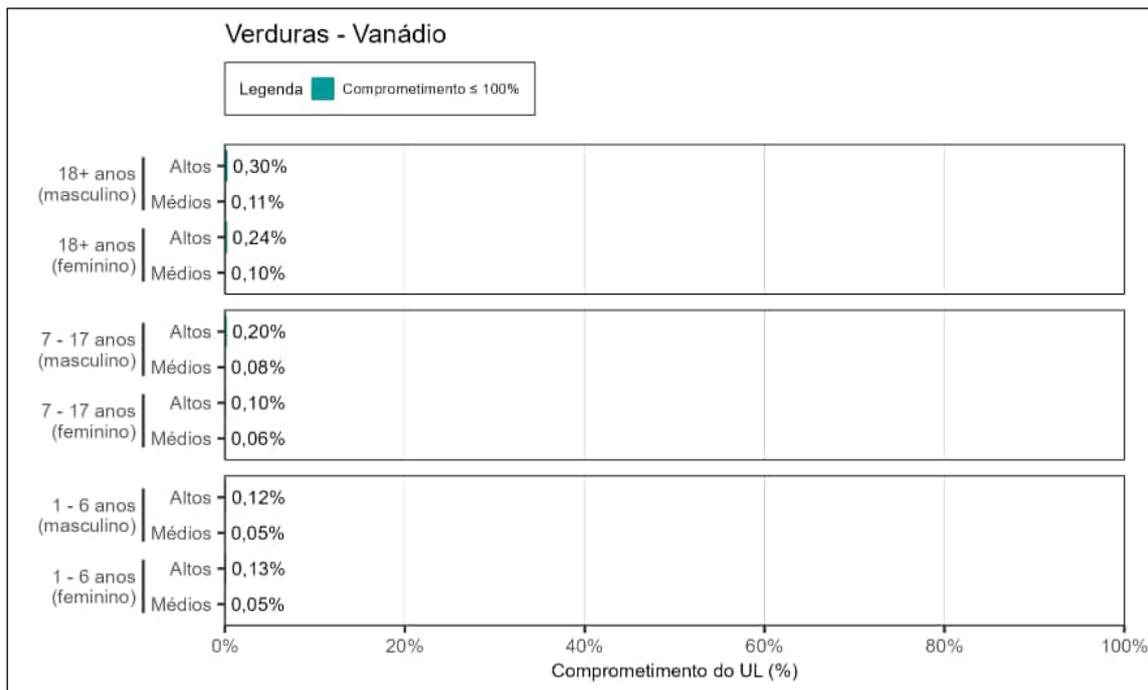


Figura 94. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

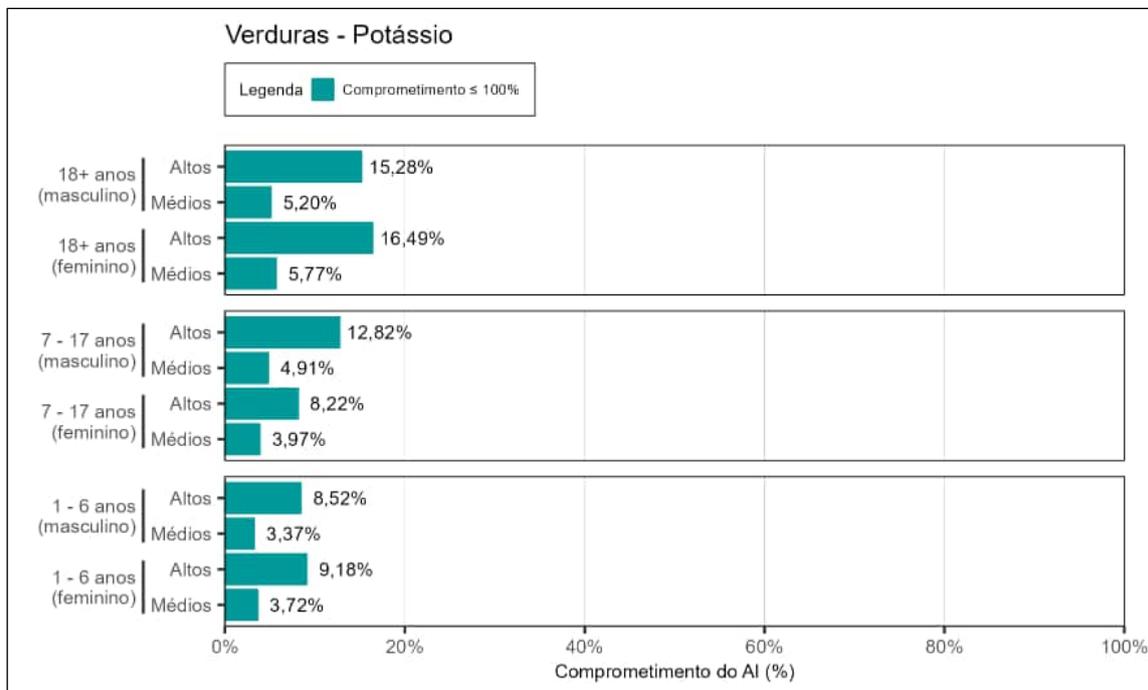


Figura 95. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

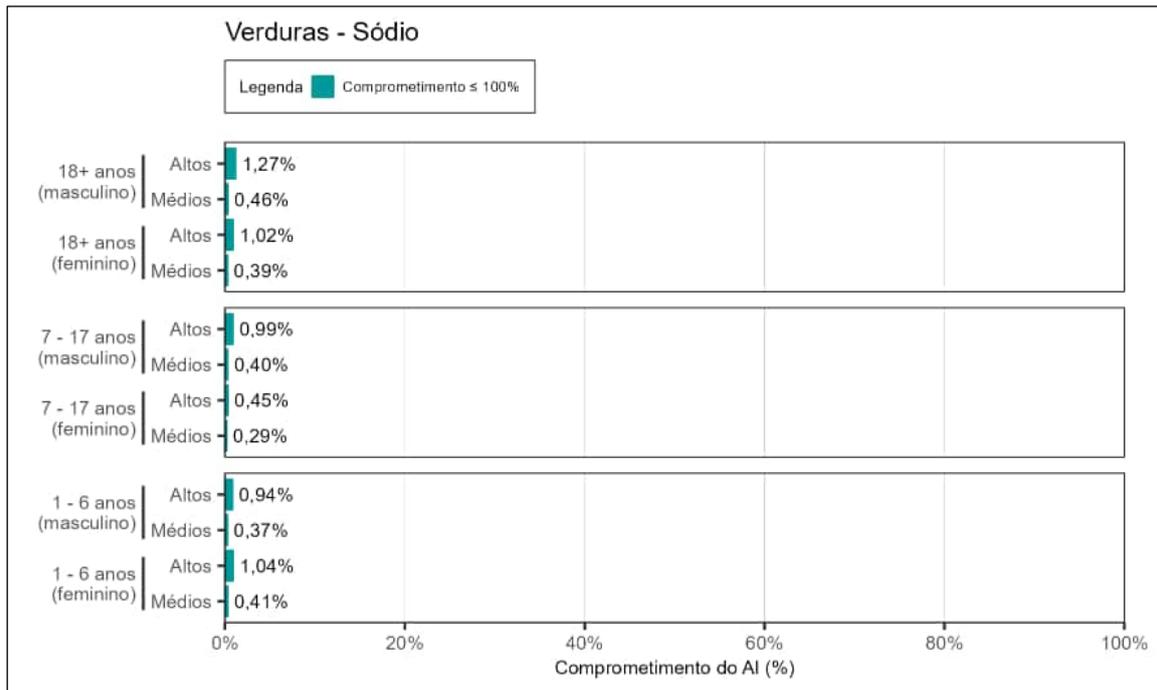


Figura 96. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) de sódio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

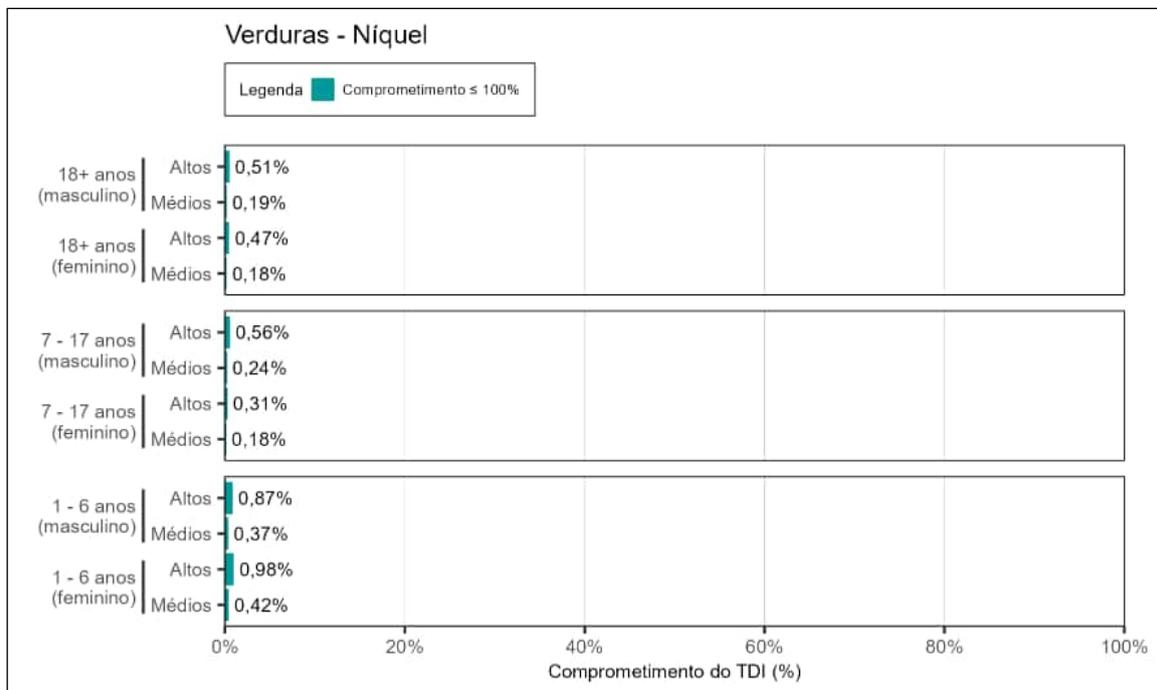


Figura 97. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

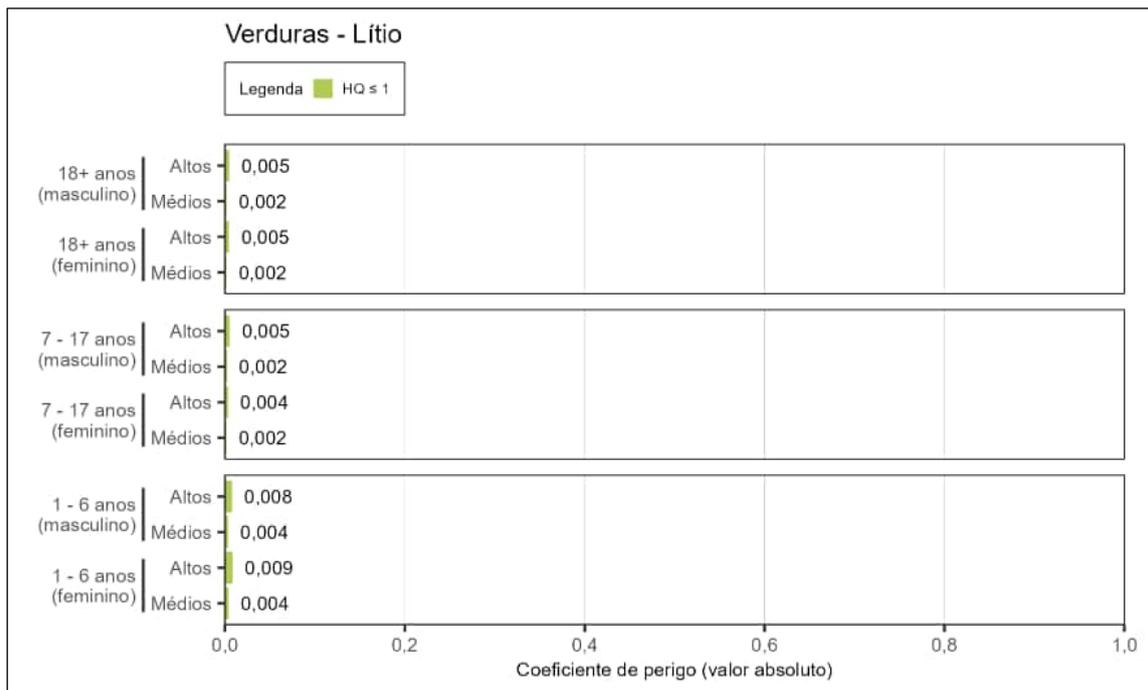


Figura 98. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado da Figura 82 à Figura 98, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação do valor de segurança para o grupo verduras para nenhuma substância química essencial (nutriente), considerando todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

6.1.5 Grãos

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança para as substâncias químicas essenciais em grãos, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 99 a Figura 122), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

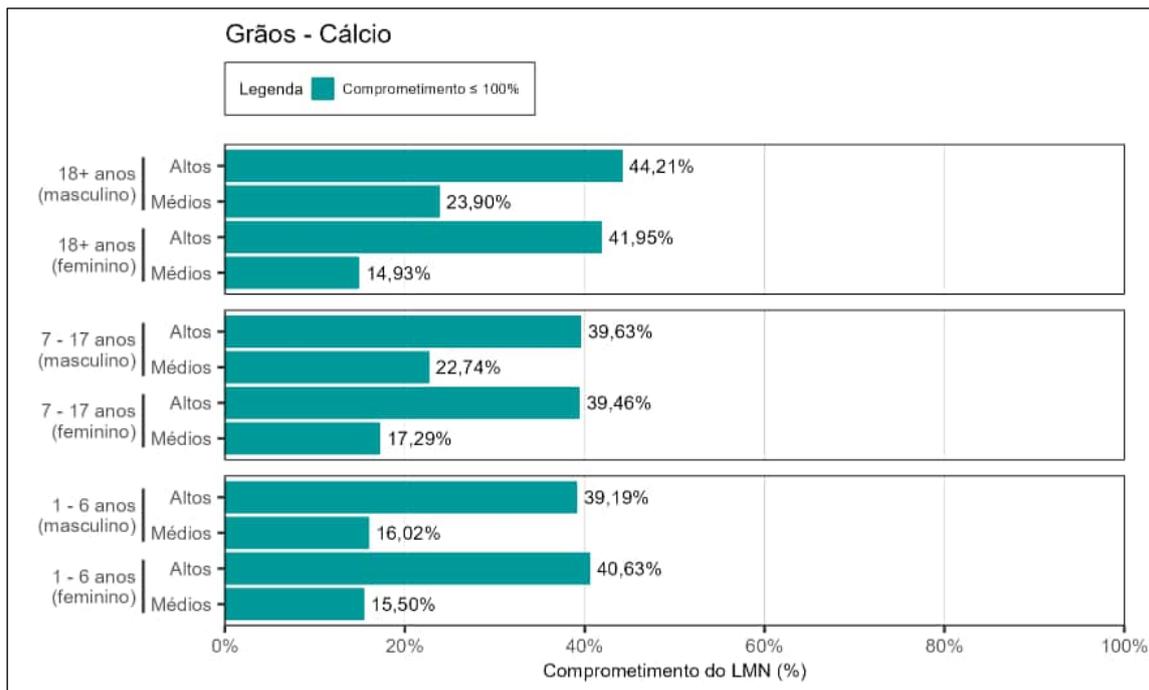


Figura 99. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

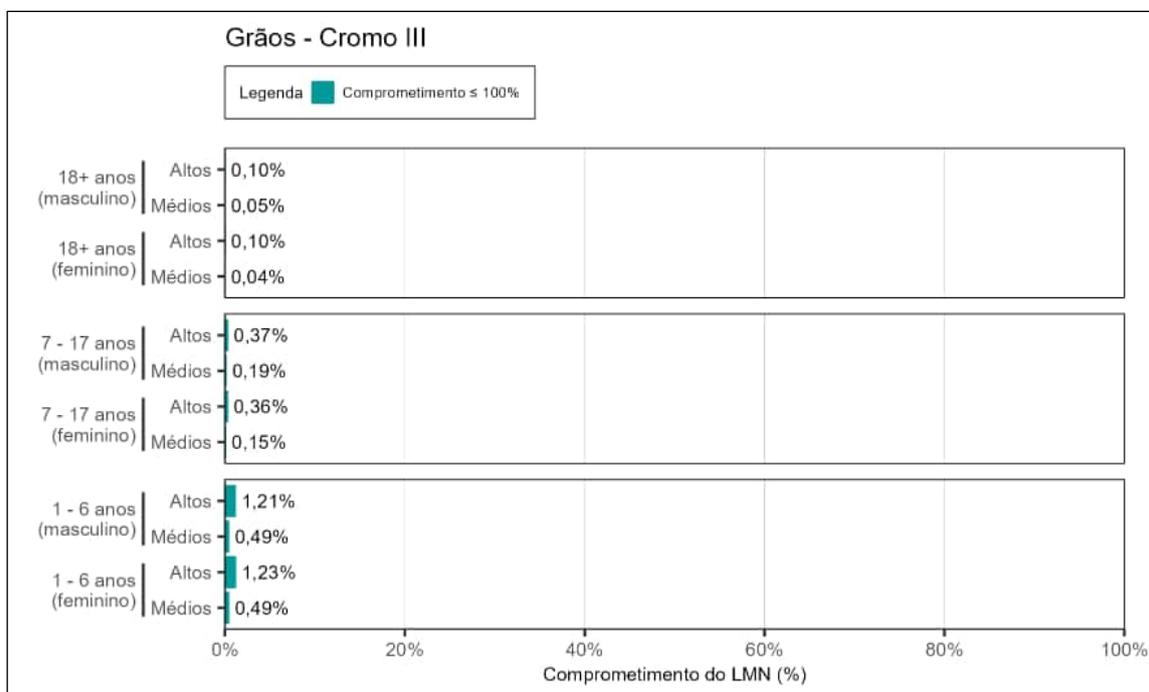


Figura 100. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

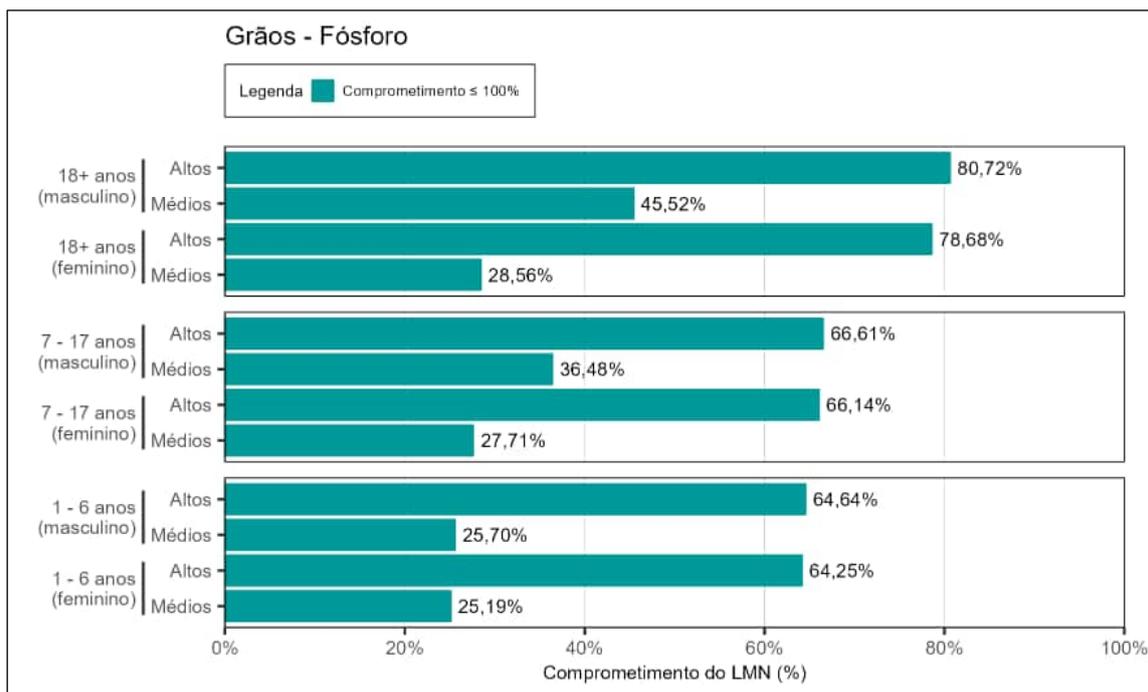


Figura 101. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

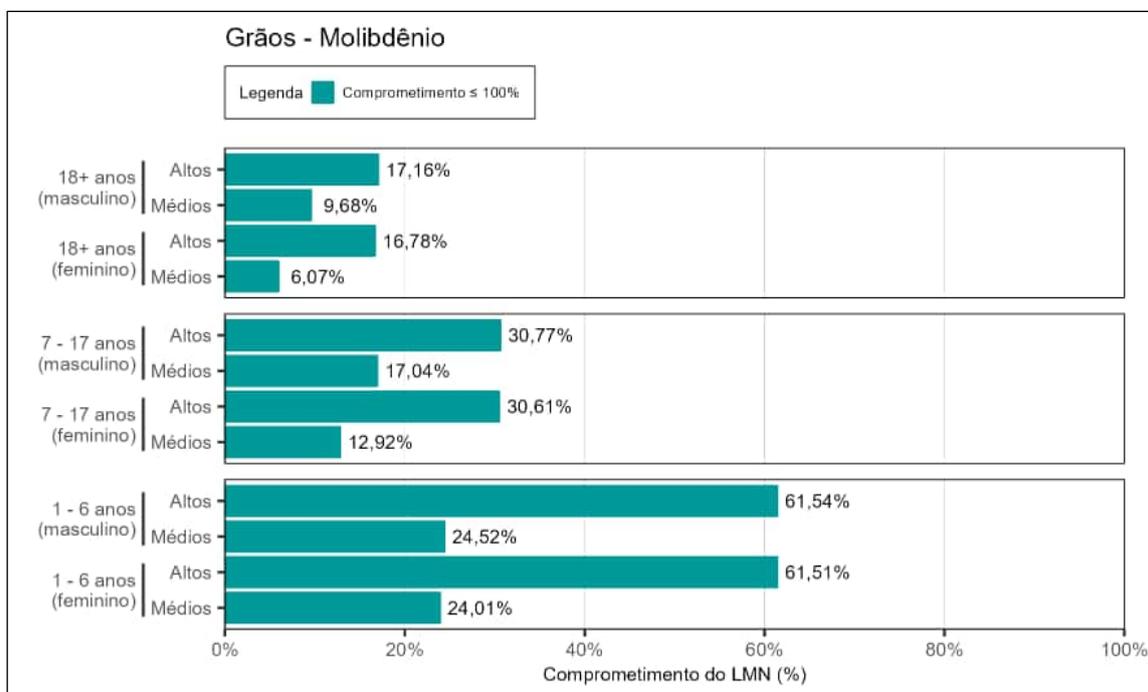


Figura 102. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

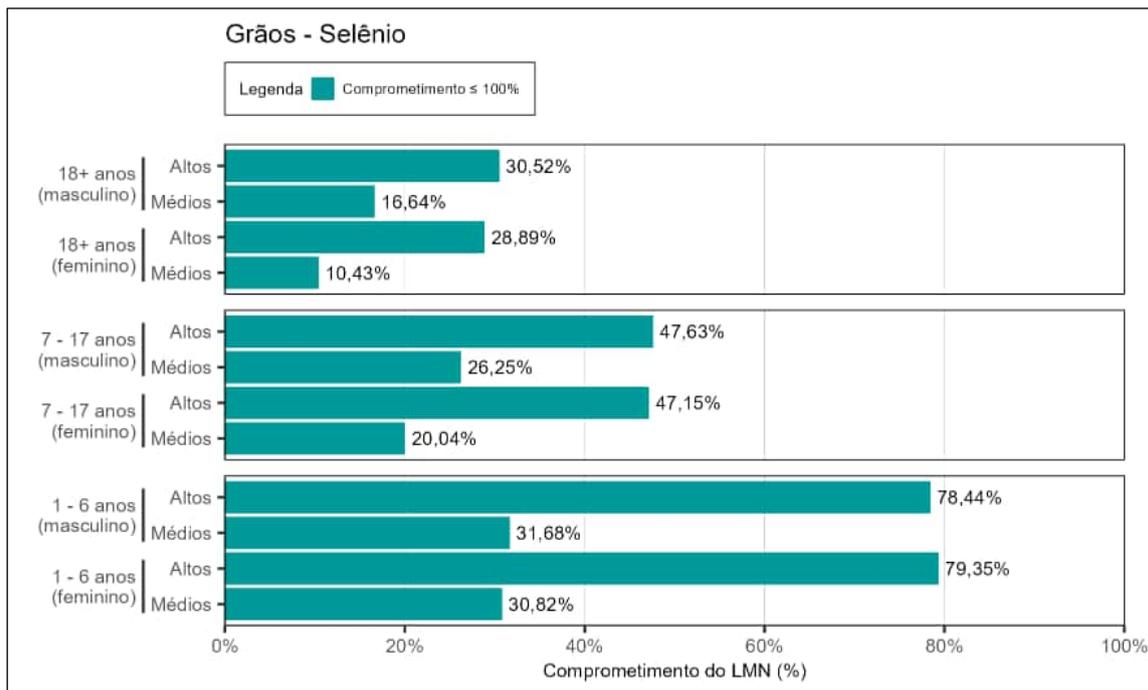


Figura 103. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

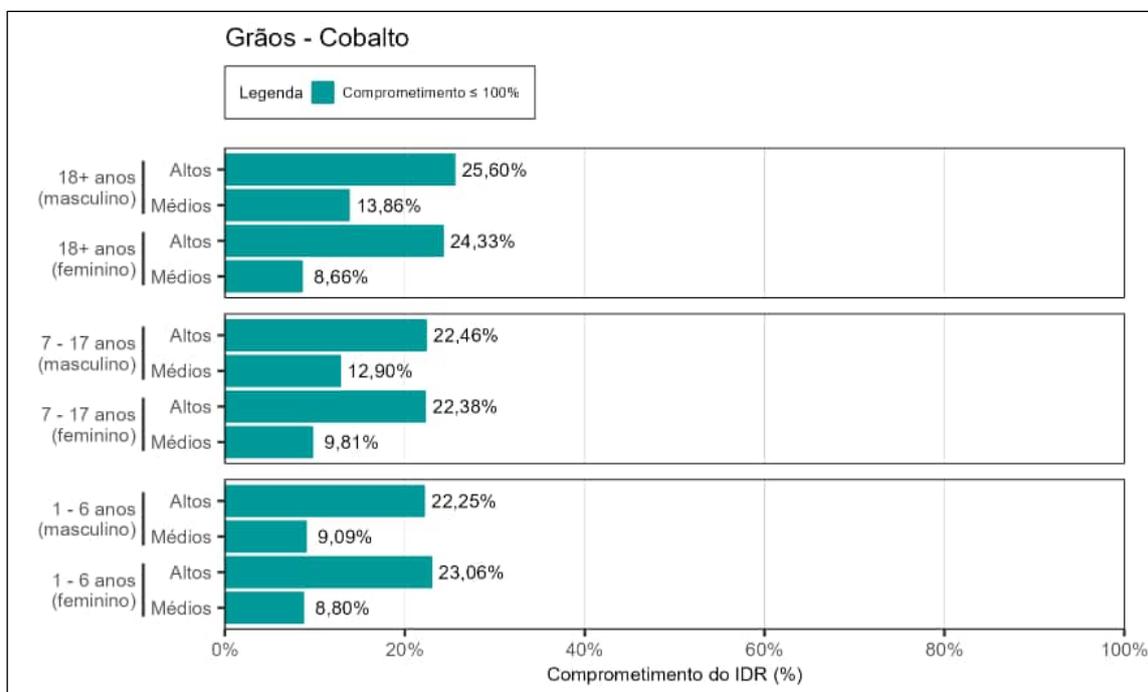


Figura 104. Estimativa do comprometimento da ingestão diária de cobalto em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

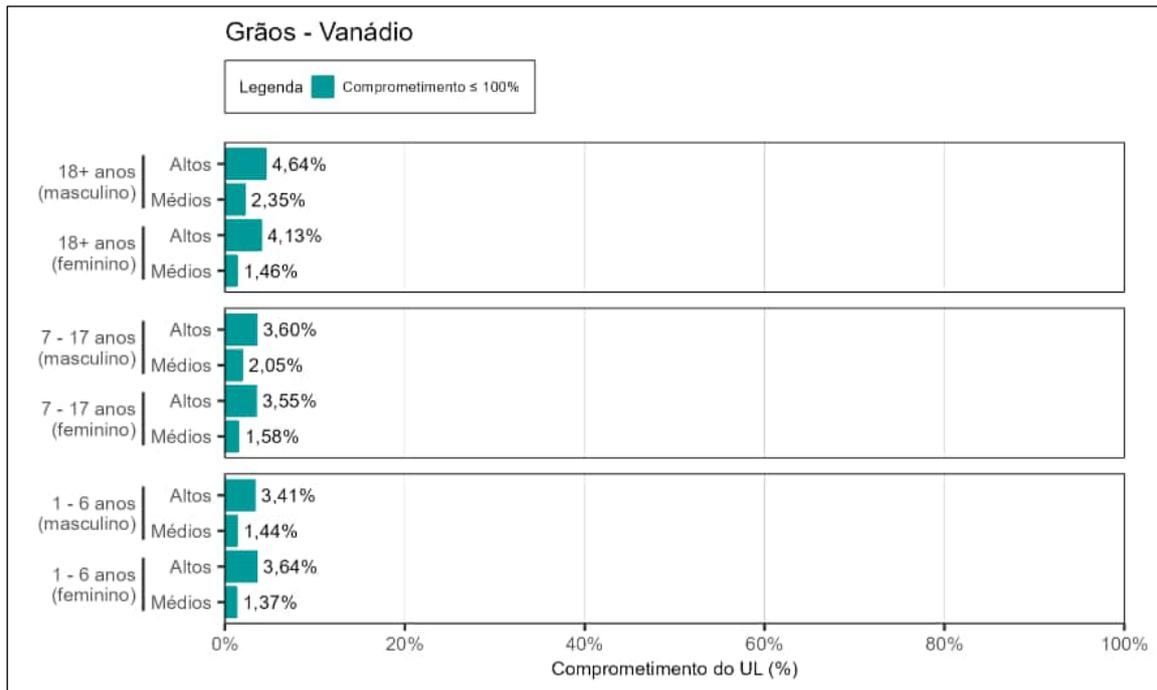


Figura 105. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

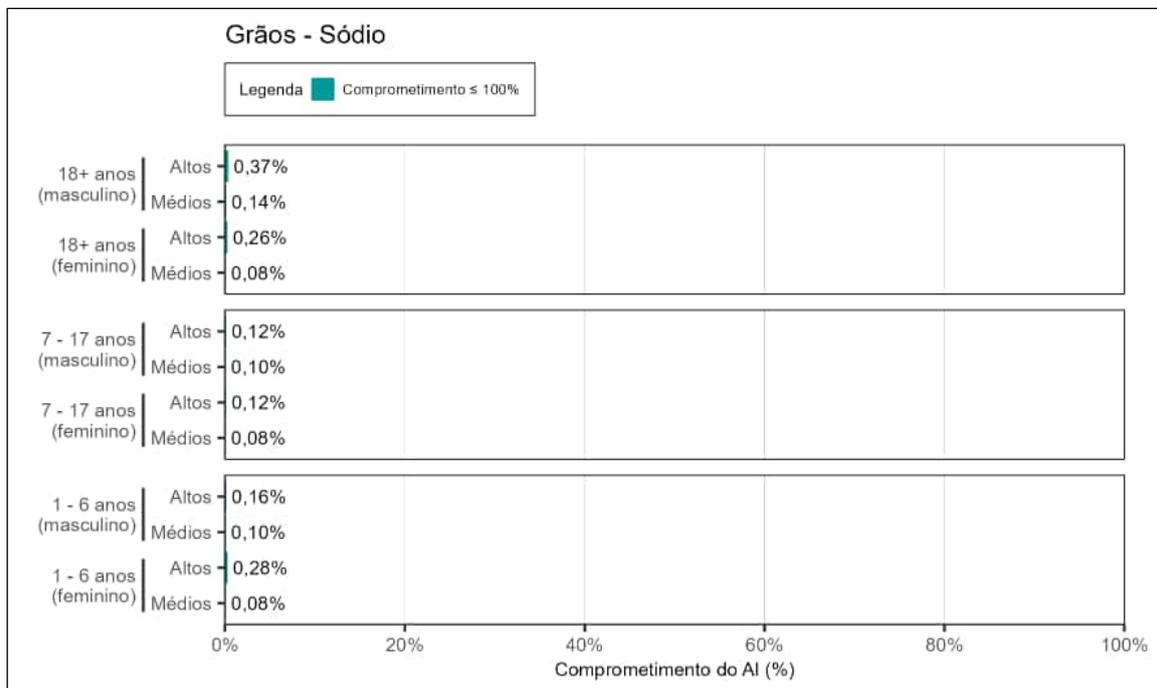


Figura 106. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (IA) de sódio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

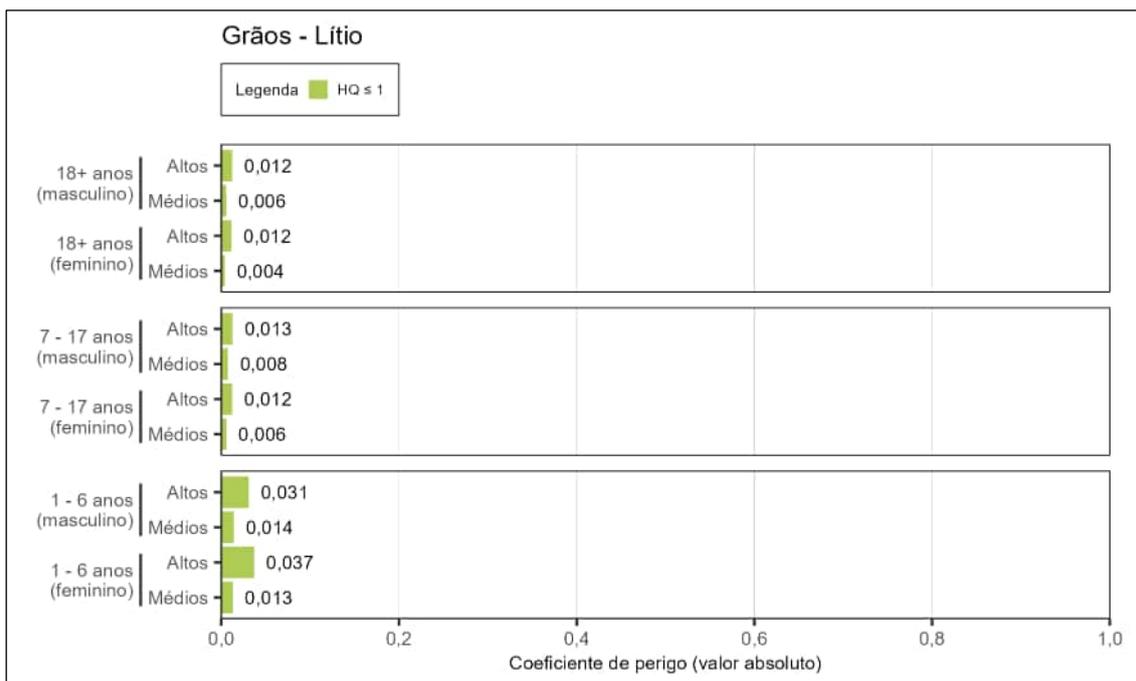


Figura 107. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado da Figura 99 à Figura 107, a equipe de perícia concluiu que não foi evidenciada extrapolação dos valores de segurança para o cálcio, cobalto, cromo III, fósforo, molibdênio, selênio, sódio, vanádio e lítio em grãos, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

A equipe de perícia reitera que apesar de ter apresentado a avaliação da segurança em relação ao Limite Máximo de Nutrientes (LMN) e a Ingestão Diária Recomendada (IDR) (quando aplicáveis), a conclusão sobre a existência (ou não) de preocupação em relação ao consumo dos produtos agropecuários foi dada em relação ao comprometimento do UL, pois este é o valor de segurança que apresenta maior importância toxicológica.

No que tange ao comprometimento do valor de segurança calculado para o cobre, o ferro e o zinco em grãos, a equipe de perícia informa que houve comprometimento acima de 100% do LMN para essas substâncias químicas. Da mesma forma, houve comprometimento acima de 100% do IDR para o manganês. Portanto, uma vez que houve extrapolação do LMN e do IDR para esses nutrientes, a equipe de perícia realizou a avaliação da segurança a partir do UL para essas substâncias, especificamente.

Dentre as substâncias que apresentaram comprometimento do valor de segurança a partir do LMN ou IDR, para o ferro, especificamente, após a avaliação da segurança a partir do UL, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação do valor de segurança a partir do UL para nenhum dos cenários avaliados, conforme apresentado na Figura 108. Assim, a equipe de perícia entende que não são esperados efeitos tóxicos decorrente da presença de ferro em grãos.

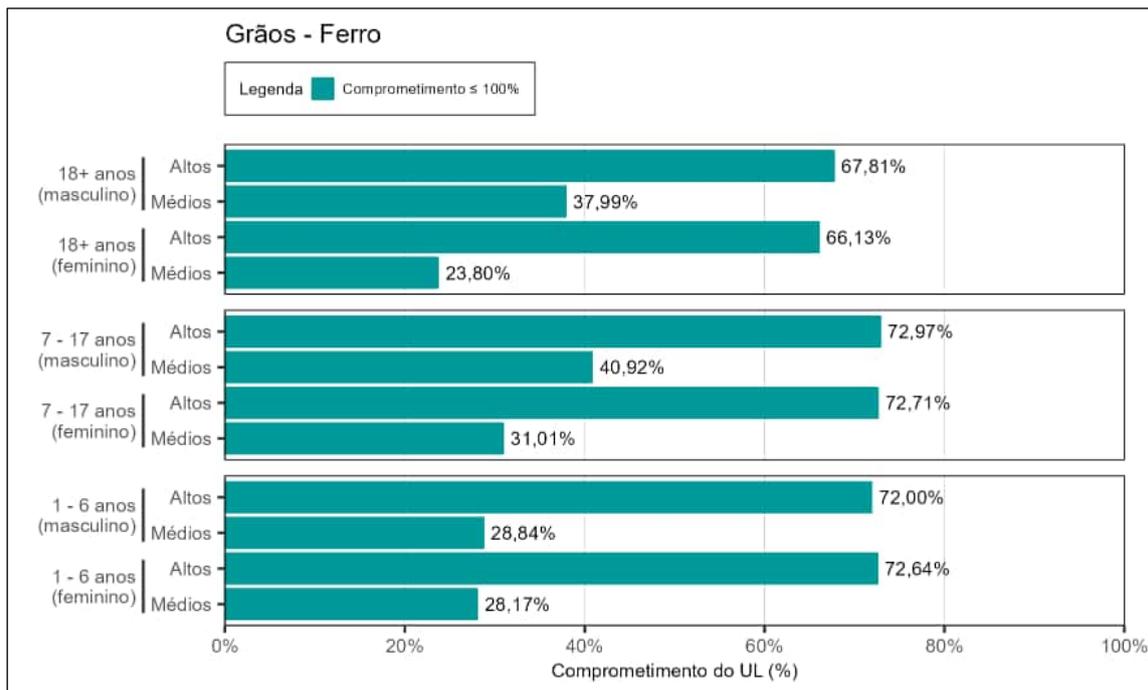


Figura 108. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para ferro em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para as substâncias químicas que tiveram o valor de segurança extrapolado (comprometimento > 100%), os resultados estão apresentados a seguir, para cada substância química (Figura 109 a Figura 122).

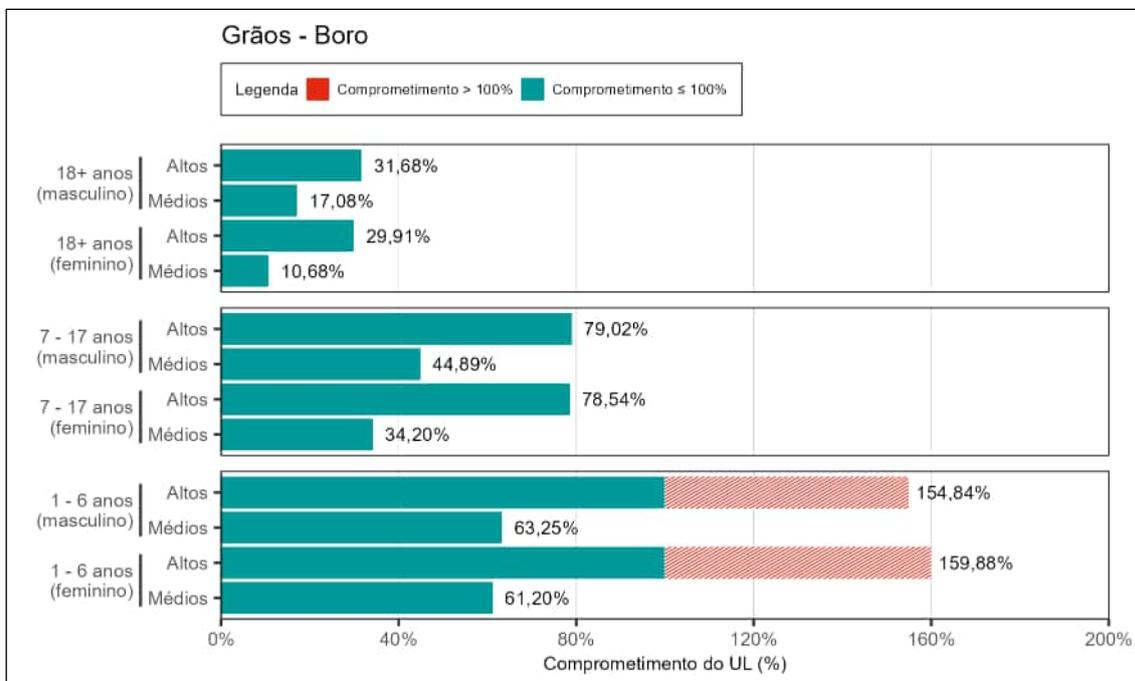


Figura 109. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para boro em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

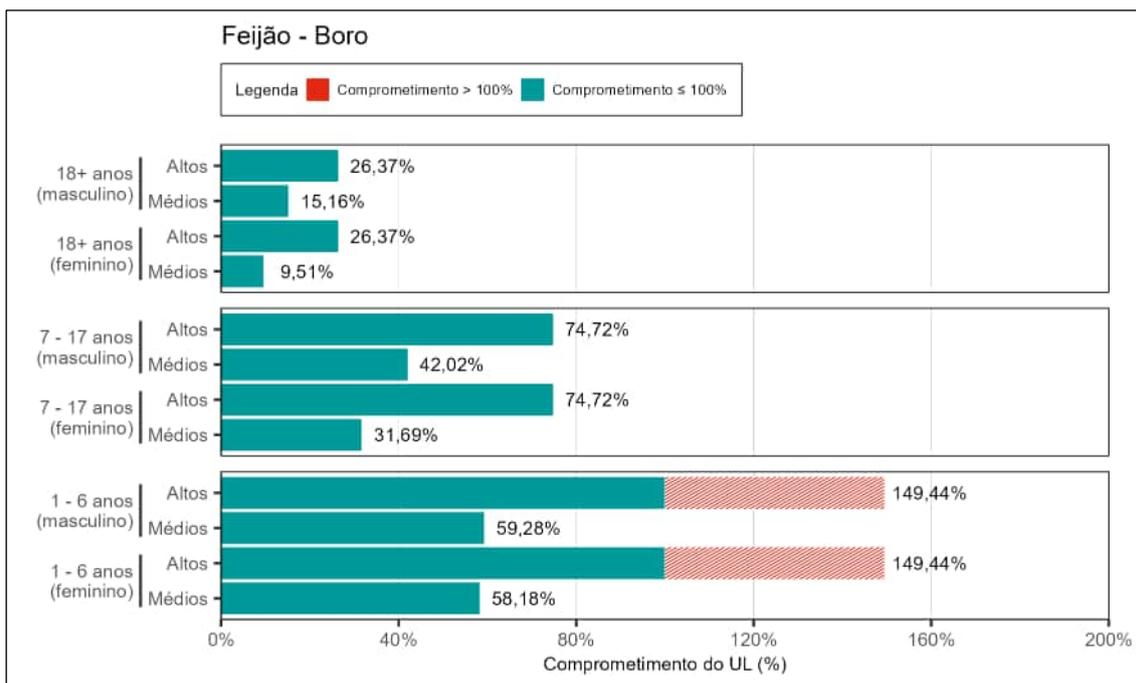


Figura 110. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para boro em feijão para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

No que tange o comprometimento do valor de segurança calculado para o boro em grãos (Figura 109), é possível perceber um comprometimento acima de 100% do UL para meninos e meninas de 1 a 6 anos, considerando o grupo de altos consumidores. Para os consumidores dos valores médios, a equipe de perícia informa que não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para nenhuma das faixas etárias e sexos avaliados.

Considerando os alimentos do grupo grãos, individualmente, o feijão foi o único que apresentou extrapolação dos valores de segurança para o boro para os altos consumidores de 1 a 6 anos, de ambos os sexos (Figura 110).

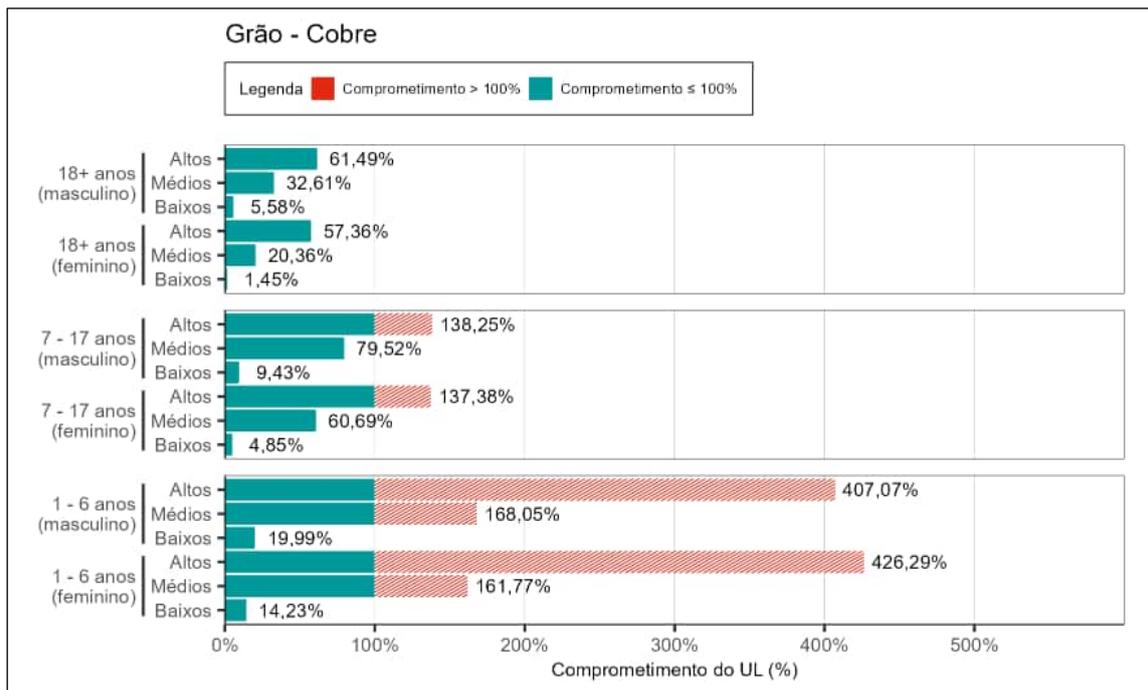


Figura 111. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para cobre em grãos para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

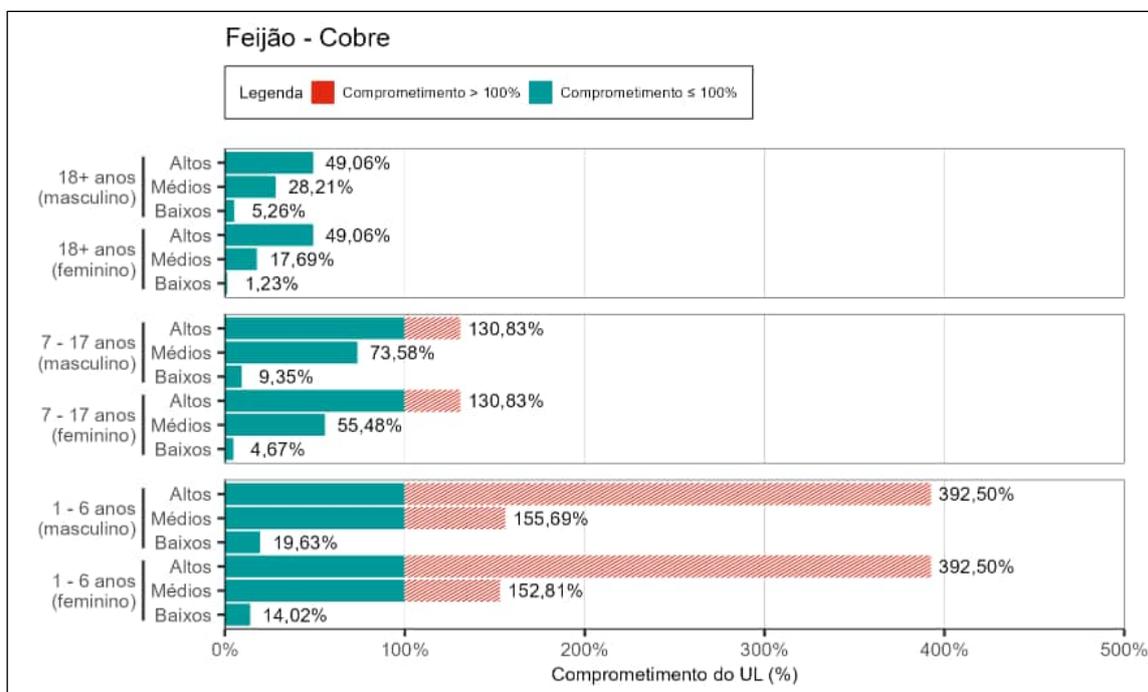


Figura 112. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para cobre em feijão para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Considerando a avaliação a partir do UL, para os altos consumidores de grãos, há extrapolação do valor de segurança para o cobre para homens e mulheres de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos (Figura 111). Para os consumidores dos valores médios, há extrapolação do valor de segurança para meninos e meninas de 1 a 6 anos. Com relação aos baixos consumidores, não foi observada nenhuma extrapolação dos valores de segurança para cobre, considerando todas as faixas etárias e sexo avaliados.

O feijão foi o alimento que mais contribuiu para o comprometimento acima de 100% do UL para o cobre e sozinho extrapolou os valores de segurança entre os altos consumidores de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos, de ambos os sexos (Figura 112).

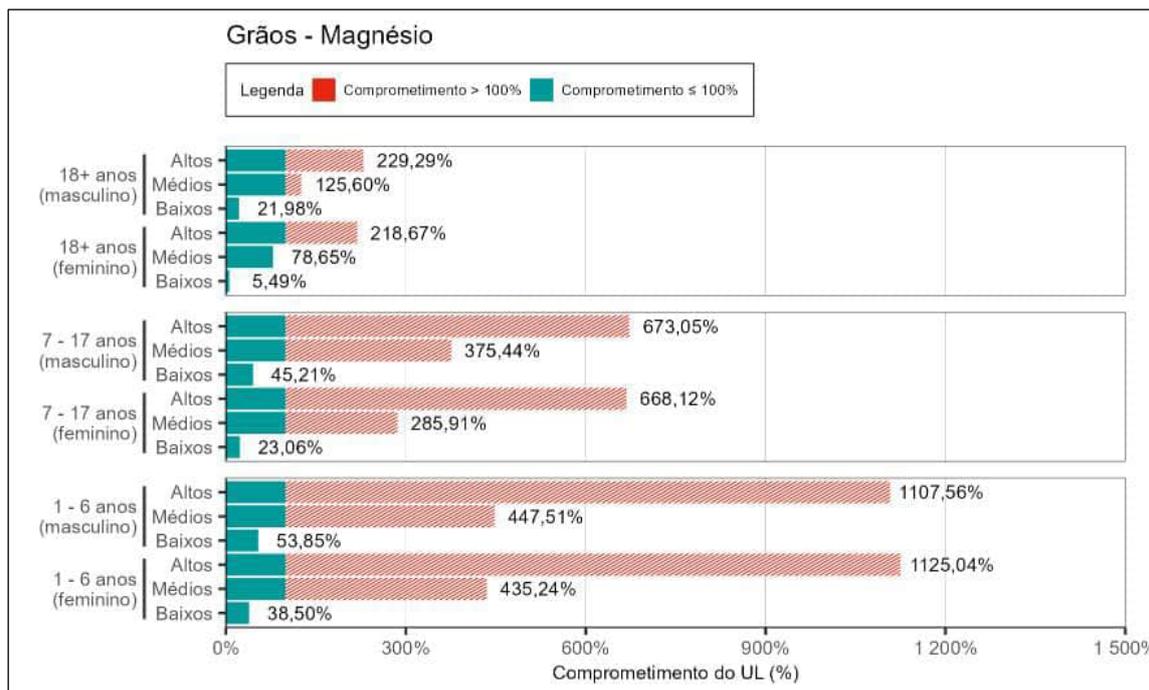


Figura 113. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em grãos para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

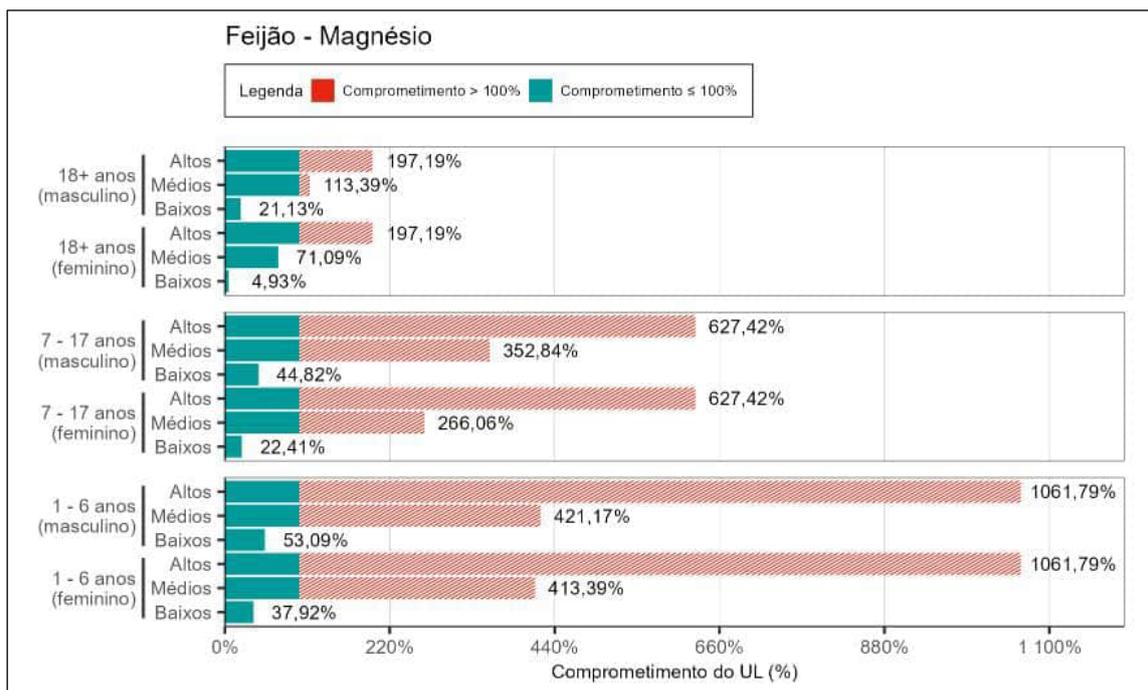


Figura 114. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) para magnésio em feijão para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia concluiu que para os altos consumidores, há extrapolação do valor de referência para o magnésio para todas as faixas etárias e sexos avaliados. Para os consumidores dos valores médios, com exceção de mulheres adultas (acima de 18 anos), foi evidenciada extrapolação no valor de segurança para todos os grupos etários avaliados (Figura 113). No que tange aos baixos consumidores, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para o magnésio, considerando todas as faixas etárias e sexo avaliados.

O alimento que mais contribuiu para a extrapolação do valor de segurança do magnésio em grãos, foi o feijão. Além do feijão ser o alimento com maior contribuição no grupo para o comprometimento do valor de segurança do magnésio, também foi o único alimento que apresentou comprometimento acima de 100% do UL entre os altos consumidores de todas as faixas etárias e sexos avaliados. Com relação aos consumidores dos valores médios, só não foi observada a extrapolação dos valores de segurança do magnésio para mulheres adultas acima de 18 anos. No que tange aos baixos consumidores, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para o magnésio presente no feijão, considerando todas as faixas etárias e sexo avaliados (Figura 114).

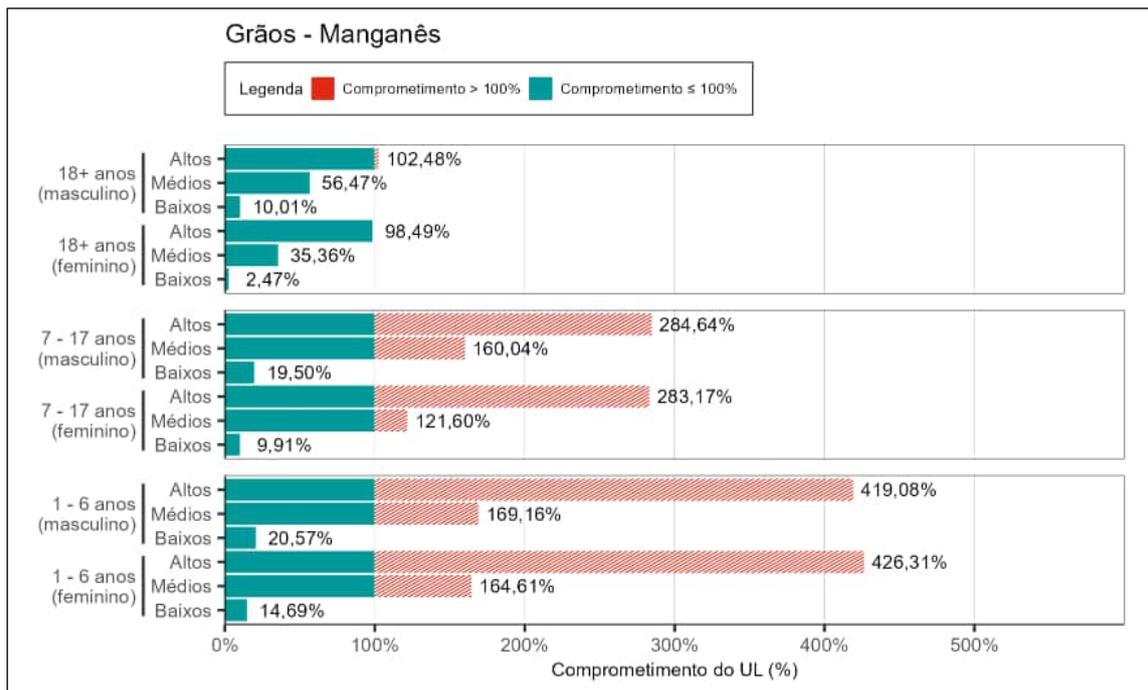


Figura 115. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para manganês em grãos para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

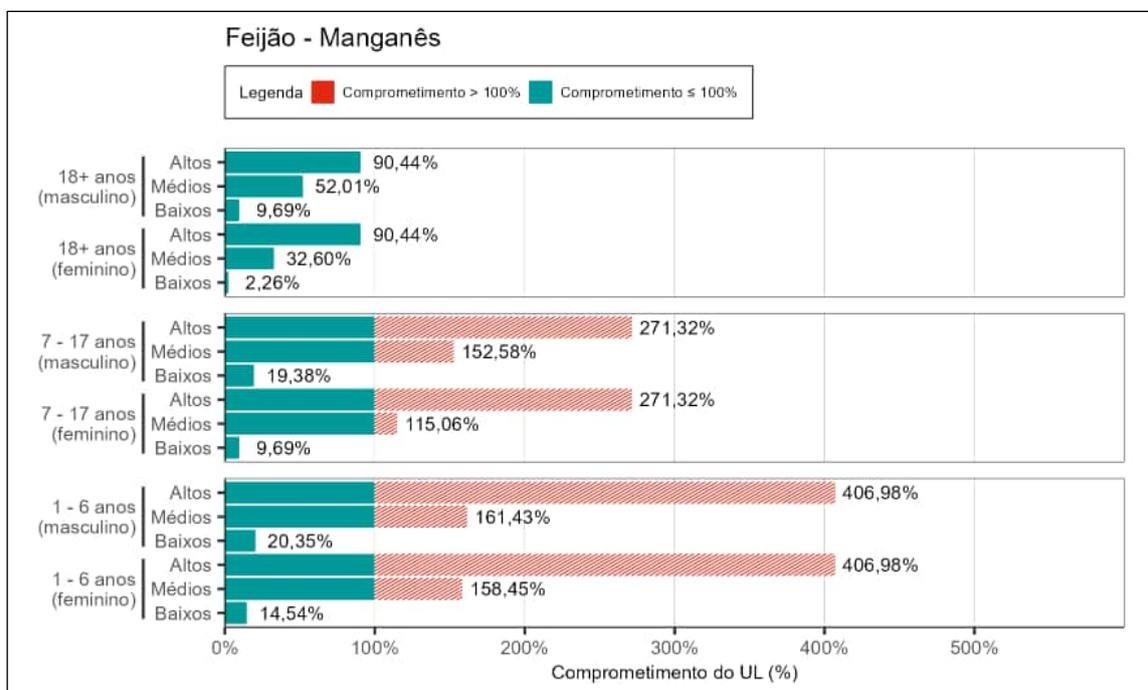


Figura 116. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para manganês em feijão para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Com relação ao comprometimento do valor de segurança calculado para o manganês para o grupo grãos (Figura 115), há comprometimento acima de 100% do UL para os altos consumidores homens (todas as faixas etárias) e meninas de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos. A equipe de perícia destaca que para mulheres adultas (acima de 18 anos), houve comprometimento de 98,49% do valor de segurança. Para os consumidores dos valores médios, há extrapolação do valor de segurança para meninos e meninas de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos. Com relação aos baixos consumidores, não foi observada nenhuma extrapolação dos valores de segurança para o manganês, considerando todas as faixas etárias e sexo avaliados.

Considerando os alimentos que compõem o grupo grãos, o feijão foi o único que apresentou comprometimento acima de 100% do UL para altos consumidores, de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos, de ambos os sexos. Para os altos consumidores adultos (acima de 18 anos), o comprometimento foi de 90,44% do UL, para ambos os sexos (Figura 116).

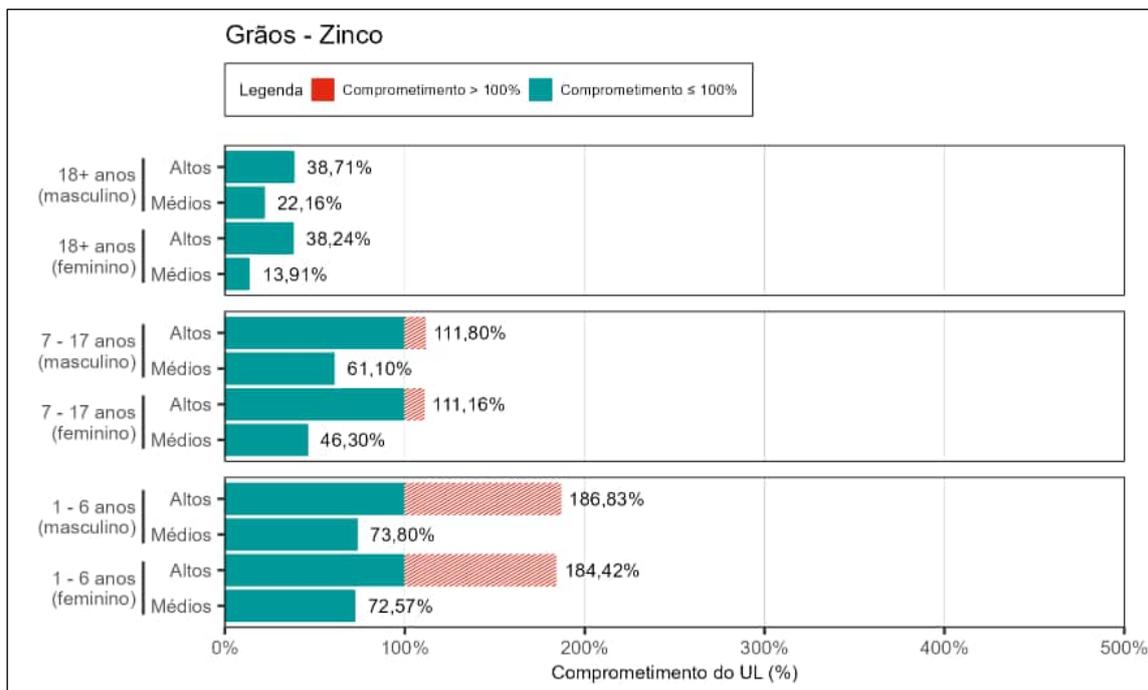


Figura 117. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para zinco em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

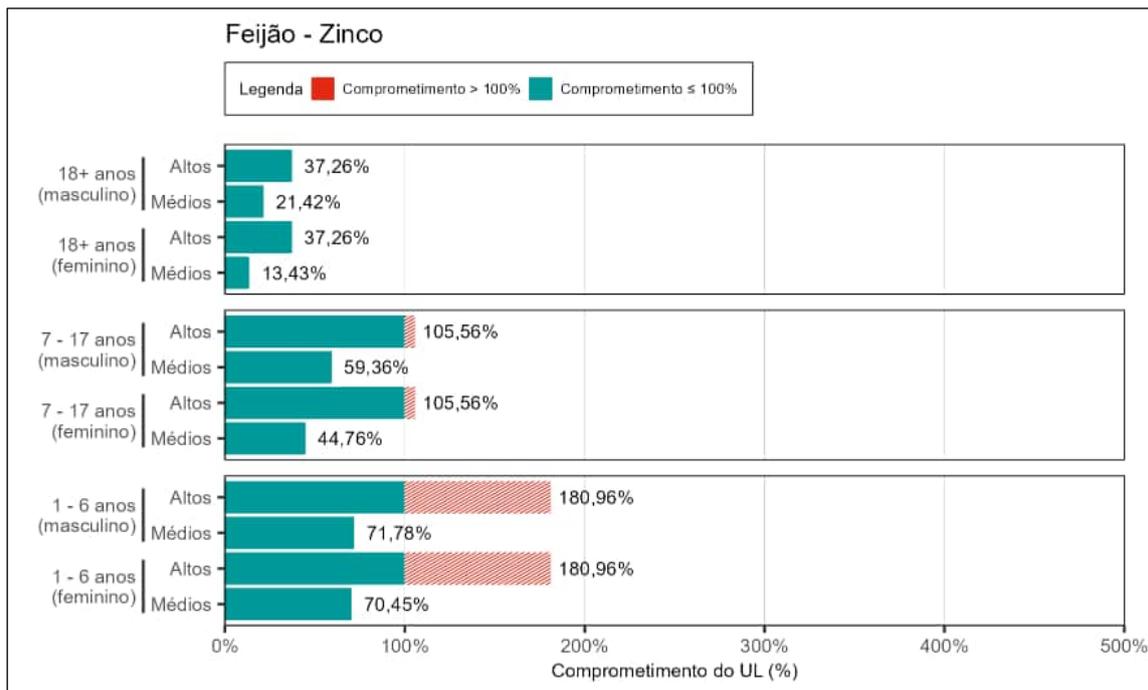


Figura 118. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para zinco em feijão para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Em relação ao zinco, a equipe de perícia concluiu que, para o grupo dos altos consumidores, há comprometimento acima de 100% do UL para pessoas de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos, de ambos os sexos. No que diz respeito aos consumidores dos valores médios, a equipe de perícia informa que não há extrapolação dos valores de segurança, considerando todos os grupos etários e sexos avaliados (Figura 117).

O feijão foi o único alimento do grupo que extrapolou o valor de segurança do zinco. Ele, por si só, apresentou um comprometimento acima de 100% do UL, para os altos consumidores, das faixas etárias de 1 a 6 e de 7 a 17 anos, de ambos os sexos (Figura 118).

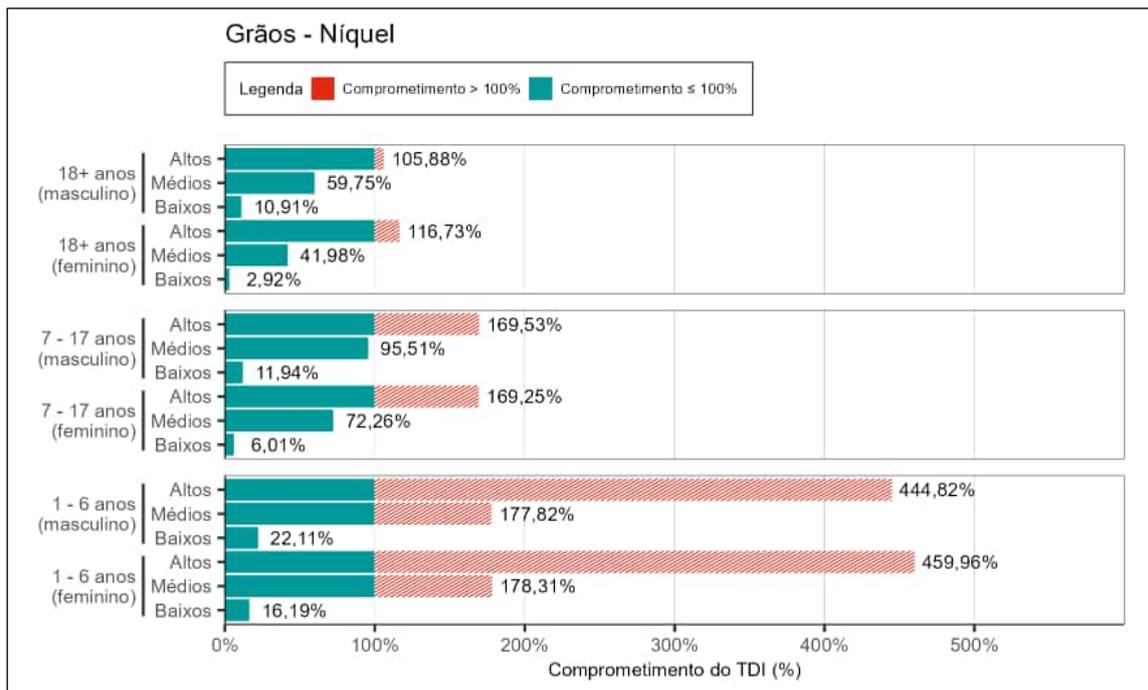


Figura 119. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em grãos para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e os baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

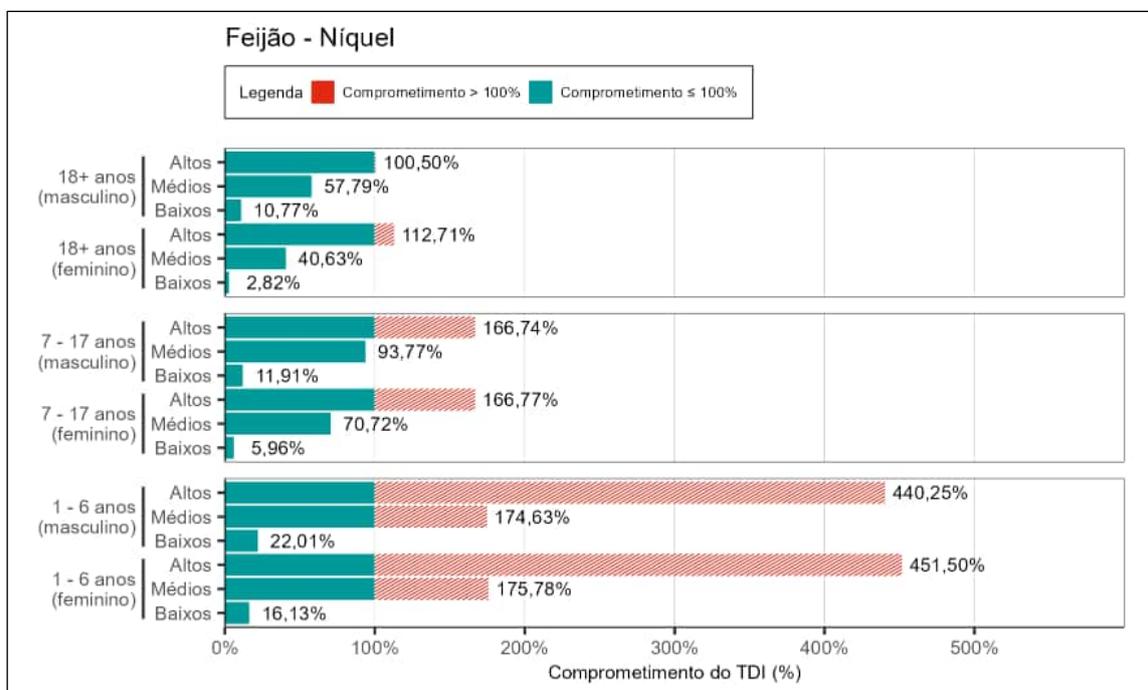


Figura 120. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em feijão para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e os baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

No que tange ao níquel, para o grupo dos altos consumidores, há extrapolação dos valores de segurança para homens e mulheres de todas as faixas etárias avaliadas. Com relação aos consumidores dos valores médios, a extrapolação é observada para crianças (1 a 6 anos), de ambos os sexos. A equipe de perícia destaca que para mulheres de 7 a 17 anos, consumidoras dos valores médios, houve comprometimento de 95,51% do valor de segurança. Em relação aos baixos consumidores, a equipe de perícia informa que não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para nenhuma das faixas etárias, de ambos os sexos avaliados (Figura 119).

O feijão foi o único alimento do grupo que, avaliado individualmente, extrapolou o valor de segurança do níquel. É possível perceber um comprometimento acima de 100% da TDI para homens e mulheres de todas as faixas etárias avaliadas, considerando o grupo de altos consumidores e para crianças (1 a 6 anos) de ambos os sexos, consumidores dos valores médios (Figura 120). A equipe de perícia destaca ainda que para homens de 7 a 17 anos, consumidores dos valores médios, o comprometimento do valor de segurança do níquel em feijão foi de 93,77% da TDI.

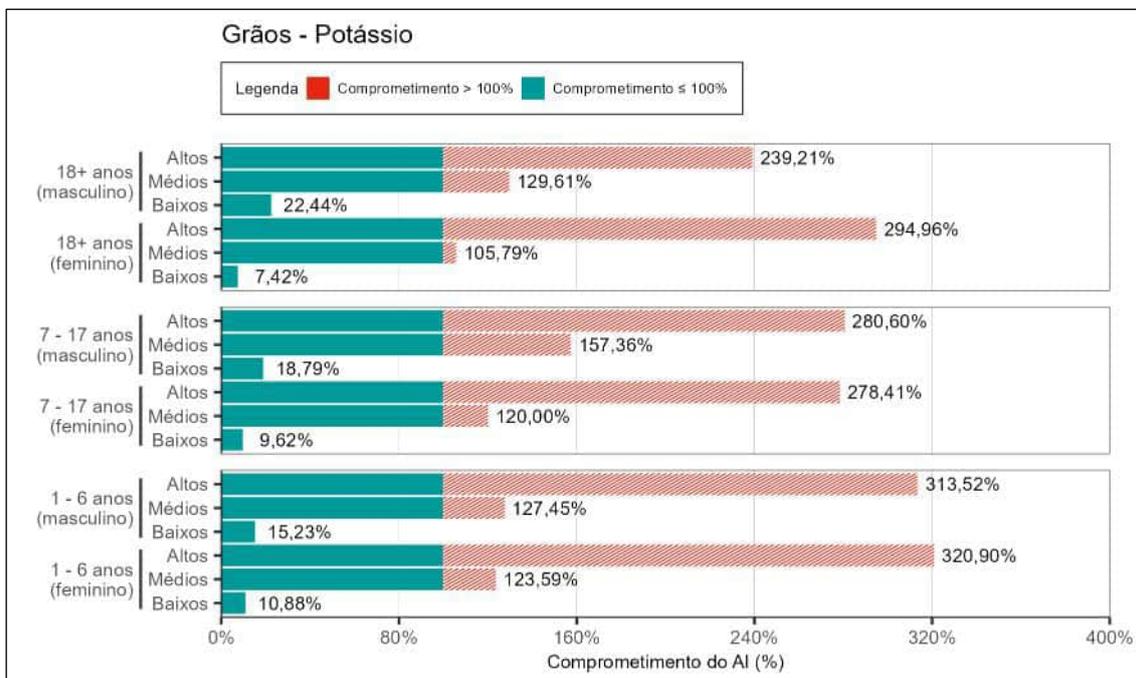


Figura 121. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em grãos para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e os baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

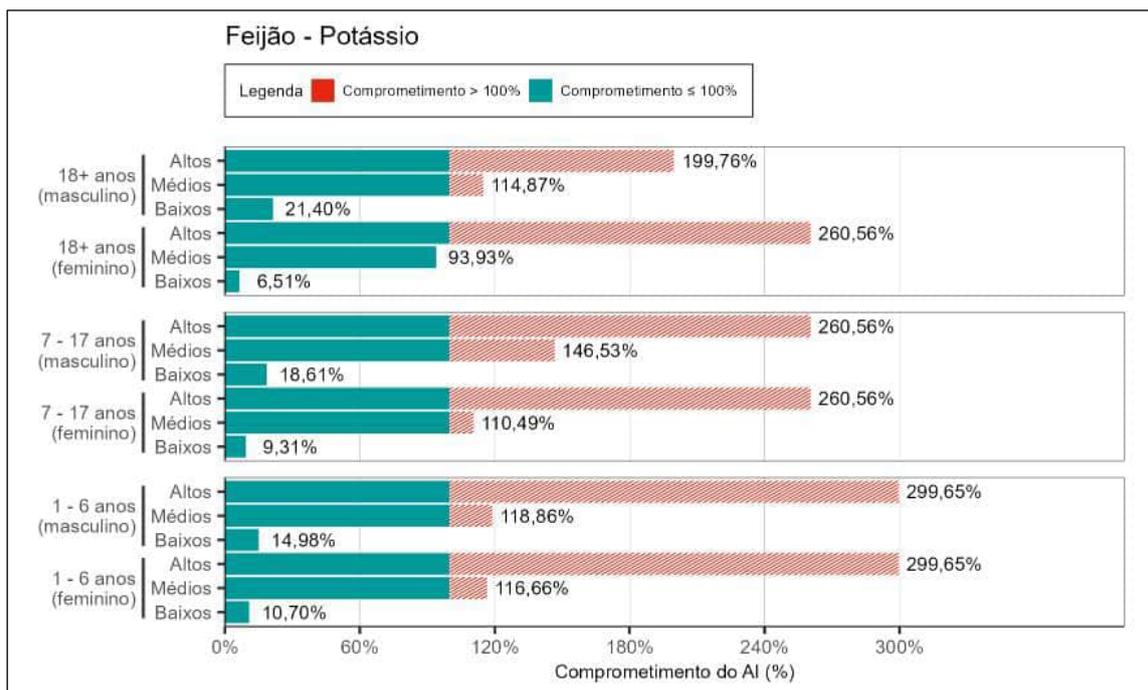


Figura 122. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em feijão para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e os baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados referentes ao comprometimento do valor de segurança calculado para o potássio em grãos são apresentados na Figura 121 e indicam extrapolação para homens e mulheres de todas as faixas etárias, considerando tanto os grupos de altos consumidores como os consumidores dos valores médios. Em relação aos baixos consumidores, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação dos valores de segurança, considerando indivíduos de todas as faixas etárias, de ambos os sexos avaliados.

Considerando os alimentos que compõem o grupo grãos, o feijão foi o único alimento do grupo que teve os valores de segurança extrapolados para o potássio (Figura 122). O potássio presente no feijão apresentou comprometimentos superiores a 100% da ingestão adequada (AI) entre os altos consumidores, homens e mulheres de todas as faixas etárias. Para os consumidores dos valores médios, há extrapolação entre homens e mulheres de todas as faixas etárias, com exceção das mulheres adultas (acima de 18 anos), para as quais o comprometimento alcançado foi de 93,93%.

A equipe de perícia ressalta que este dado deve ser avaliado com cuidado uma vez que a ingestão adequada (valor de referência utilizado para avaliar esta substância) é um valor a ser usado como meta de ingestão dietética para indivíduos saudáveis, e não, especificamente, para a determinação de risco de consumo da substância potássio. Contudo, a adição de nutrientes a uma dieta, quer através da ingestão de grandes quantidades de alimentos altamente fortificados ou de fontes não alimentares, como suplementos, ou ambos, pode (em algum nível) representar um risco de efeitos adversos para a saúde. Relatos de casos indicam que doses muito grandes de suplementos de potássio podem causar anomalias cardíacas e morte. Contudo, o comitê NASEM (*National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*) concluiu que esses relatos não fornecem evidências suficientes para estabelecer um valor de UL. Portanto, o comitê não estabeleceu um UL para o potássio (NIH_b, 2022).

No entanto, a ausência de um valor de UL para o potássio não significa que não haja risco de ingestão excessiva, tanto para a população geral como para certos seguimentos da população.

6.1.6 Leite

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança para as substâncias químicas essenciais em leite estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 123 a Figura 142), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

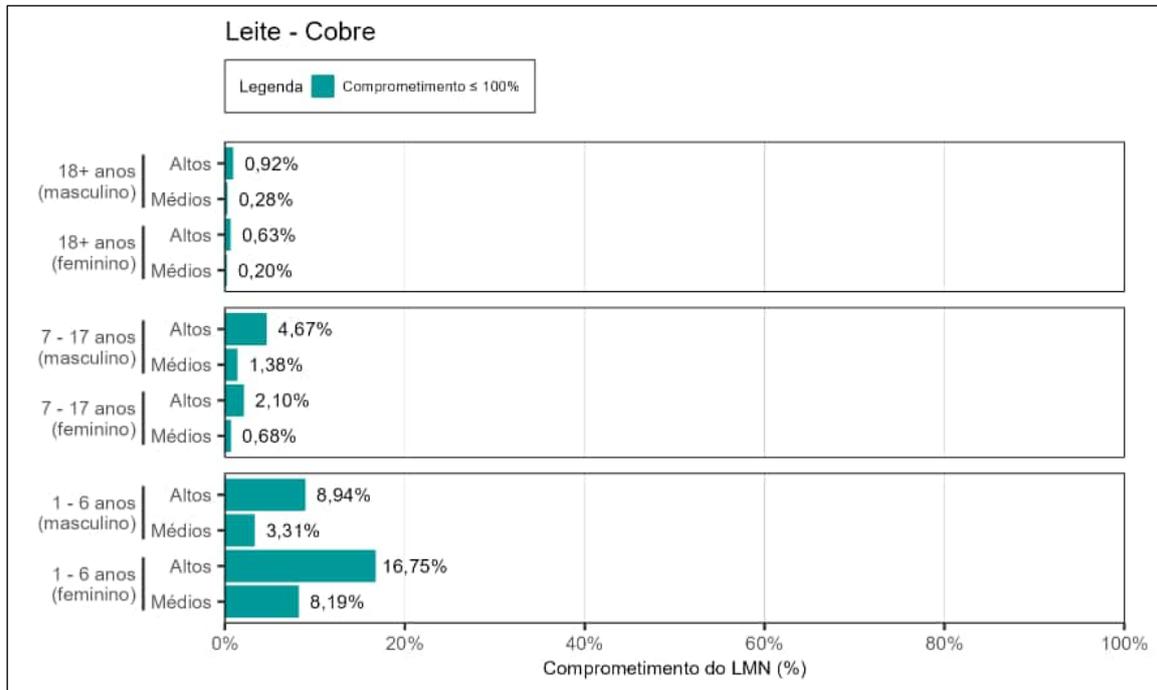


Figura 123. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cobre em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

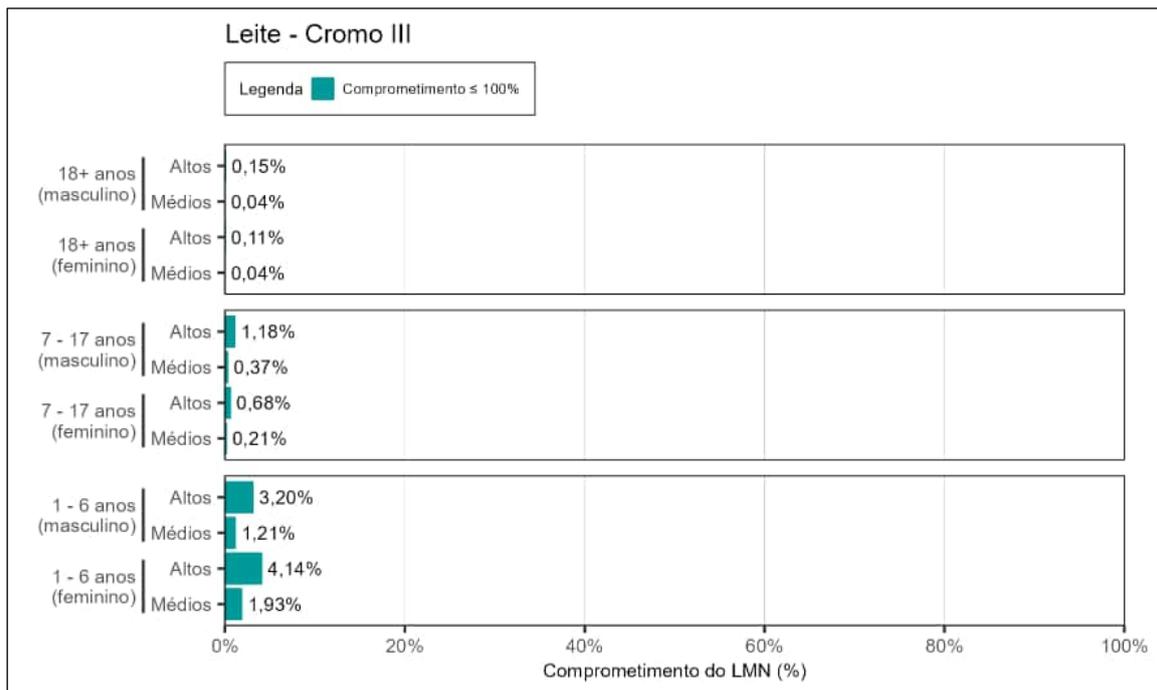


Figura 124. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

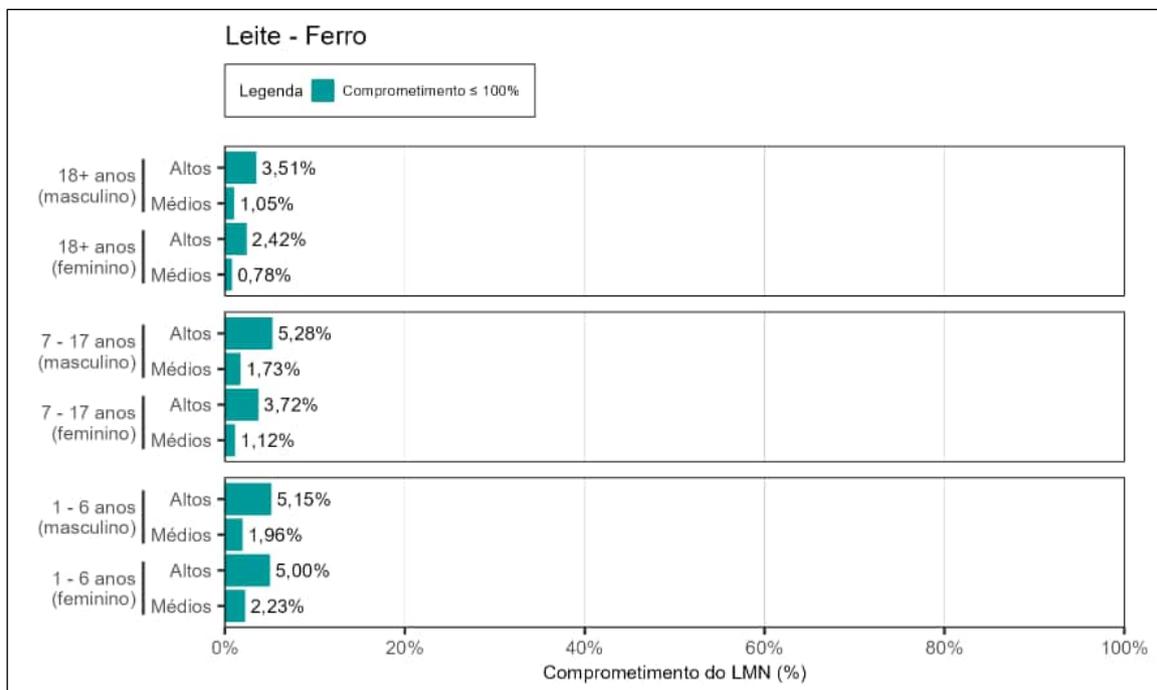


Figura 125. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

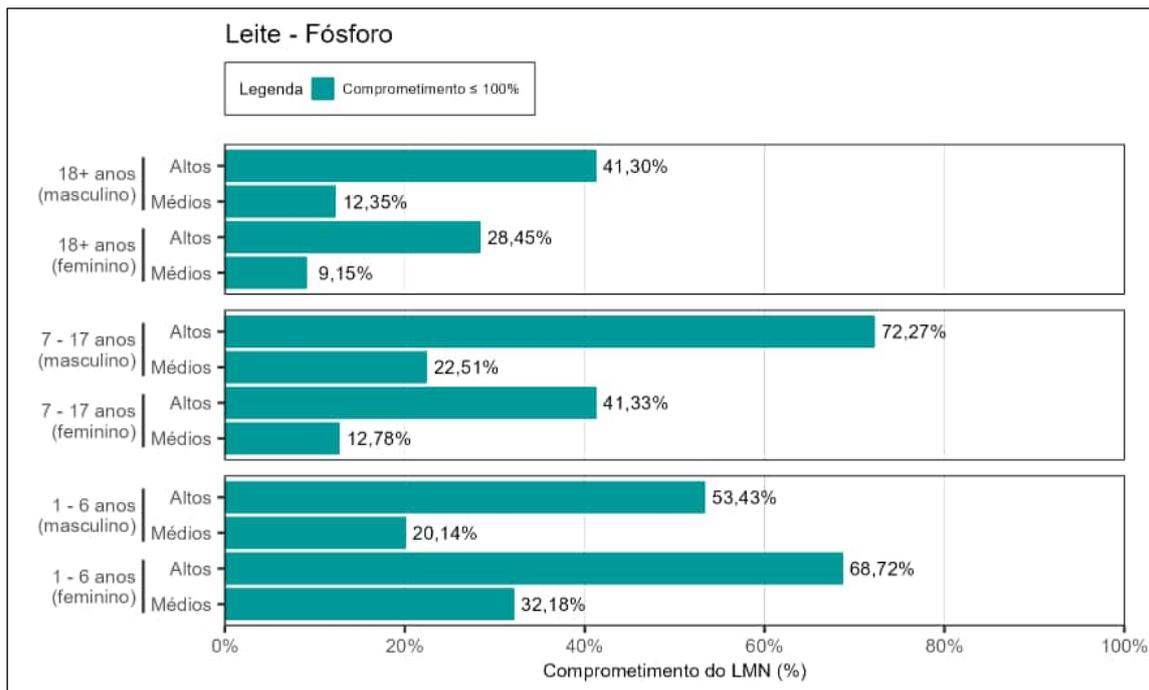


Figura 126. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

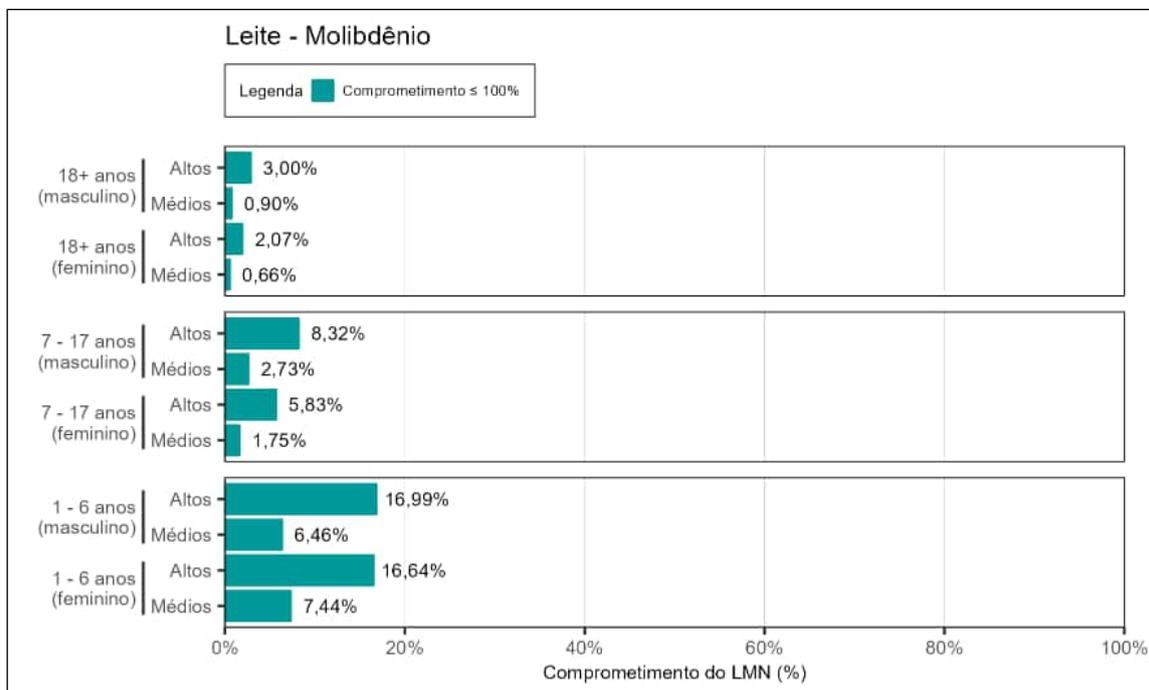


Figura 127. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

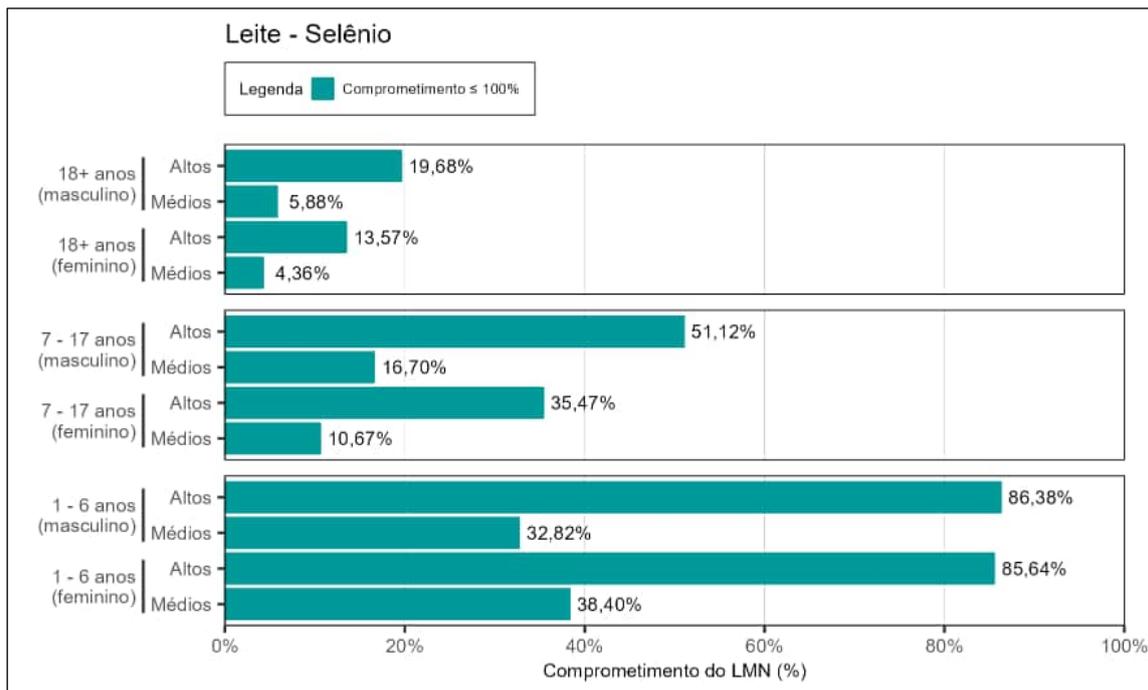


Figura 128. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

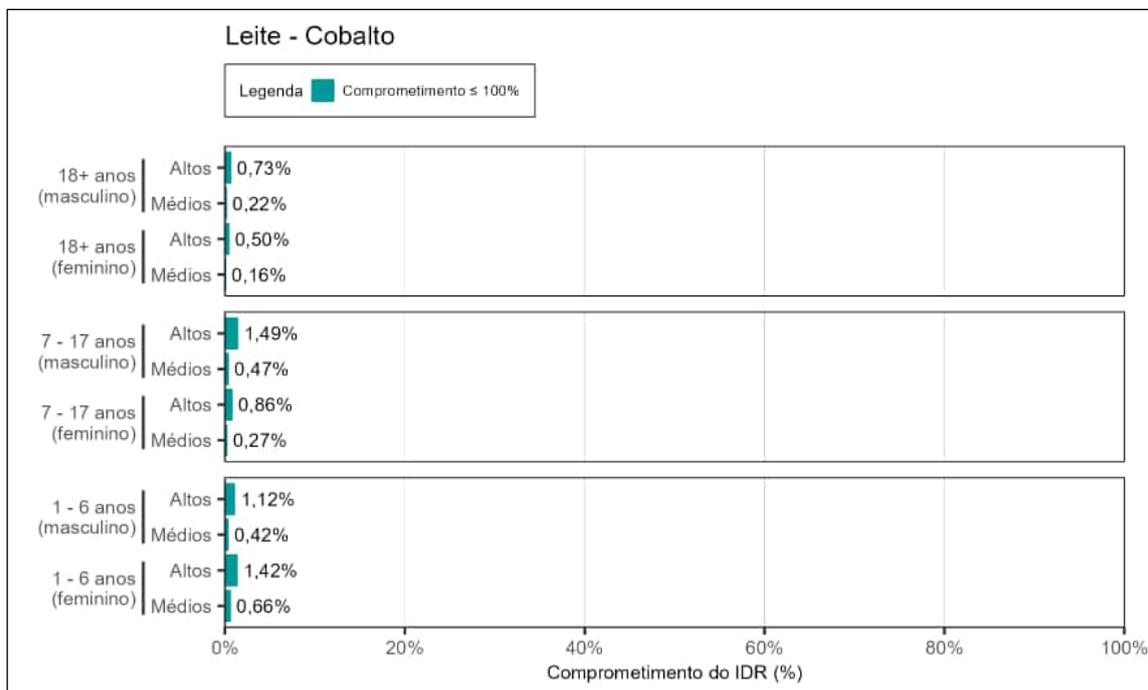


Figura 129. Estimativa do comprometimento da ingestão diária de cobalto em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

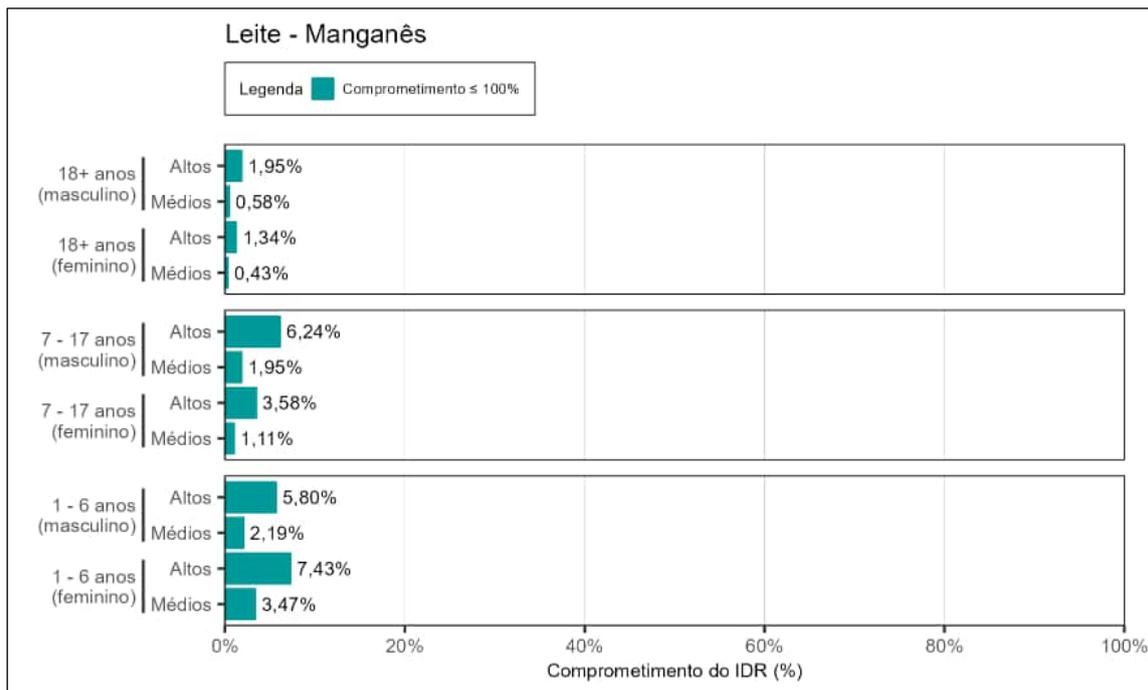


Figura 130. Estimativa do comprometimento da ingestão diária de manganês em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

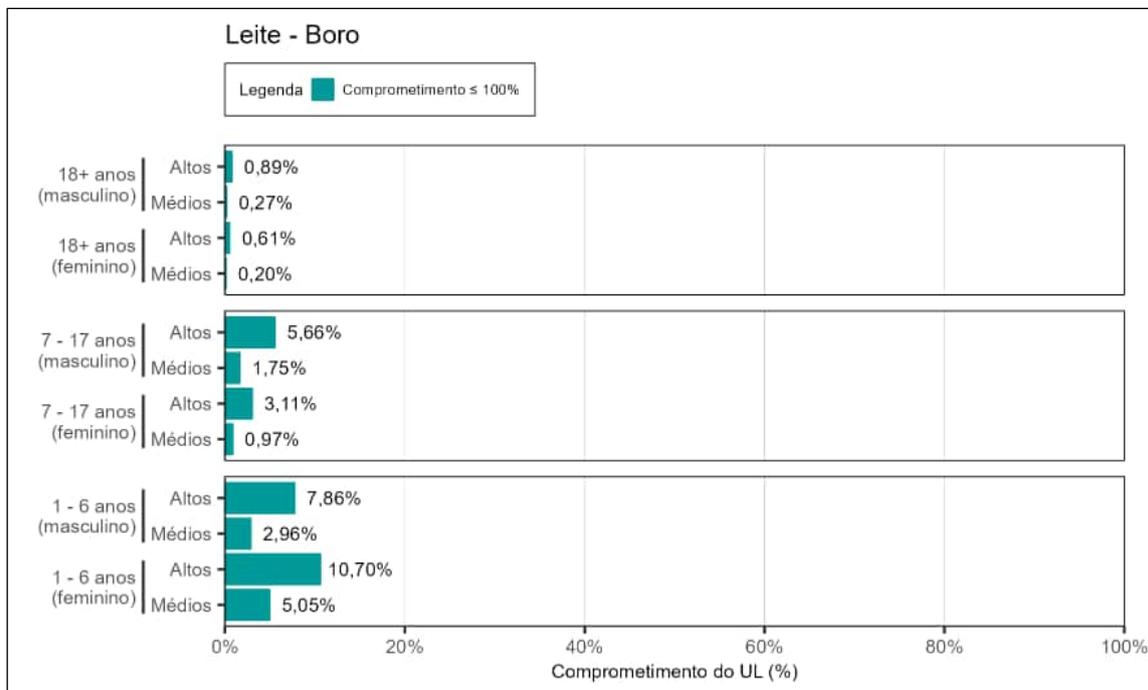


Figura 131. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) de boro em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

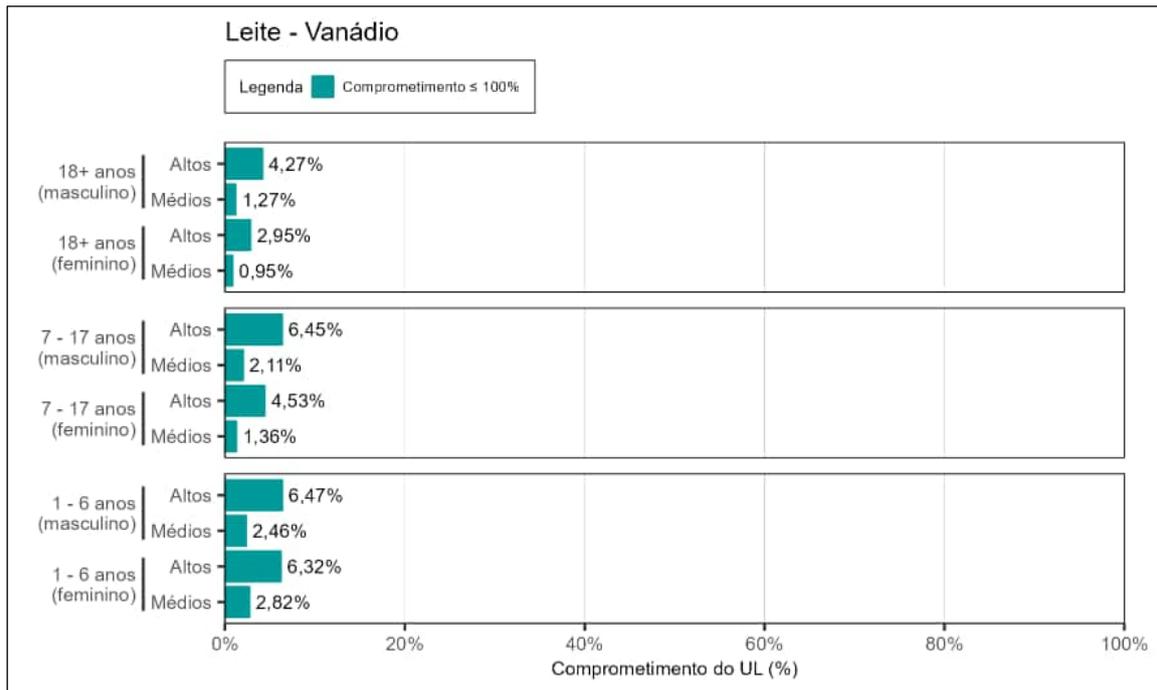


Figura 132. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) para vanádio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

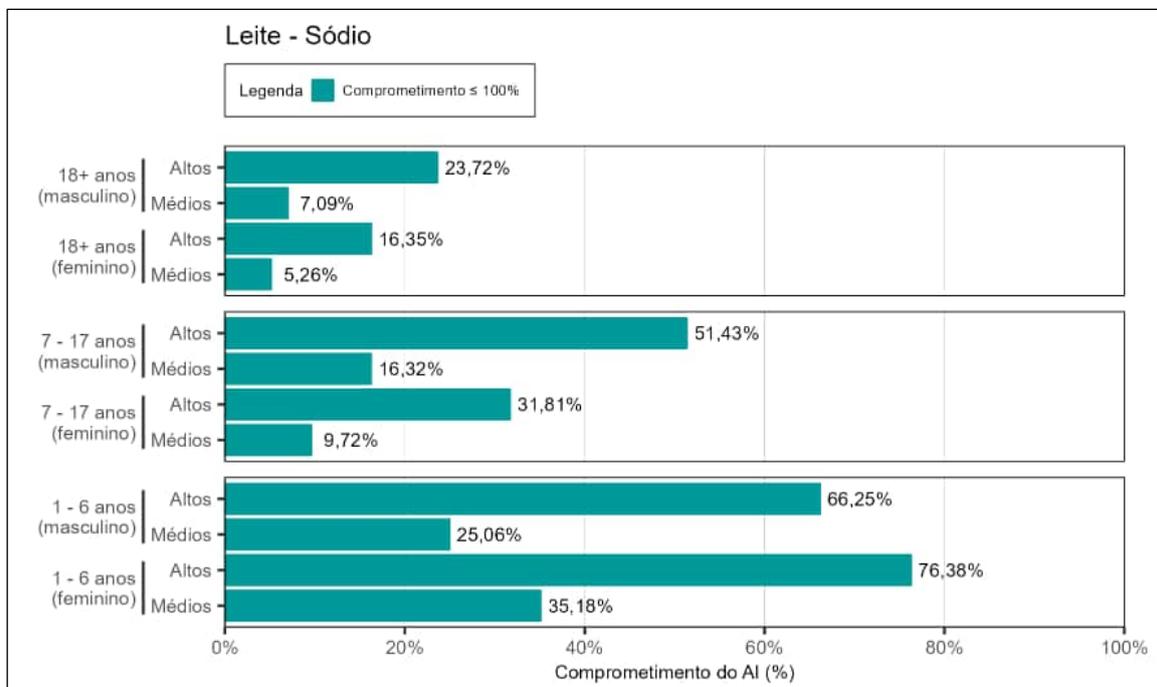


Figura 133. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) de sódio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

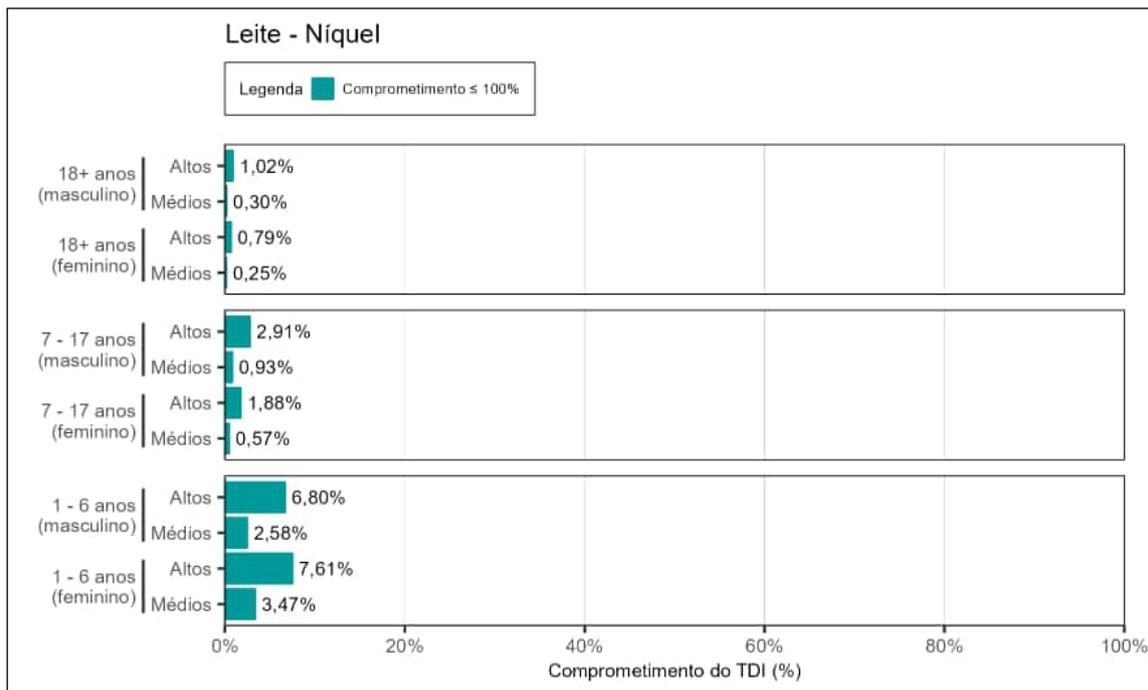


Figura 134. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

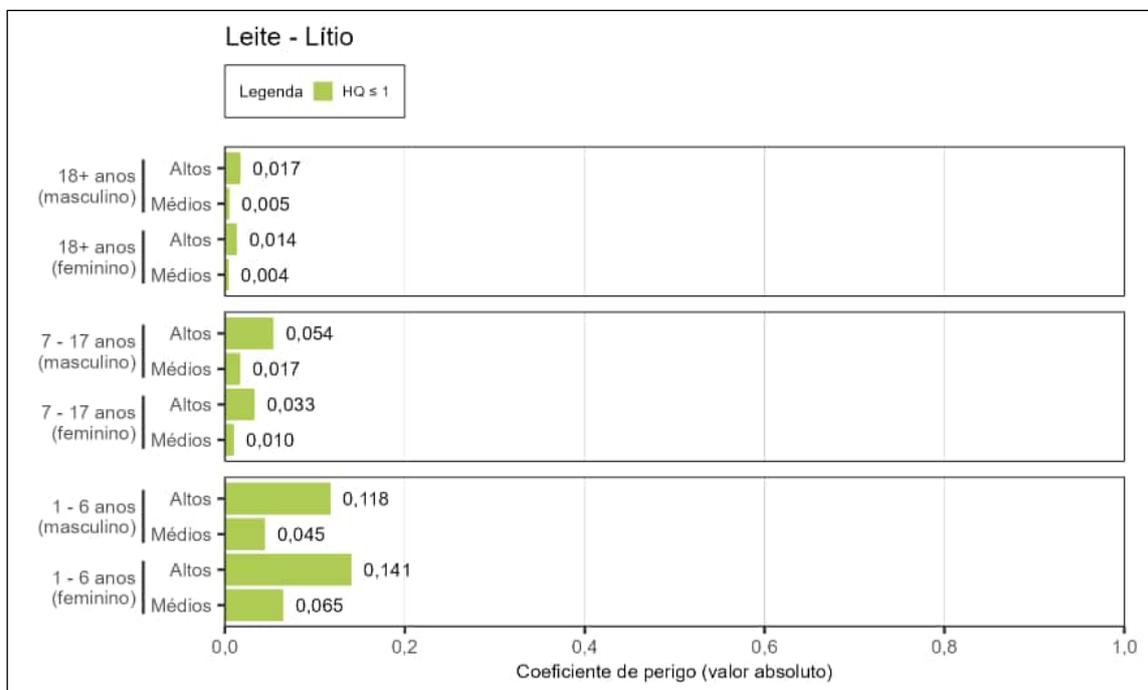


Figura 135. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado nas Figura 123 a Figura 135, a equipe de perícia concluiu que não foi evidenciada extrapolação dos valores de segurança para o cobre, cromo III, ferro, fósforo, molibdênio, selênio, cobalto, manganês, boro, vanádio, sódio, níquel e lítio em leite, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

A equipe de perícia reitera que apesar de ter apresentado a avaliação da segurança em relação ao Limite Máximo de Nutrientes (LMN) e a Ingestão Diária Recomendada (IDR) (quando aplicáveis), a conclusão sobre a existência (ou não) de preocupação em relação ao consumo dos produtos agropecuários foi dada em relação ao comprometimento do UL, pois este é o valor de segurança que apresenta maior importância toxicológica.

No que tange ao comprometimento do valor de segurança calculado para o cálcio e o zinco em leite, a equipe de perícia informa que houve comprometimento acima de 100% do LMN para essas substâncias químicas. Portanto, uma vez que houve extrapolação do LMN para esses nutrientes, a equipe de perícia realizou a avaliação da segurança a partir do UL para essas substâncias, especificamente.

Para ambas as substâncias que apresentaram comprometimento do valor de segurança a partir do LMN, após a avaliação da segurança a partir do UL, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação do valor de segurança a partir do UL para nenhum dos cenários avaliados. Neste sentido, a equipe de perícia entende que não são esperados efeitos tóxicos decorrente da presença de cálcio e zinco em leite (Figura 136 e Figura 137).

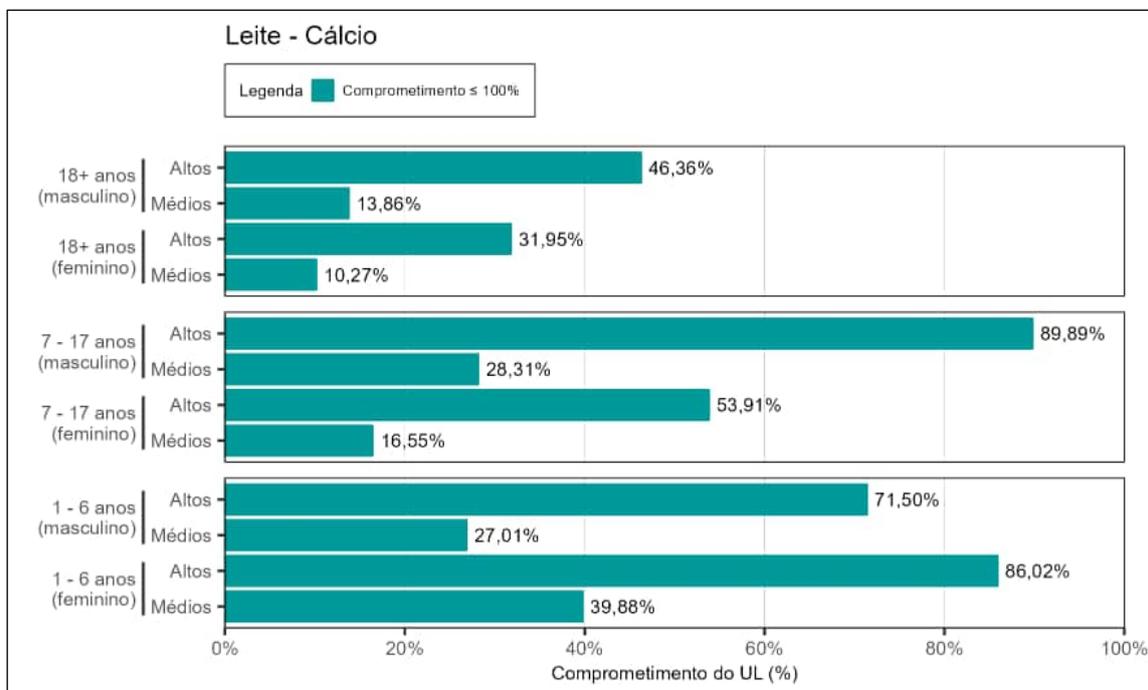


Figura 136. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para cálcio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

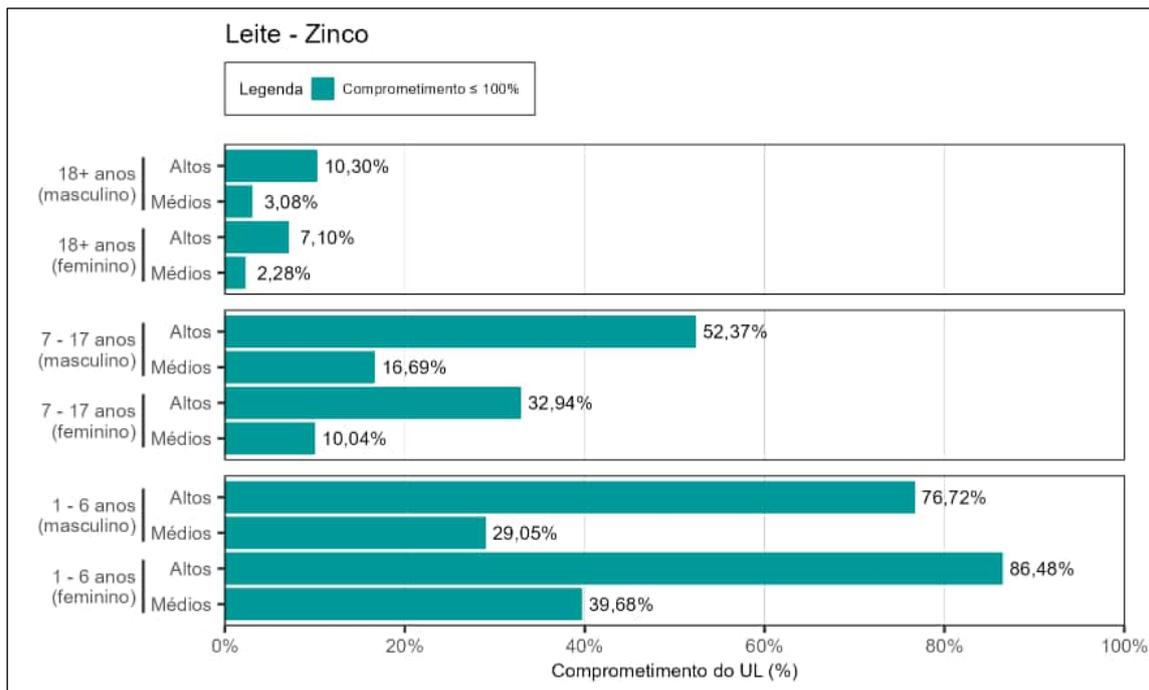


Figura 137. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para zinco em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para as substâncias químicas que tiveram o valor de segurança extrapolado (comprometimento > 100%), os resultados estão apresentados a seguir, para cada substância química (Figura 138 a Figura 142).

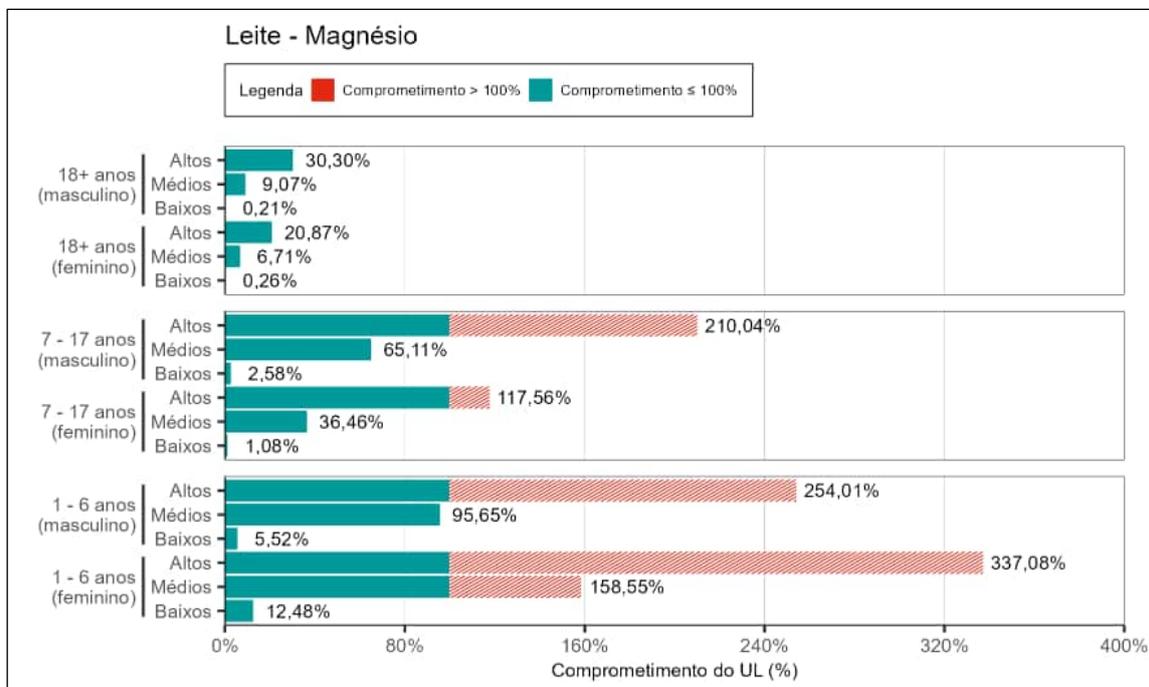


Figura 138. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em leite para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e os baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

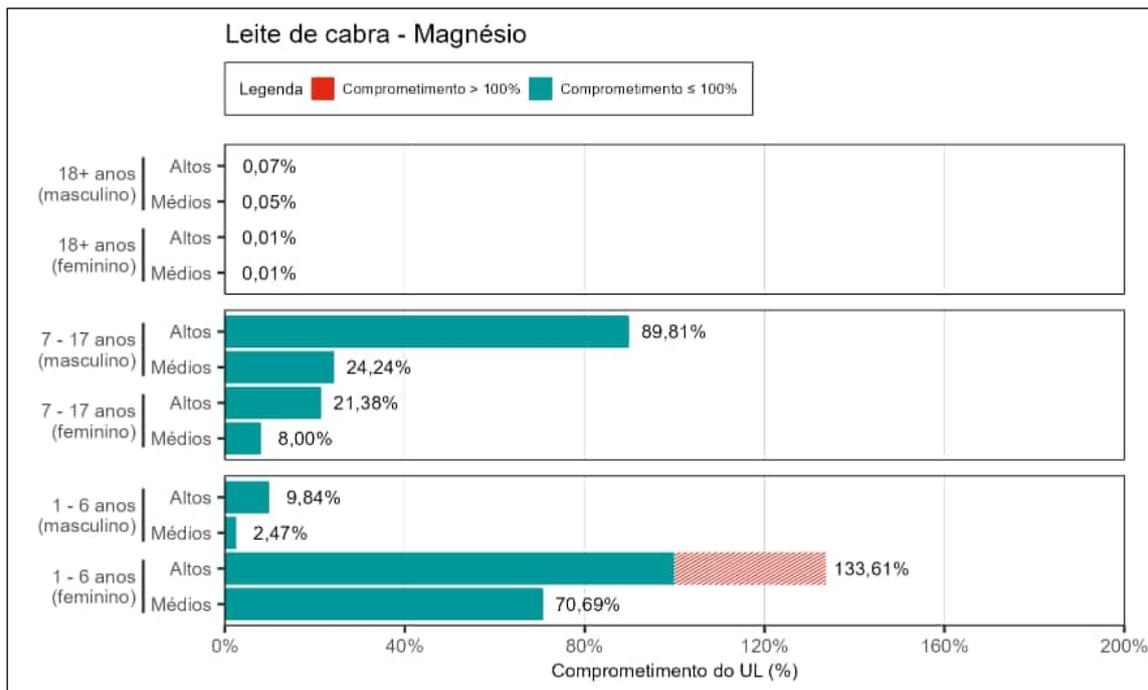


Figura 139. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em leite de cabra para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

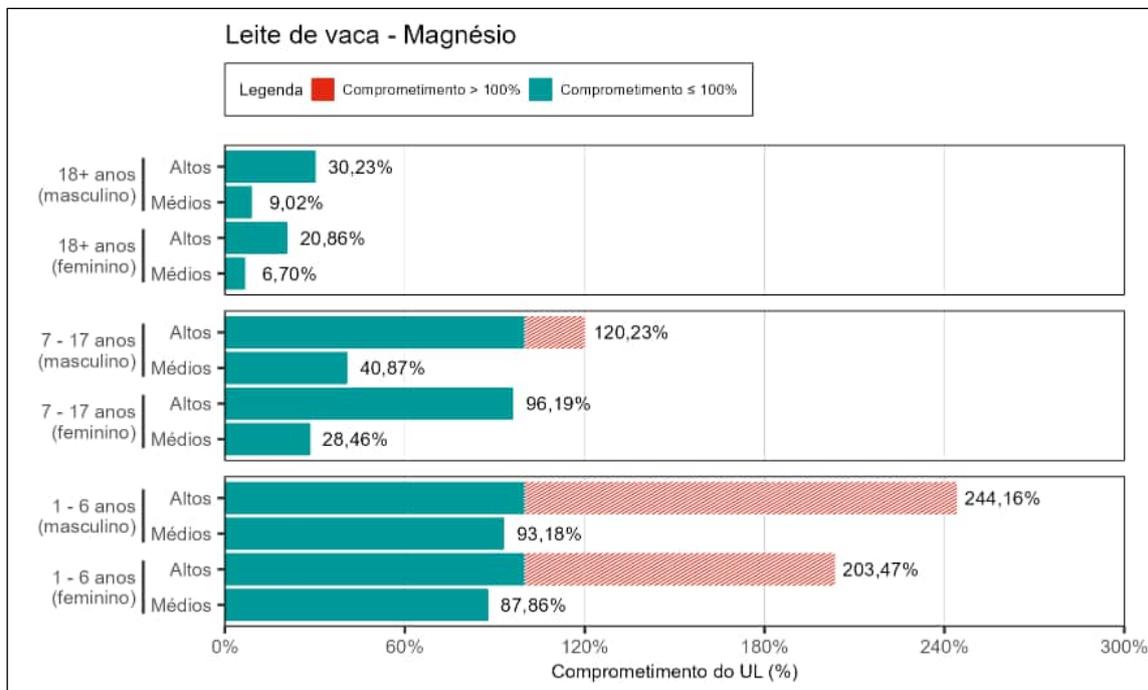


Figura 140. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para magnésio em leite de vaca para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Com relação ao comprometimento do valor de segurança calculado para o magnésio em leite (Figura 138), a equipe de perícia observou um comprometimento acima de 100% do UL para os altos consumidores de 1 a 6 anos e de 7 a 17 anos, de ambos os sexos. Em relação aos consumidores dos valores médios, há extrapolação no valor de segurança para crianças de 1 a 6 anos, do sexo feminino. A equipe de perícia destaca que para crianças (1 a 6 anos) do sexo masculino, consumidores dos valores médios, houve comprometimento de 95,65% do UL. No que tange aos baixos consumidores, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para nenhuma faixa etária e sexos avaliados.

Para os altos consumidores de leite, tanto o leite de cabra quanto o leite de vaca apresentaram comprometimentos superiores a 100% do UL para o magnésio (Figura 139 e Figura 140, respectivamente). Conforme mostra a Figura 140, quando avaliado individualmente, o leite de vaca extrapolou o valor de segurança para meninos e meninas de 1 a 6 anos e para indivíduos do sexo masculino de 7 a 17 anos. A equipe de perícia destaca que para os altos consumidores de 7 a 17 anos do sexo feminino, o comprometimento foi de 96,19% da UL. Com relação aos consumidores dos valores médios, foi observado um comprometimento de 93,18% da UL para meninos de 1 a 6 anos (Figura 140). O magnésio presente em leite de cabra teve extrapolação do valor de referência para meninas de 1 a 6 anos pertencentes ao grupo de alto consumidores (133,61%) (Figura 139).

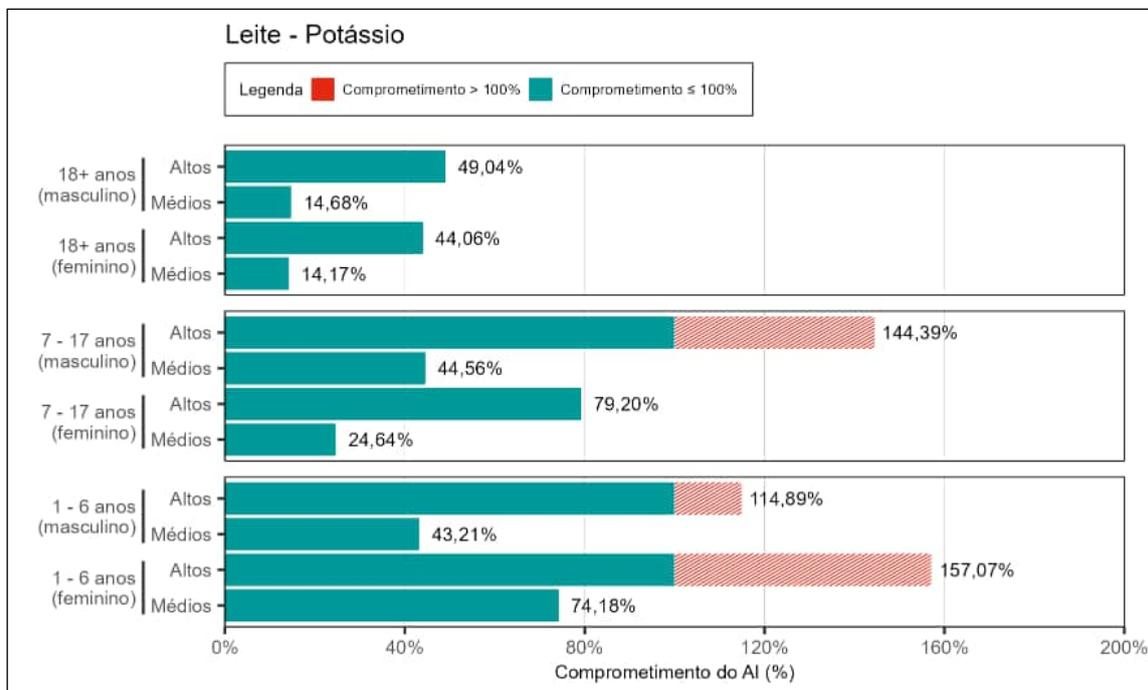


Figura 141. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

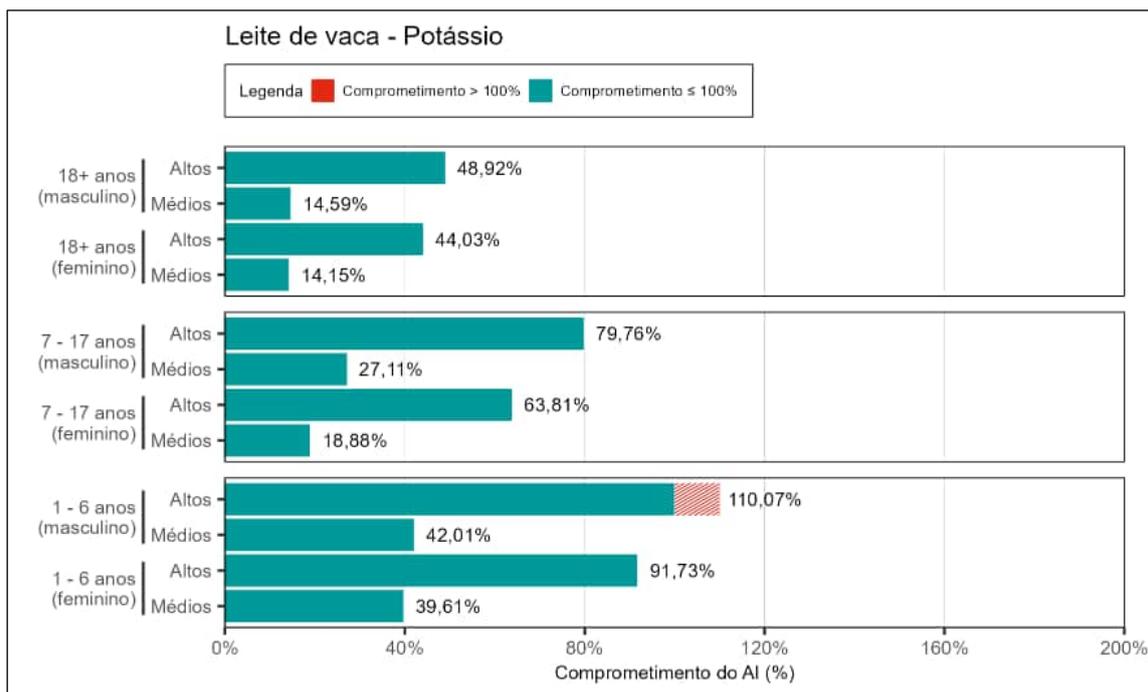


Figura 142. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em leite de vaca para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Em relação ao potássio, avaliado a partir da Ingestão Adequada (AI) (Figura 141), a equipe de perícia concluiu que há extrapolação do valor de segurança para os altos consumidores de 1 a 6 anos (meninos e meninas) e homens de 7 a 17 anos. Para os consumidores dos valores médios, não há extrapolação do valor de segurança para nenhuma das faixas etárias, de ambos os sexos avaliados.

Com relação ao comprometimento do valor de segurança calculado para o potássio em leite de vaca e leite cabra, individualmente, apenas o leite de vaca apresentou extrapolação do valor de segurança. Entre os altos consumidores de 1 a 6 anos do sexo masculino, o comprometimento da AI foi de 110,07%, ao passo que para meninas de mesma faixa etária o comprometimento foi de 91,73% da AI (Figura 142).

A equipe de perícia ressalta que este dado deve ser avaliado com cuidado uma vez que a ingestão adequada (valor de referência utilizado para avaliar esta substância) é um valor a ser usado como meta de ingestão dietética para indivíduos saudáveis, e não, especificamente, para a determinação de risco de consumo da substância potássio. Contudo, a adição de nutrientes a uma dieta, quer através da ingestão de grandes quantidades de alimentos altamente fortificados ou de fontes não alimentares, como suplementos, ou ambos, pode (em algum nível) representar um risco de efeitos adversos para a saúde. Relatos de casos indicam que doses muito grandes de suplementos de potássio podem causar anomalias cardíacas e morte. Contudo, o comitê NASEM (*National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*) concluiu que esses relatos não fornecem evidências suficientes para estabelecer um valor de UL. Portanto, o comitê não estabeleceu um UL para o potássio (NIH_b, 2022).

No entanto, a ausência de um valor de UL para o potássio não significa que não haja risco de ingestão excessiva, tanto para a população geral como para certos seguimentos da população.

6.1.7 Mel

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas essenciais em mel estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 143 a Figura 158), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

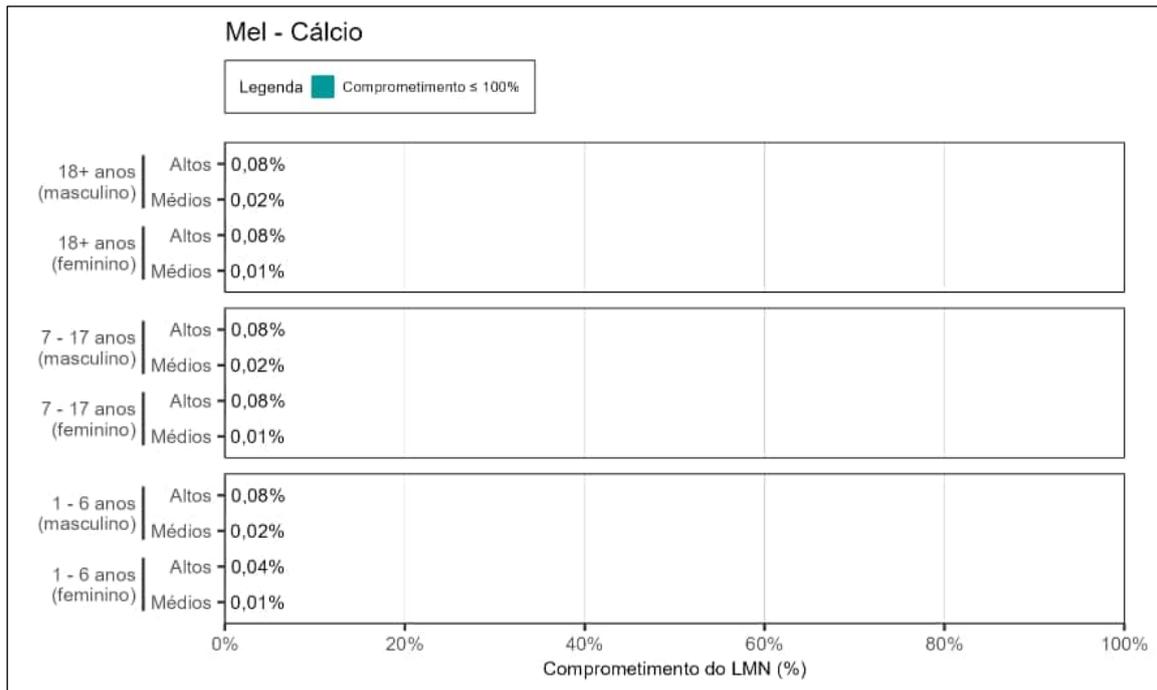


Figura 143. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

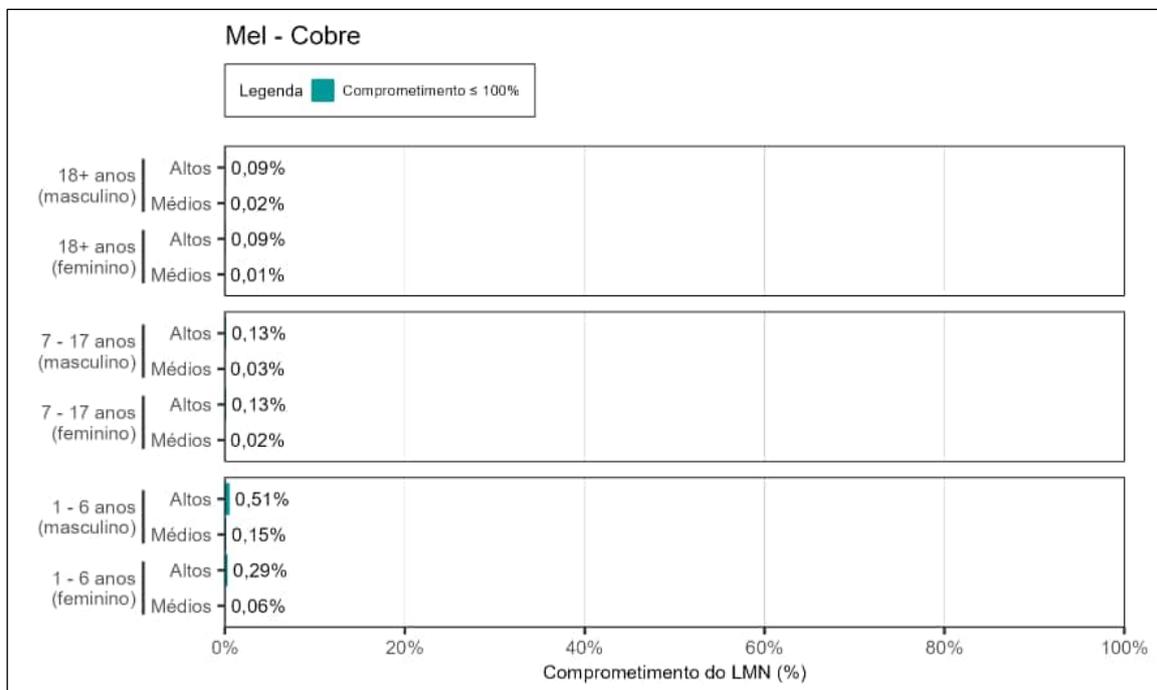


Figura 144. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cobre em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

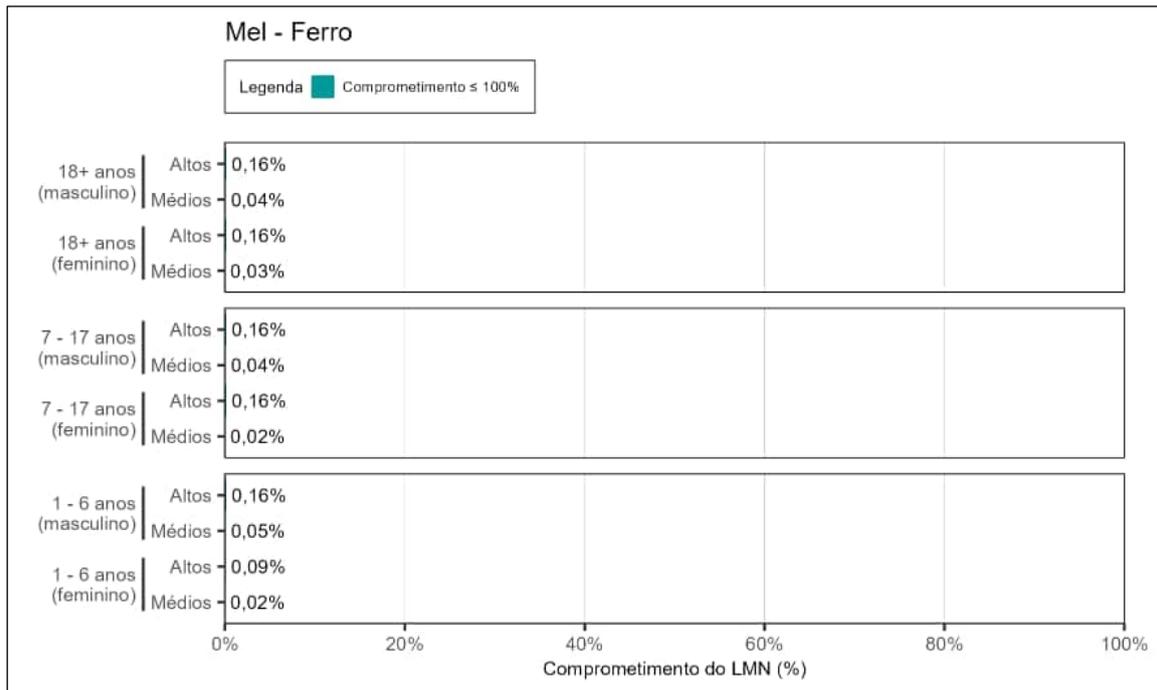


Figura 145. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

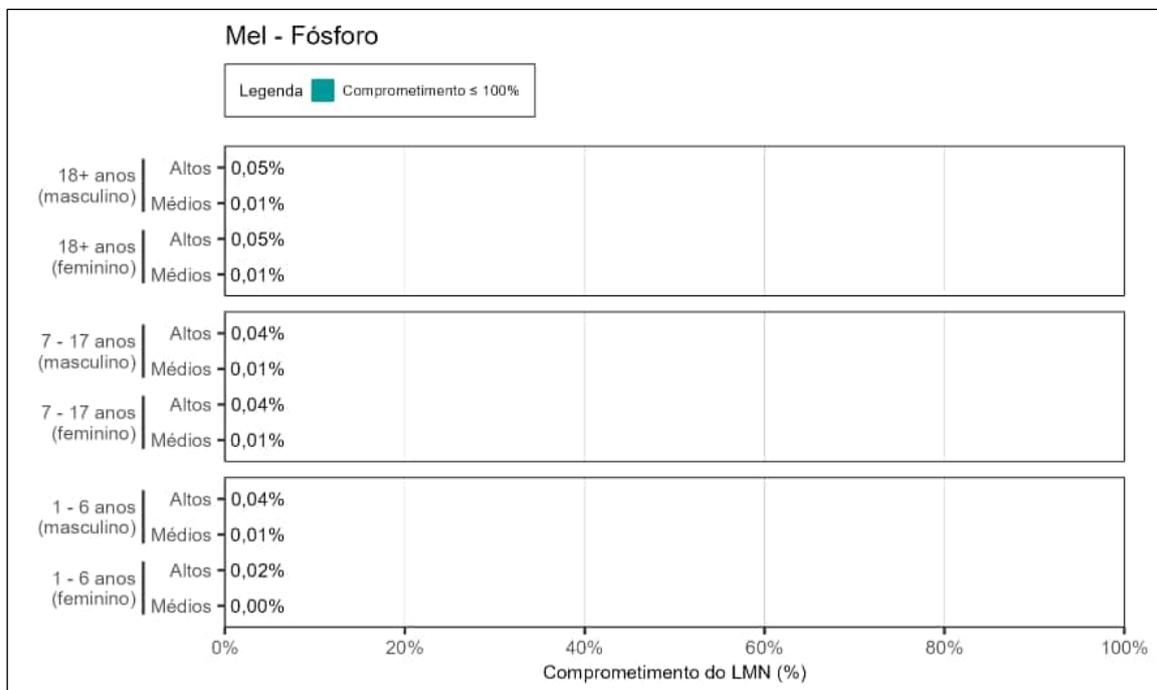


Figura 146. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

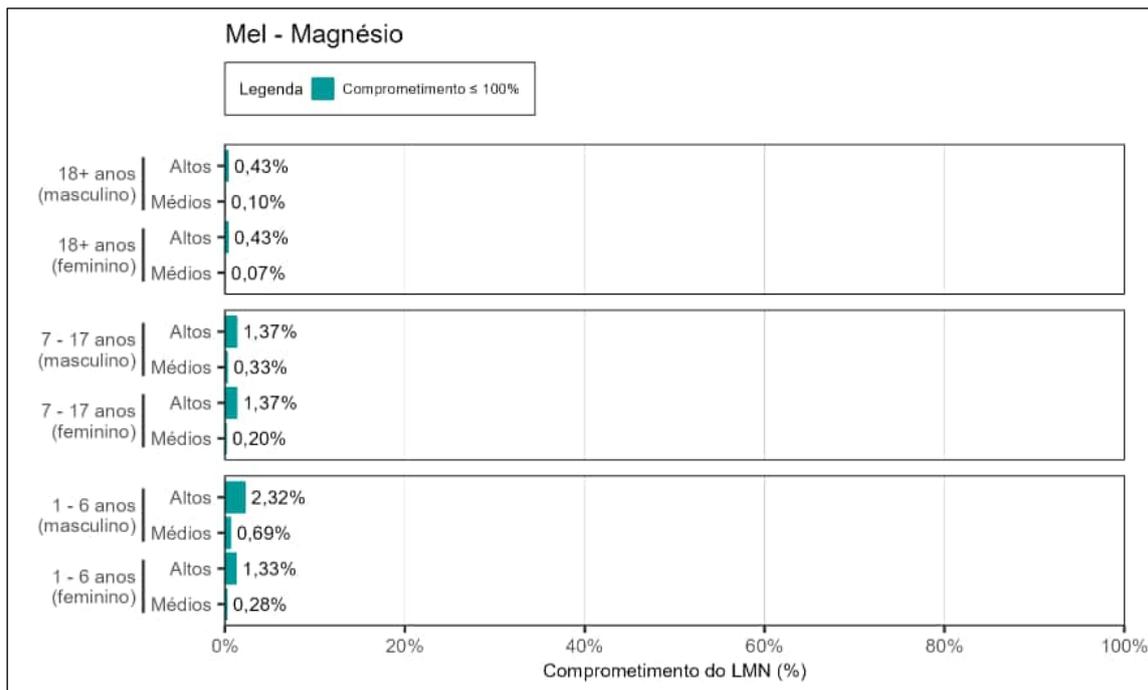


Figura 147. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo magnésio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

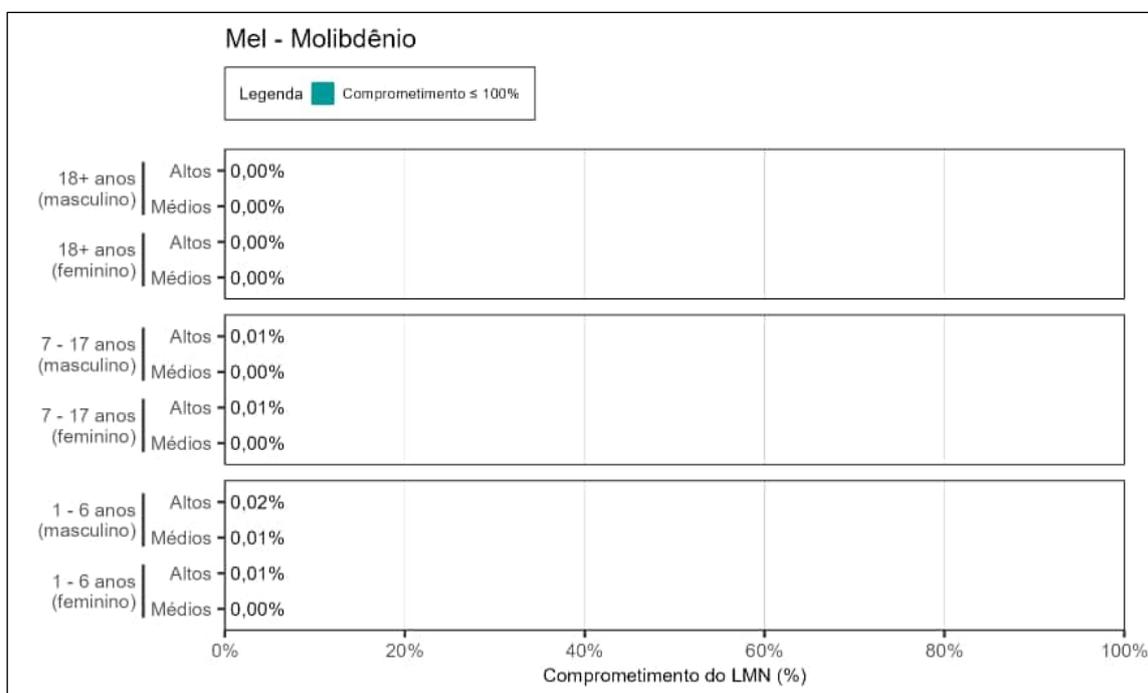


Figura 148. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

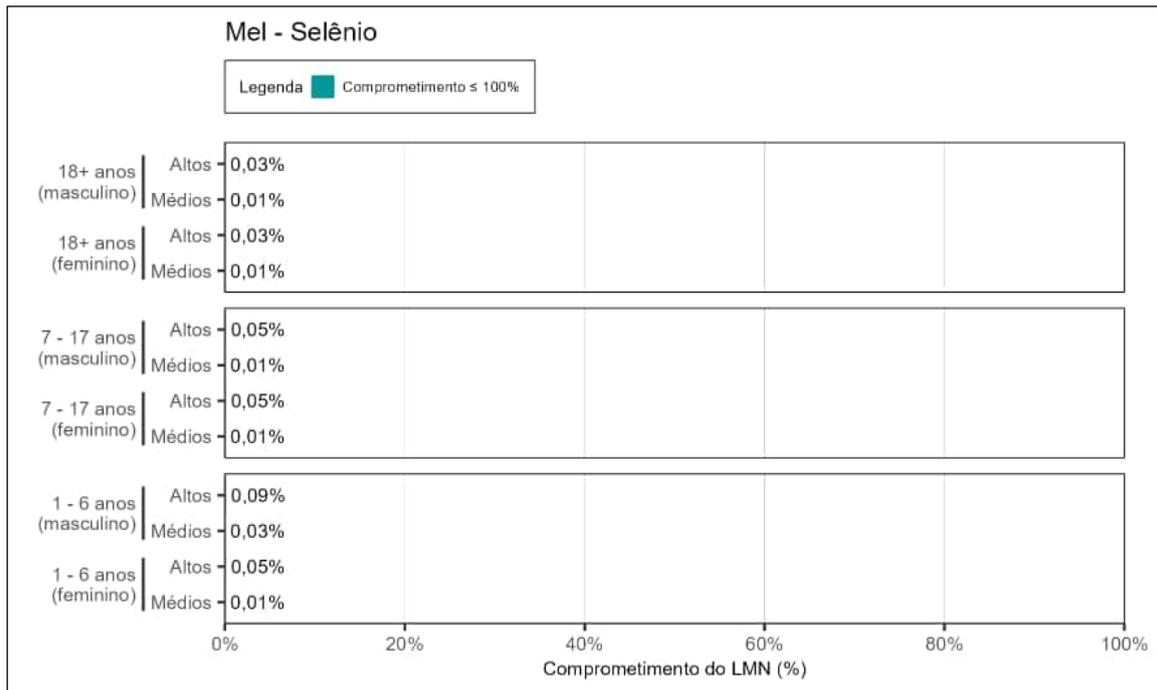


Figura 149. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

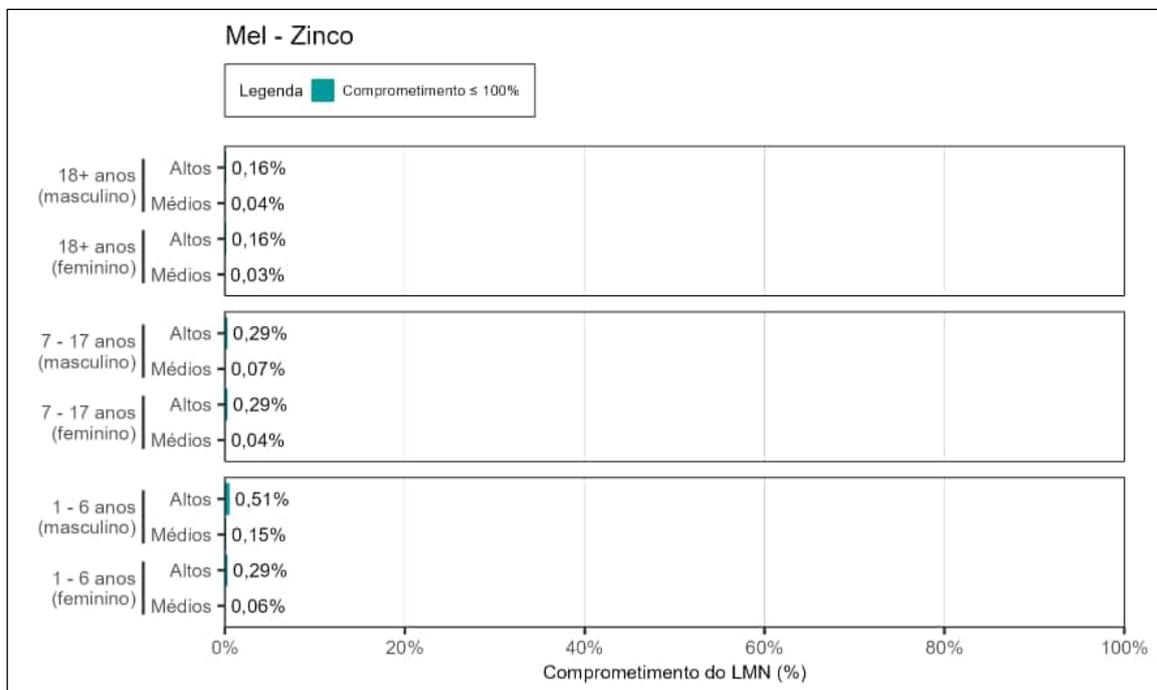


Figura 150. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo zinco em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

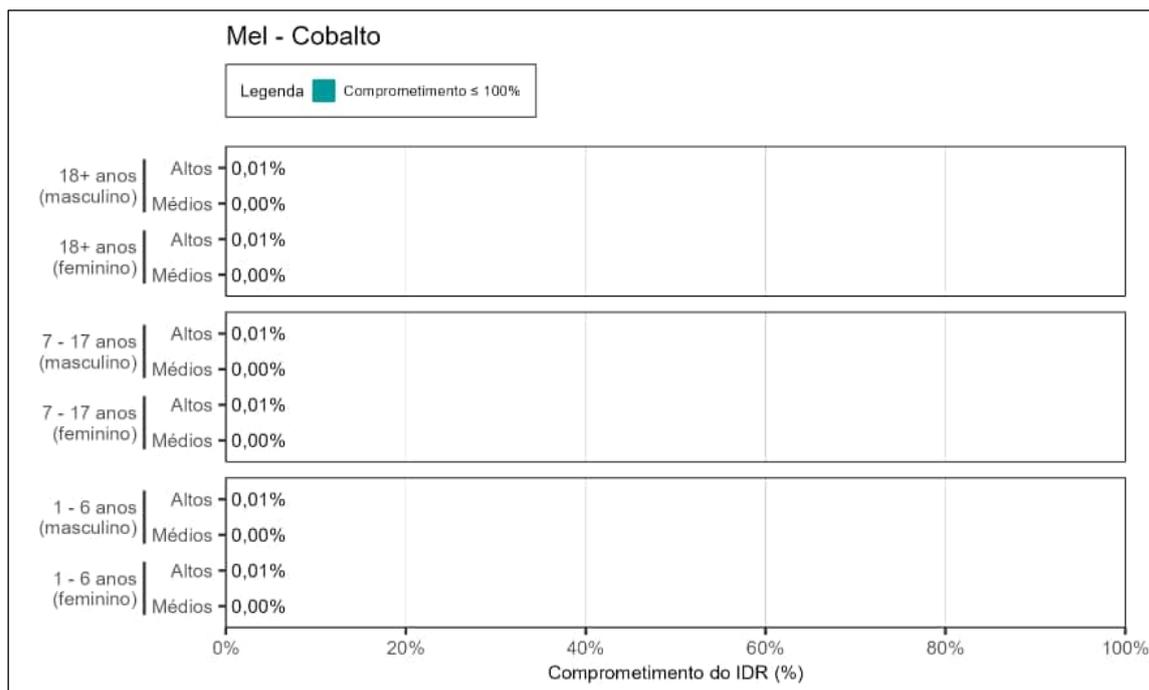


Figura 151. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cobalto em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

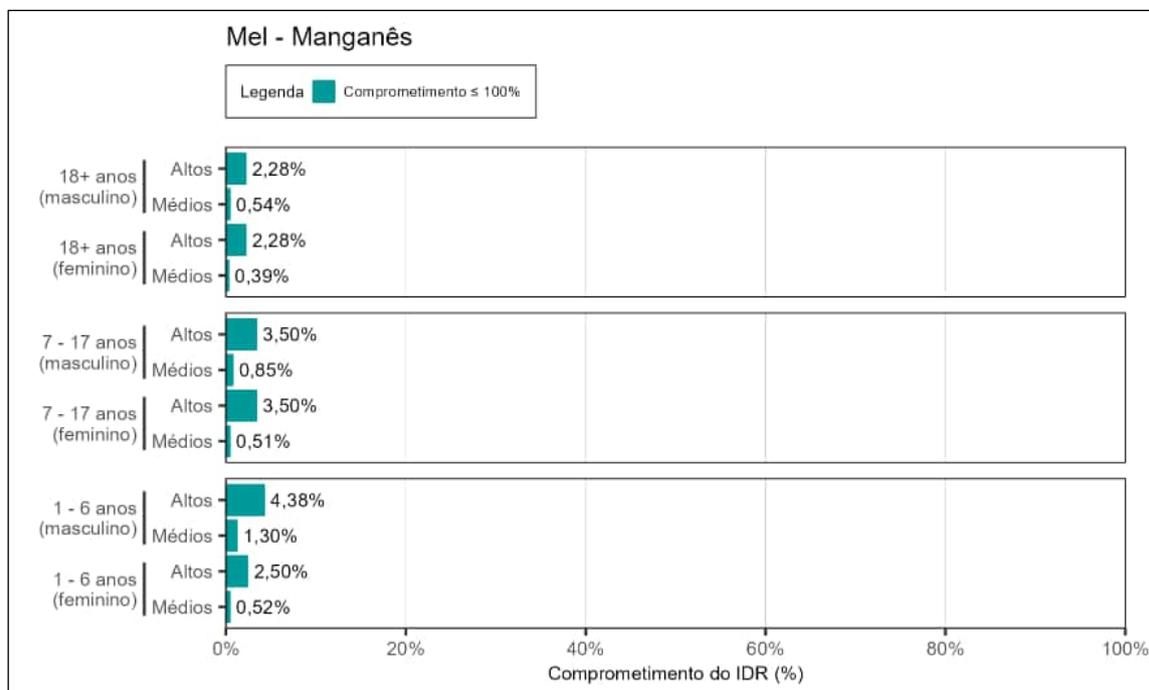


Figura 152. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

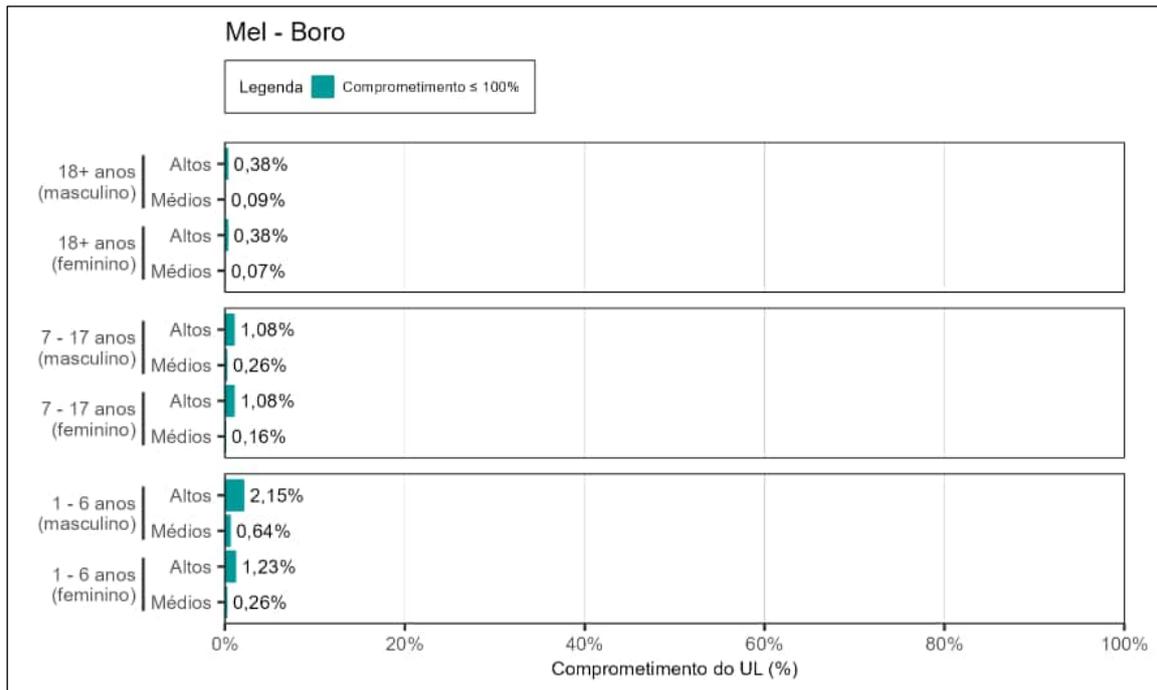


Figura 153. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para boro em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

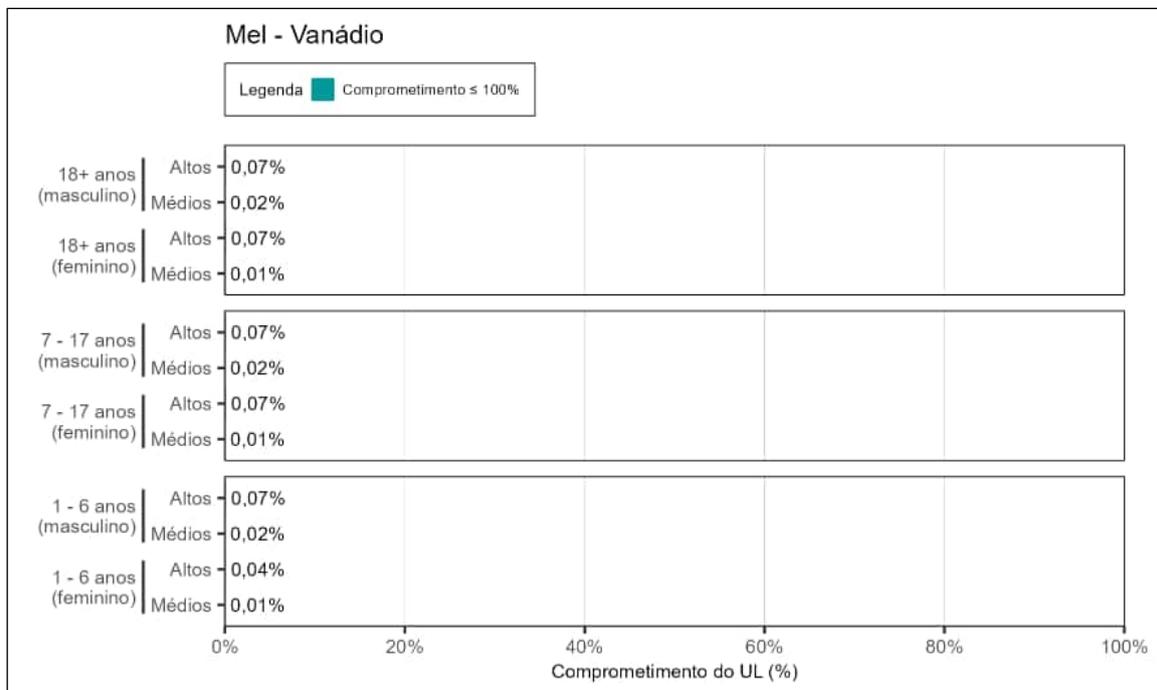


Figura 154. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

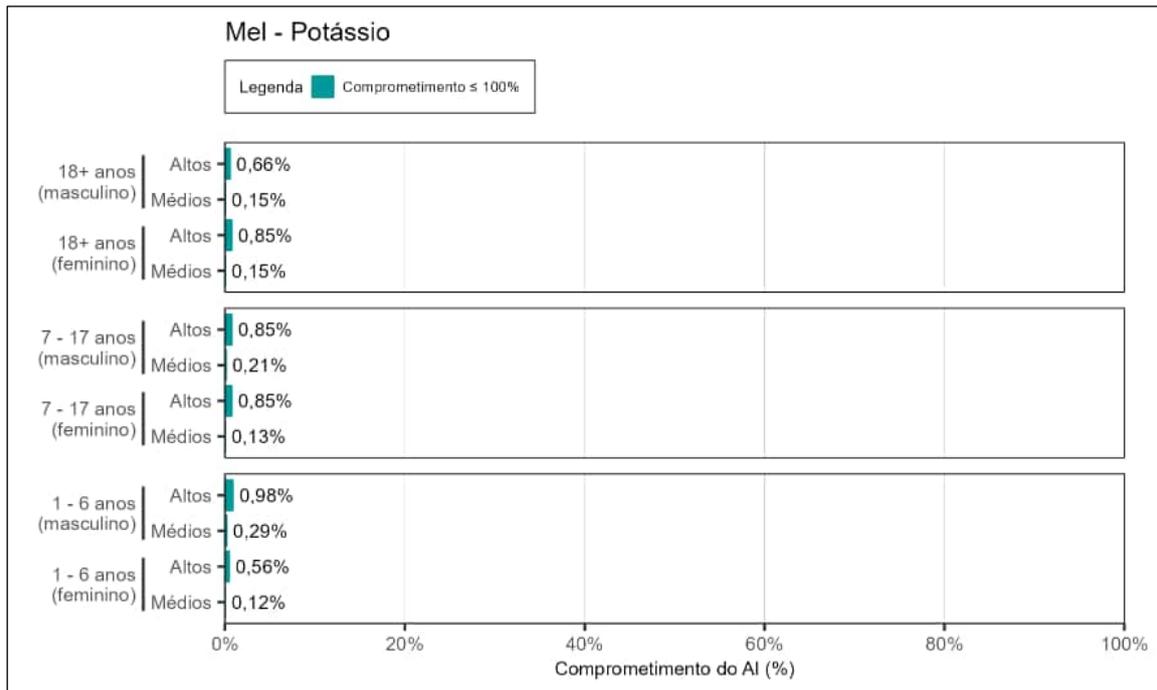


Figura 155. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

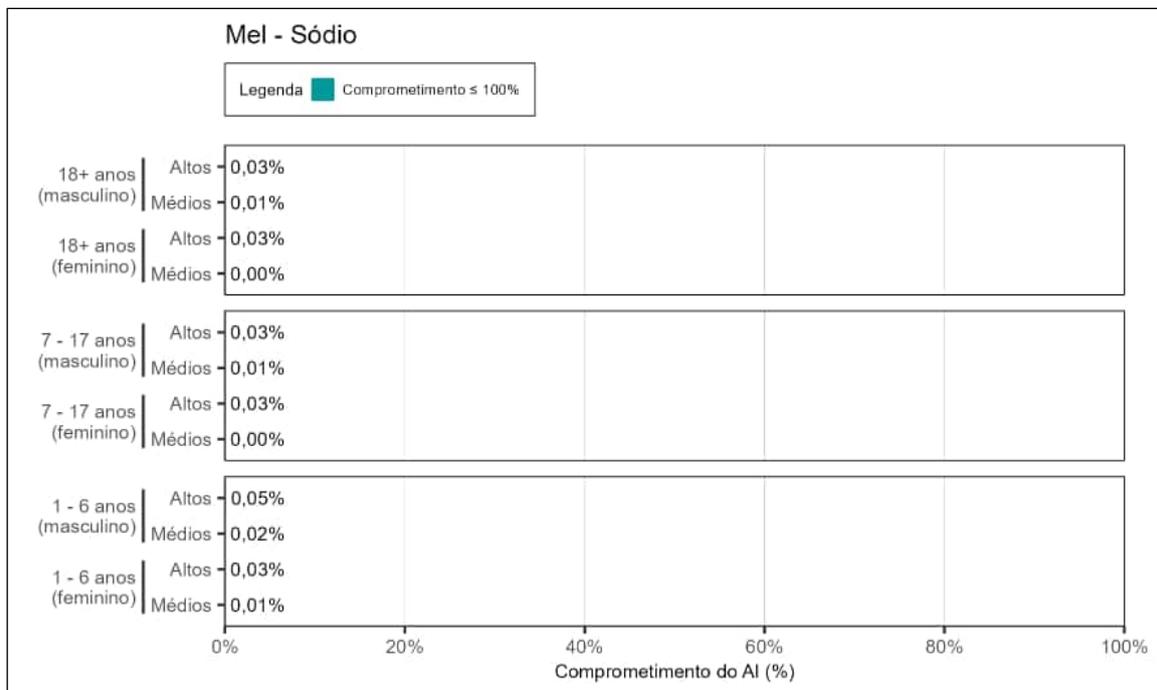


Figura 156. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para sódio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

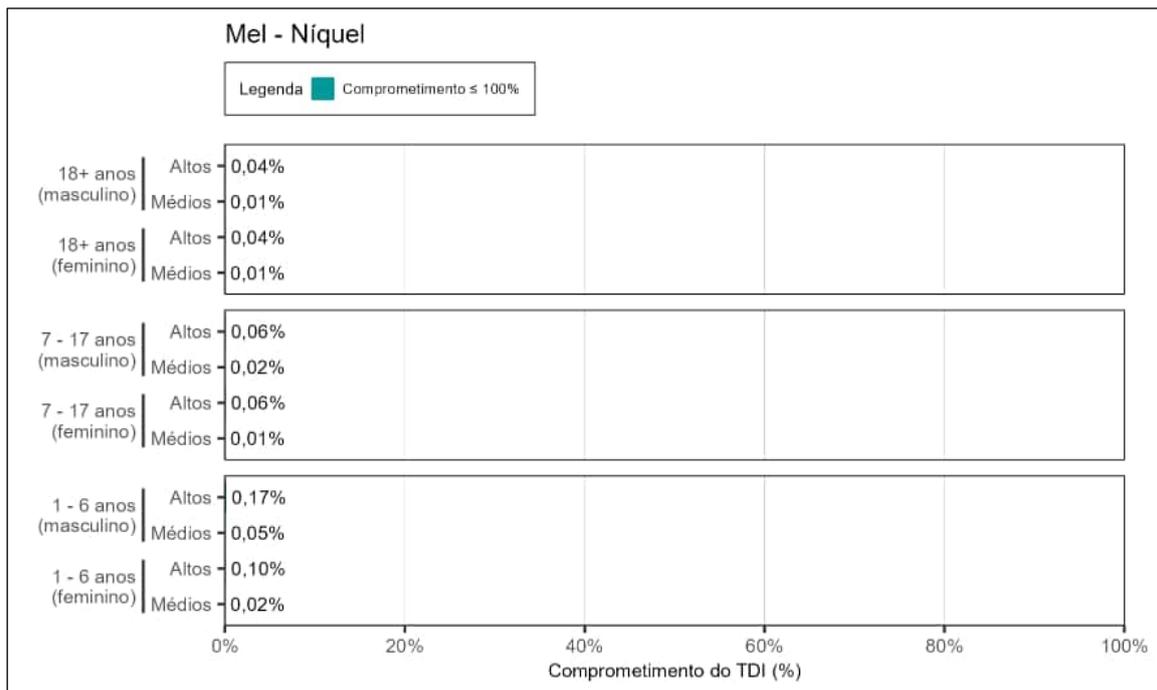


Figura 157. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

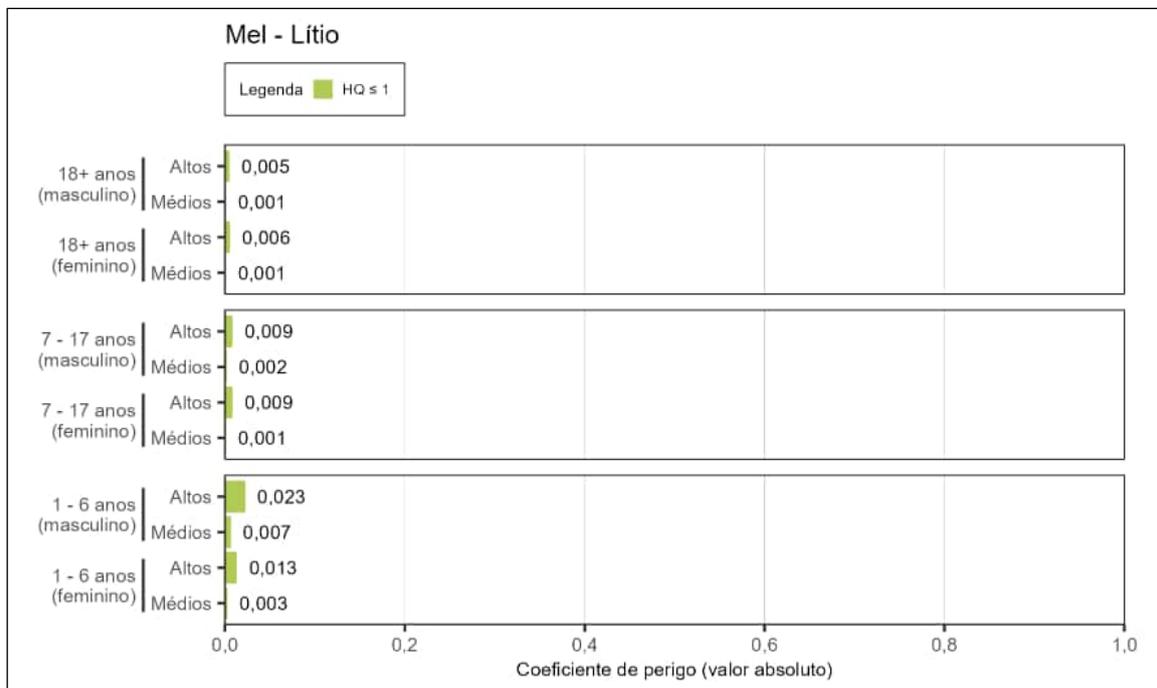


Figura 158. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado nas figuras (Figura 143 a Figura 158), a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação do valor de segurança para o mel para nenhuma substância química essencial (nutriente), para nenhuma das faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

6.1.8 Ovos

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas essenciais em ovos estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 159 a Figura 175), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

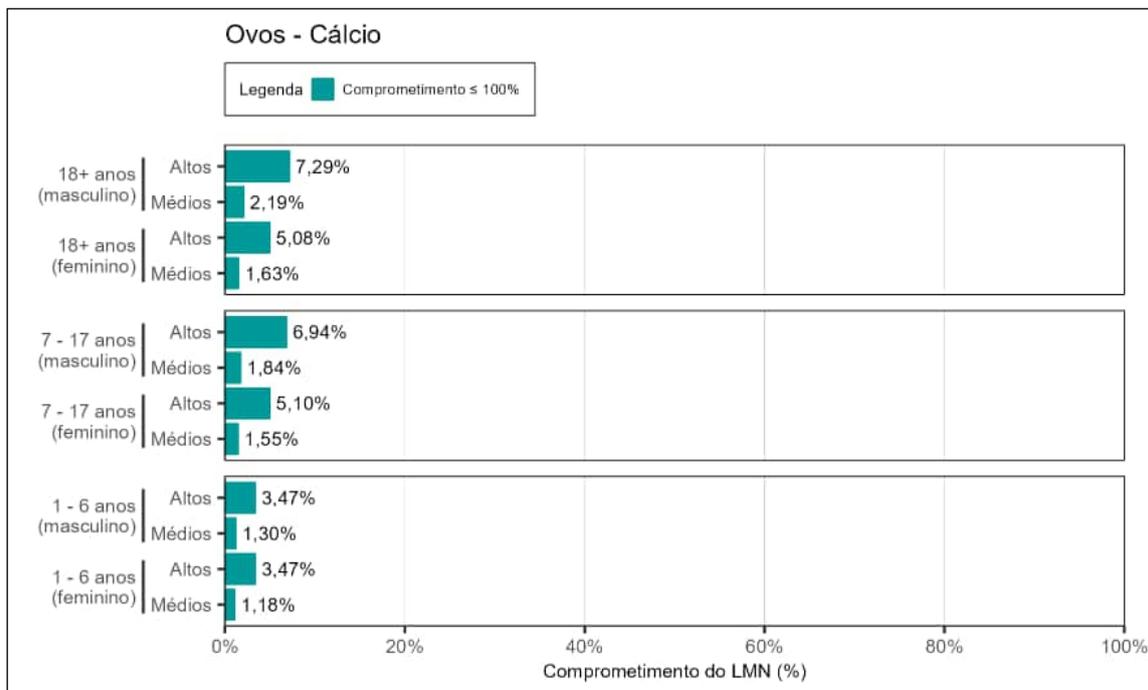


Figura 159. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

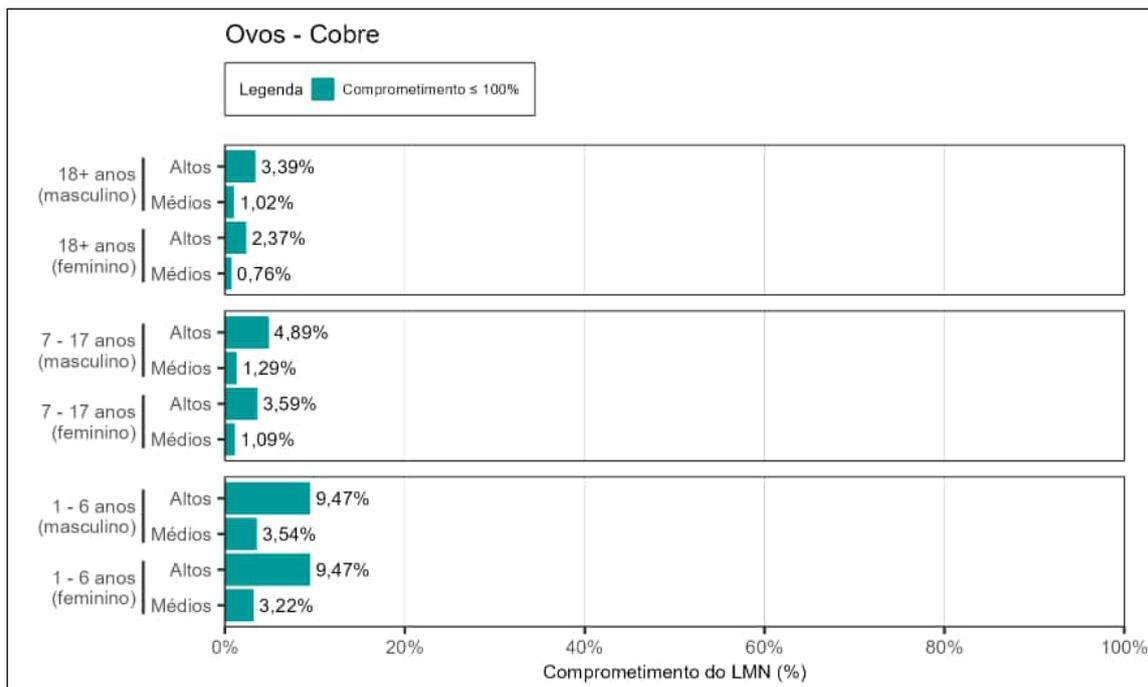


Figura 160. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cobre em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

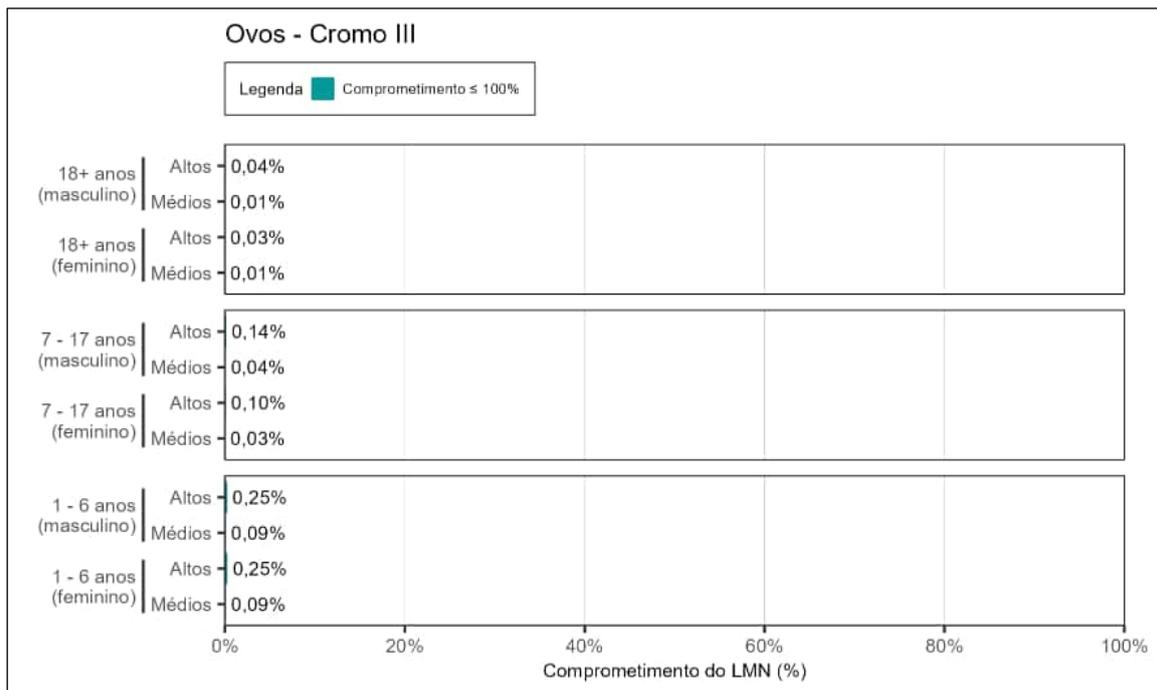


Figura 161. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

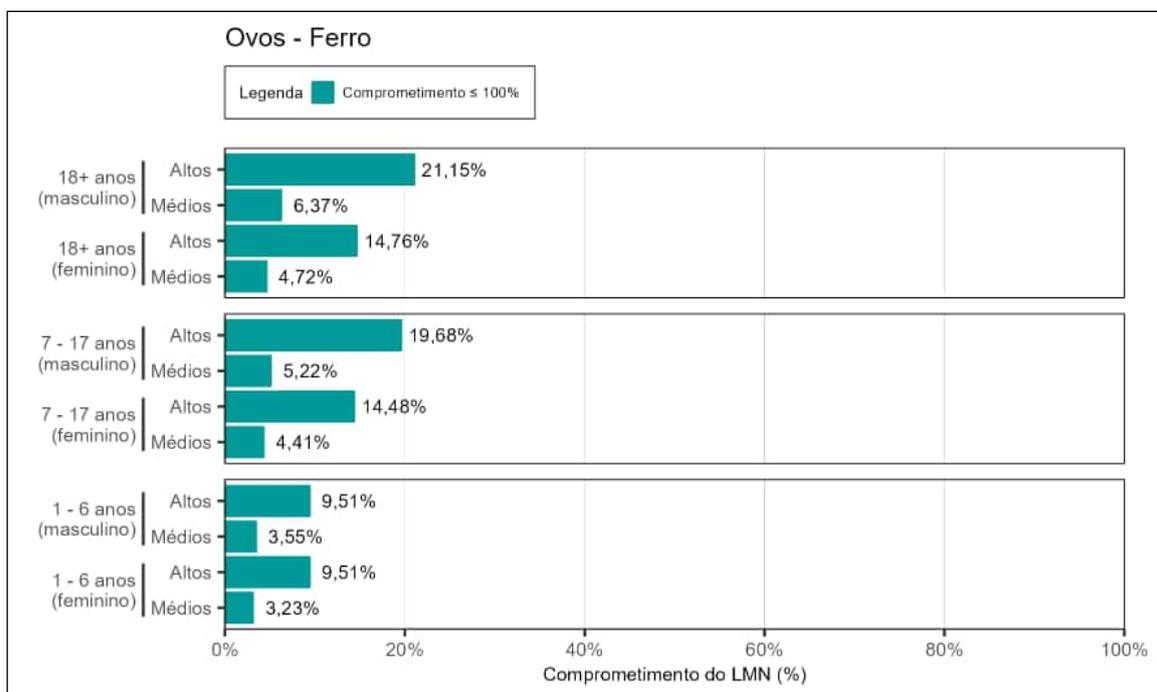


Figura 162. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

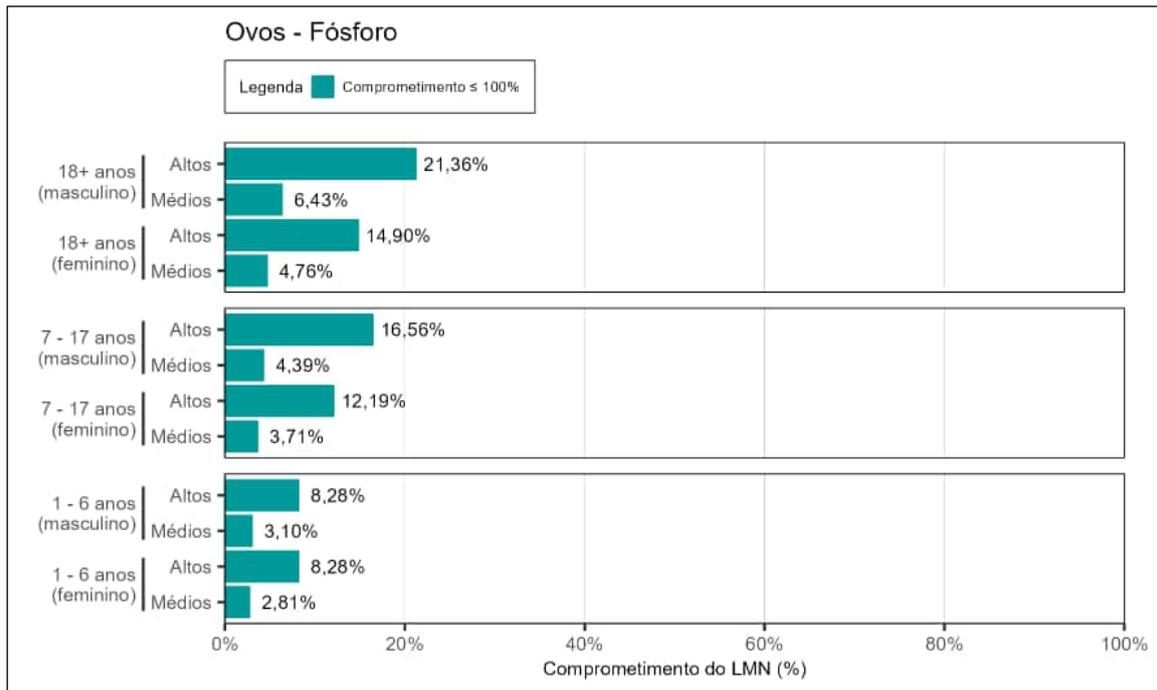


Figura 163. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

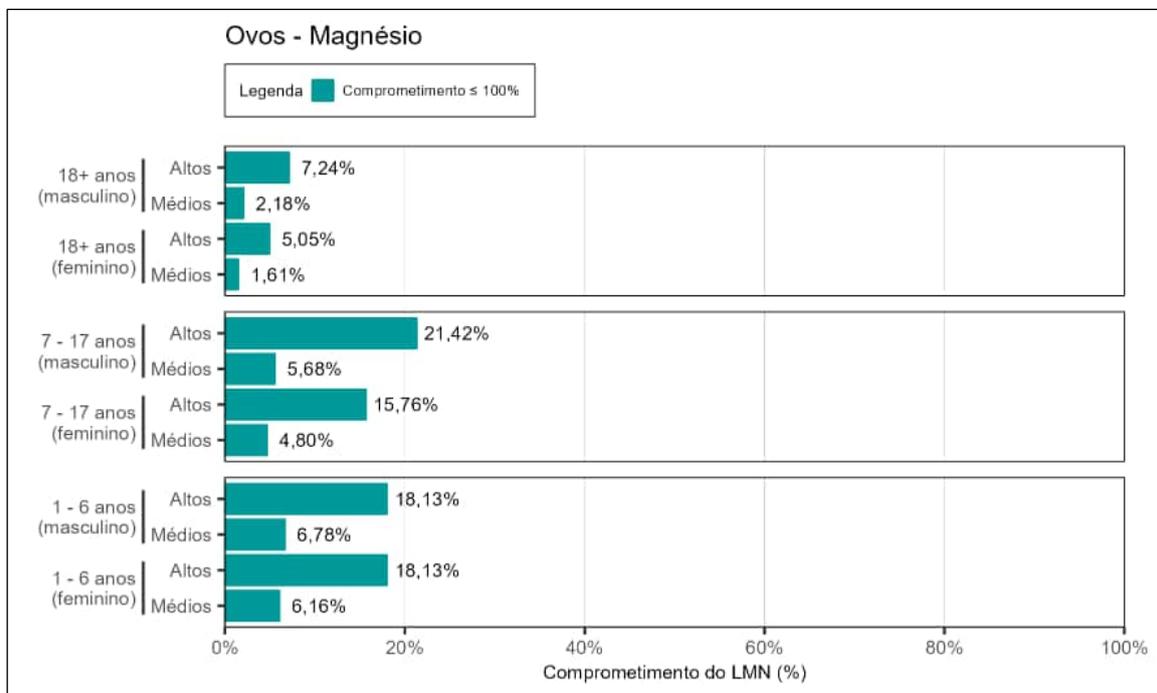


Figura 164. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo magnésio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

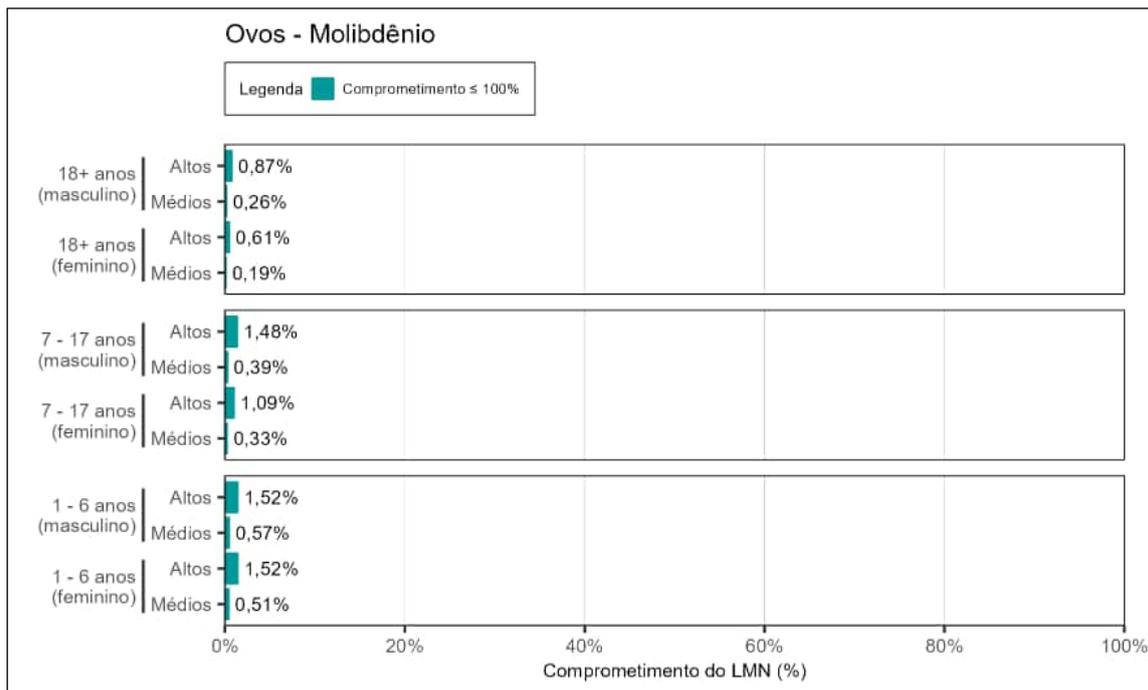


Figura 165. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

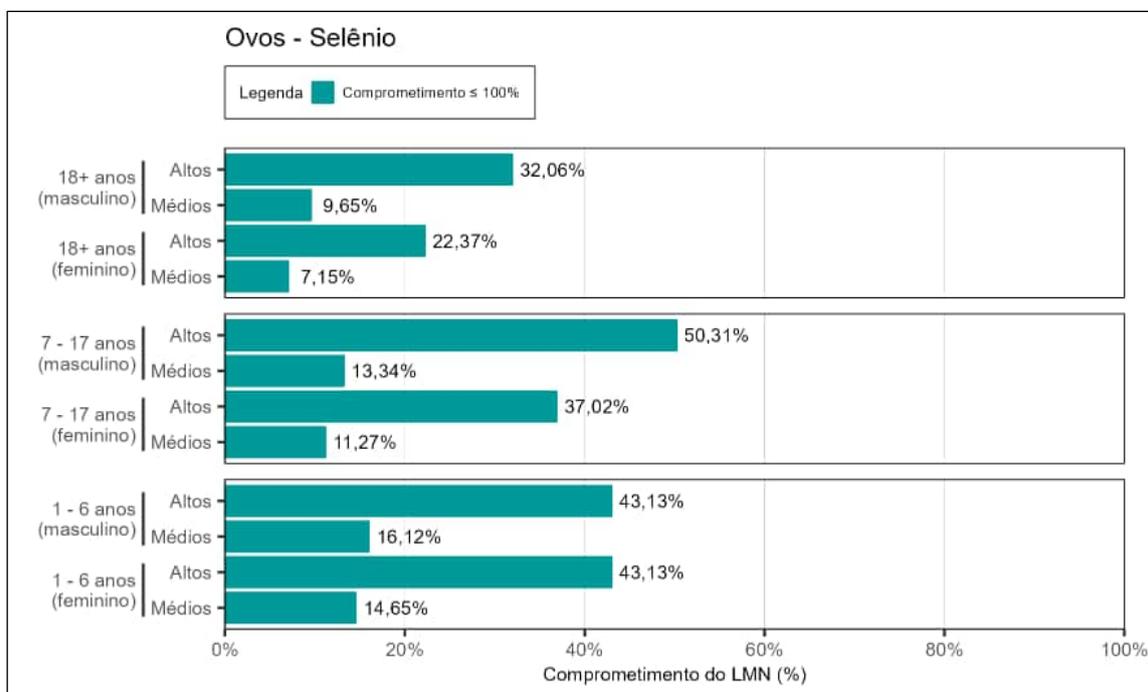


Figura 166. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

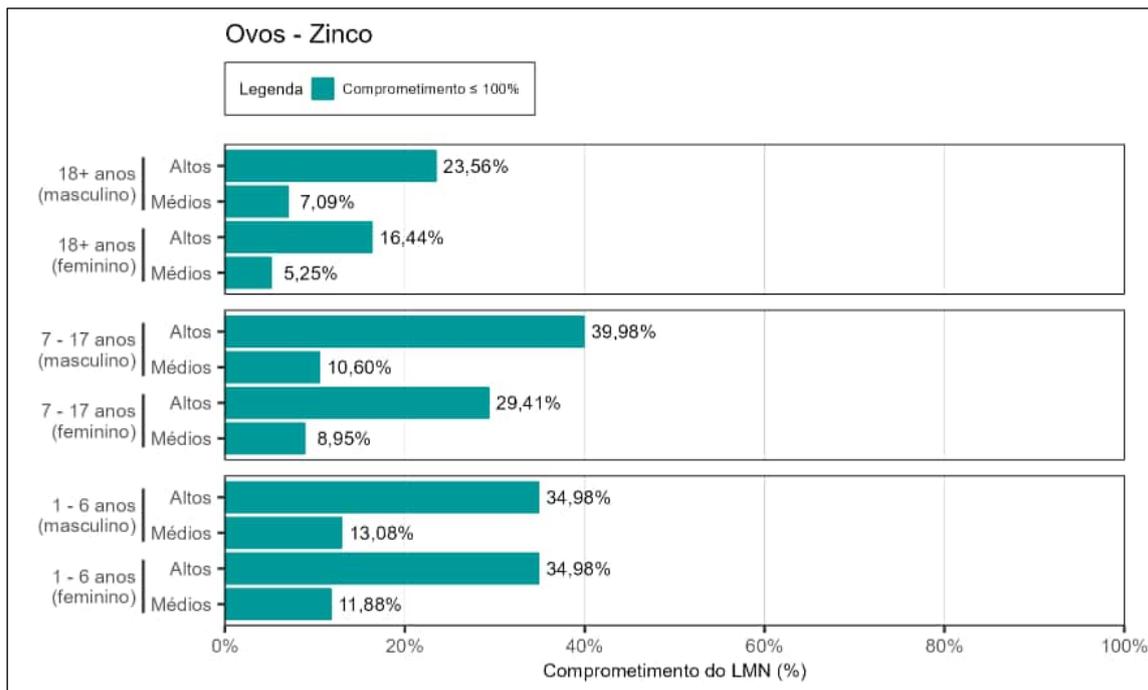


Figura 167. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo zinco em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

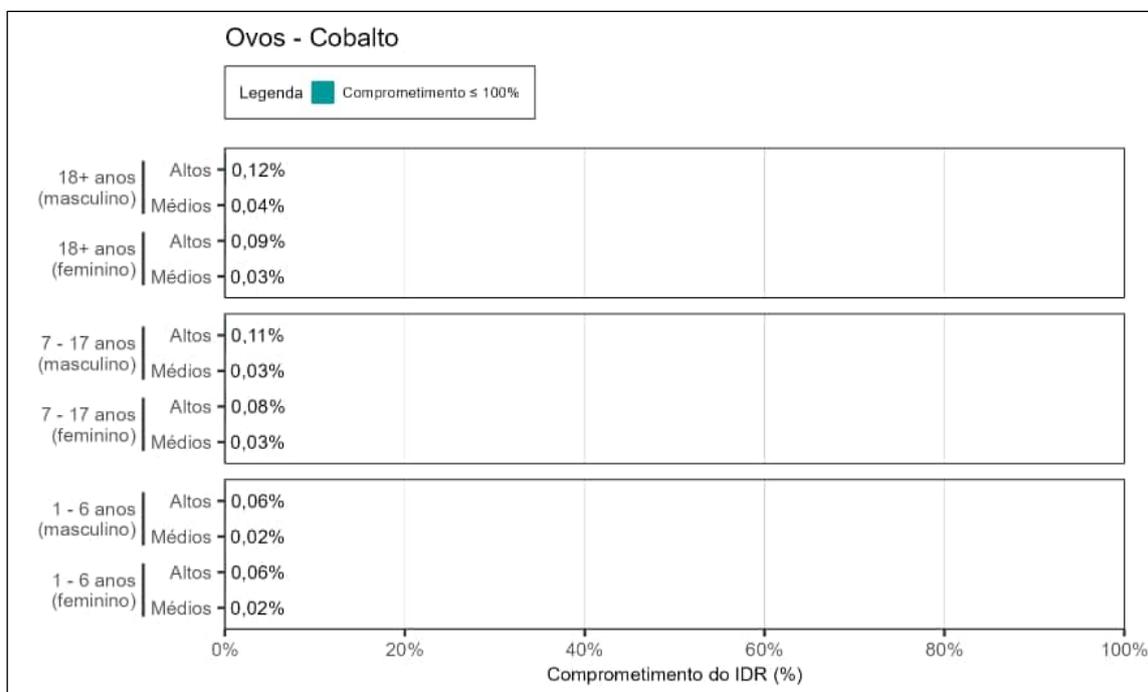


Figura 168. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cobalto em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

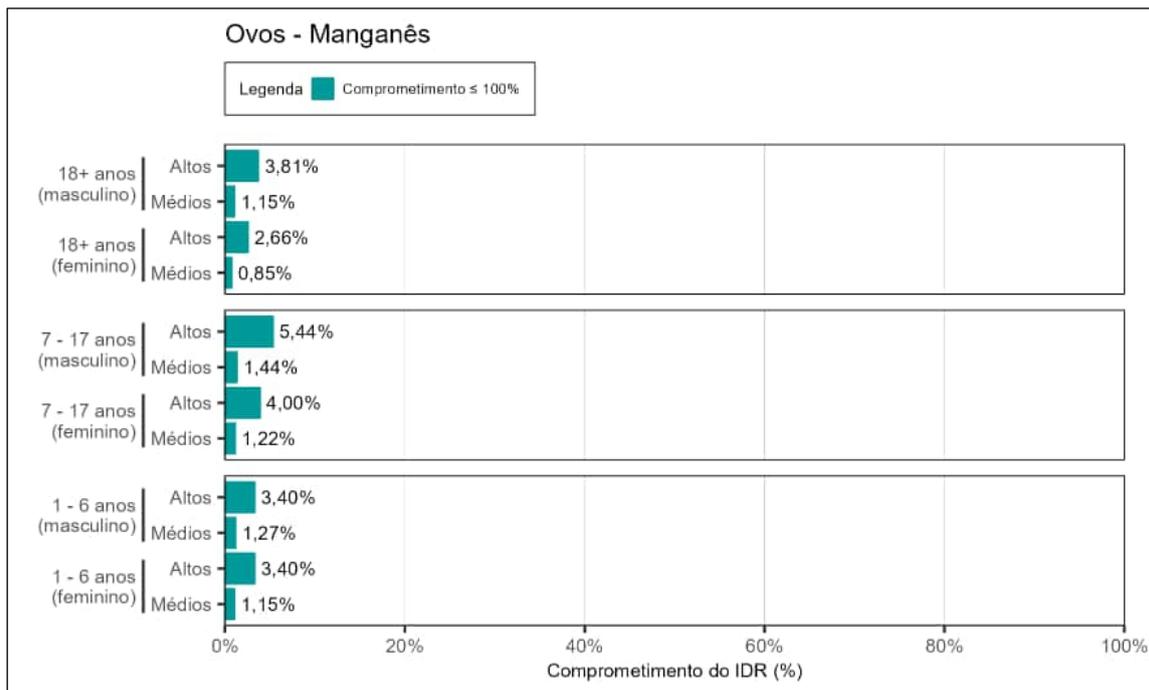


Figura 169. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

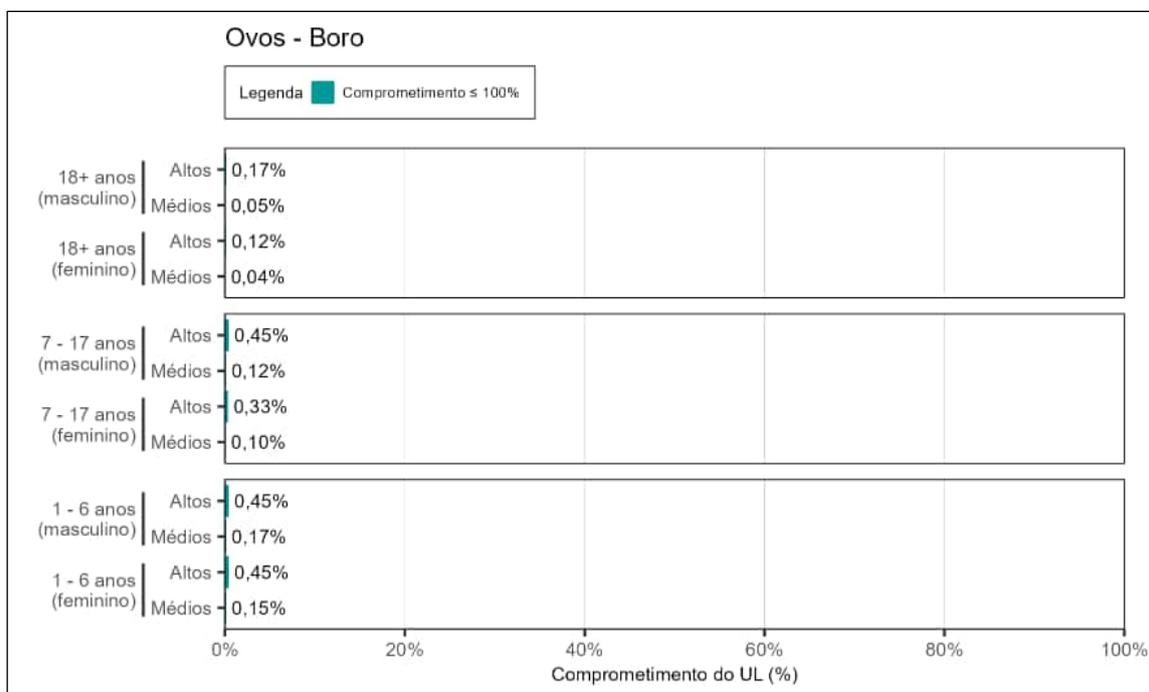


Figura 170. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para boro em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

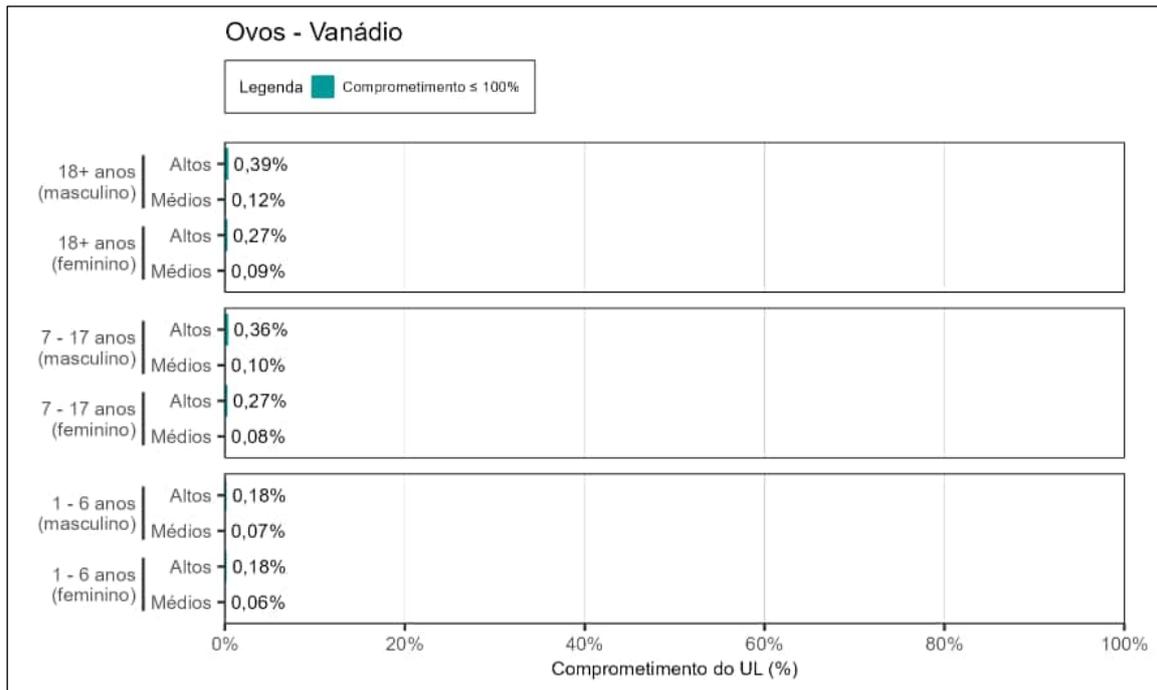


Figura 171. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

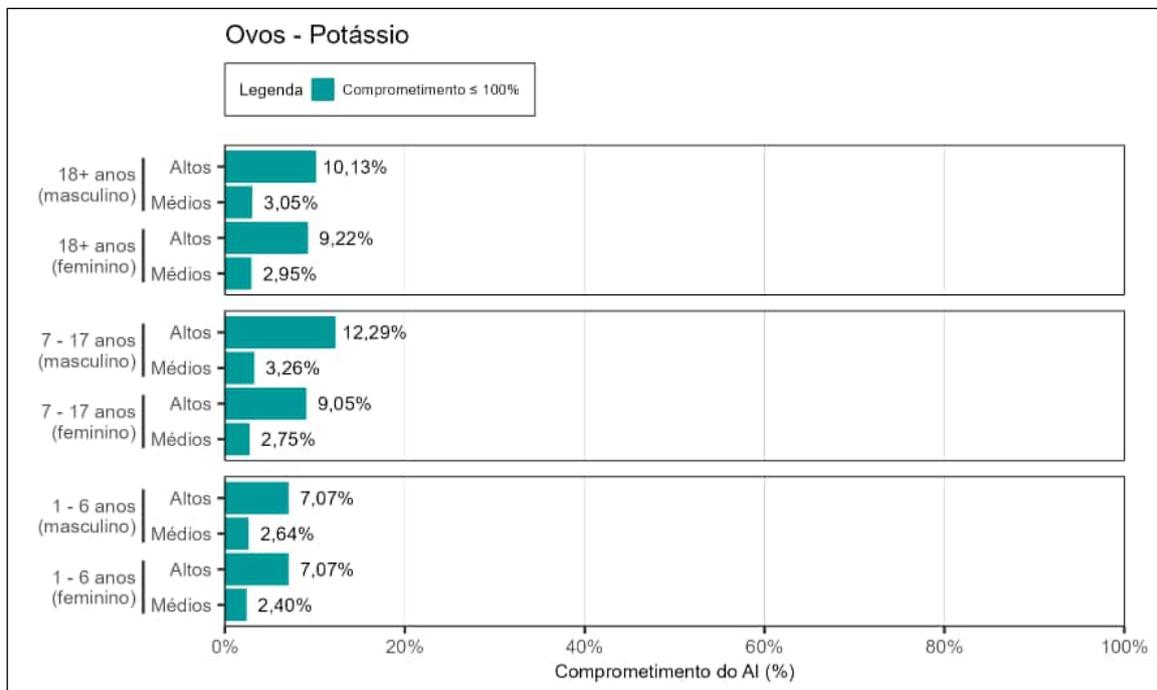


Figura 172. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

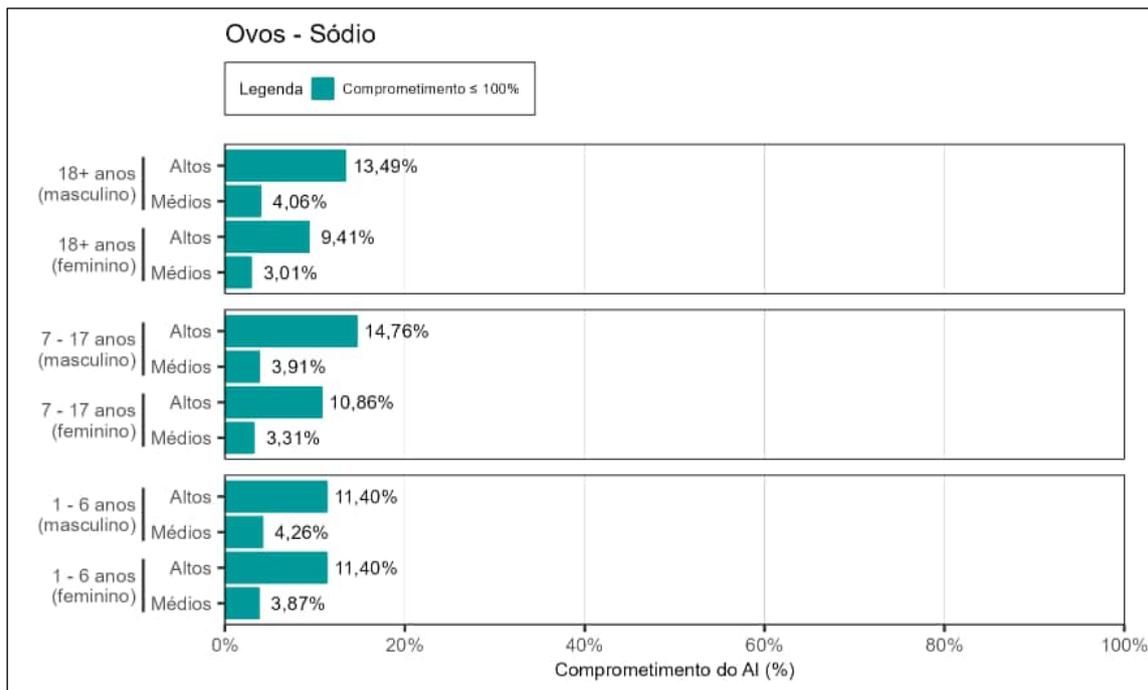


Figura 173. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para sódio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

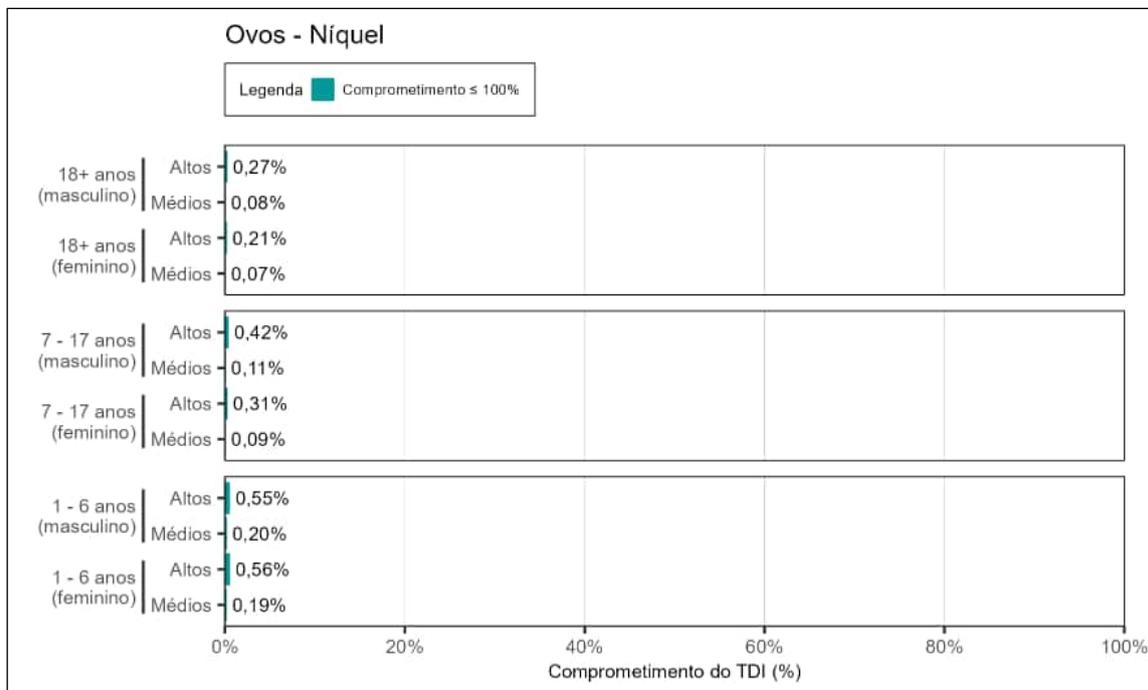


Figura 174. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

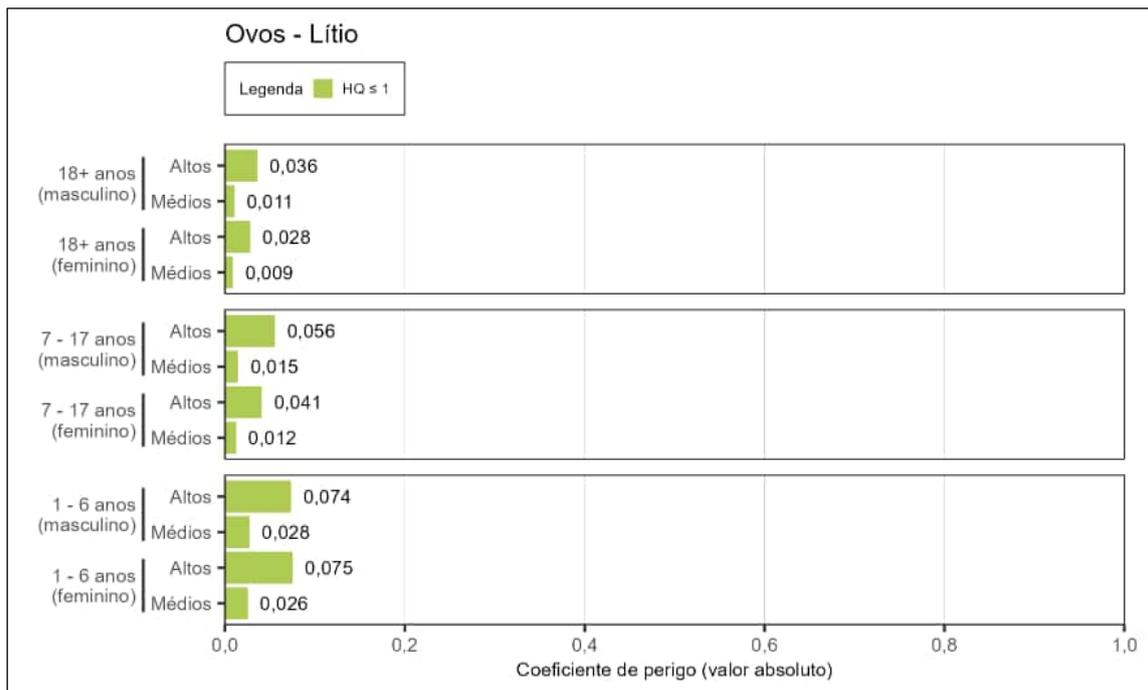


Figura 175. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado da Figura 159 a Figura 175, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação do valor de segurança para o grupo ovo para nenhuma substância química essencial (nutriente), para nenhuma das faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

6.1.9 Carnes

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas essenciais em carnes (músculos) estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 176 a Figura 192), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

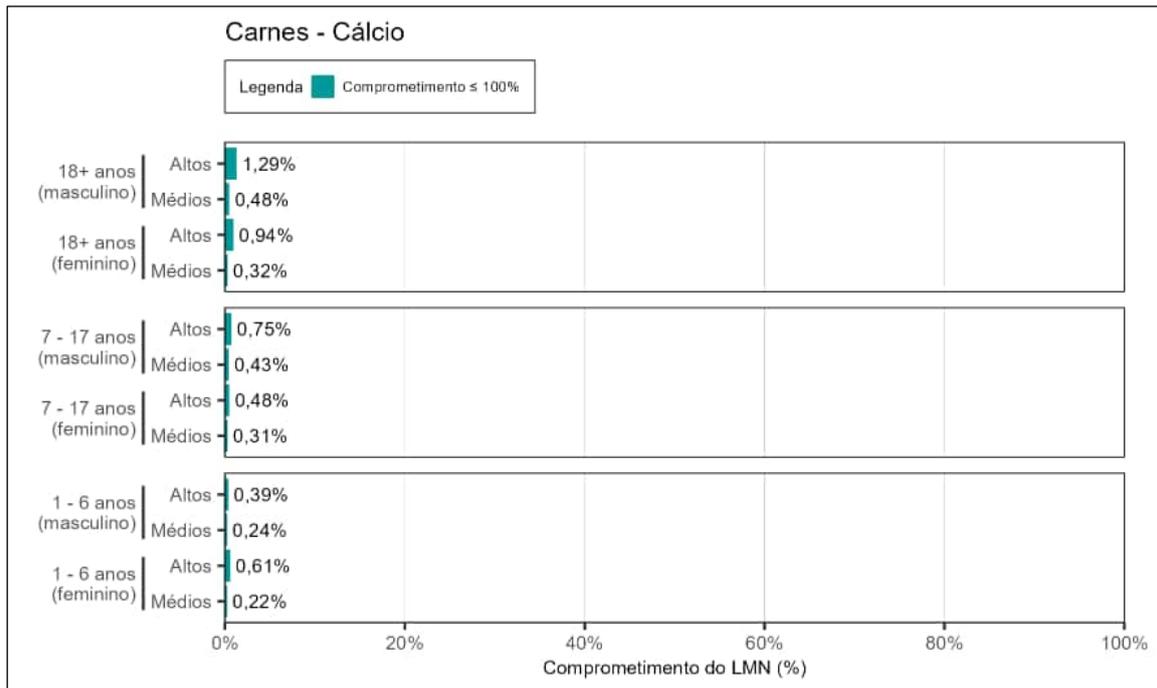


Figura 176. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

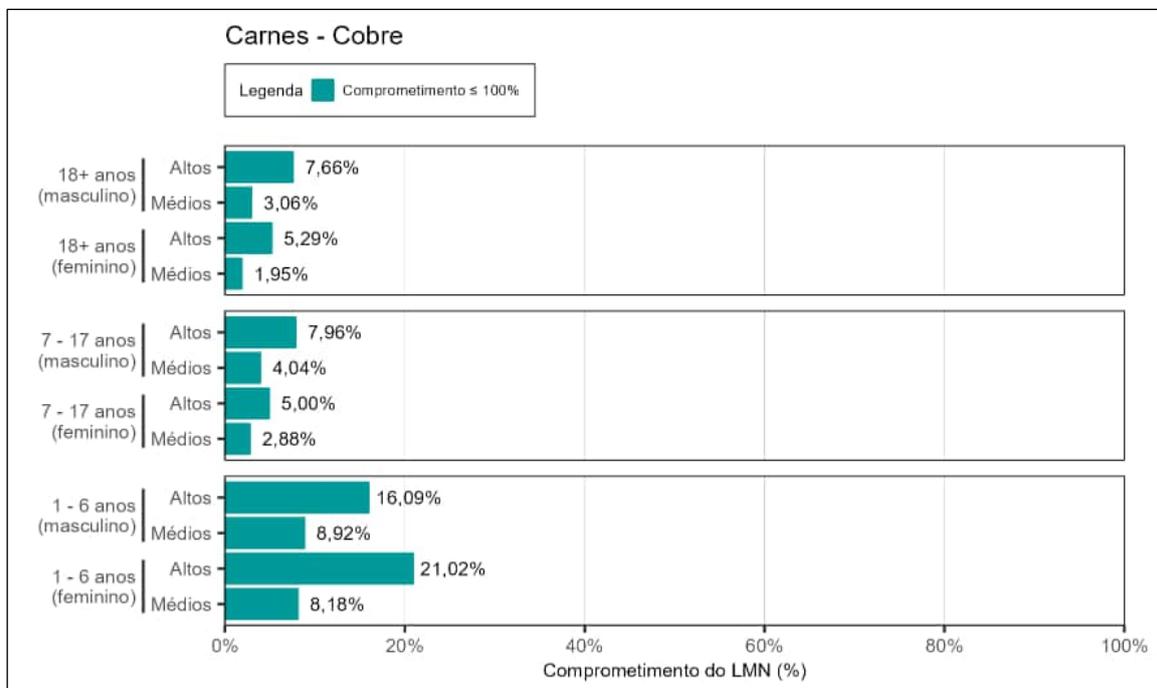


Figura 177. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cobre em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

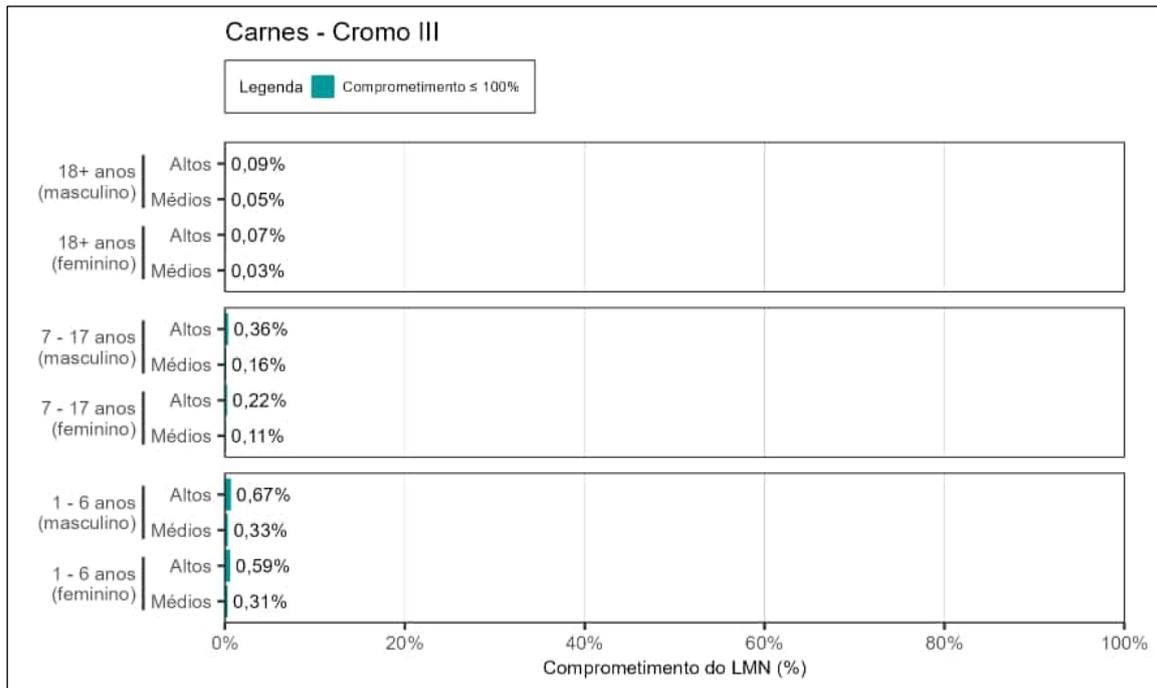


Figura 178. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cromo III em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

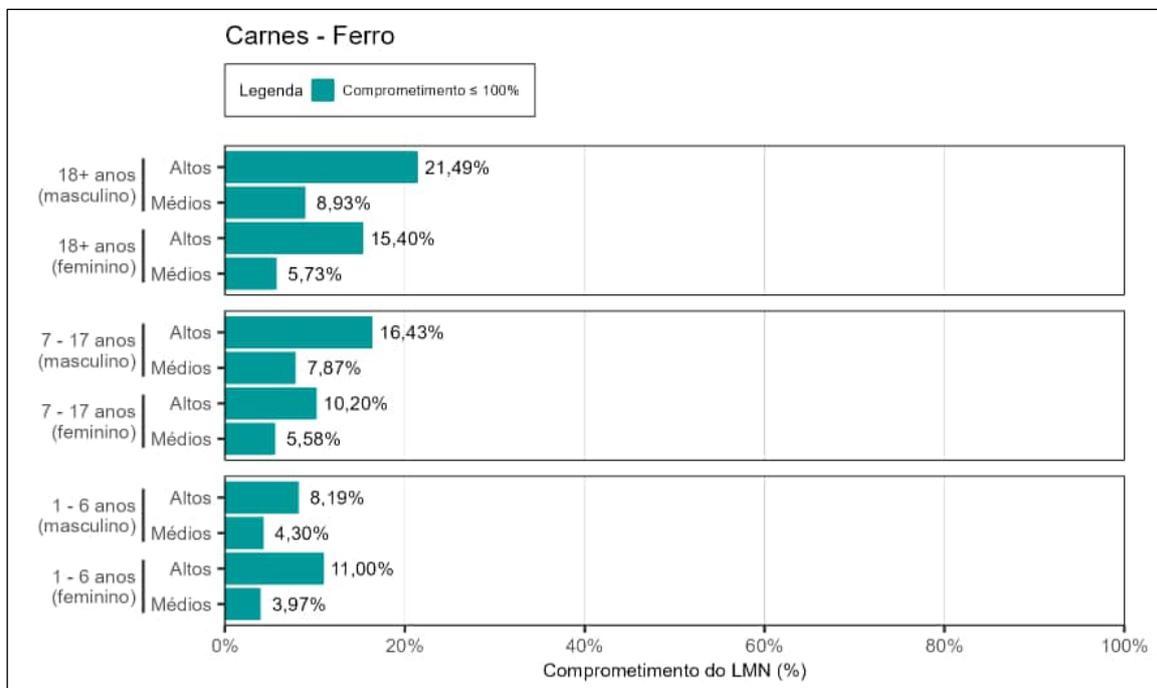


Figura 179. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

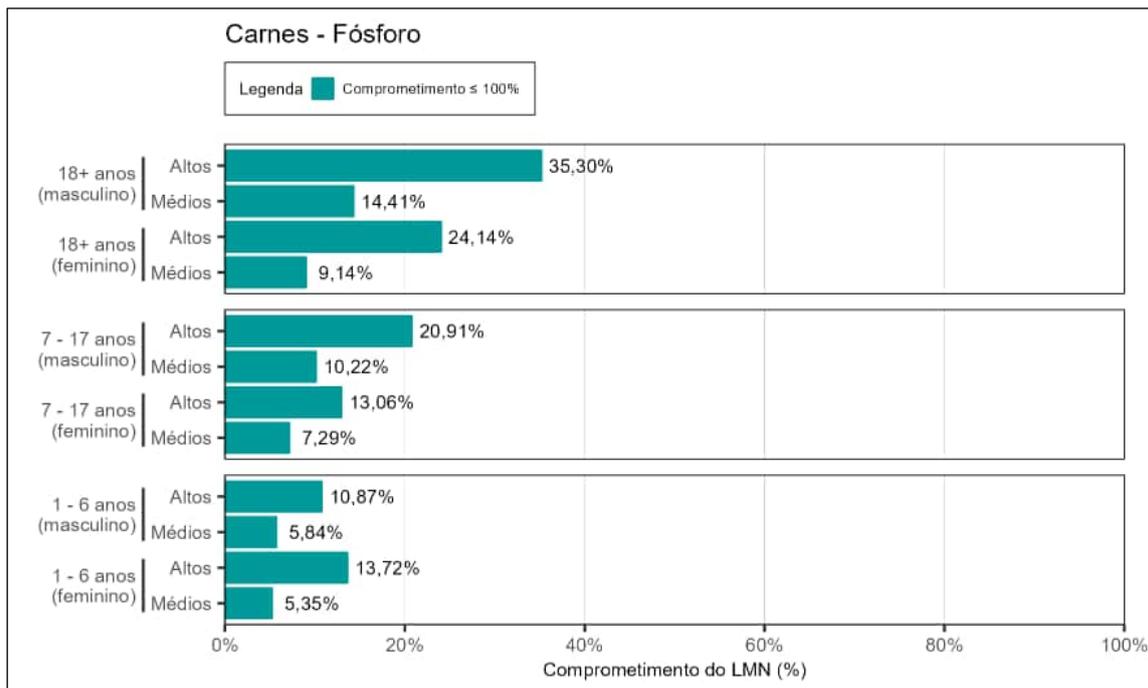


Figura 180. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

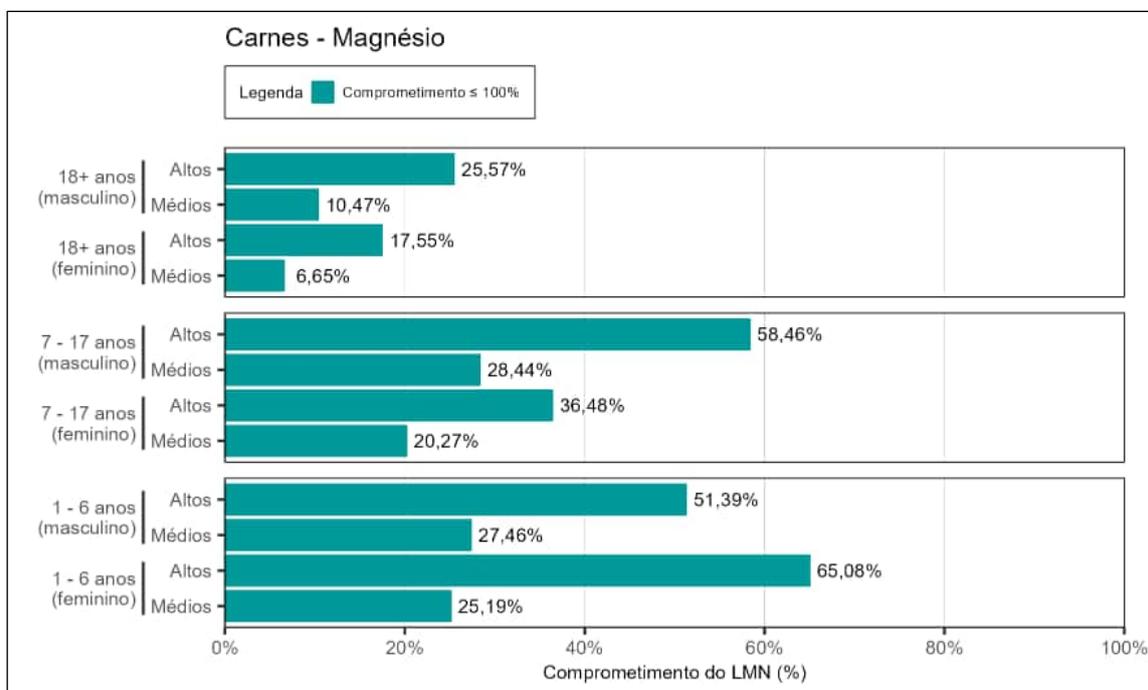


Figura 181. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo magnésio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

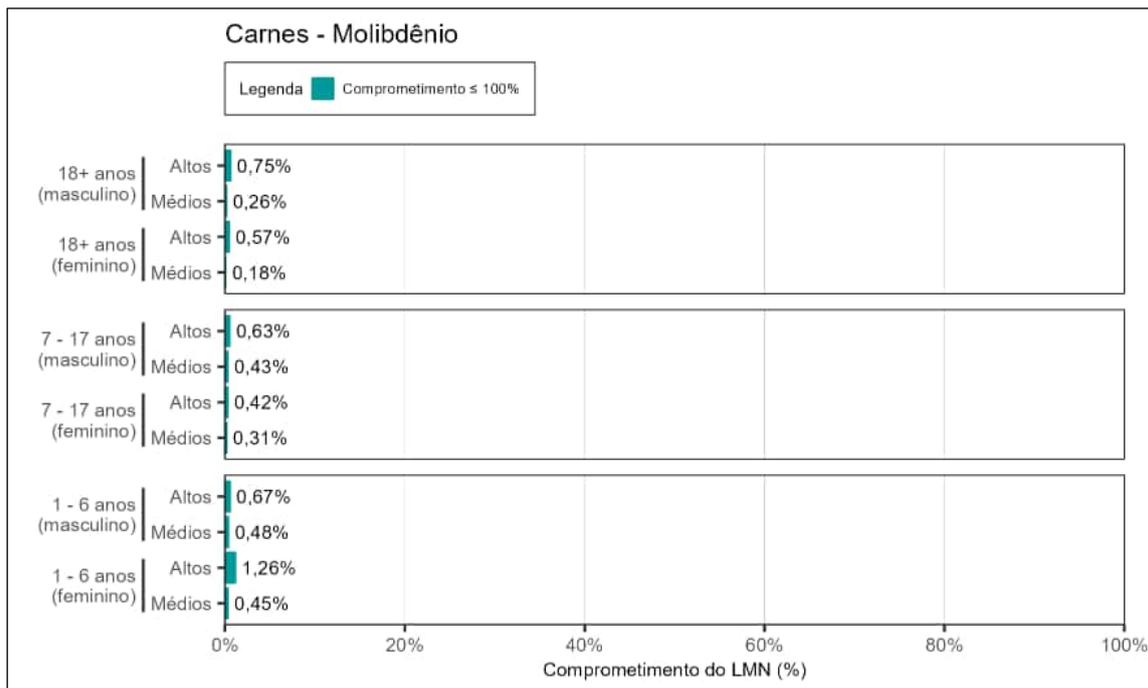


Figura 182. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

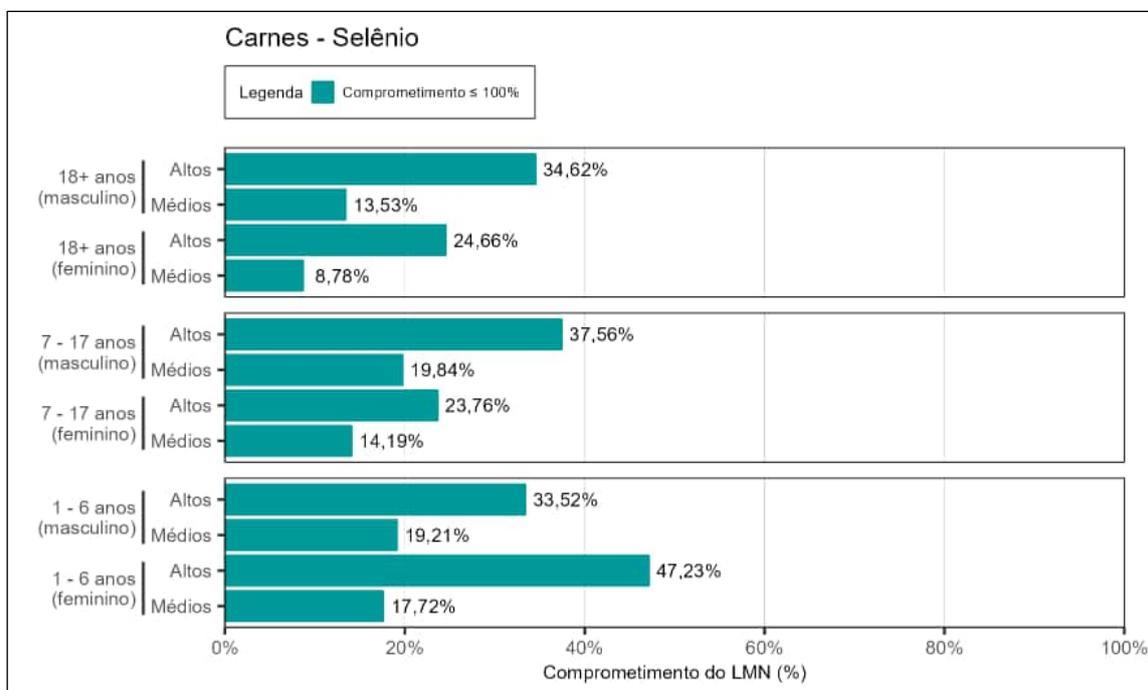


Figura 183. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

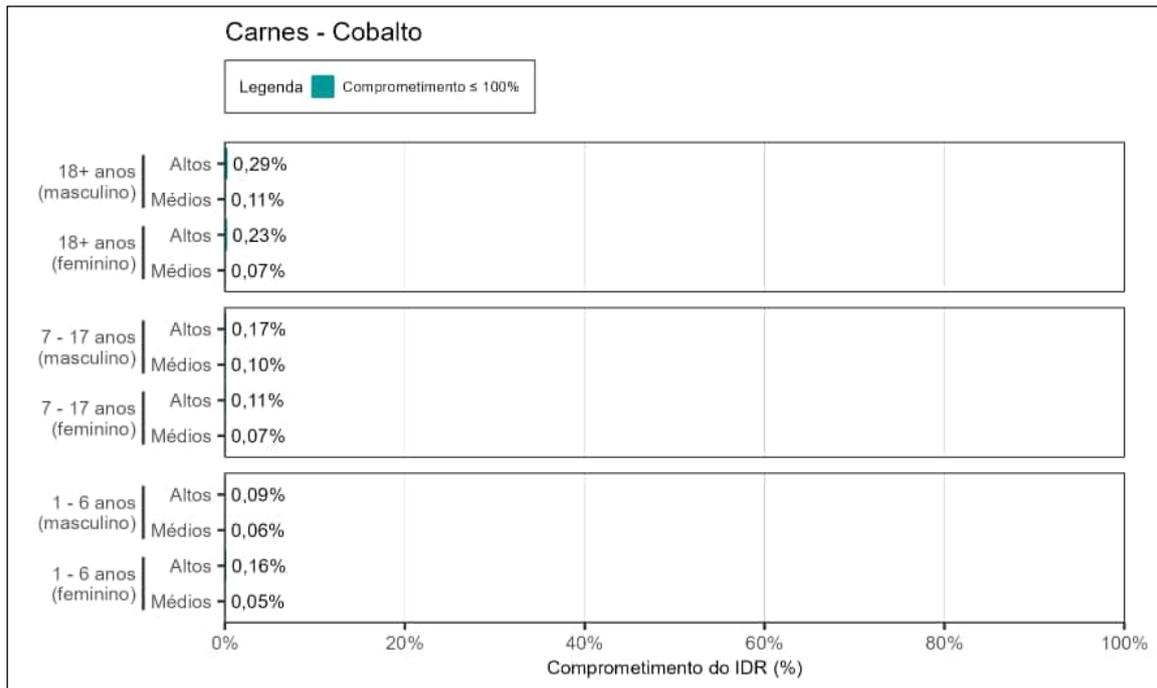


Figura 184. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cobalto em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

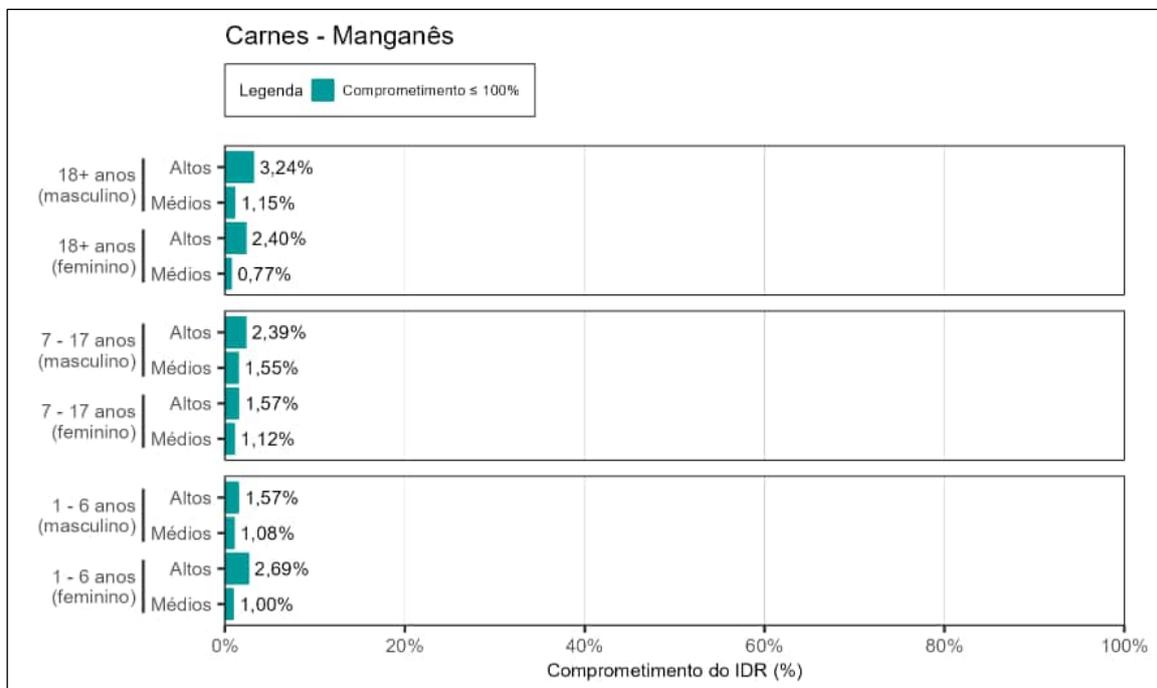


Figura 185. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

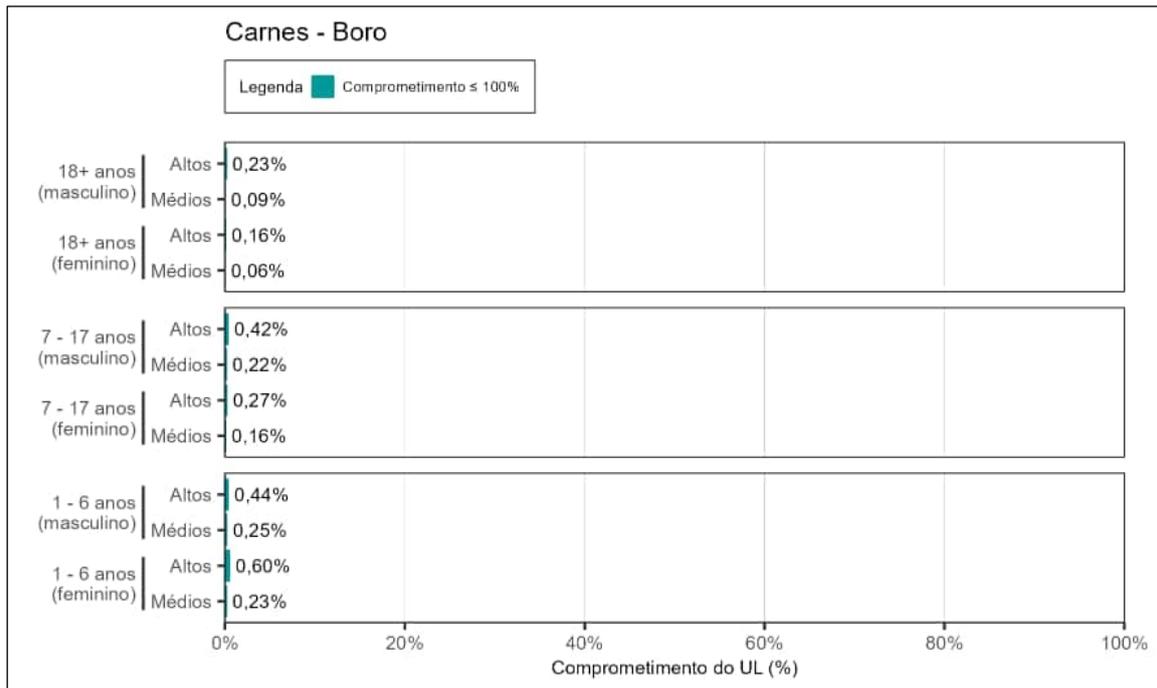


Figura 186. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para boro em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

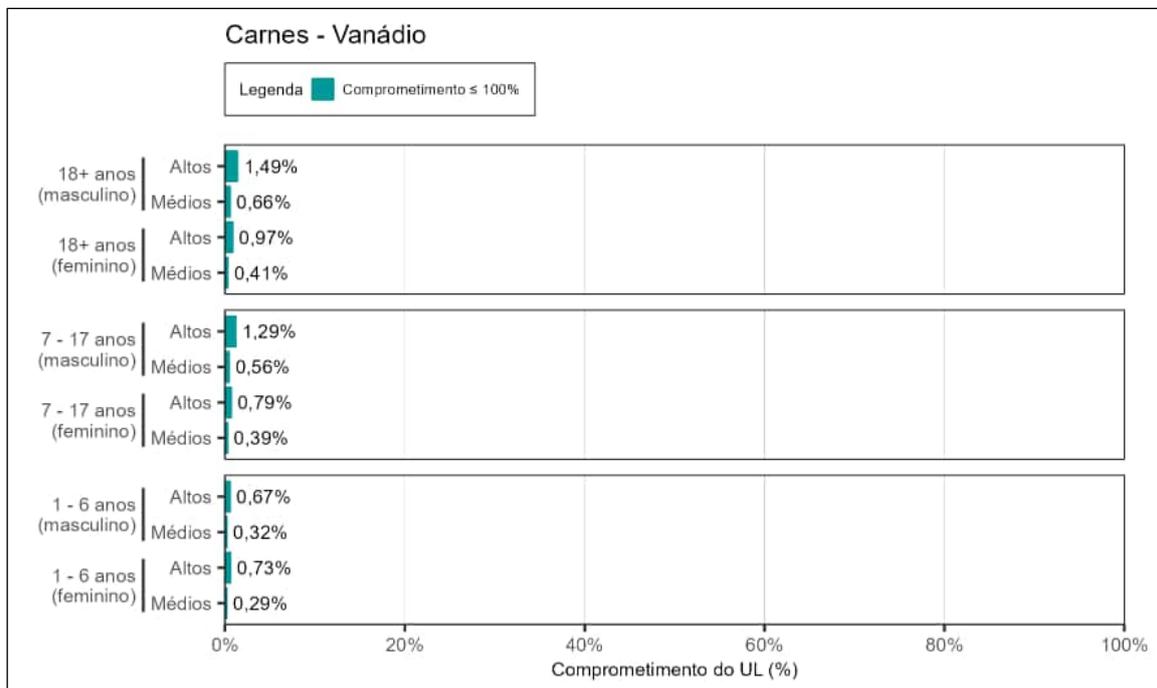


Figura 187. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

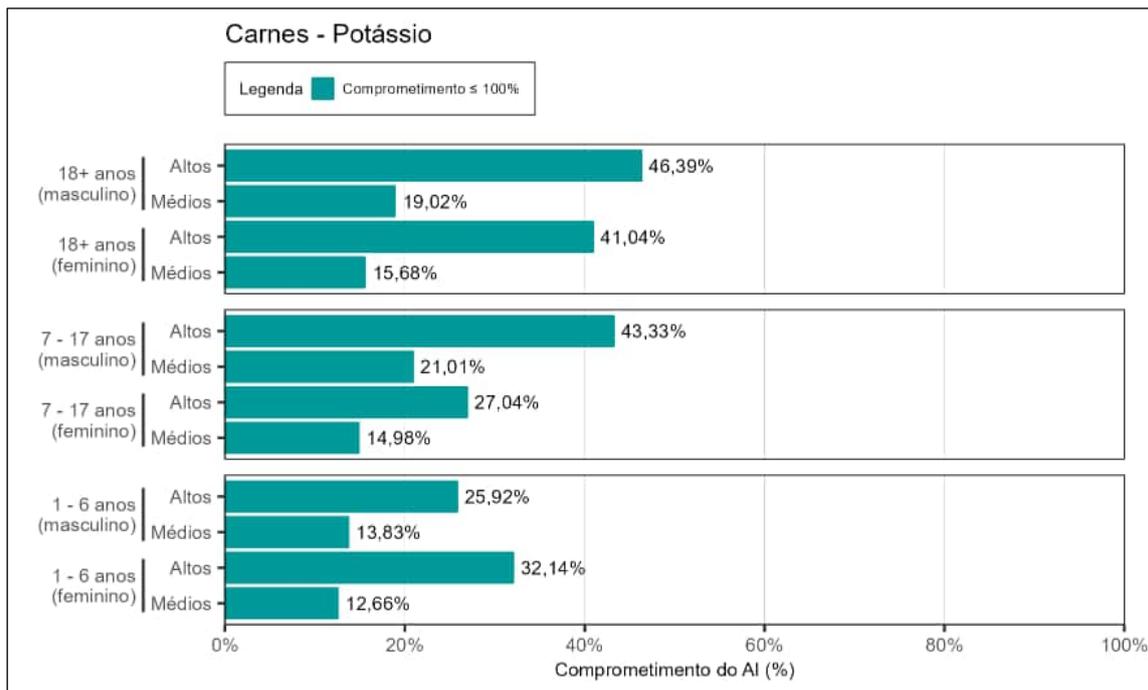


Figura 188. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

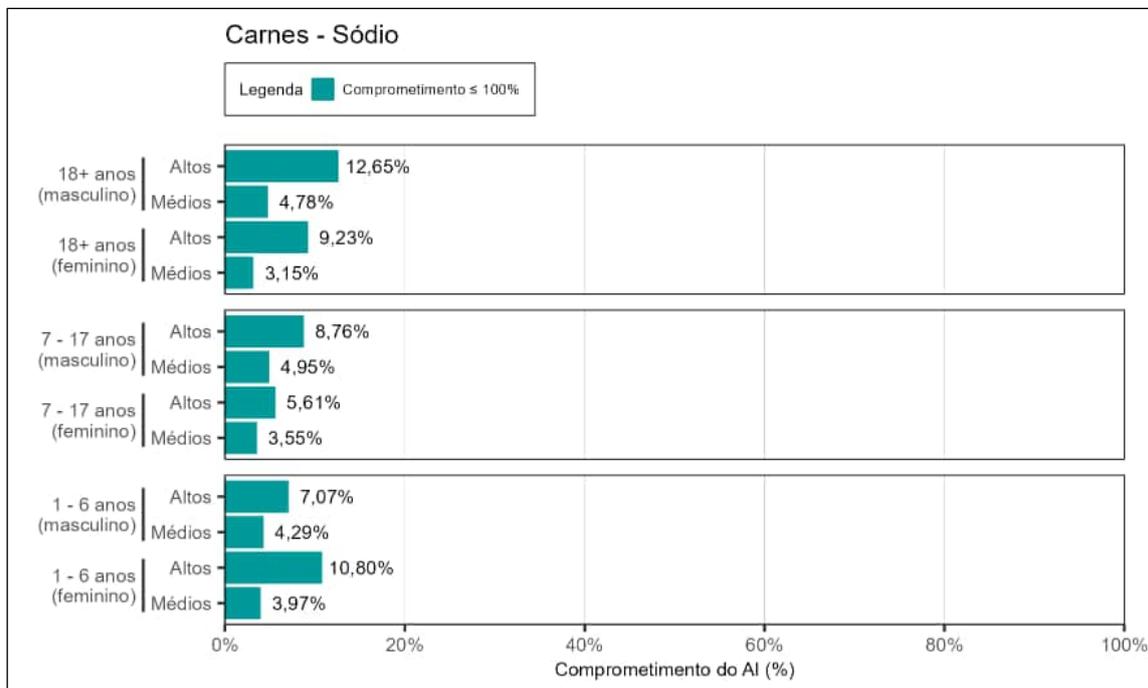


Figura 189. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para sódio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

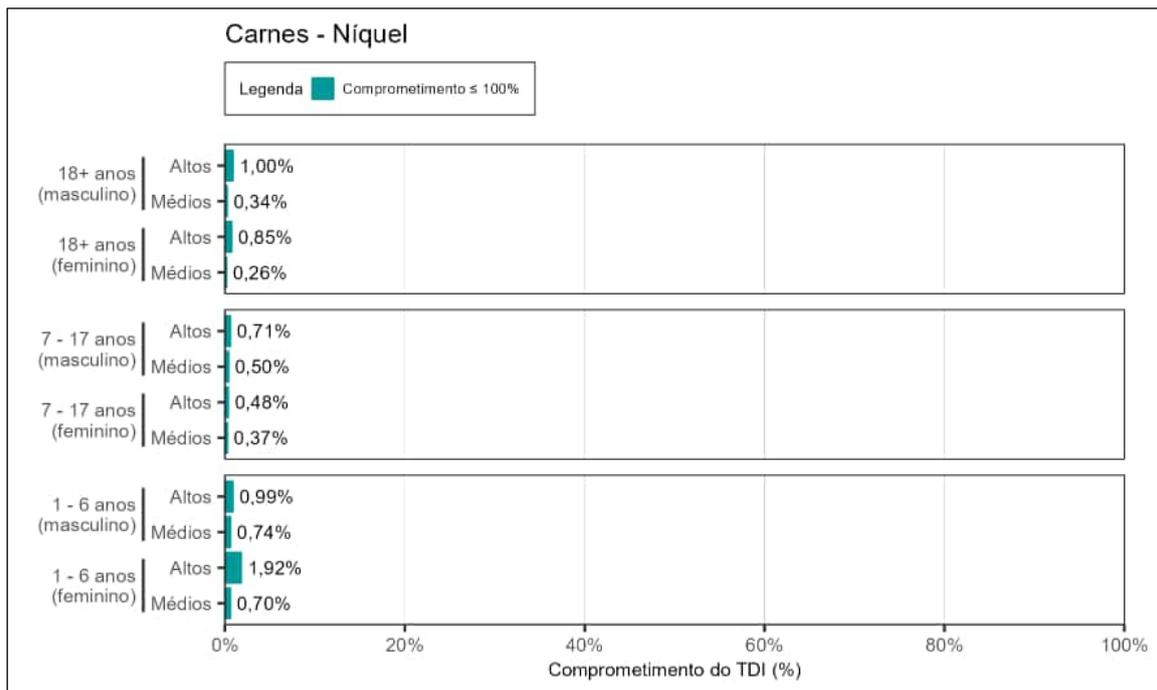


Figura 190. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

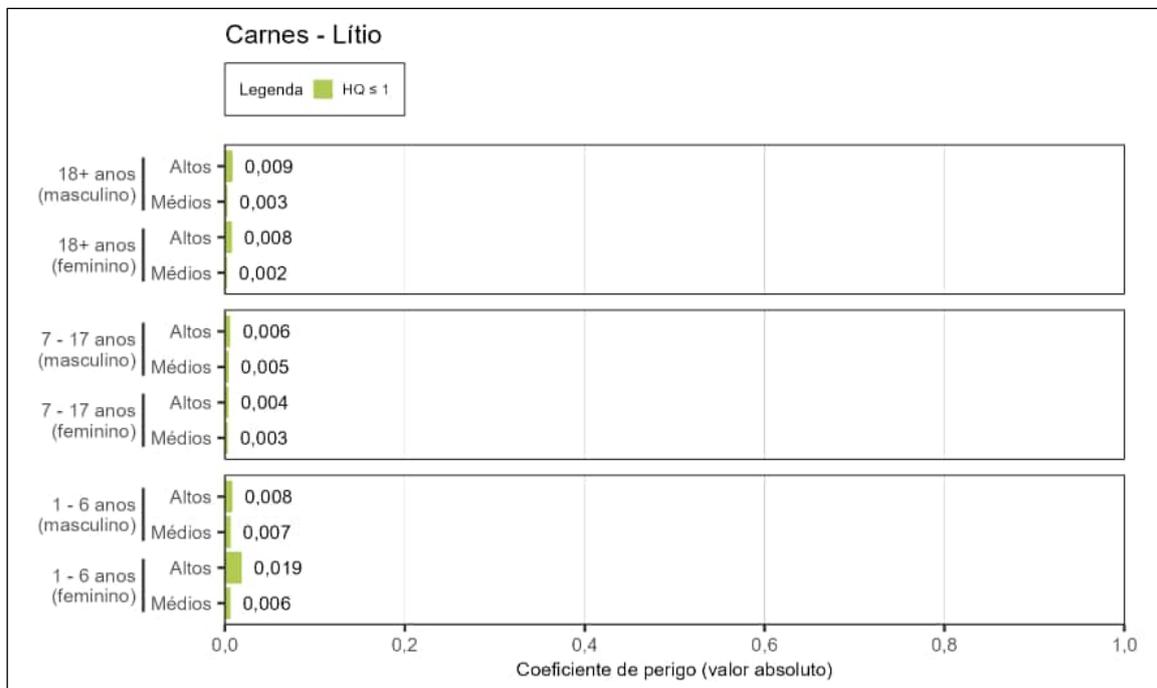


Figura 191. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia reitera que apesar de ter apresentado a avaliação da segurança em relação ao Limite Máximo de Nutrientes (LMN) e a Ingestão Diária Recomendada (IDR) (quando aplicáveis), a conclusão sobre a existência (ou não) de preocupação em relação ao consumo dos produtos agropecuários foi dada em relação ao comprometimento do UL, pois este é o valor de segurança que apresenta maior importância toxicológica.

No que tange ao comprometimento do valor de segurança calculado para o zinco em carnes, houve comprometimento acima de 100% do LMN para essa substância química. Portanto, uma vez que houve extrapolação do LMN para o zinco, a equipe de perícia realizou a avaliação da segurança a partir do UL para essa substância, especificamente.

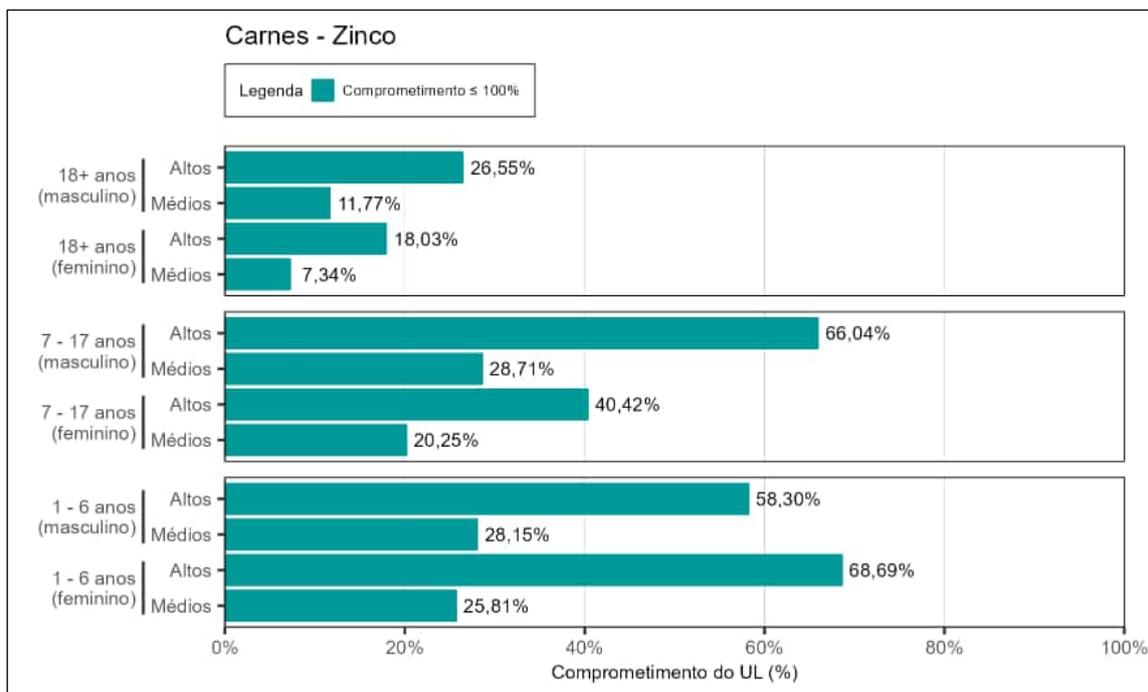


Figura 192. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para zinco em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado nas figuras (Figura 176 a Figura 192), a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação do valor de segurança para o grupo carnes para nenhuma substância química essencial (nutriente), considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores.

6.1.10 Vísceras

Os resultados referentes ao comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas essenciais em vísceras estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 193 a Figura 209), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

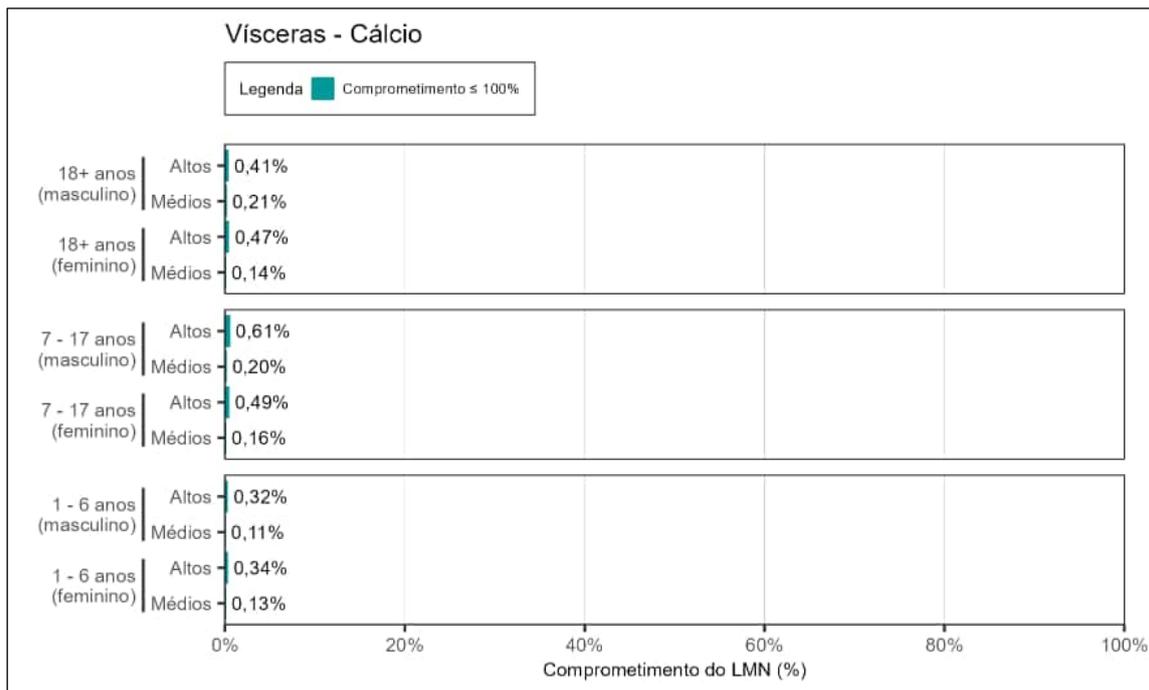


Figura 193. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo cálcio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

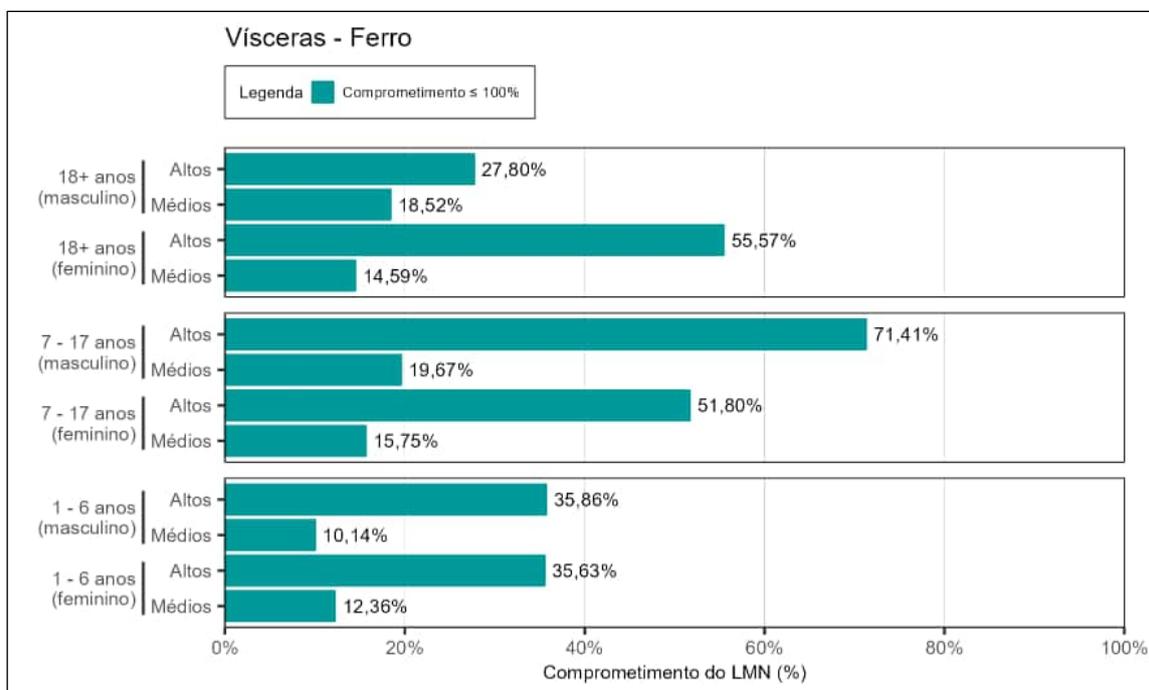


Figura 194. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo ferro em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

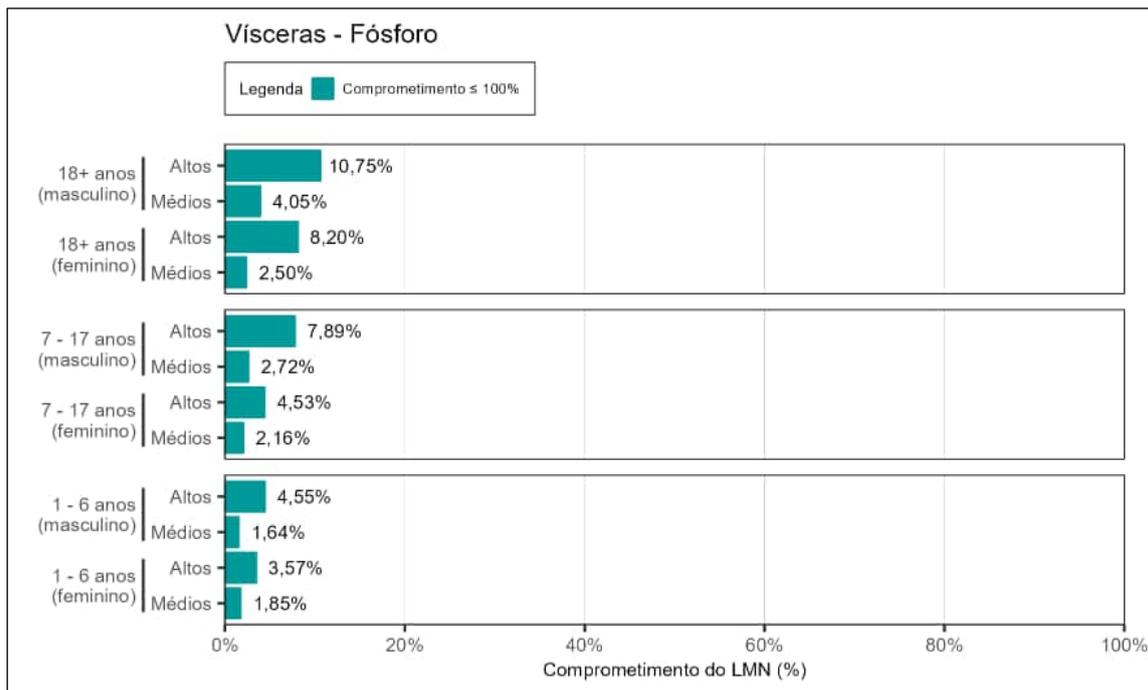


Figura 195. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo fósforo em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

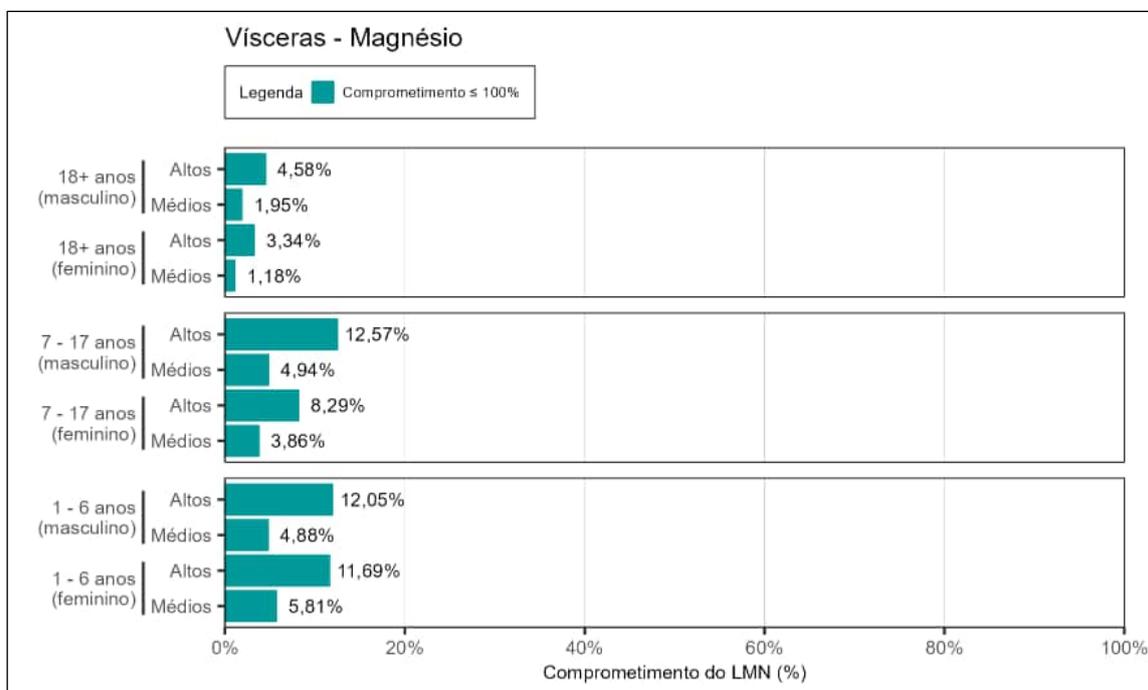


Figura 196. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo magnésio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

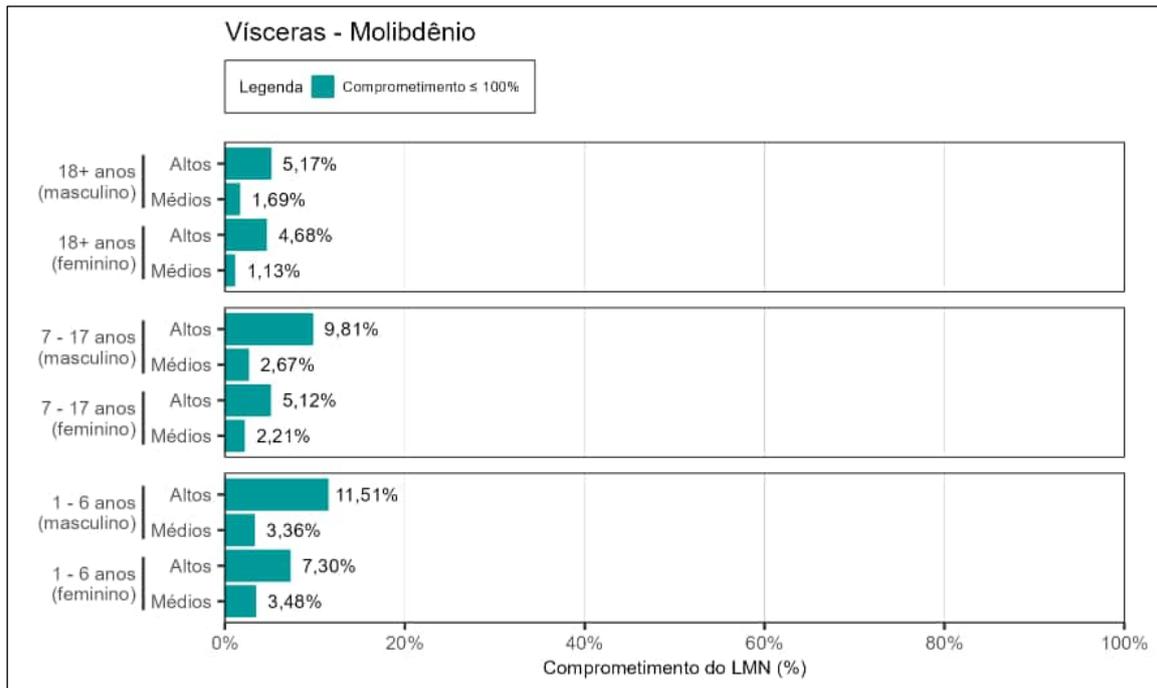


Figura 197. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo molibdênio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

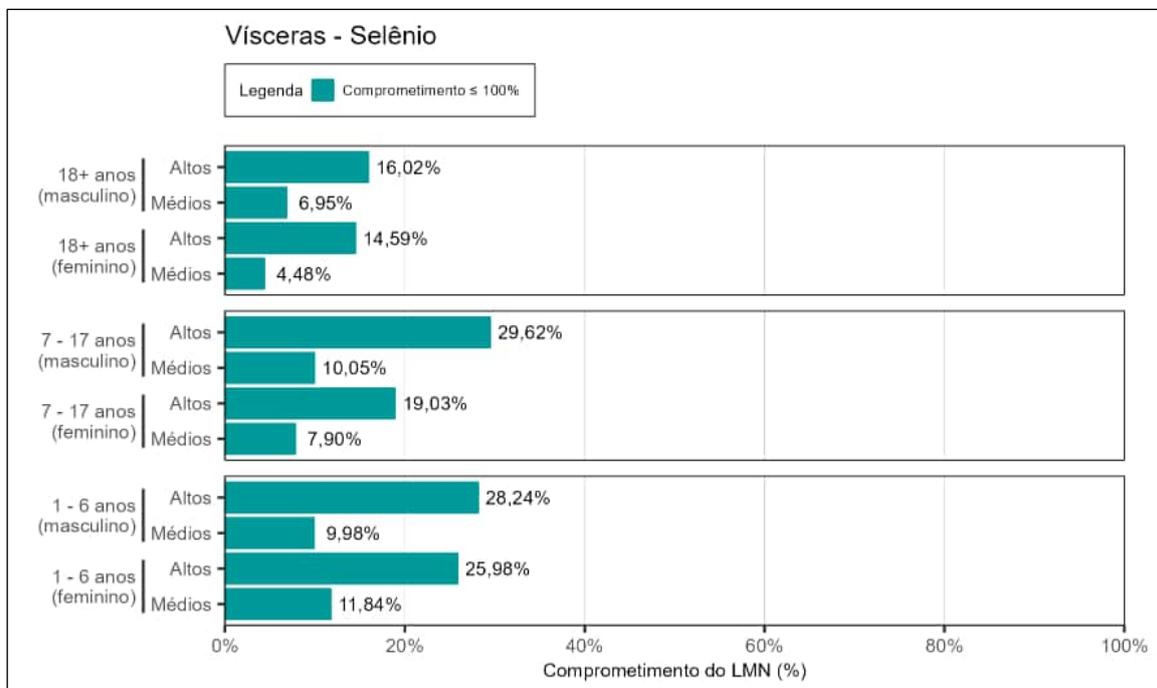


Figura 198. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo selênio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

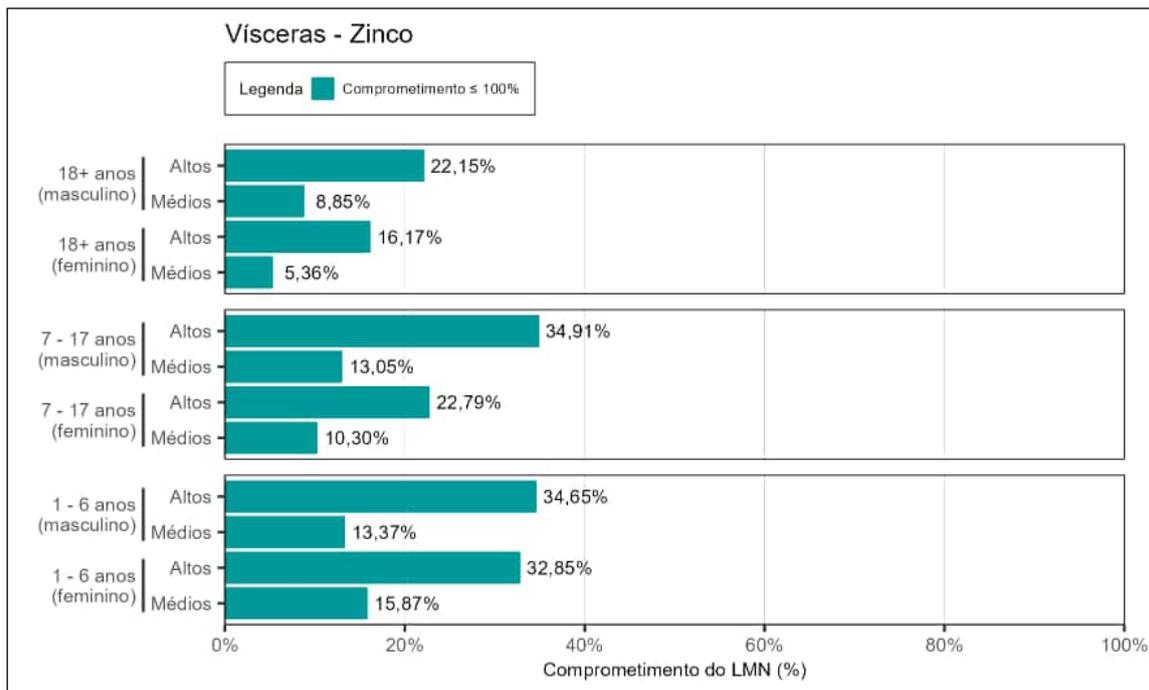


Figura 199. Estimativa do comprometimento dos limites máximos de nutrientes em suplementos contendo zinco em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

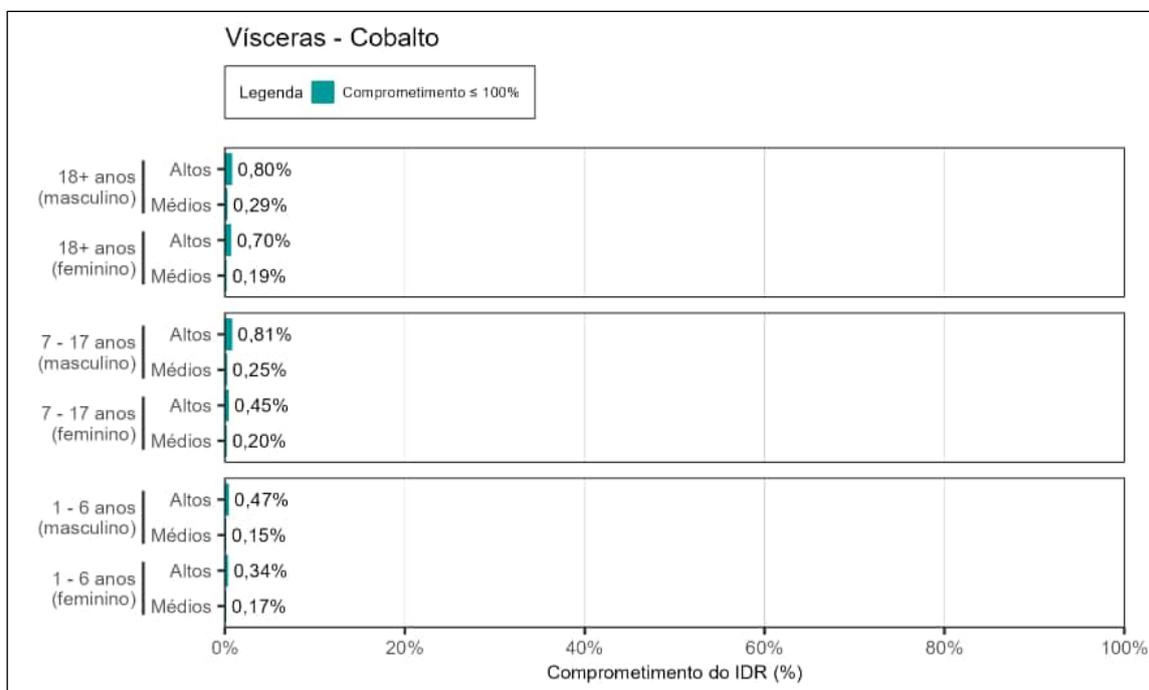


Figura 200. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de cobalto em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

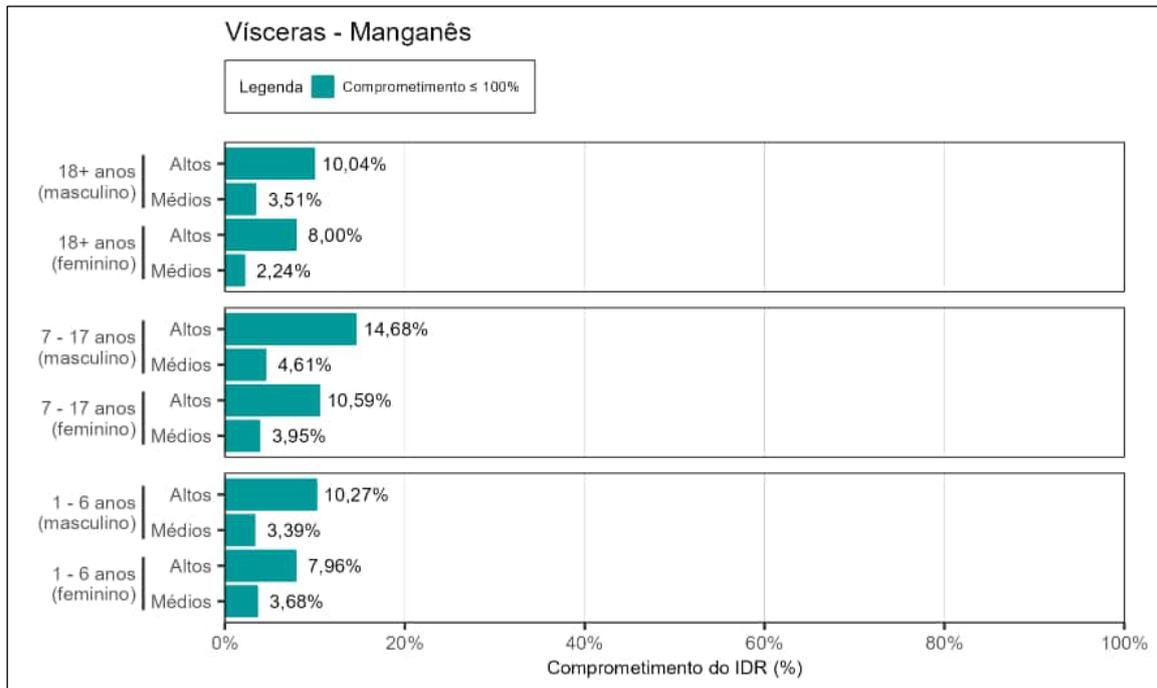


Figura 201. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de manganês em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

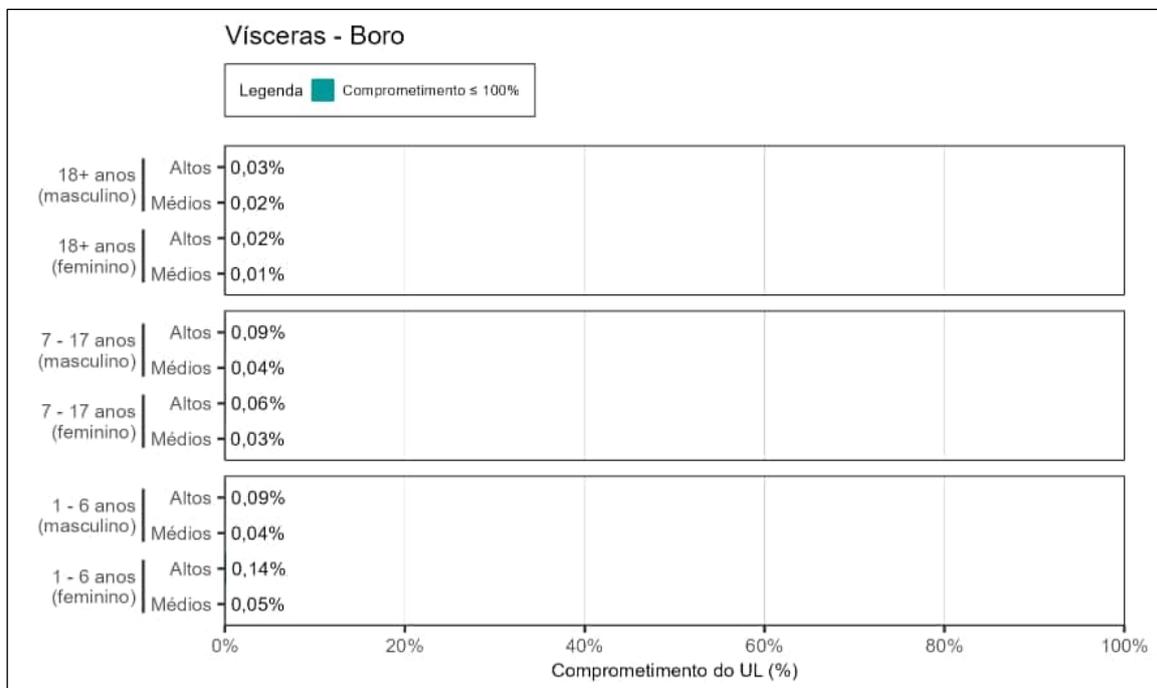


Figura 202. Estimativa do comprometimento do Upper Level (UL) para boro em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

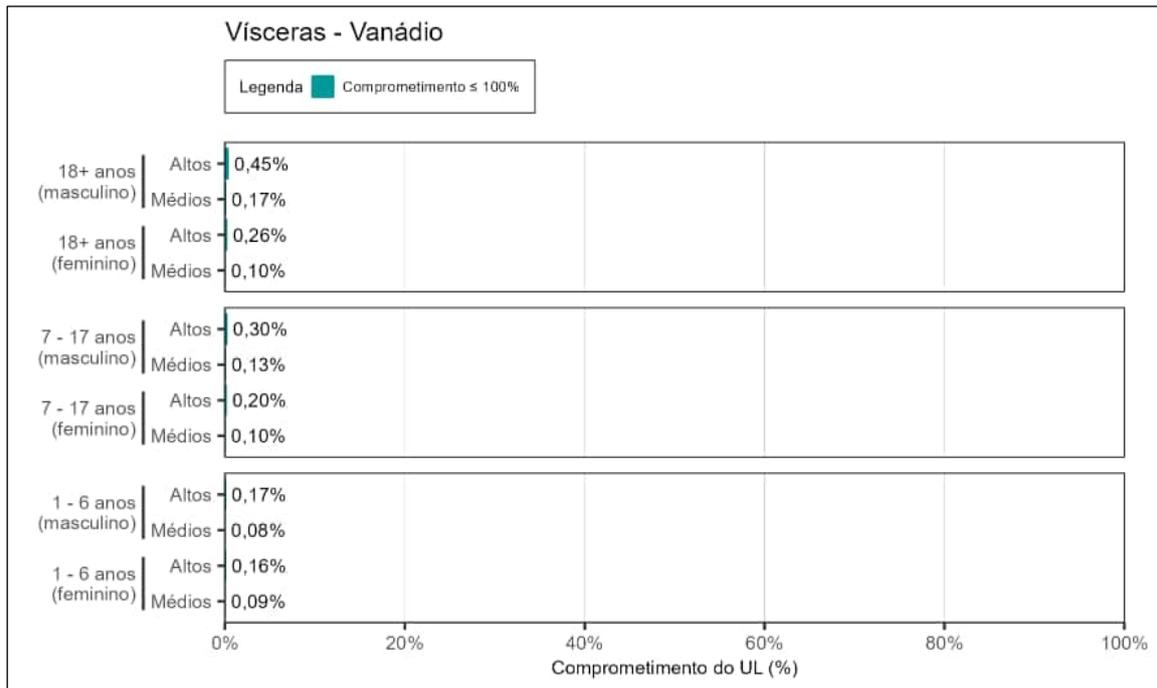


Figura 203. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para vanádio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

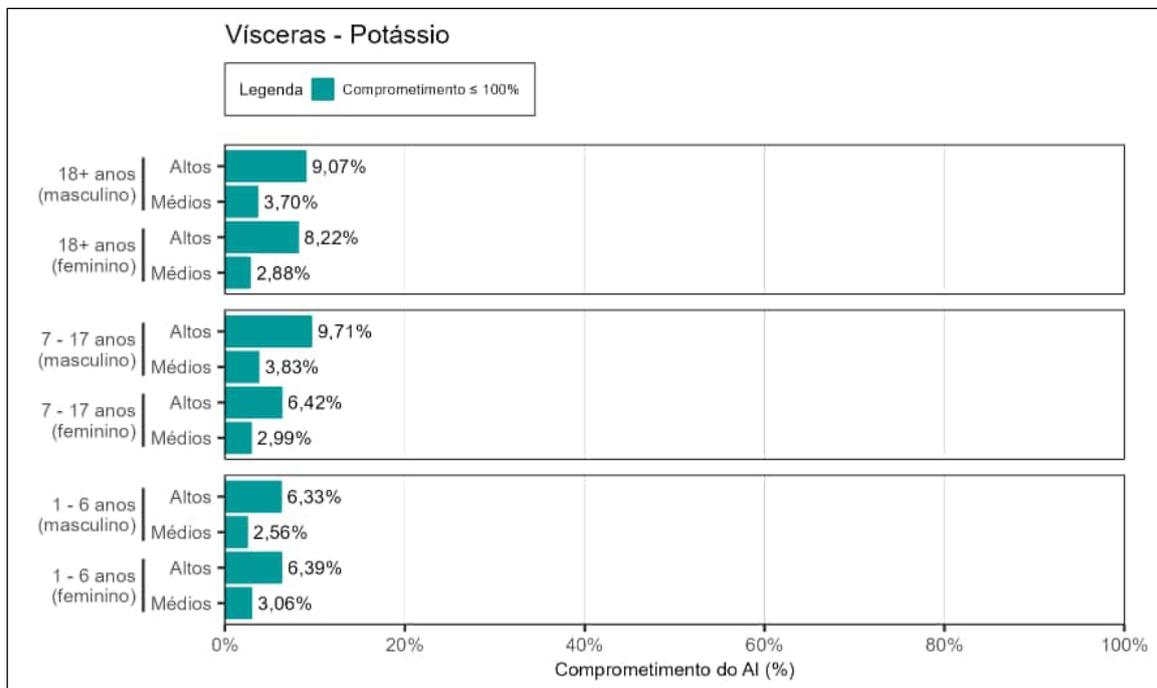


Figura 204. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para potássio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

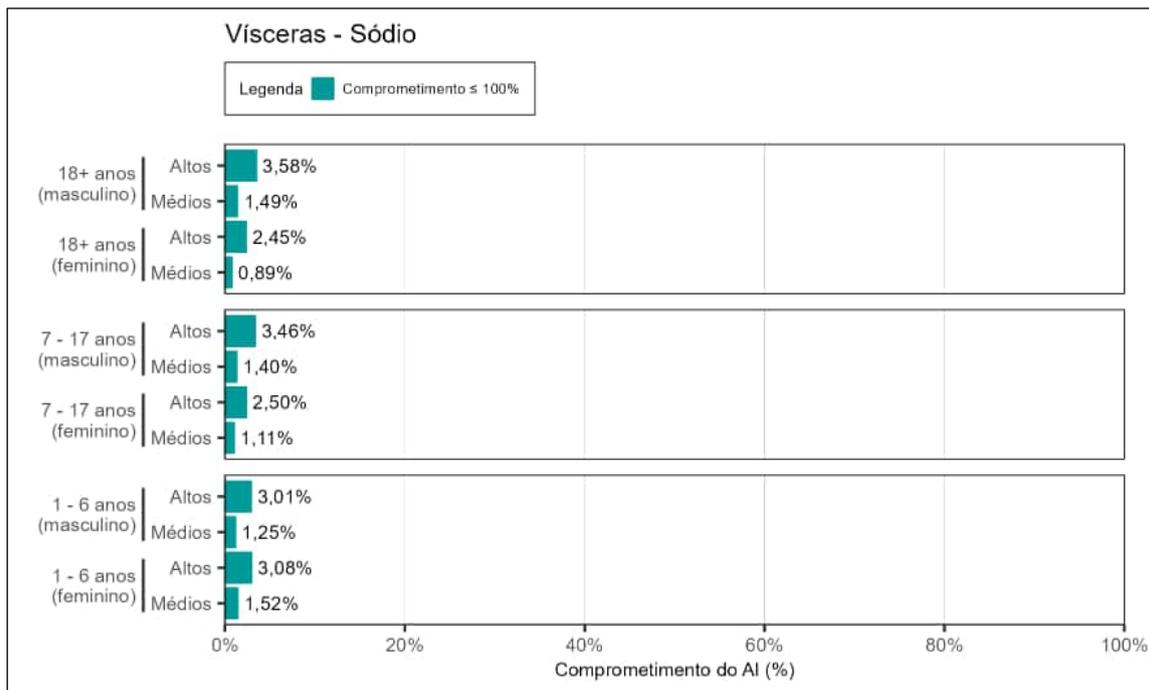


Figura 205. Estimativa do comprometimento da Ingestão Adequada (AI) para sódio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

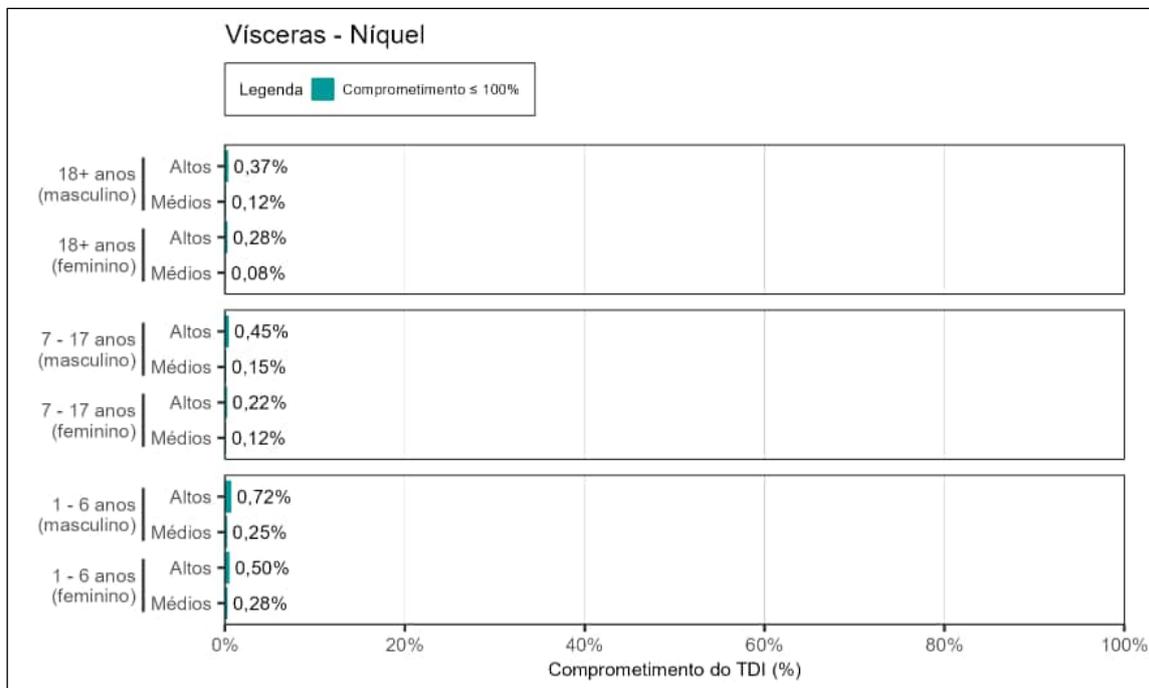


Figura 206. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de níquel em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

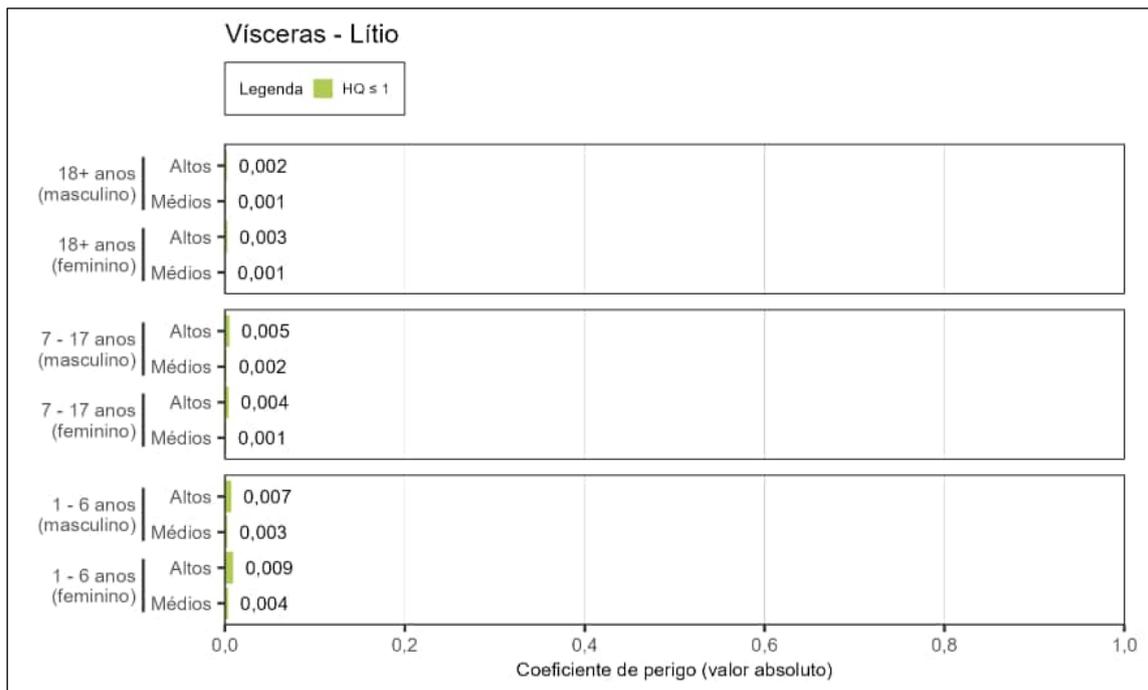


Figura 207. Estimativa do coeficiente de perigo (HQ) para lítio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia concluiu que, para o grupo vísceras, com exceção do cobre, não há extrapolação do valor de segurança para as demais substâncias químicas essenciais (nutrientes), considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores (Figura 193 a Figura 207).

A equipe de perícia reitera que apesar de ter apresentado a avaliação da segurança em relação ao Limite Máximo de Nutrientes (LMN) e a Ingestão Diária Recomendada (IDR) (quando aplicáveis), a conclusão sobre a existência (ou não) de preocupação em relação ao consumo dos produtos agropecuários foi dada em relação ao comprometimento do UL, pois este é o valor de segurança que apresenta maior importância toxicológica.

No que tange ao comprometimento do valor de segurança calculado para o cobre em vísceras, houve comprometimento acima de 100% do LMN para essa substância química. Portanto, uma vez que houve extrapolação do LMN para o cobre, a equipe de perícia realizou a avaliação da segurança a partir do UL para essa substância, especificamente.

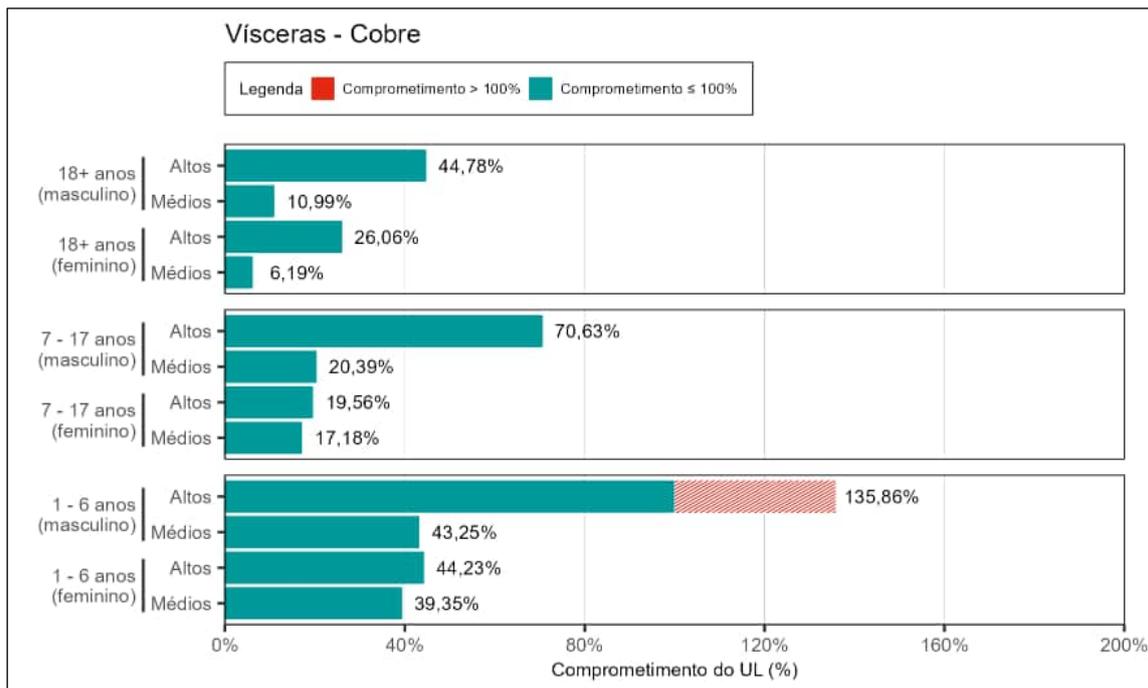


Figura 208. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para cobre em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

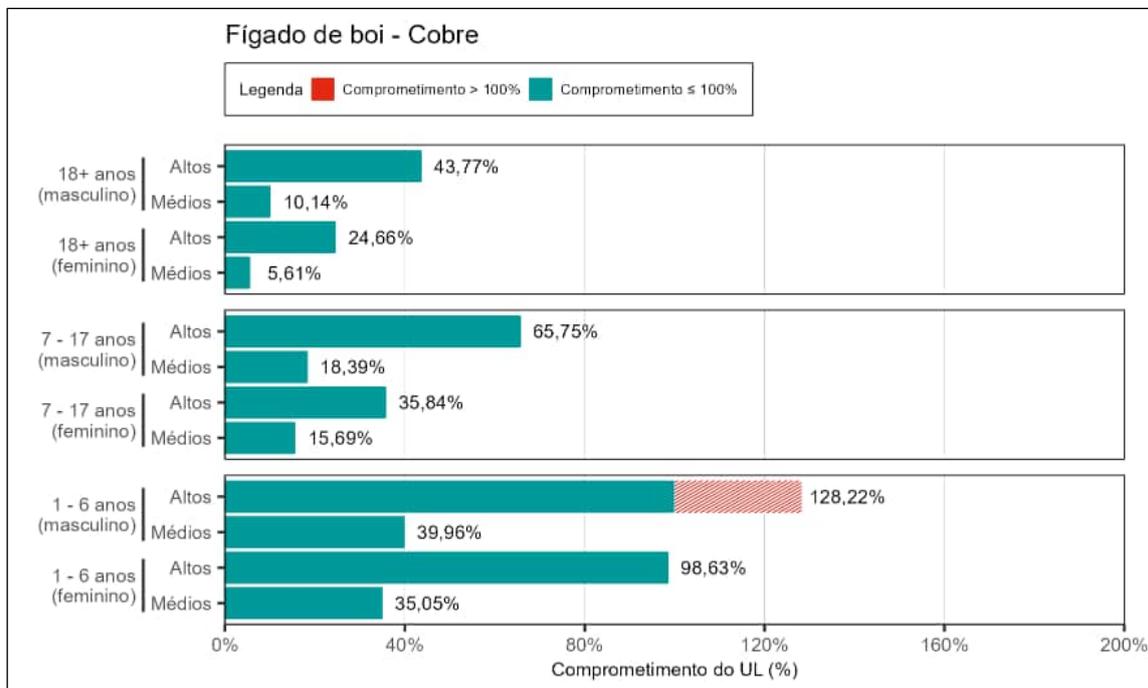


Figura 209. Estimativa do comprometimento do *Upper Level* (UL) para cobre em fígado de boi para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 208 indicam que há extrapolação do valor de segurança, com um comprometimento acima de 100% do UL para o cobre em vísceras, para os altos consumidores de 1 a 6 anos, do sexo masculino. No que tange aos consumidores dos valores médios, a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação no valor de segurança para nenhuma das faixas etárias, de ambos os sexos avaliados.

Dentre os alimentos que compõem o grupo das vísceras, o fígado de boi foi o único alimento que teve o valor de segurança para o cobre extrapolado. A equipe de perícia ressalta que o fígado de boi, por si só, representou um comprometimento de 128,22% do UL para os altos consumidores de 1 a 6 anos do sexo masculino e um comprometimento superior a 98% do UL para meninas, da mesma faixa etária (Figura 209).

6.2 Substâncias químicas não essenciais

Os resultados de avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas não essenciais estão apresentados a seguir, separados por parâmetro utilizado para avaliar o comprometimento do valor de orientação baseado em saúde.

6.2.1 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose diária de ingestão

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados por grupo de alimentos do item 6.2.1.1 ao item 6.2.1.10.

Os valores de segurança estabelecidos pelas agências reguladoras (WHO, FAO, EFSA e ANVISA) se referem à quantidade dessas substâncias que podem ser ingeridas diariamente durante toda a vida, sem que ocorram efeitos adversos, conforme apresentado na Tabela 10, item 3.2.

A equipe de perícia reitera que existe preocupação em relação ao consumo de um alimento quando há uma extrapolação acima de 100% do valor de segurança, conforme apresentado na Tabela 20. A avaliação da segurança do alimento por meio do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose diária de ingestão foi realizada a partir da Ingestão Diária Tolerável (TDI) e da Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória (PMTDI).

As substâncias químicas avaliadas a partir da TDI foram o antimônio, o bário, o berílio, o urânio, o diclorometano e o tolueno. O cianeto foi a substância química avaliada a partir da PMTDI.

O percentual do comprometimento do valor de segurança foi calculado por meio da razão entre os valores obtidos para a exposição (Anexo 8) e o respectivo valor de segurança (Tabela 11 e Tabela 17), multiplicado por 100.

6.2.1.1 Frutas

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) e do Tipo 3 (cianeto e diclorometano) em frutas, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 210 a Figura 216), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

Conforme apresentado no Anexo 3.17, a equipe de perícia ressalta que não foram encontrados indícios da presença de tolueno em frutas, ou seja, não houve detecção dessa substância nas amostras analisadas de banana (alimento representante do grupo). Em função disso, o tolueno presente em frutas não foi submetido à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

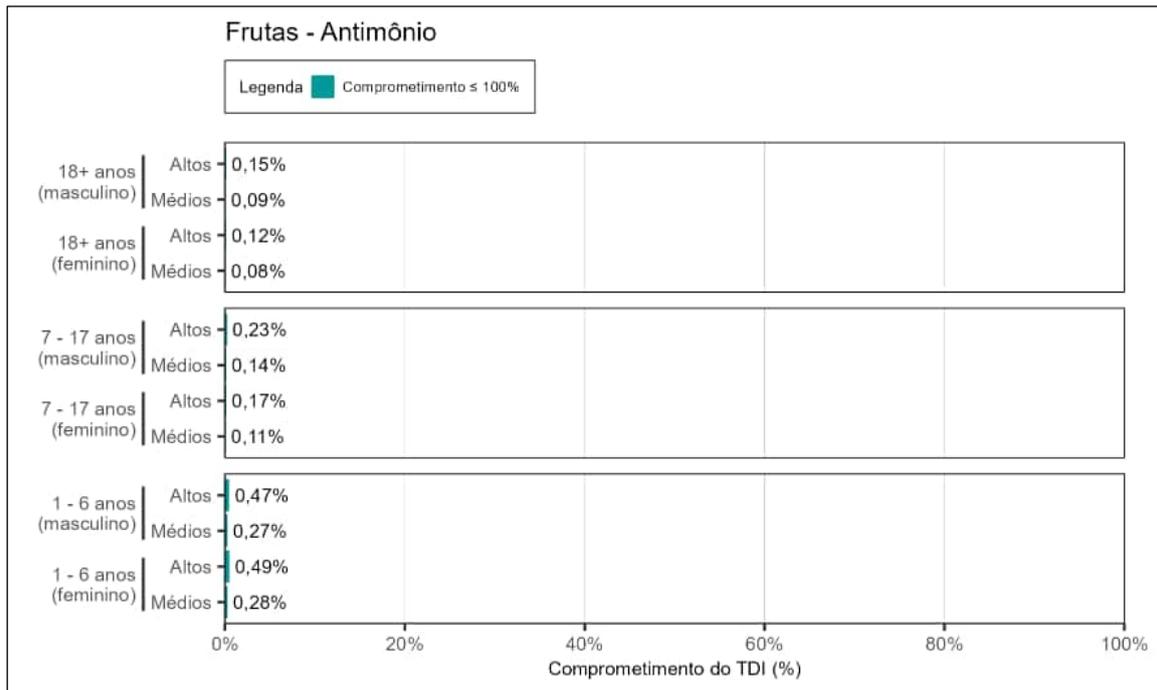


Figura 210. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

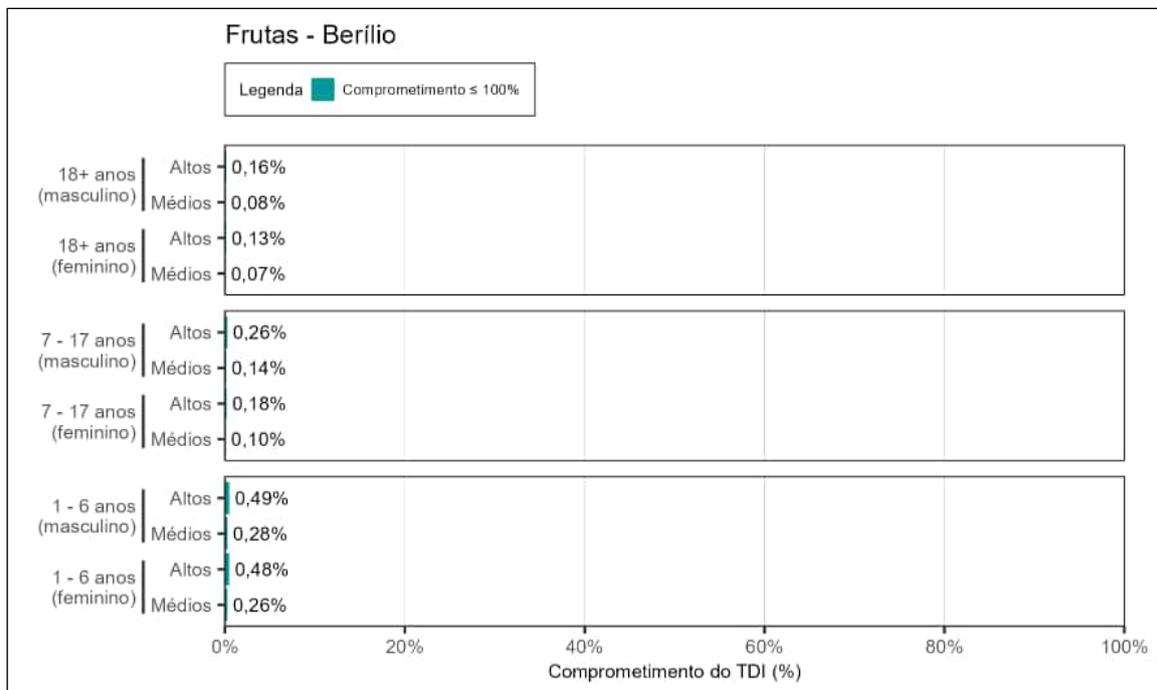


Figura 211. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

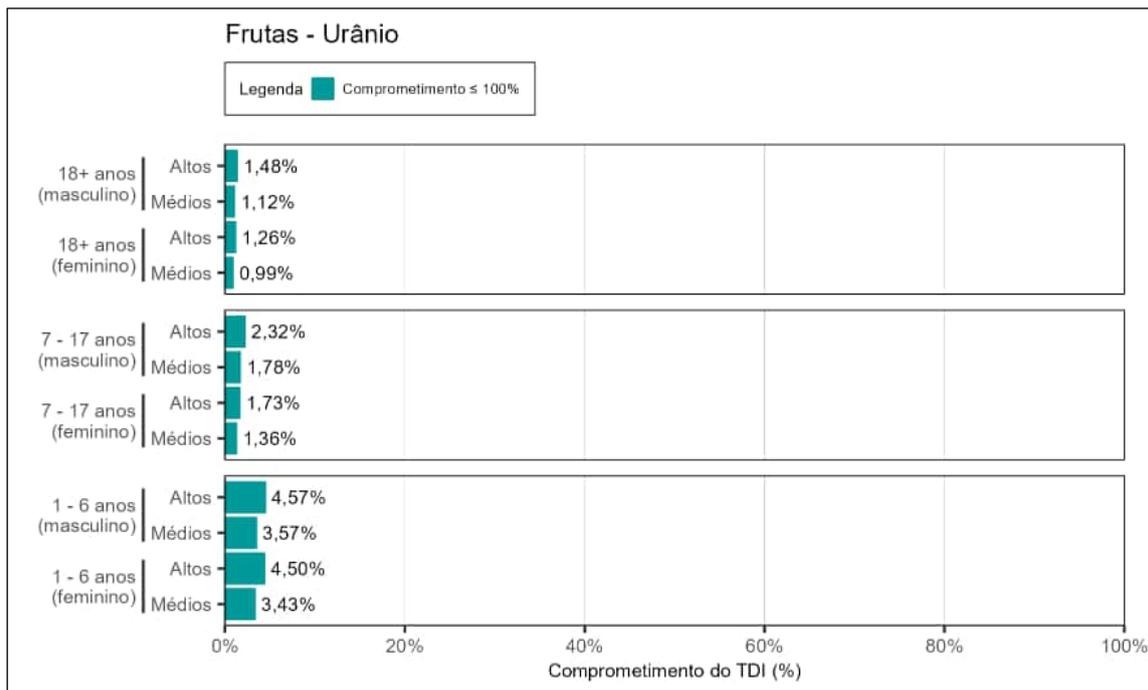


Figura 212. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

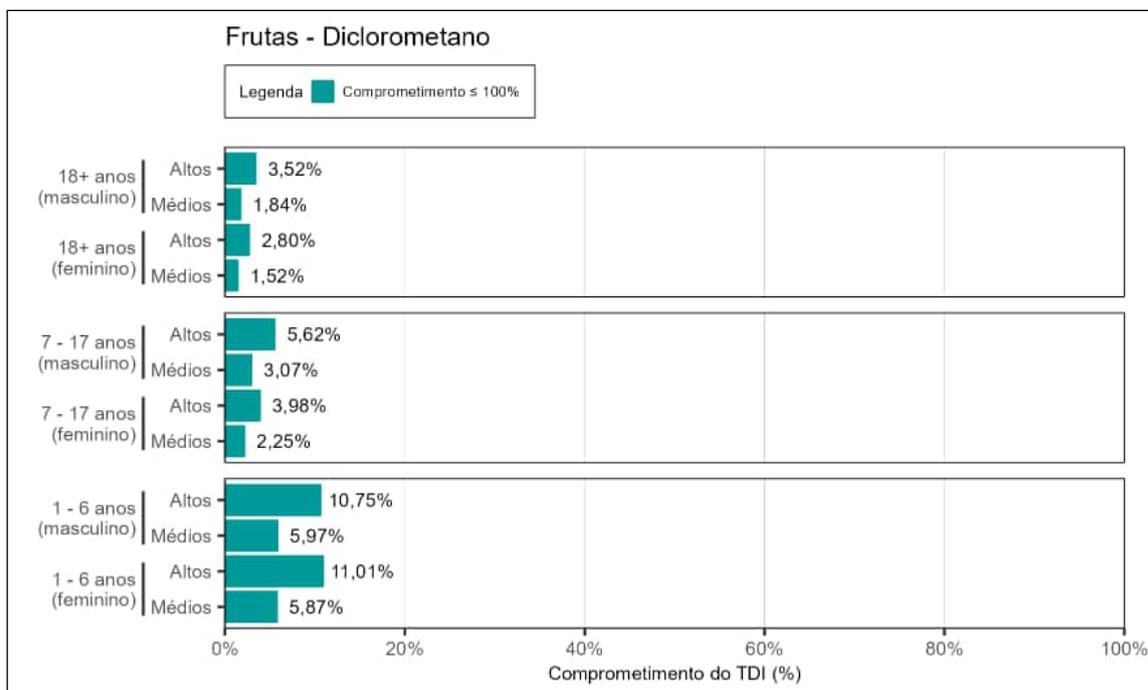


Figura 213. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de diclorometano em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado nas figuras (Figura 210 a Figura 213), a equipe de perícia concluiu que não há extrapolação dos valores de segurança para o antimônio, berílio, urânio e diclorometano, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

Para as substâncias químicas que tiveram o valor de segurança extrapolado (comprometimento > 100%), os resultados estão apresentados a seguir, para cada substância química (Figura 214 a Figura 216).

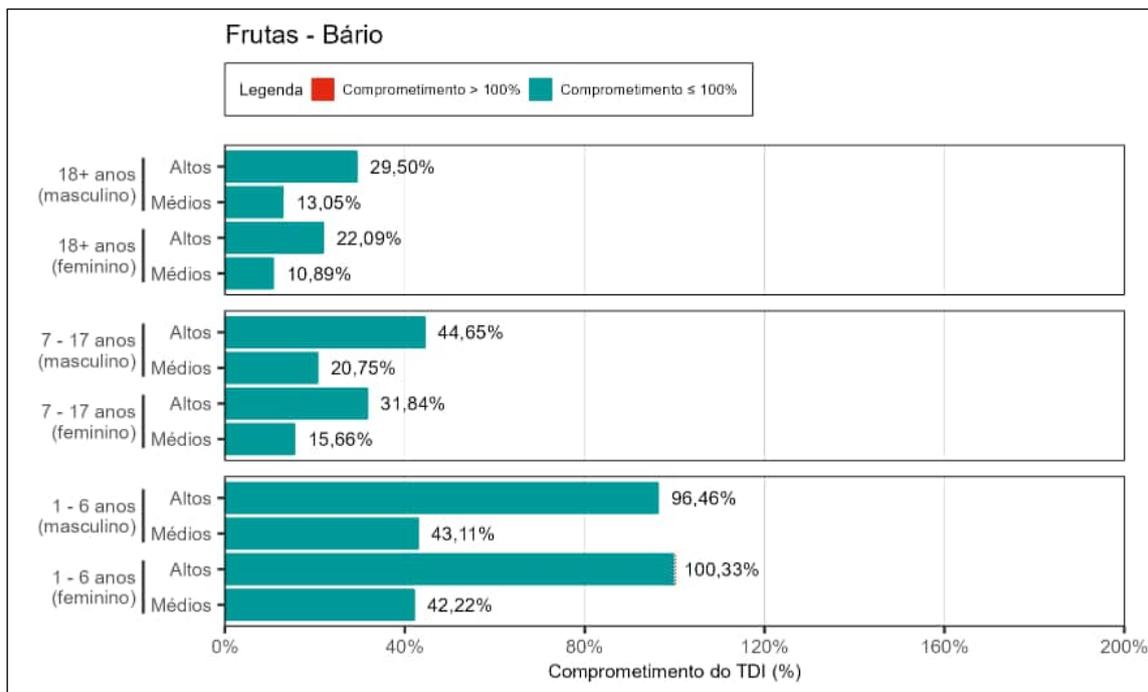


Figura 214. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

No que tange ao comprometimento dos valores de segurança calculados para o bário em frutas (Figura 214), para o grupo de altos consumidores, é possível perceber um comprometimento acima de 100% da TDI para meninas de 1 a 6 anos. A equipe de perícia destaca que para meninos de 1 a 6 anos, altos consumidores, houve comprometimento de 96,46% da TDI. Com relação aos consumidores dos valores médios, a equipe de perícia informa que não há extrapolção do valor de segurança para o bário, considerando ambos os sexos e todas as faixas etárias avaliadas.

Apesar de ser constatada a extrapolção do valor de segurança para o bário em frutas, a equipe de perícia salienta que nenhum dos alimentos do grupo apresentou, individualmente, comprometimentos superiores a 100% da TDI, considerando todos os cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

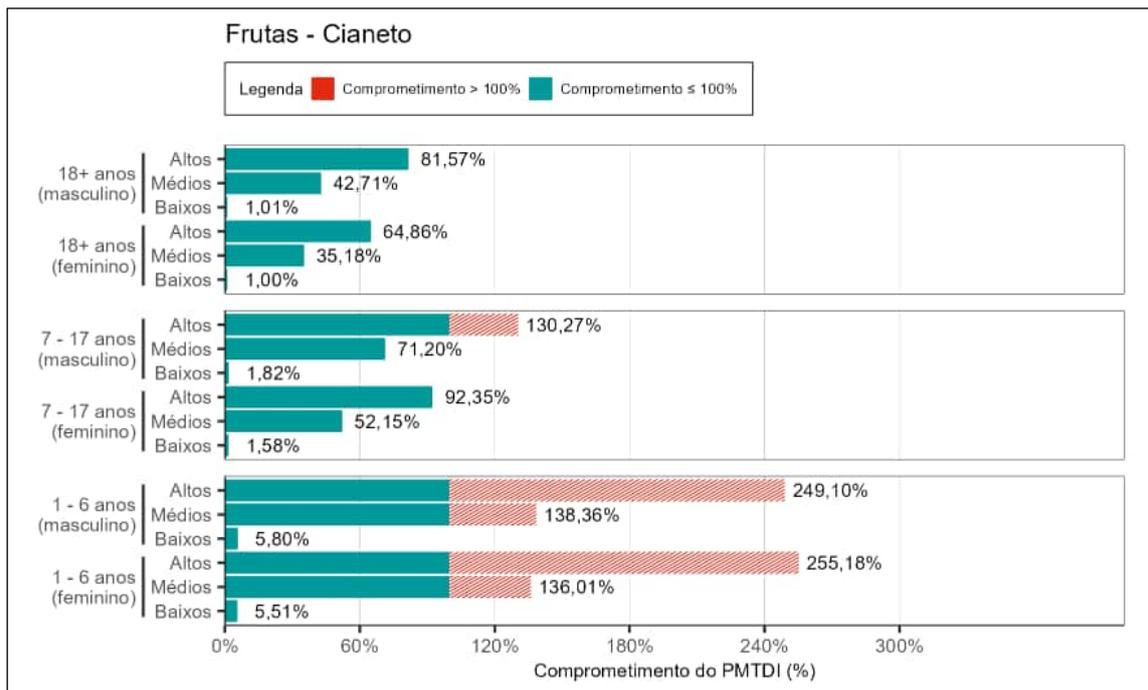


Figura 215. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória (PMTDI) de cianeto em frutas para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

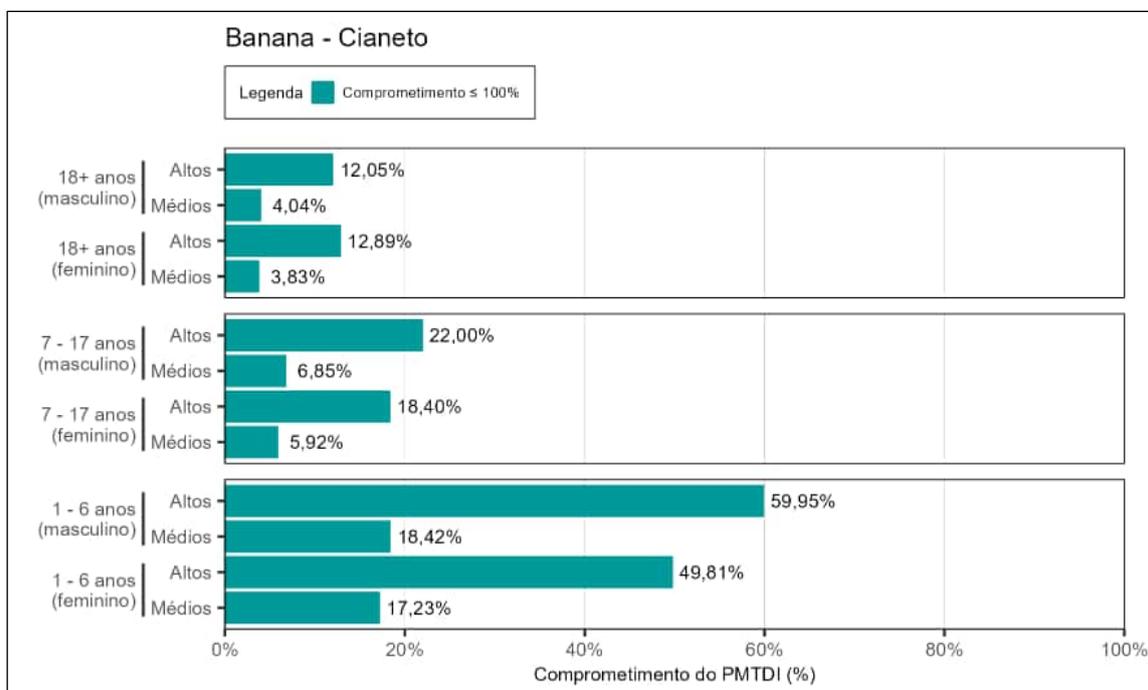


Figura 216. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória (PMTDI) de cianeto em banana para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos.

Para o cianeto presente em frutas, há extrapolação dos valores de segurança para os altos consumidores de 1 a 6 anos (homens e mulheres) e de 7 a 17 anos (homens) (Figura 215). A equipe de perícia destaca que para mulheres de 7 a 17 anos houve comprometimento de 92,35% da PMTDI. Com relação aos consumidores dos valores médios também foi evidenciado comprometimento acima de 100% da PMTDI para meninos e meninas de 1 a 6 anos. No que tange aos baixos consumidores, não foi observada nenhuma extrapolação dos valores de segurança para o cianeto, considerando todas as faixas etárias e sexo avaliados.

A banana, alimento adotado como representante do grupo frutas para a avaliação do cianeto (vide item 4.5) apresentou, para os altos consumidores, comprometimento de 59,95% e de 49,81% do PMTDI para meninos e meninas de 1 a 6 anos, respectivamente. Para homens de 7 a 17 anos, o comprometimento foi de 22% da PMTDI. Com relação aos consumidores dos valores médios, o comprometimento foi inferior a 20% da PMTDI para todas as faixas etárias e sexo avaliados (Figura 216).

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.17, não houve quantificação de cianeto nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia informa que, as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

6.2.1.2 Legumes

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) em legumes, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 217 a Figura 220), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

Conforme apresentado no Anexo 3.17, as substâncias químicas do Tipo 3, cianeto, diclorometano e tolueno, não foram detectadas em nenhuma das amostras analisadas do grupo legumes (abobrinha) e, portanto, não foram submetidas à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

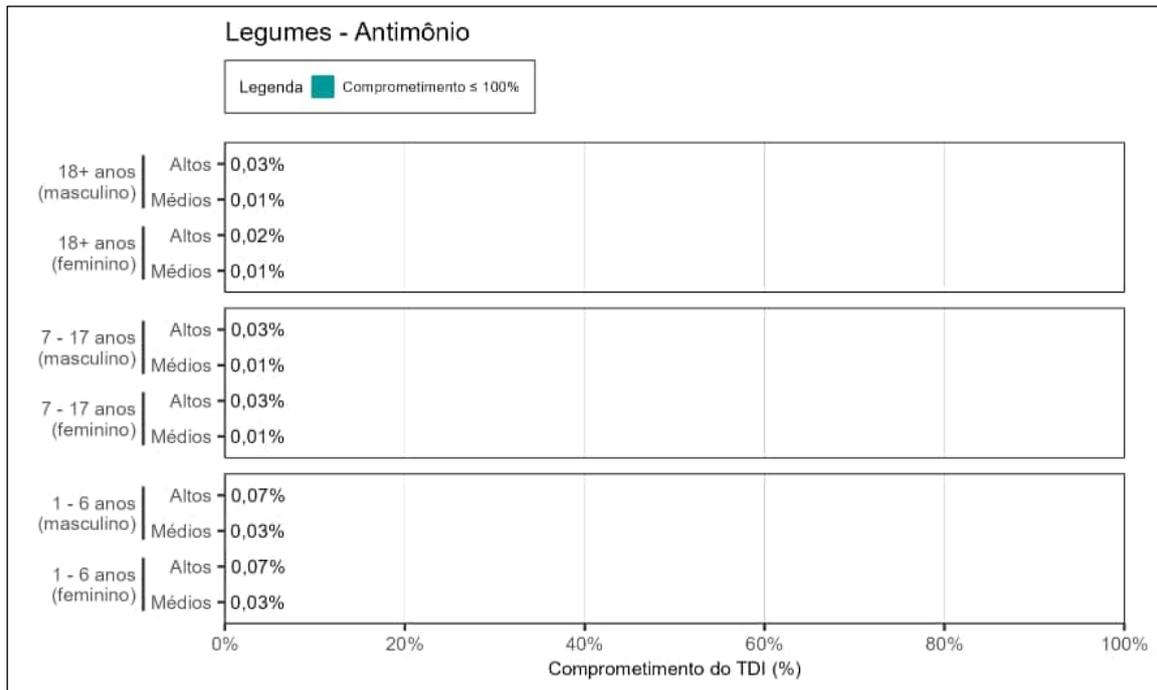


Figura 217. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

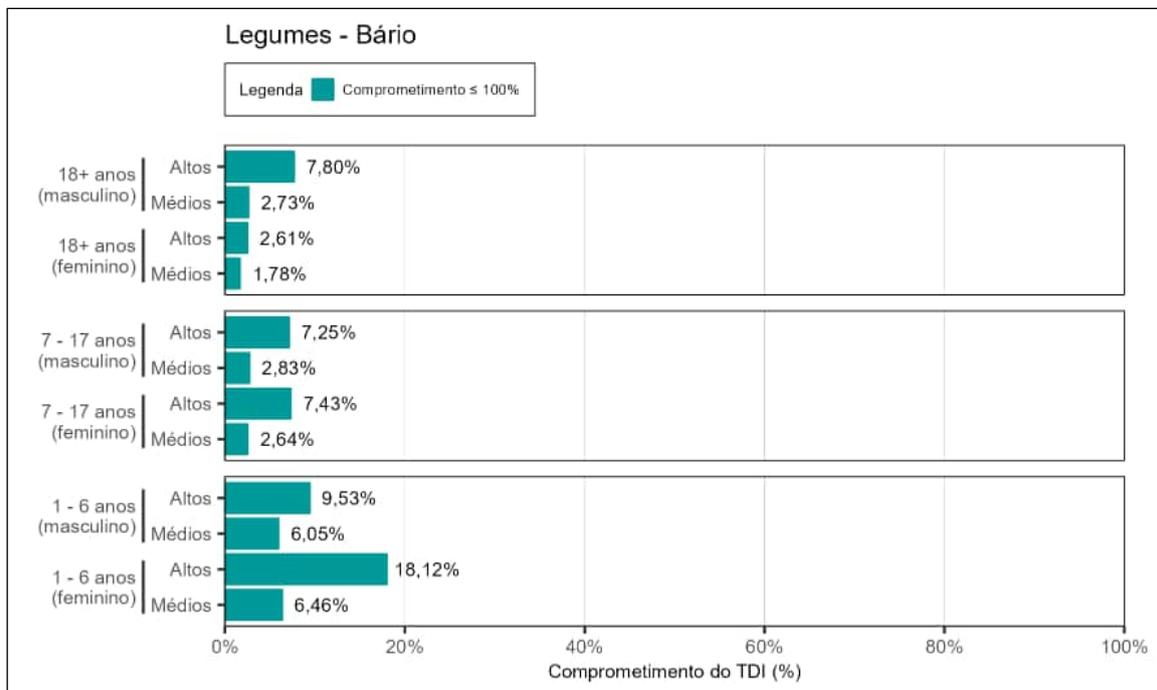


Figura 218. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

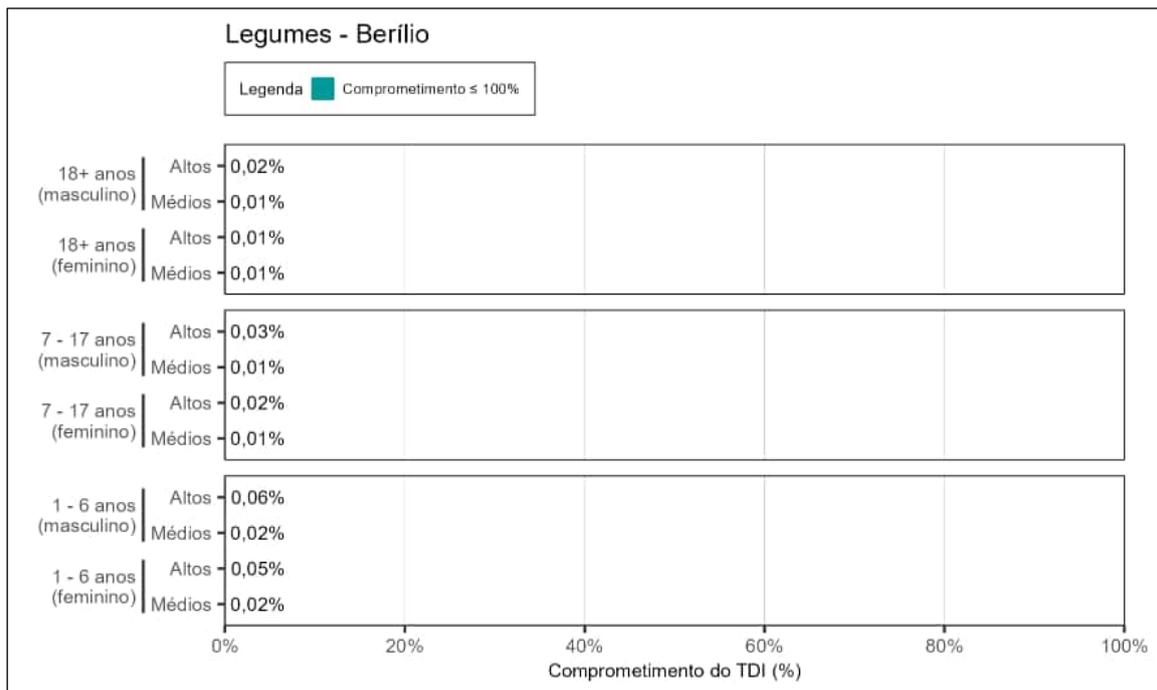


Figura 219. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

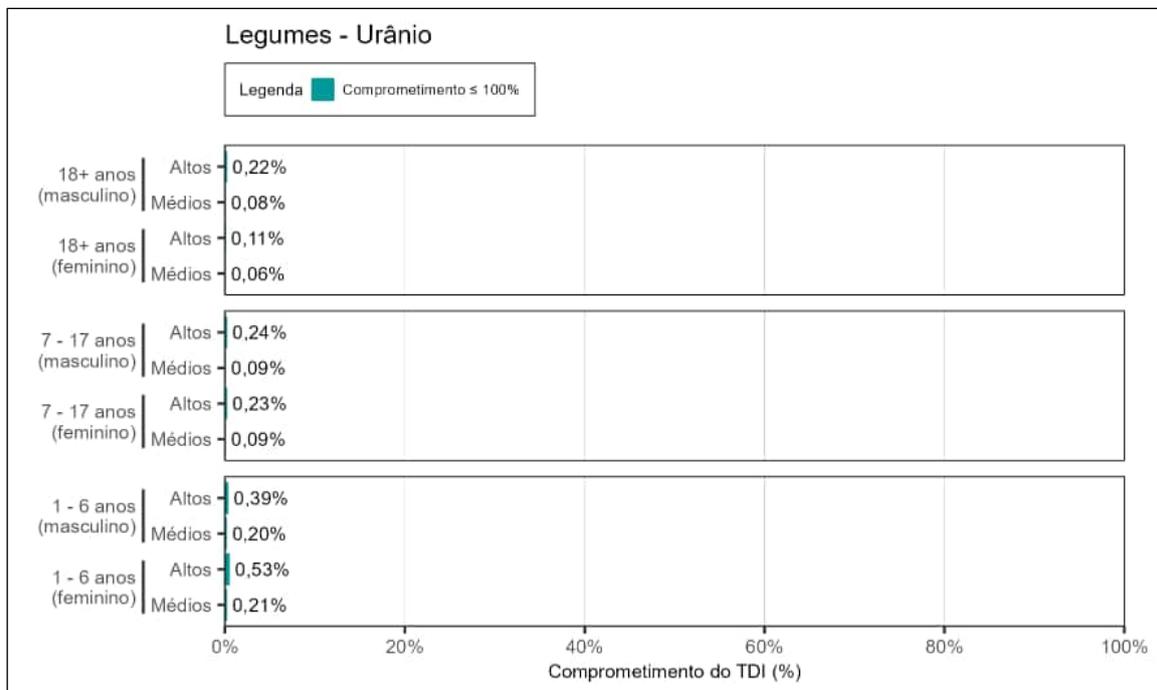


Figura 220. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas antimônio, bário, berílio e urânio, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados (Figura 217 a Figura 220).

6.2.1.3 Raízes e tubérculos

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) em raízes e tubérculos, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 221 a Figura 224), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

As substâncias químicas do Tipo 3, cianeto, diclorometano e tolueno, para as quais não houve detecção em nenhuma das amostras representativas analisadas (batata-doce, conforme Anexo 3.17), considerando o grupo raízes e tubérculos, não foram submetidas à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

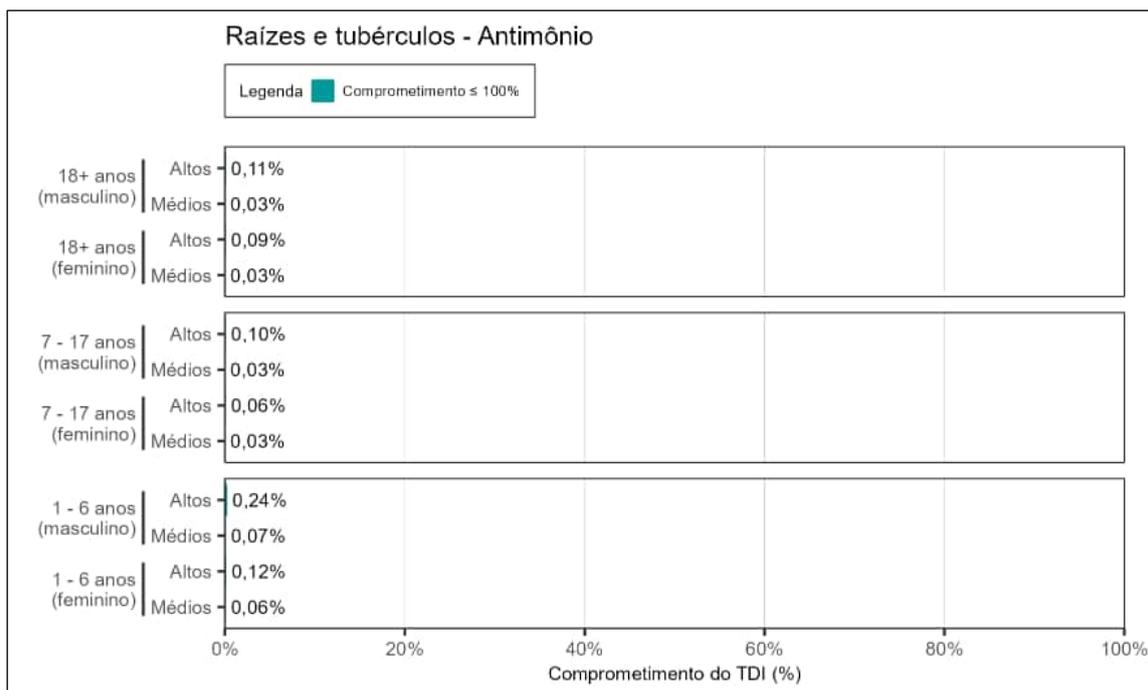


Figura 221. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

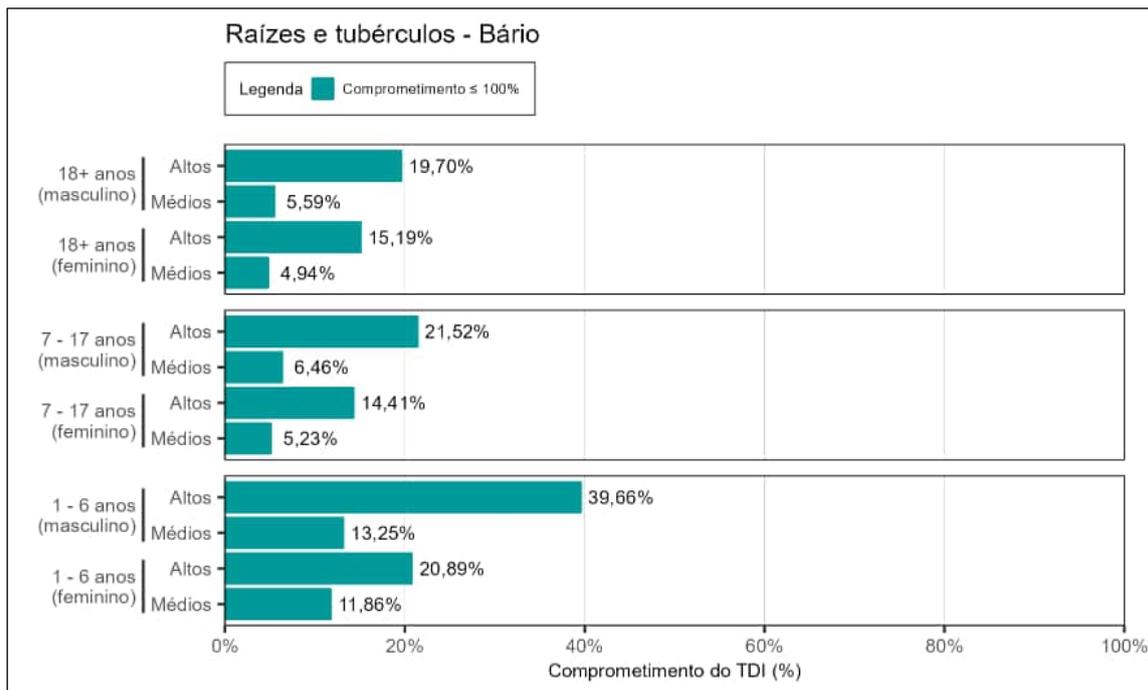


Figura 222. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

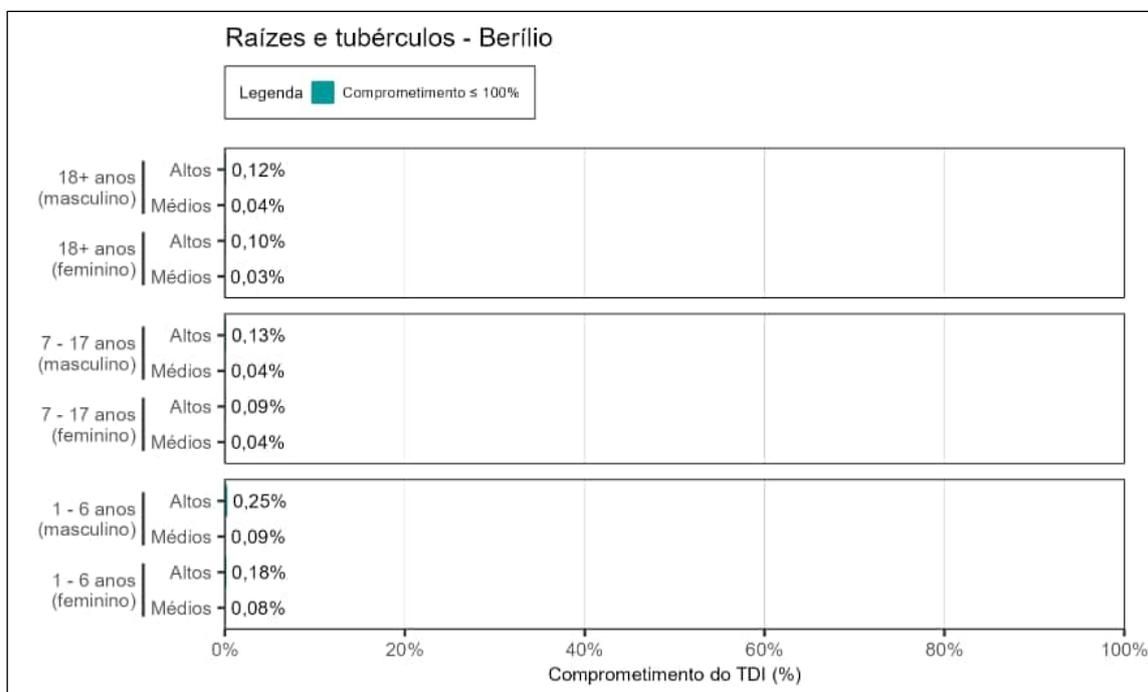


Figura 223. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

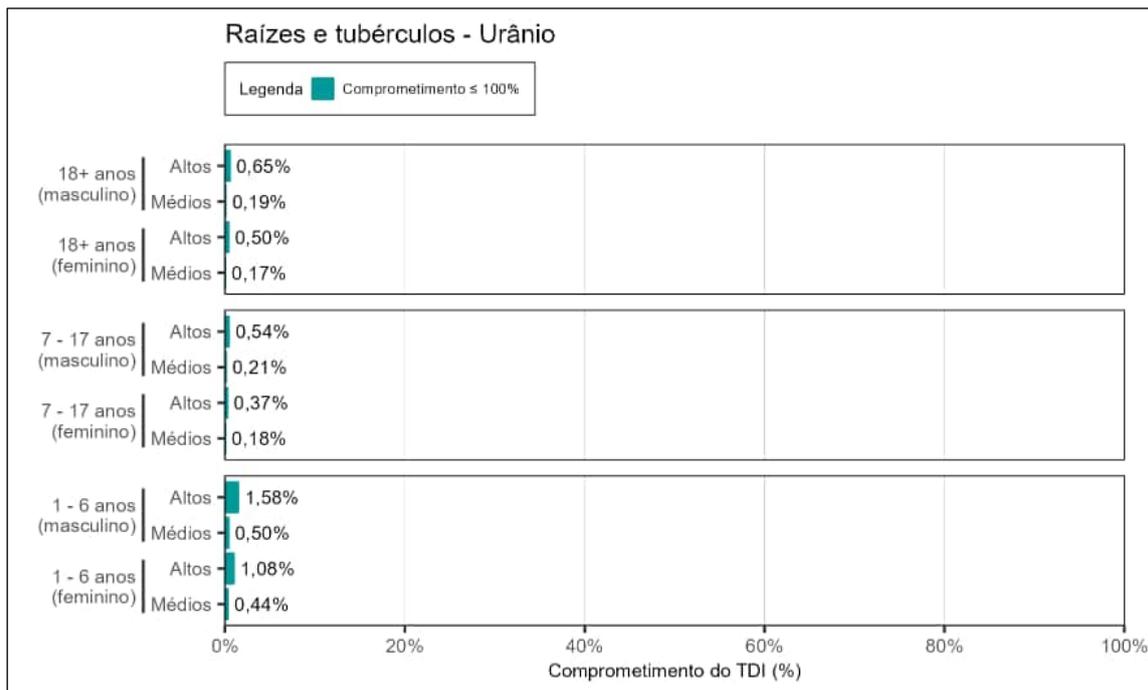


Figura 224. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, para legumes, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para nenhuma das substâncias químicas não essenciais citadas acima, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores (Figura 221 a Figura 224).

6.2.1.4 Verduras

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) em verduras, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 225 a Figura 228), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

A equipe de perícia ressalta que, conforme os dados disponibilizados no Anexo 3.17, o cianeto, diclorometano e tolueno, não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas para o alimento representante do grupo verduras (couve). Dessa forma, essas substâncias químicas não foram submetidas à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

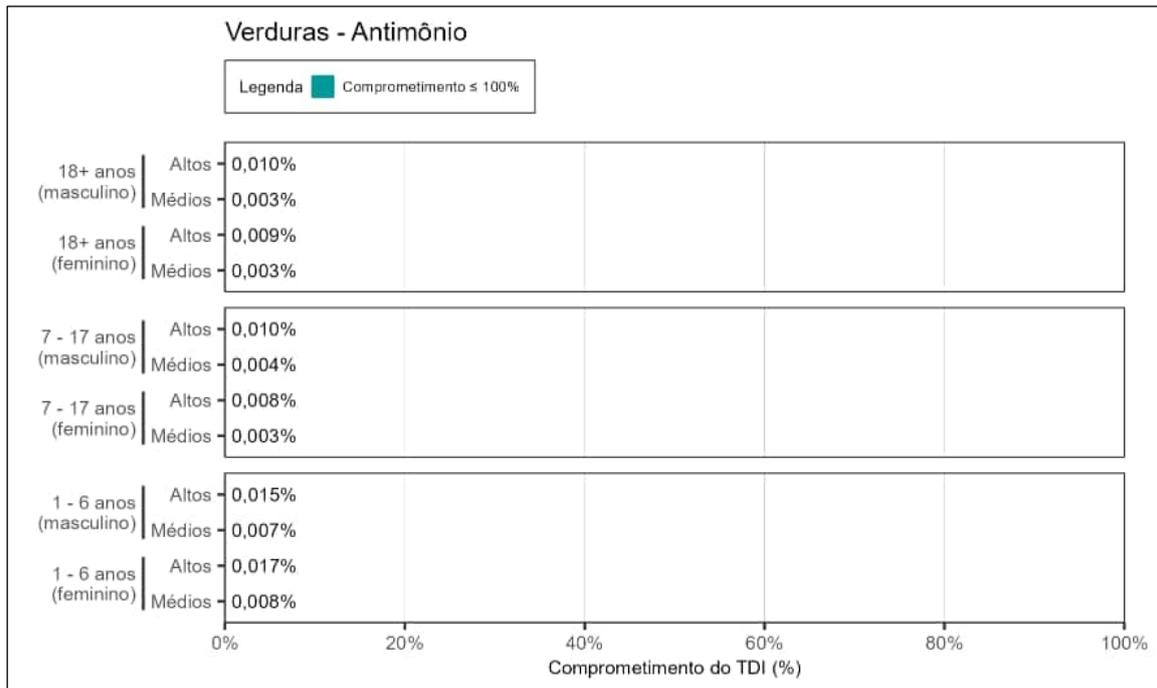


Figura 225. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

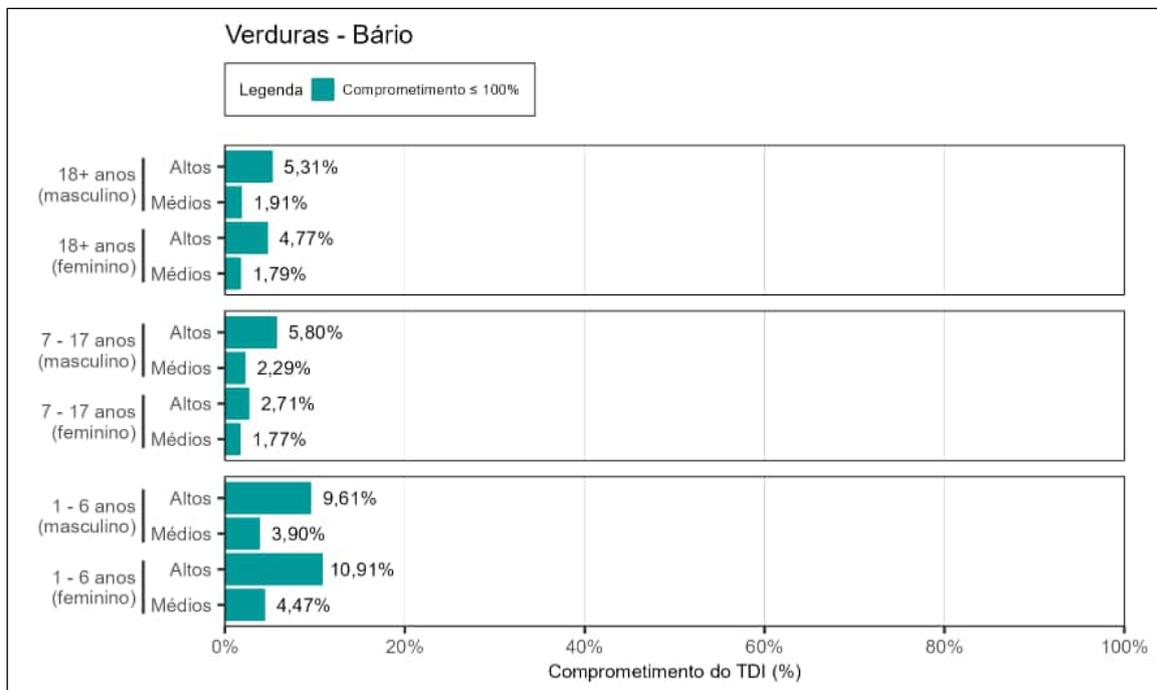


Figura 226. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

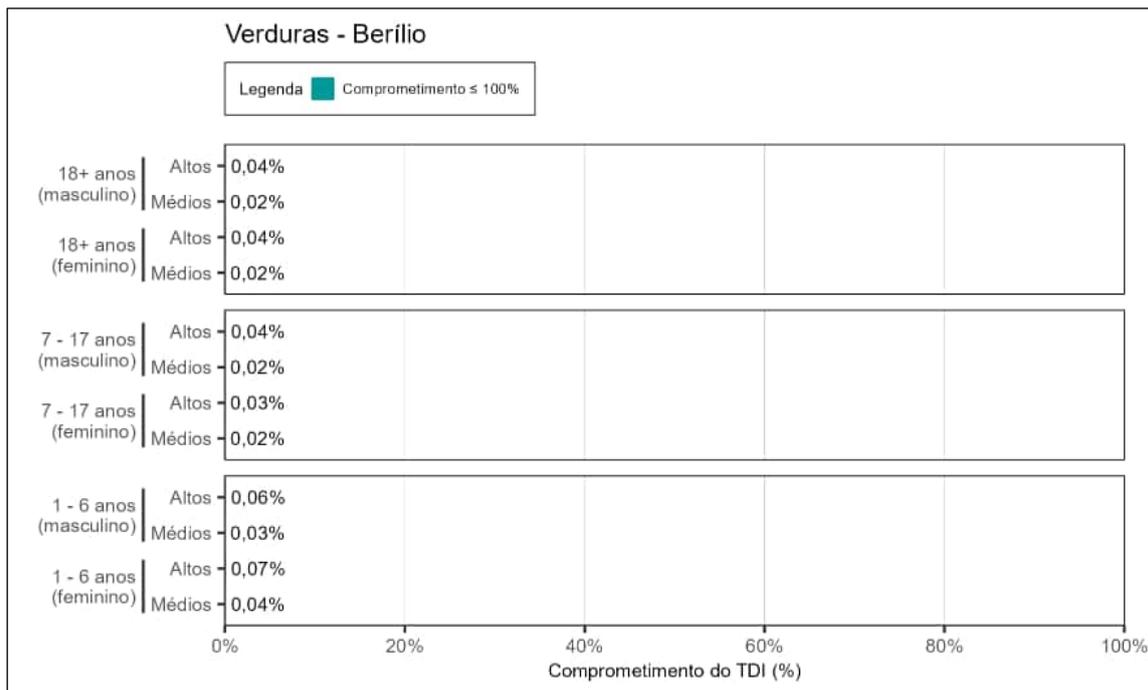


Figura 227. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

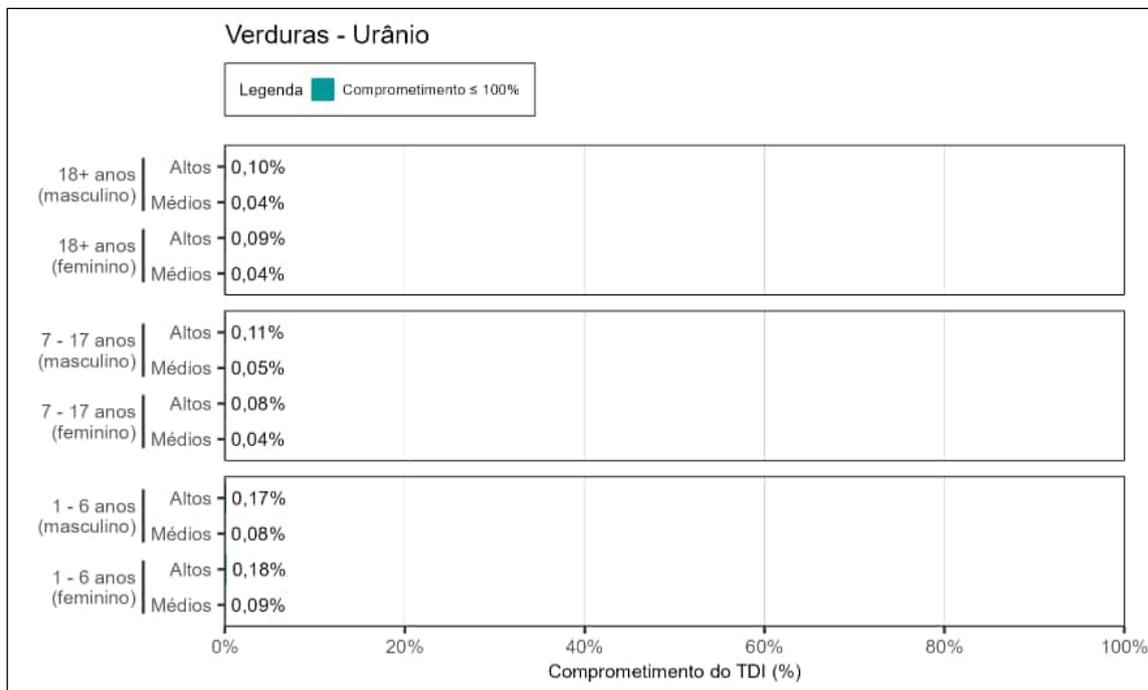


Figura 228. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, para verduras, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas antimônio, bário, berílio e urânio, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores (Figura 225 a Figura 228).

6.2.1.5 Grãos

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) e do Tipo 3 (cianeto e diclorometano) em grãos, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 229 a Figura 236), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

A equipe de perícia ressalta que, conforme os dados disponibilizados no Anexo 3.17, não houve detecção de tolueno em nenhuma das amostras analisadas para o alimento representante do grupo grãos (feijão). Portanto, essa substância química não foi submetida à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

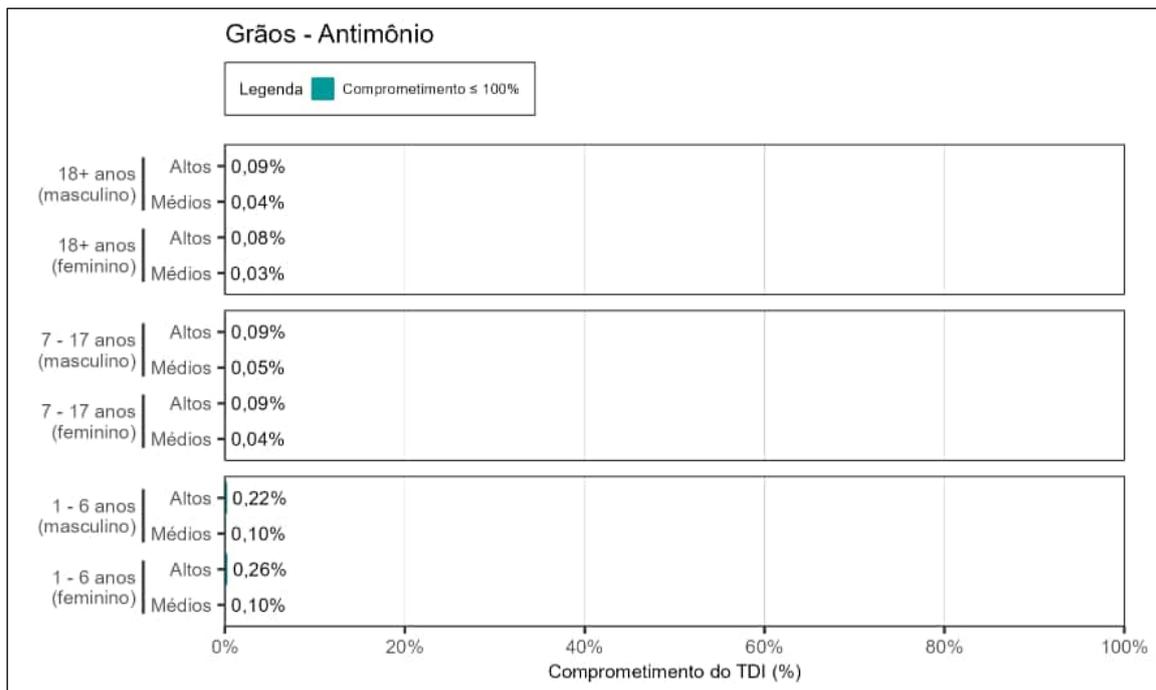


Figura 229. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

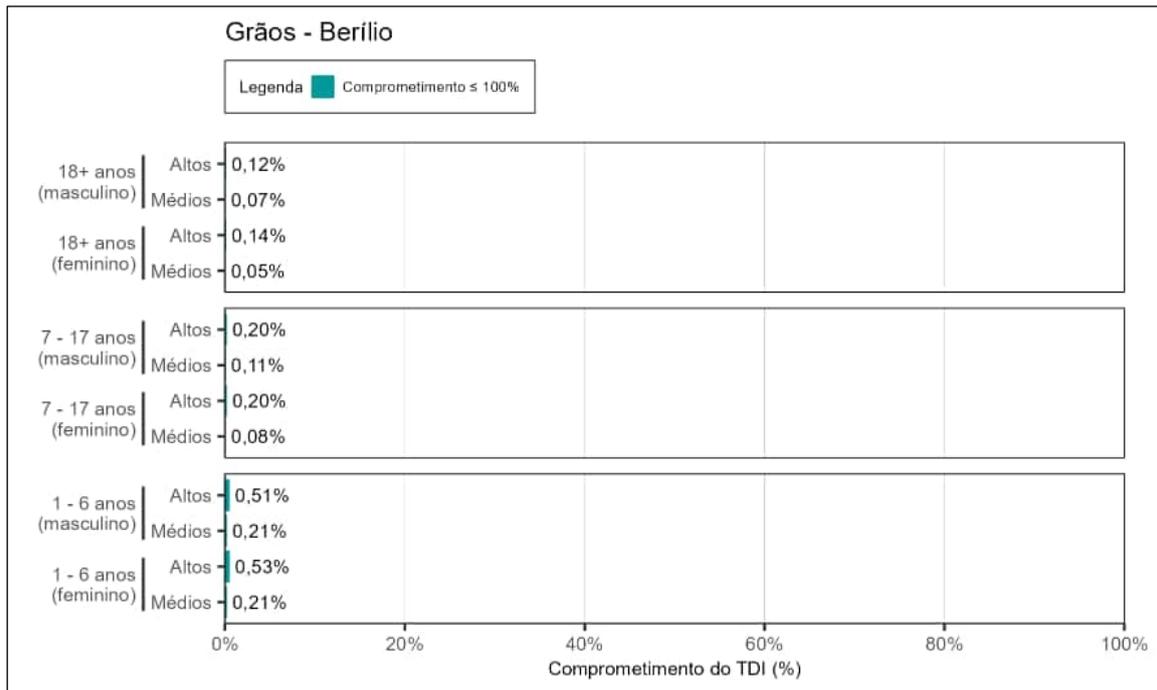


Figura 230. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

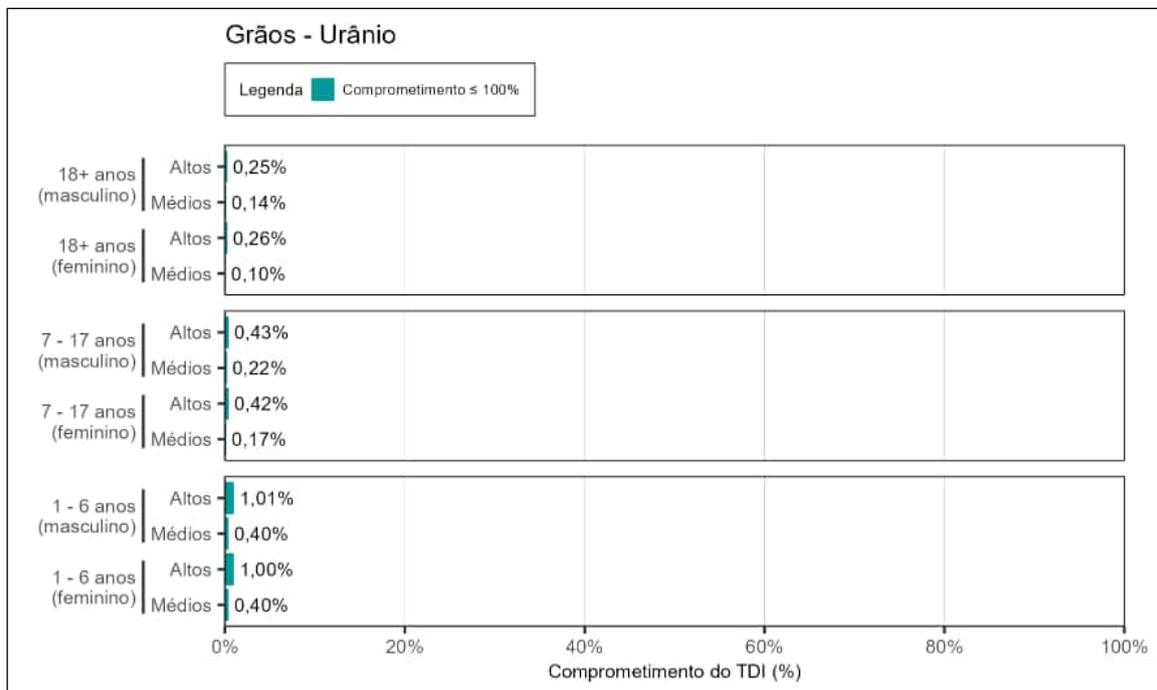


Figura 231. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

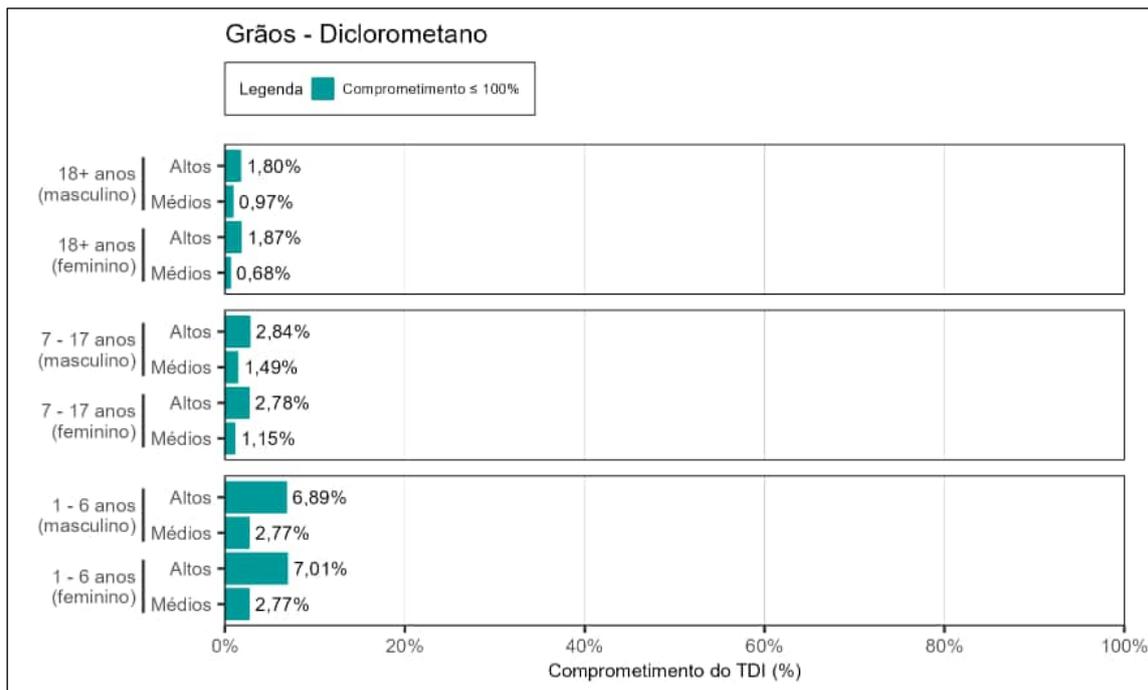


Figura 232. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de diclorometano em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia concluiu que, não foi evidenciada extrapolação dos valores de segurança para o antimônio, berílio, urânio e diclorometano, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados (Figura 229 a Figura 232).

Para as substâncias químicas que tiveram o valor de segurança extrapolado (comprometimento > 100%), os resultados estão apresentados a seguir, para cada substância química (Figura 233 a Figura 236).

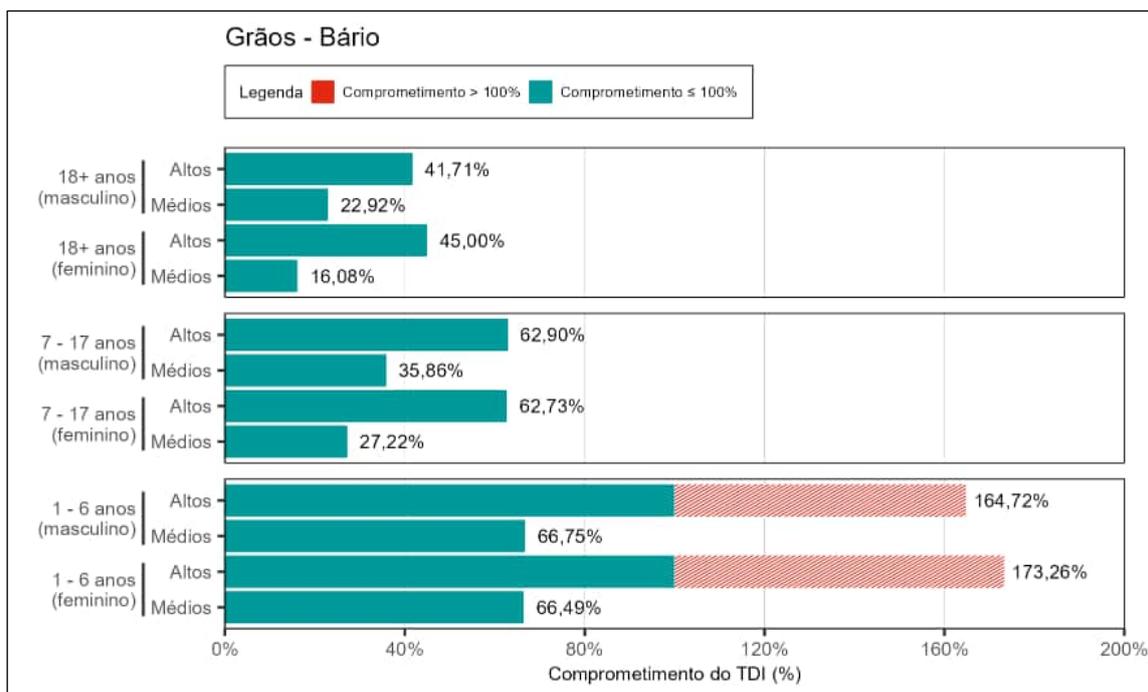


Figura 233. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

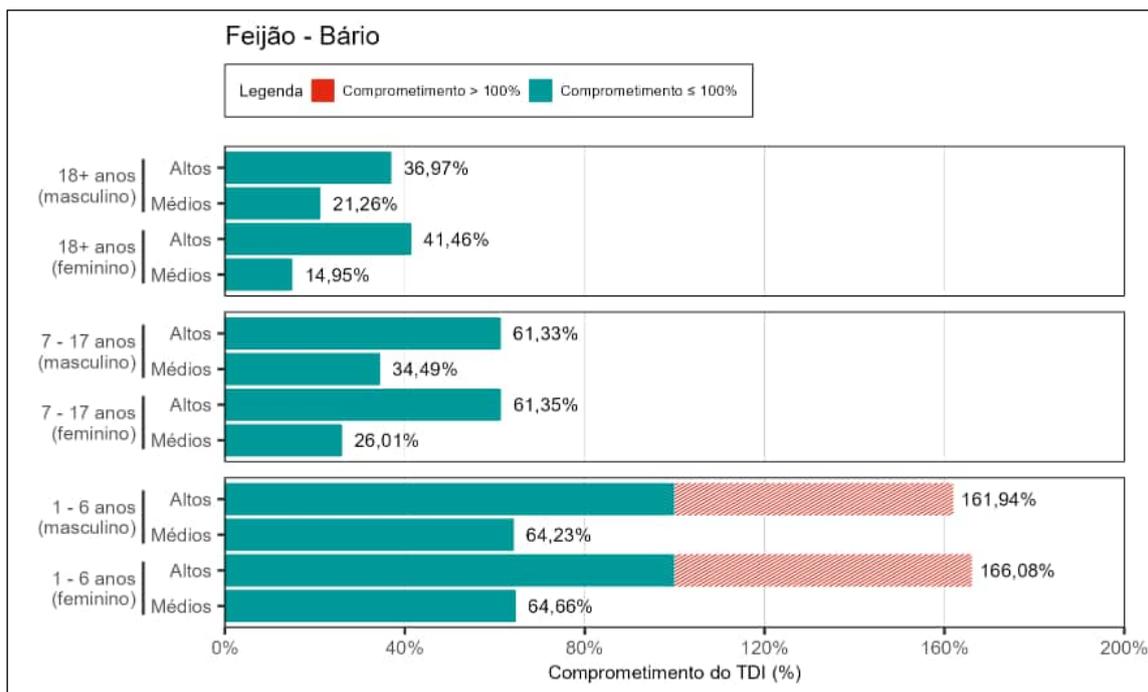


Figura 234. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em feijão para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

No que tange ao comprometimento dos valores de segurança calculados para o bário em grãos (Figura 233), para o grupo de altos consumidores, é possível perceber um comprometimento acima de 100% da TDI para crianças (faixa etária de 1 a 6 anos), de ambos os sexos. Com relação aos consumidores dos valores médios, a equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para o bário, considerando ambos os sexos e todas as faixas etárias avaliadas.

Dentre os alimentos que compõem o grupo grãos, o feijão foi o único alimento que apresentou extrapolação do valor de segurança para o bário. Para os altos consumidores de 1 a 6 anos, o comprometimento obtido foi de 161,94% da TDI para meninos e de 166,08% para as meninas (Figura 234).

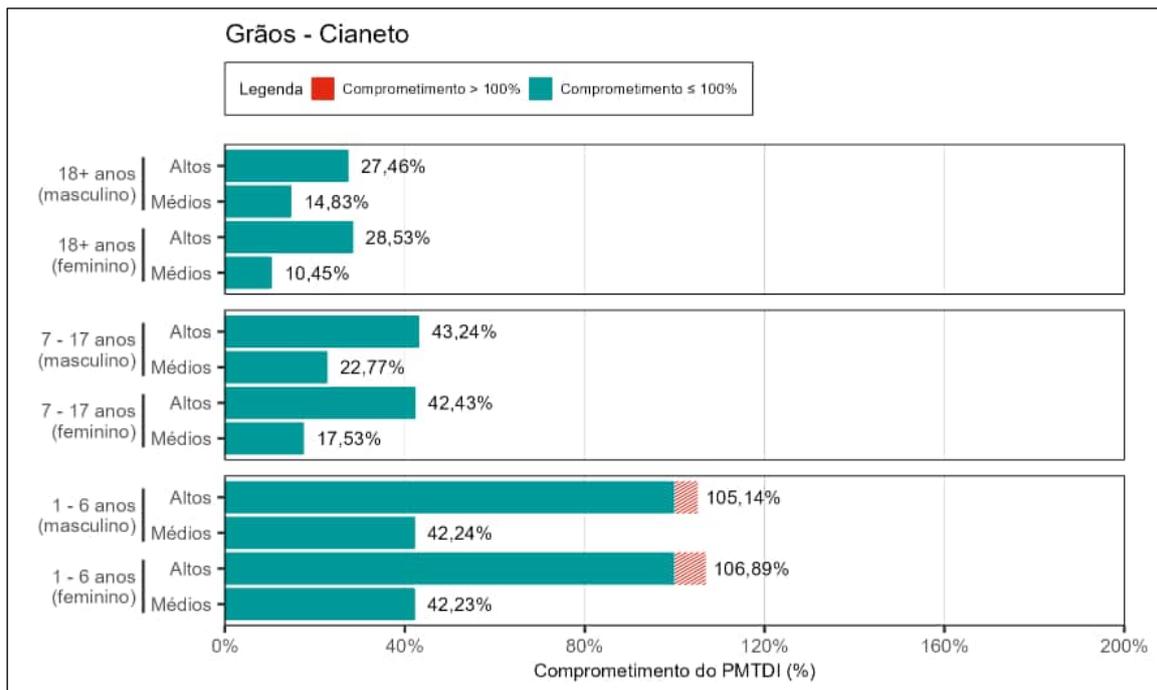


Figura 235. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória (PMTDI) de cianeto em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

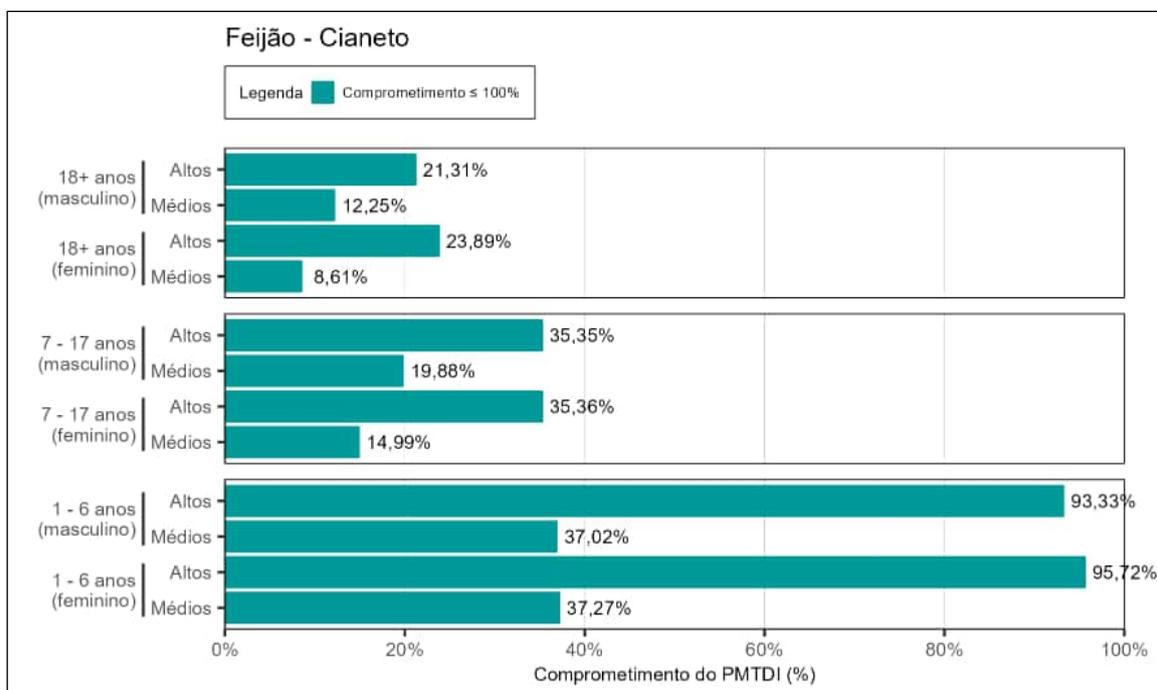


Figura 236. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Máxima Tolerável Provisória (PMTDI) de cianeto em feijão para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que há extrapolação dos valores de segurança para o cianeto presente em grãos, para crianças (faixa etária de 1 a 6 anos), de ambos os sexos, considerando o grupo dos altos consumidores (Figura 235). Com relação aos consumidores dos valores médios não foi evidenciado comprometimento do valor de segurança para nenhuma das faixas etárias, de ambos os sexos avaliados.

O feijão, alimento adotado como representante do grupo grãos para a avaliação do cianeto (vide item 4.5) apresentou, para os altos consumidores de 1 a 6 anos, um comprometimento de 93,33% da PMTDI para meninos e de 95,72% da PMTDI para meninas (Figura 236).

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.17, não houve quantificação de cianeto nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia informa que, as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

6.2.1.6 Leite

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) e do Tipo 3 (tolueno) em leite, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 237 a Figura 241), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

A equipe de perícia ressalta que, conforme apresentado no Anexo 3.17, não foram encontrados indícios da presença de cianeto e diclorometano em leite, ou seja, não houve detecção dessas substâncias nas amostras analisadas de leite. Em função disso, para esse grupo alimentar, o cianeto e o diclorometano não foram submetidos à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

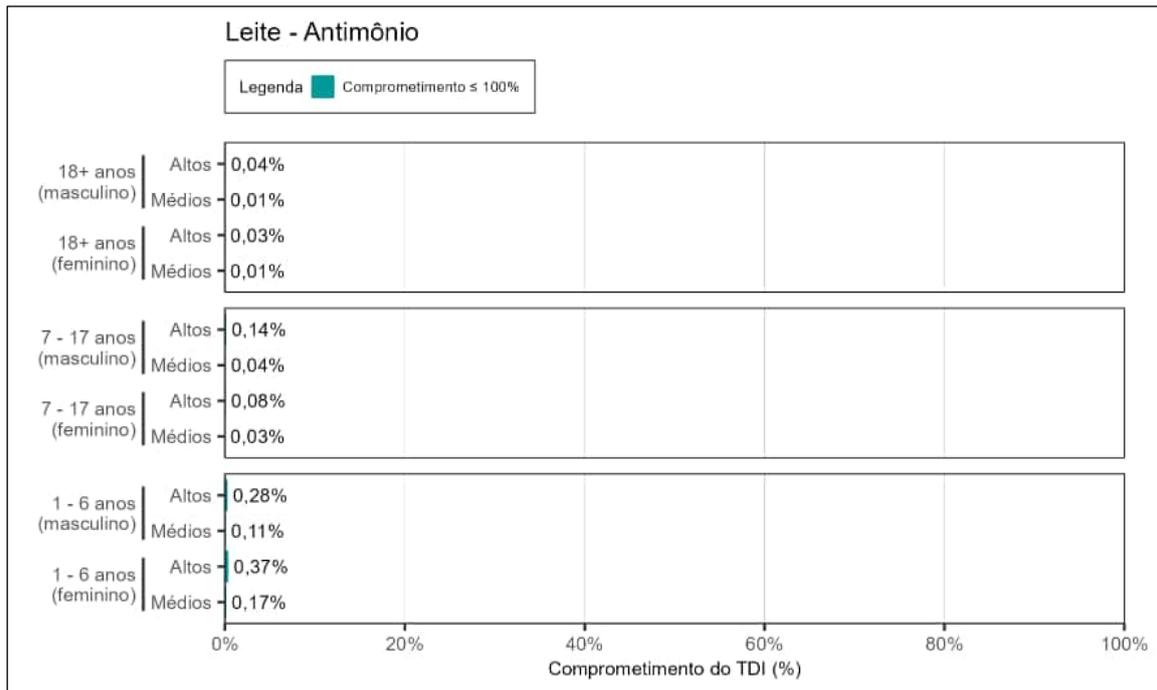


Figura 237. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

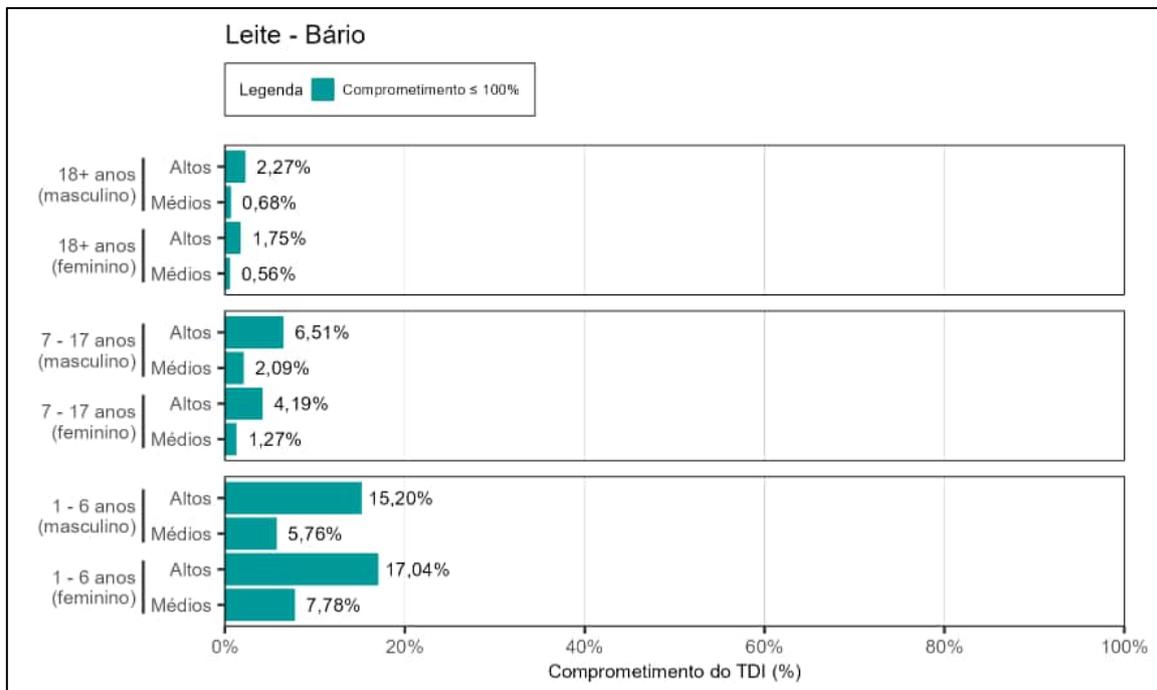


Figura 238. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

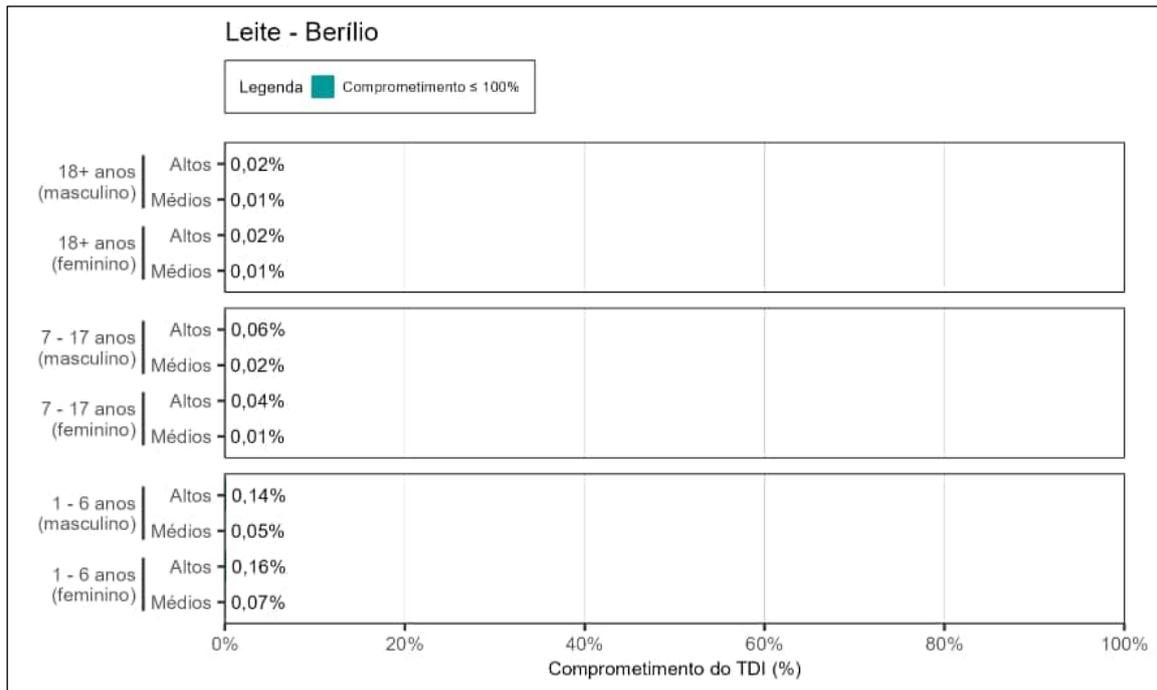


Figura 239. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

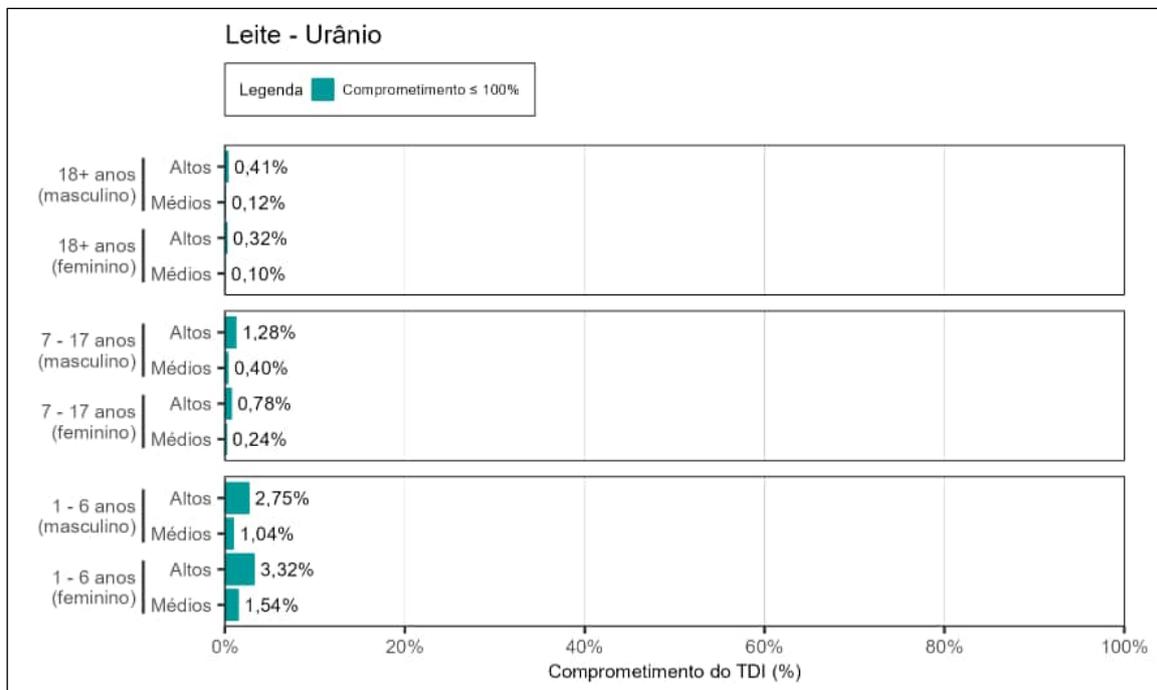


Figura 240. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

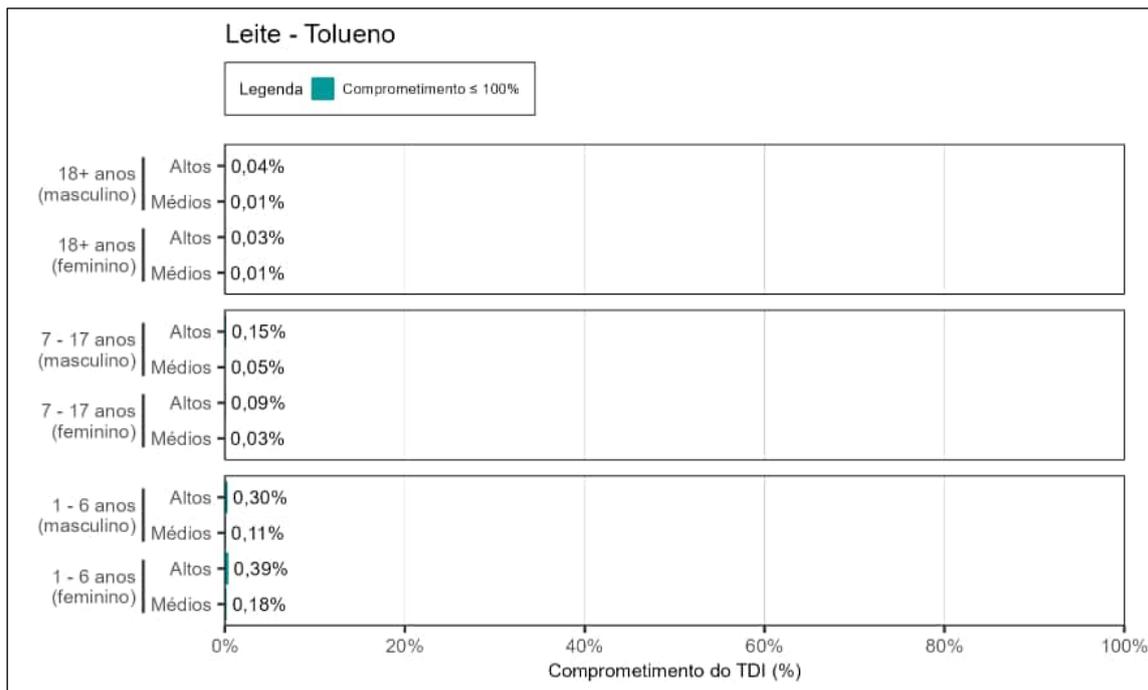


Figura 241. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de tolueno em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia concluiu que, não foi evidenciada extrapolação dos valores de segurança para as substâncias químicas não essenciais supracitadas, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados (Figura 237 a Figura 241).

6.2.1.7 Mel

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) em mel, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 242 a Figura 245), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

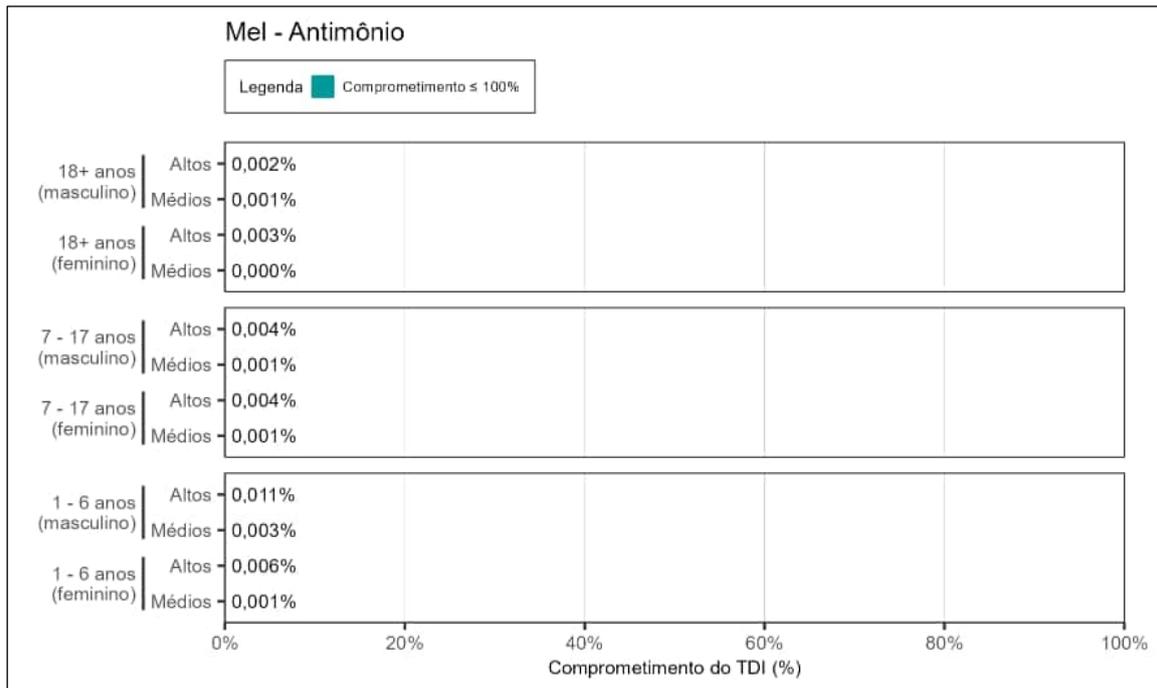


Figura 242. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

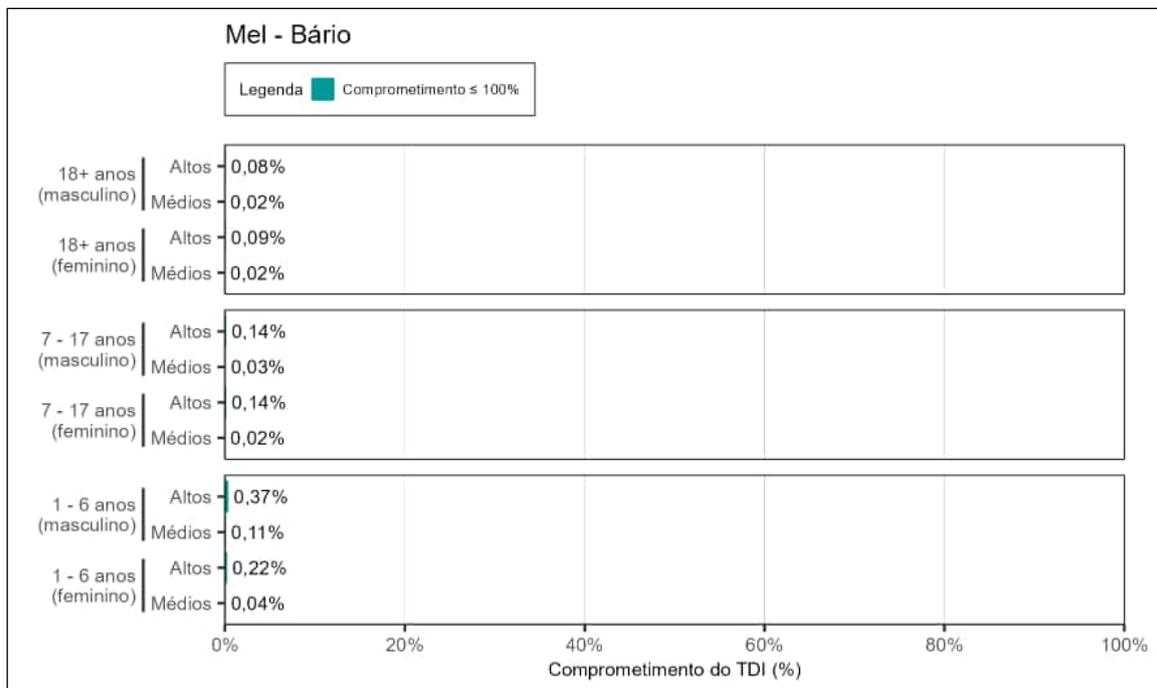


Figura 243. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

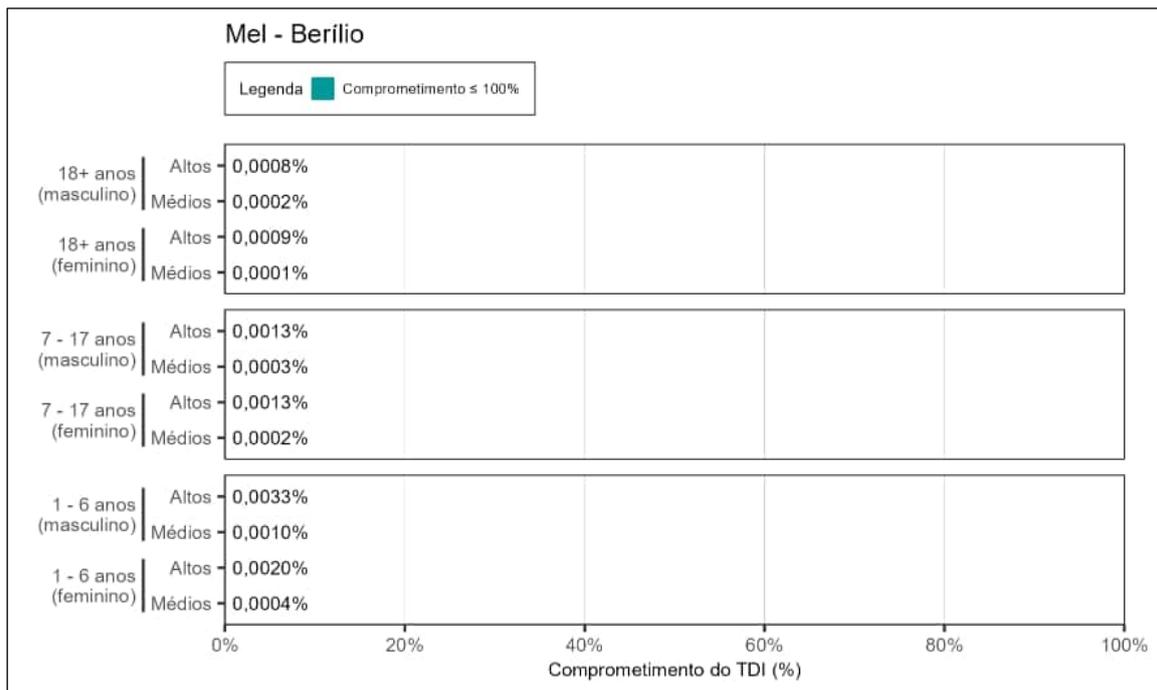


Figura 244. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

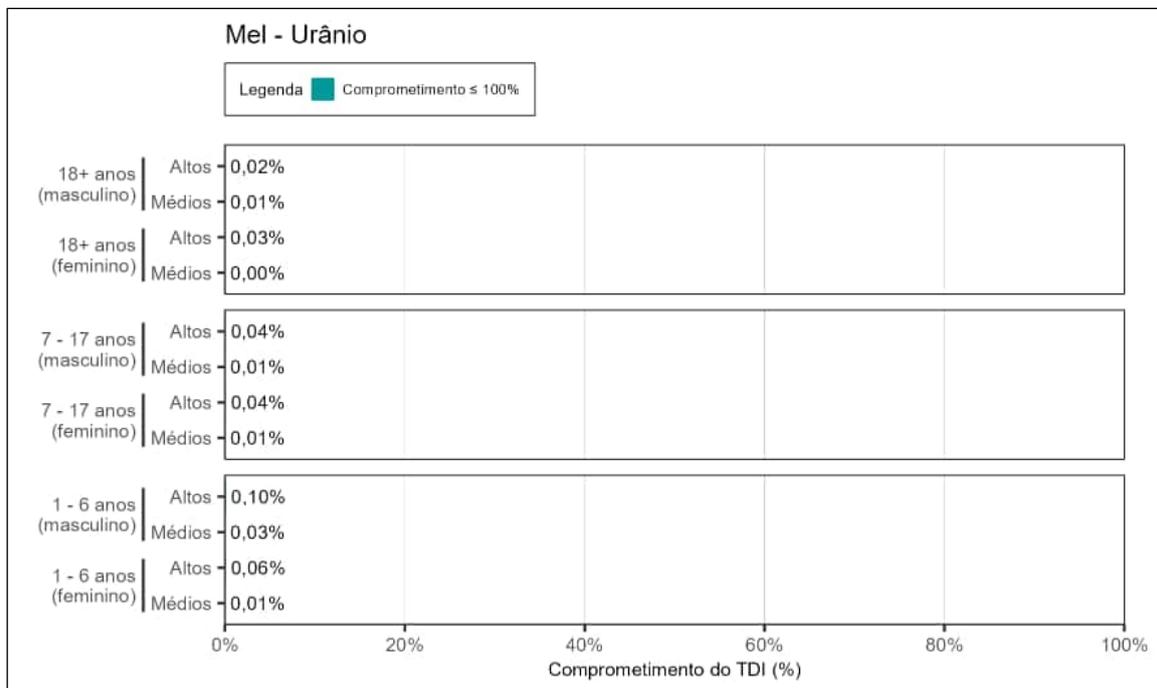


Figura 245. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1, antimônio, bário, berílio e urânio para o mel, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores (Figura 242 a Figura 245).

6.2.1.8 Ovo

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) e Tipo 3 (diclorometano) em ovo, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 246 a Figura 250), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

A equipe de perícia ressalta que, conforme apresentado no Anexo 3.17, as substâncias químicas do Tipo 3, cianeto e tolueno, não foram detectadas em nenhuma das amostras analisadas de ovos. Em função disso, essas substâncias químicas não foram submetidas à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

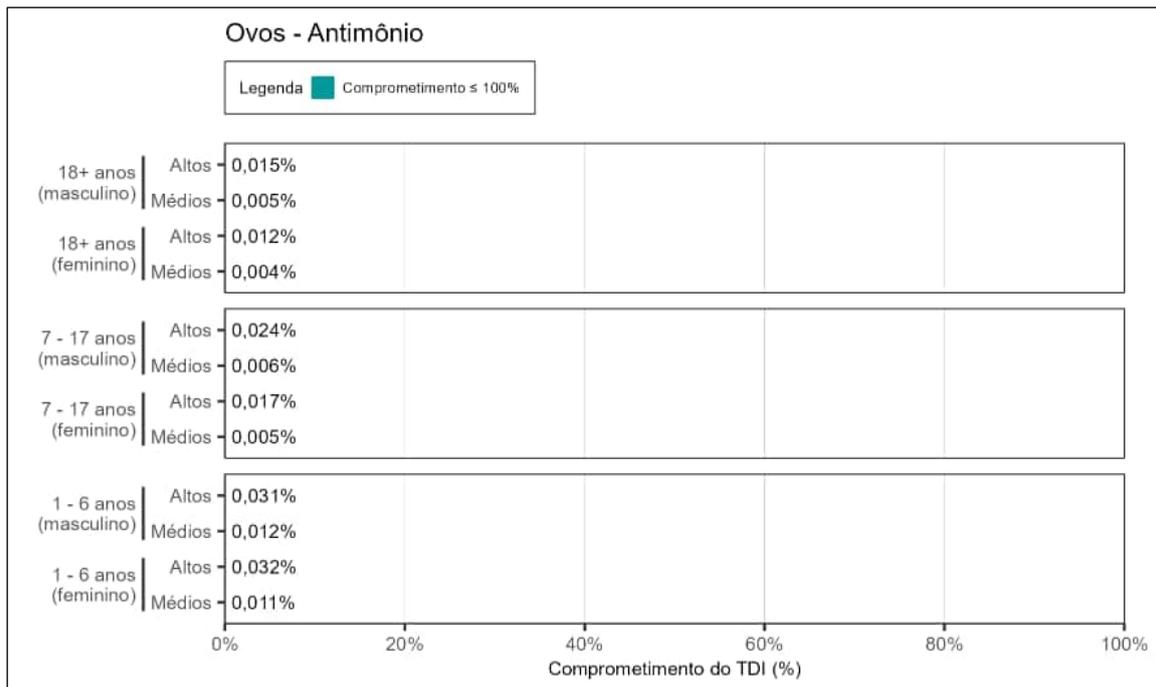


Figura 246. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

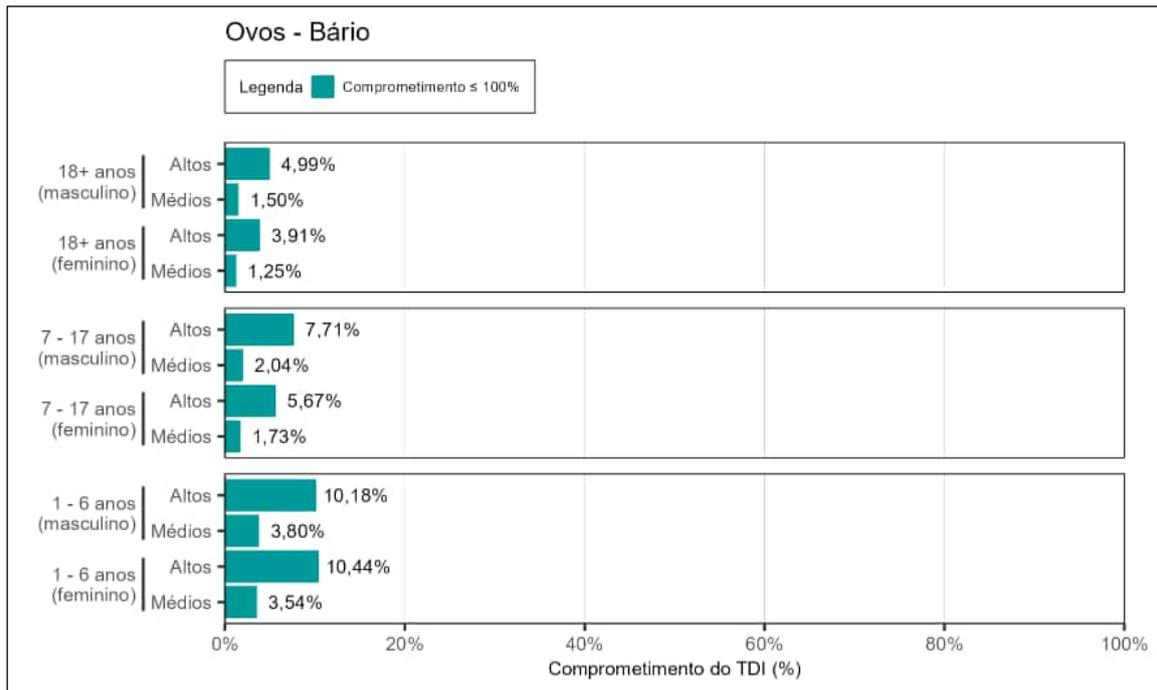


Figura 247. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

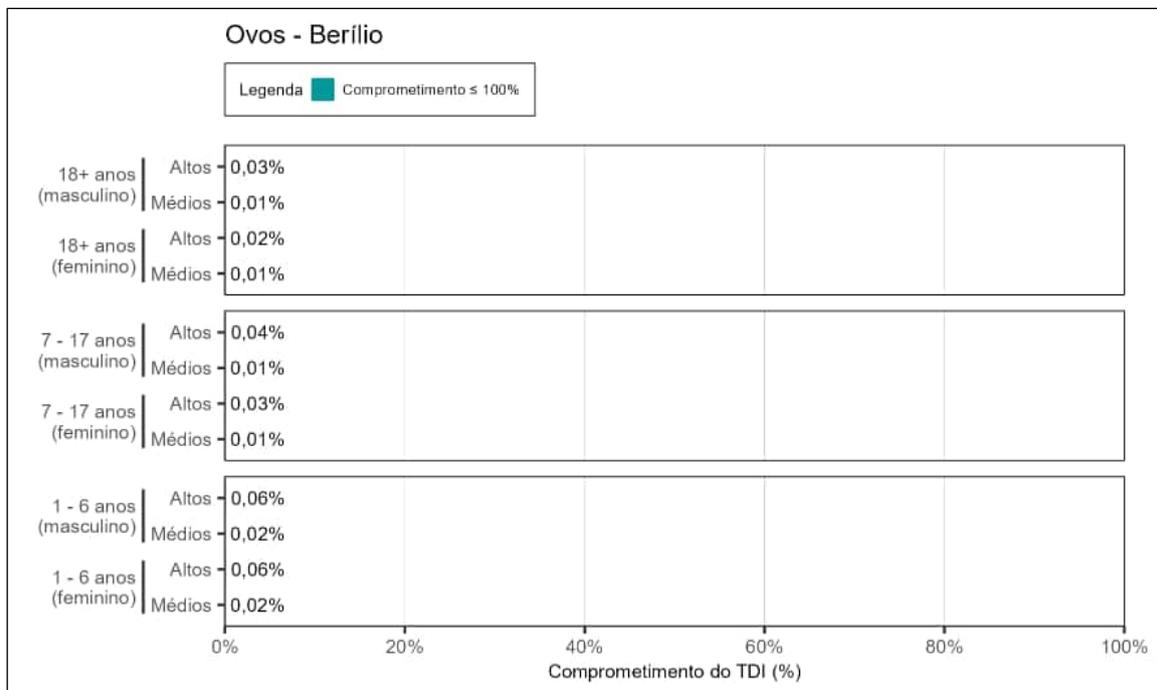


Figura 248. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

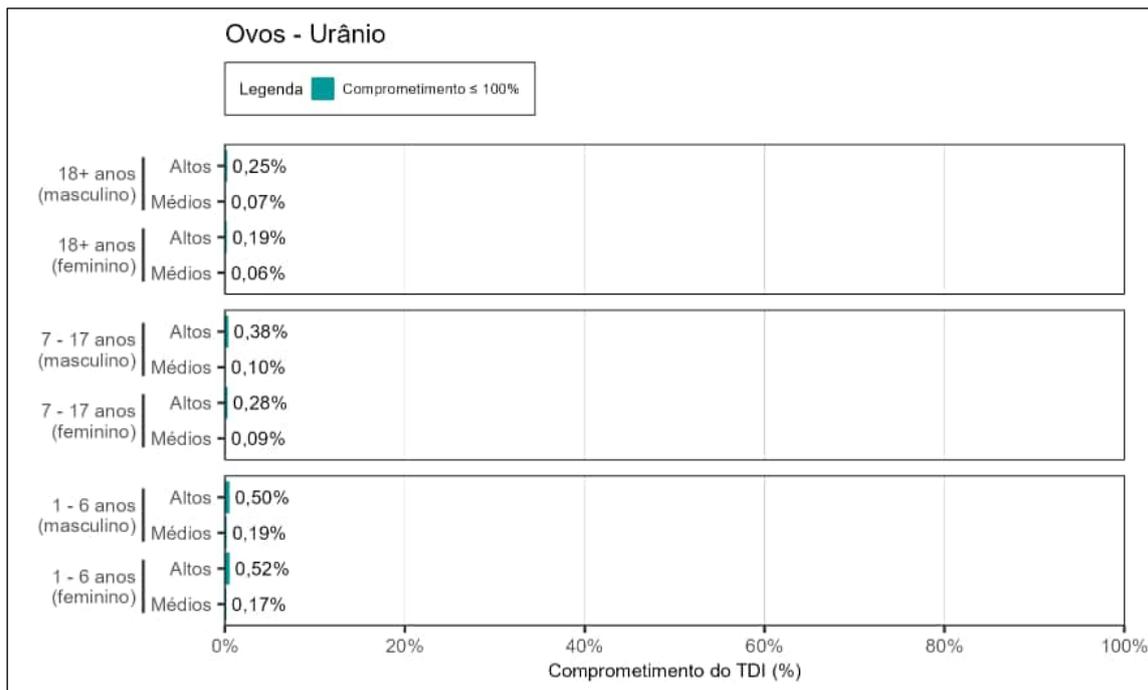


Figura 249. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

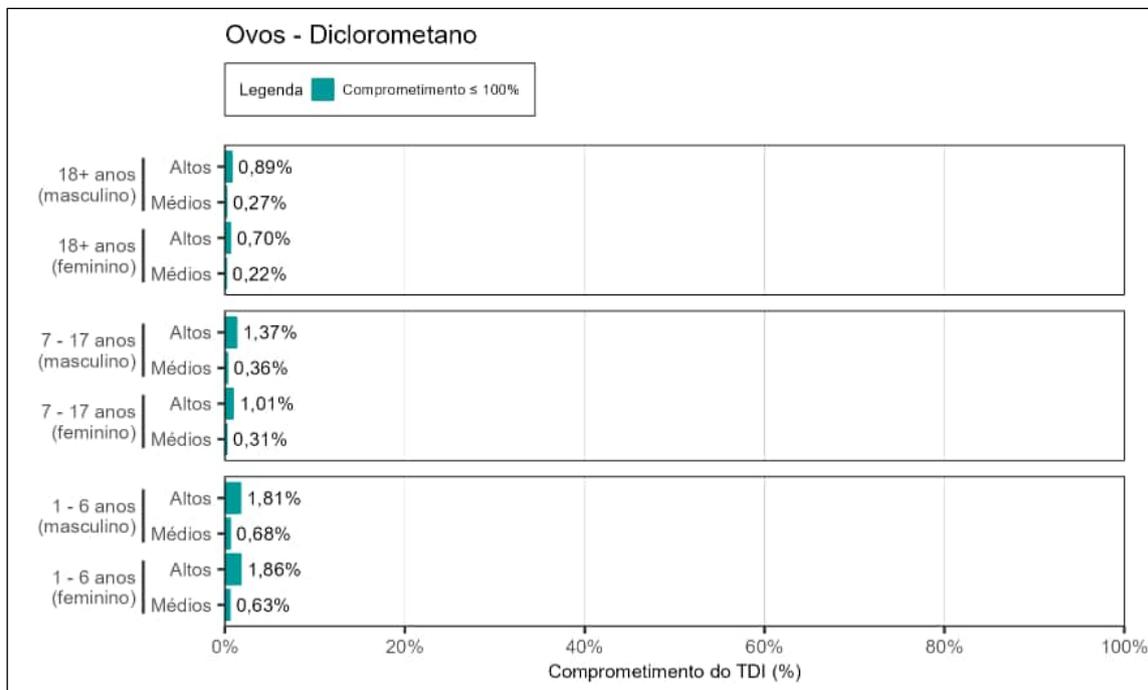


Figura 250. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de diclorometano em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, para o grupo ovo, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas antimônio, bário, berílio, urânio e diclorometano, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores (Figura 246 a Figura 250).

6.2.1.9 Carnes

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) em carnes (músculo), em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 251 a Figura 254), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

Conforme os dados apresentados no Anexo 3.17, não houve detecção de cianeto, diclorometano e tolueno em nenhuma das amostras analisadas do grupo carnes. Dessa forma, essas substâncias químicas não foram submetidas à avaliação da exposição a partir do consumo de carnes e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

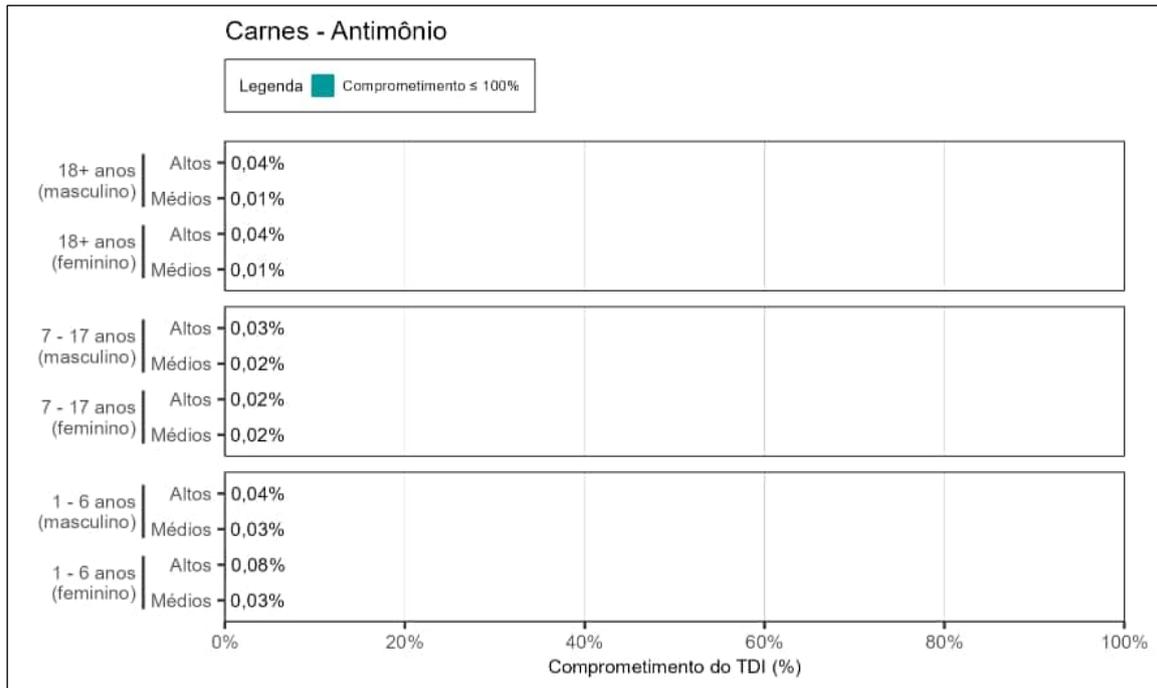


Figura 251. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

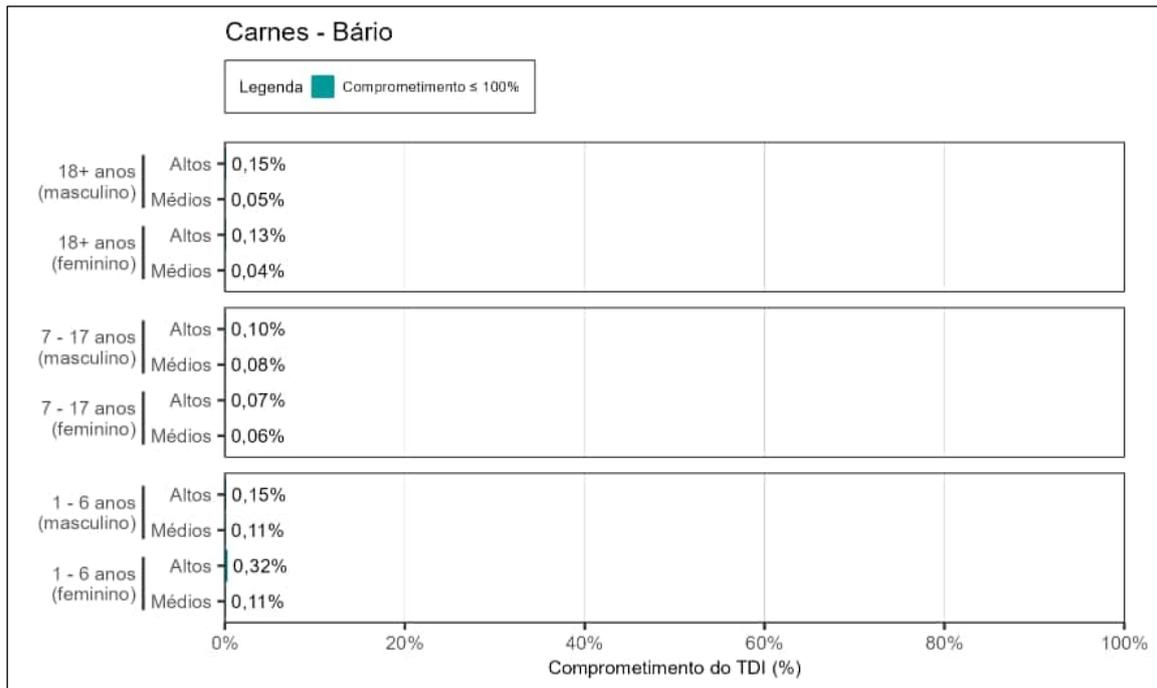


Figura 252. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

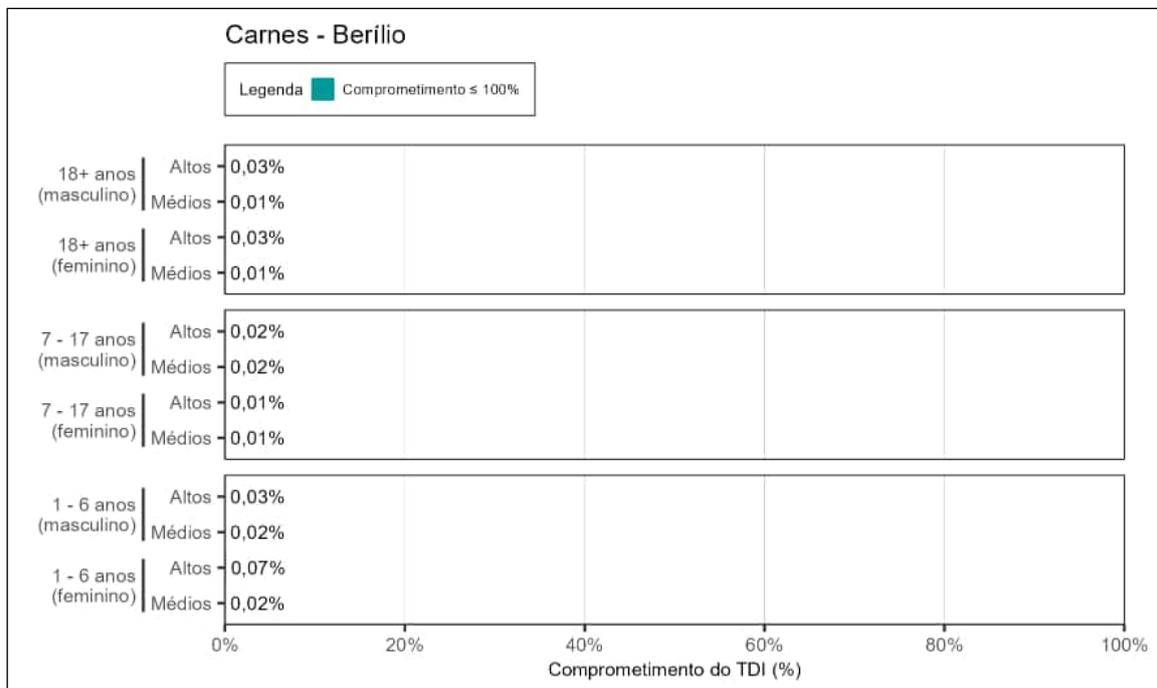


Figura 253. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

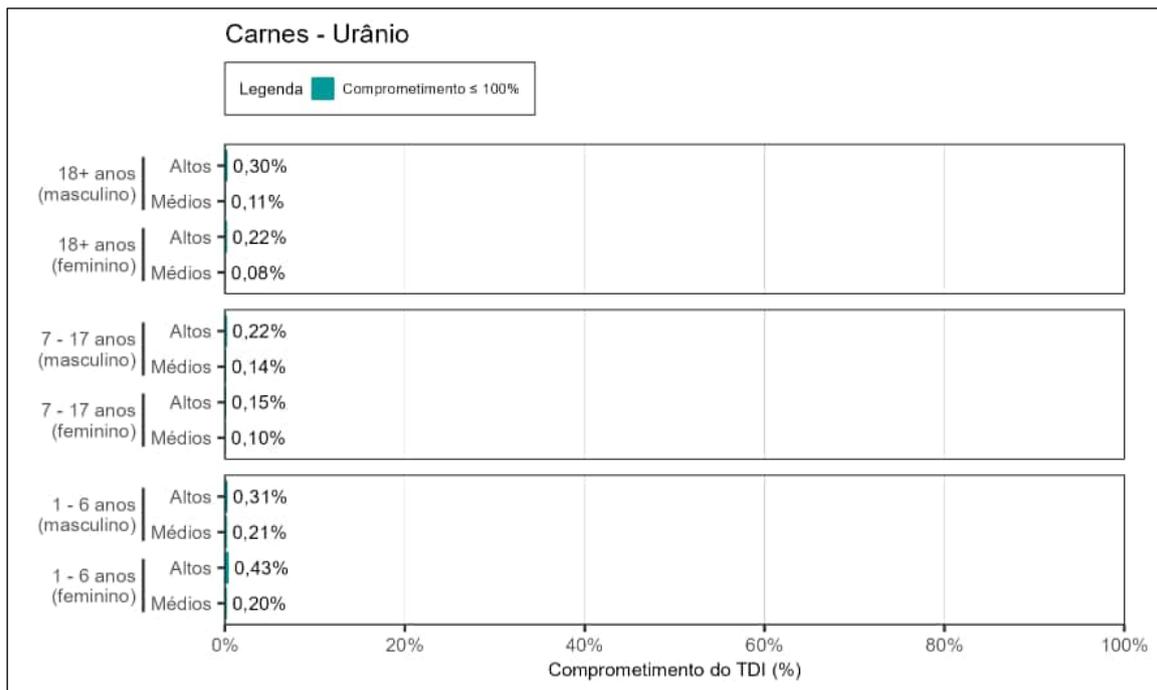


Figura 254. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas antimônio, bário, berílio e urânio, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores (Figura 251 a Figura 254).

6.2.1.10 Vísceras

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 (antimônio, bário, berílio e urânio) em vísceras, em termos da dose diária de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 255 a Figura 258), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

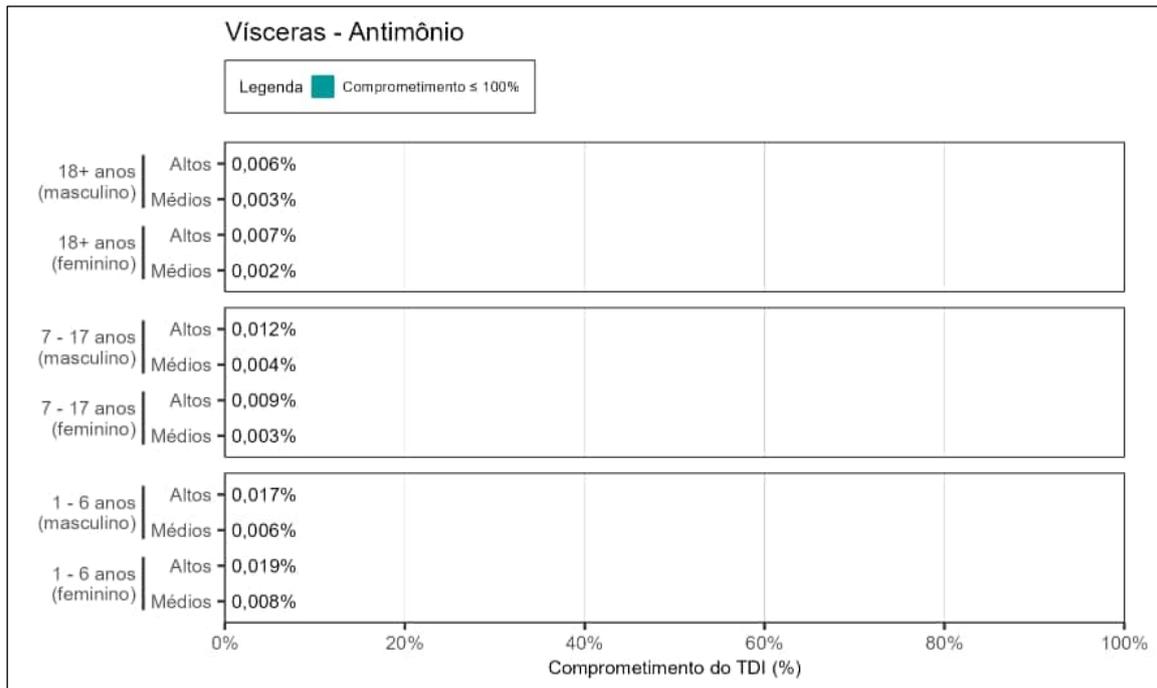


Figura 255. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de antimônio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

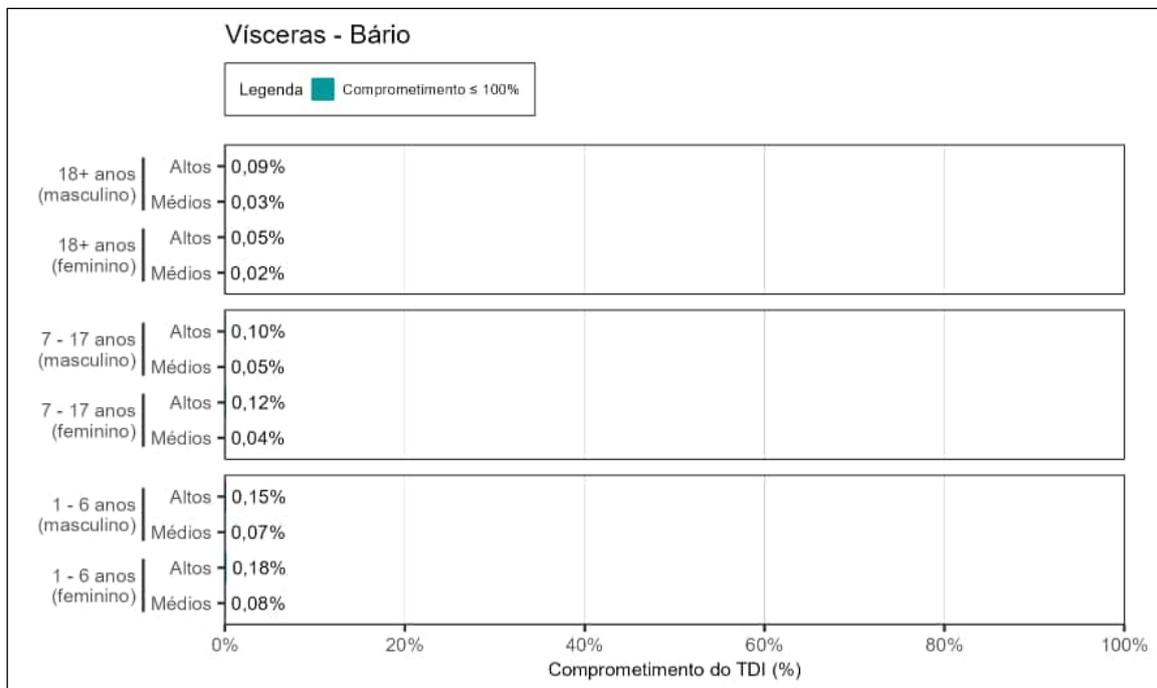


Figura 256. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de bário em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

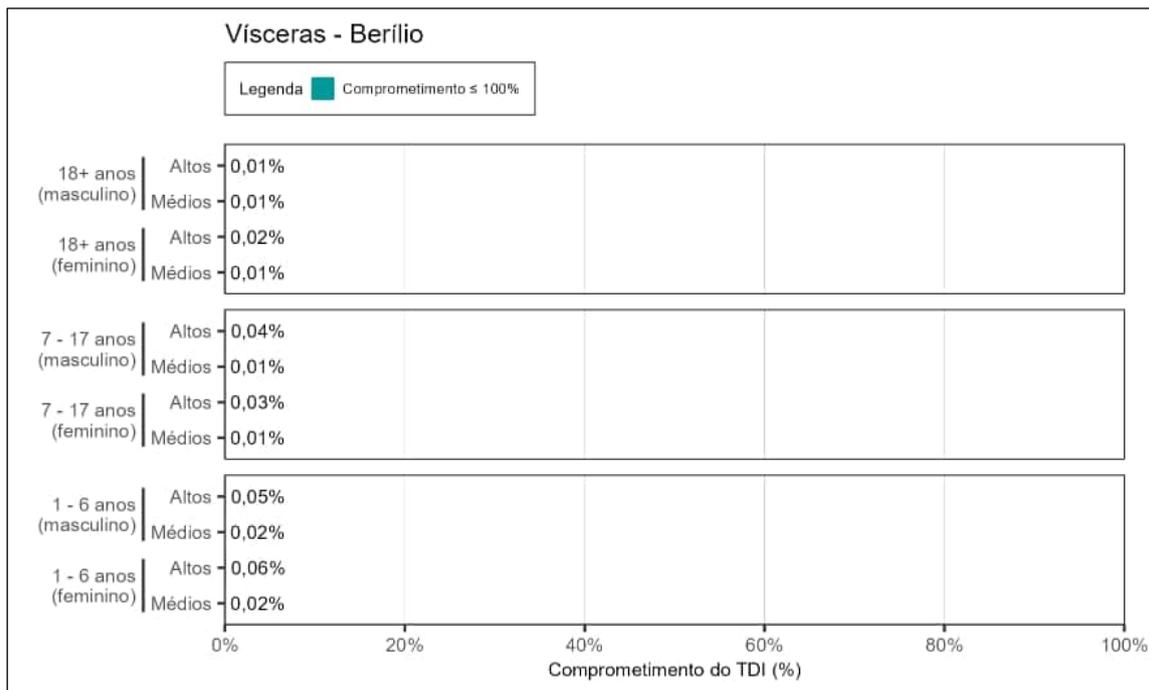


Figura 257. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de berílio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

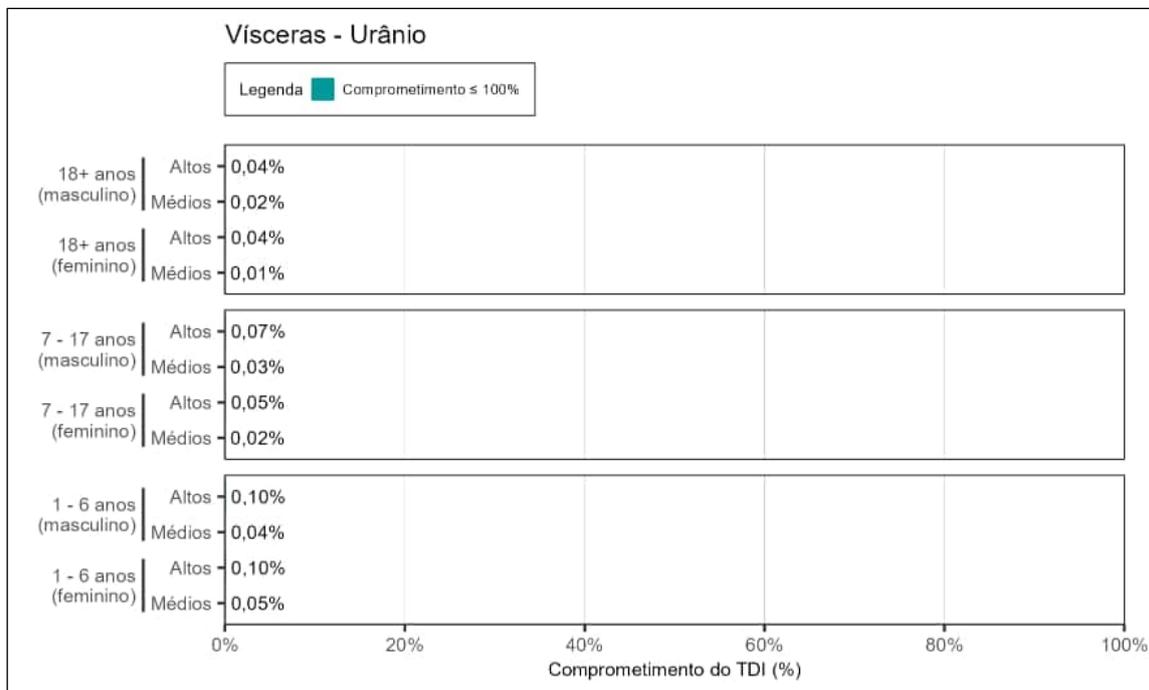


Figura 258. Estimativa do comprometimento da Ingestão Diária Tolerável (TDI) de urânio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, para o grupo vísceras, não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1, antimônio, bário, berílio e urânio, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores (Figura 255 a Figura 258).

6.2.2 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias não essenciais, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados por grupo de alimentos do item 6.2.2.1 ao item 6.2.2.10.

Os valores de segurança estabelecidos pelas agências regulamentadoras (EFSA e JECFA) se referem à quantidade dessas substâncias que podem ser ingeridas semanalmente, durante toda a vida, sem que ocorram efeitos adversos (conforme descrito na Tabela 10, item 3.2).

A equipe de perícia ressalta que esse parâmetro é aplicado a substâncias que tem a propriedade de bioacumulação, que representa um importante parâmetro para avaliação de toxicidade e/ou segurança, porém não sendo o único parâmetro a ser observado.

A equipe de perícia reitera que existe preocupação em relação ao consumo de um alimento quando há uma extrapolação de 100% do valor de segurança, conforme apresentado na Tabela 20. A avaliação da segurança do alimento por meio do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão foi realizada a partir da Ingestão Semanal Tolerável (TWI) e da Ingestão Semanal Tolerável Provisória (PTWI).

As substâncias químicas avaliadas a partir da TWI foram o alumínio, o mercúrio e o metilmercúrio. O estanho foi a substância química avaliada a partir da PTWI.

O mercúrio é um contaminante ambiental presente em alimentos tanto na forma inorgânica quanto orgânica. Em peixes e frutos do mar, o mercúrio é encontrado principalmente na forma de metilmercúrio, que é a forma mais comum de mercúrio orgânico na cadeia alimentar e de maior importância toxicológica. Outras fontes alimentares além de peixes e frutos do mar podem conter mercúrio, mas principalmente na forma de mercúrio inorgânico. O mercúrio inorgânico nos alimentos é consideravelmente menos tóxico que o metilmercúrio. Para a avaliação da segurança do alimento, a forma total e especiada do mercúrio de maior importância toxicológica (metilmercúrio) foram avaliadas.

O percentual do comprometimento do valor de segurança foi calculado por meio da razão entre os valores obtidos para a exposição (Anexo 8) e o respectivo valor de segurança (Tabela 11 e Tabela 16), multiplicado por 100.

6.2.2.1 Frutas

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio em frutas, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 259 a Figura 263), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

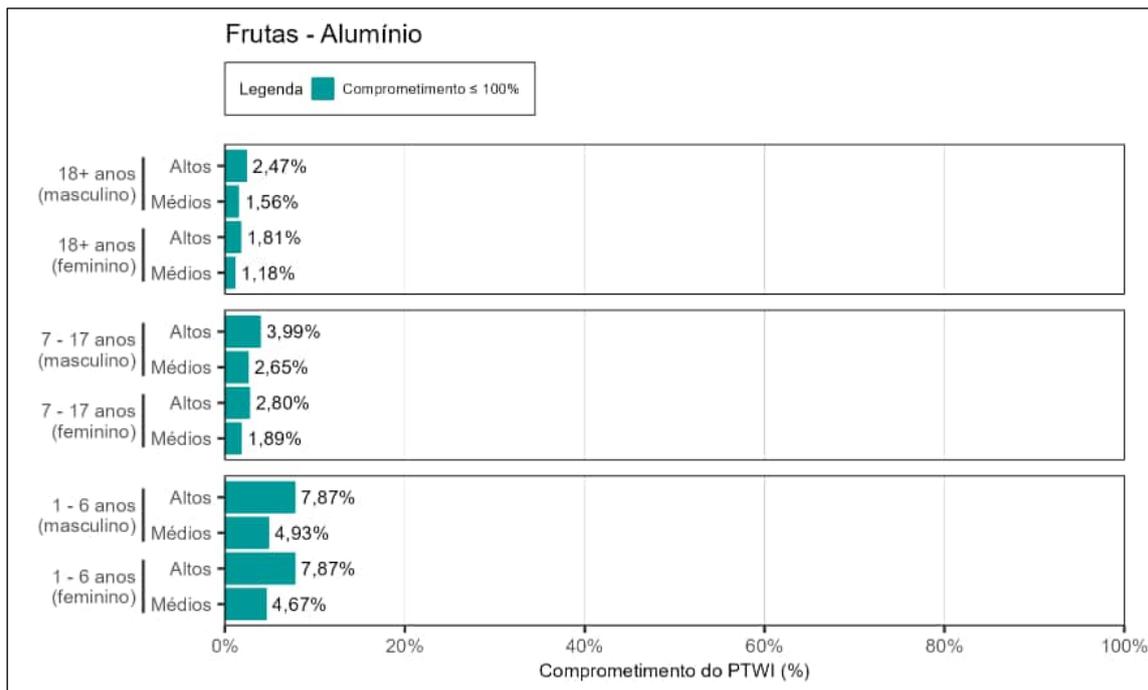


Figura 259. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

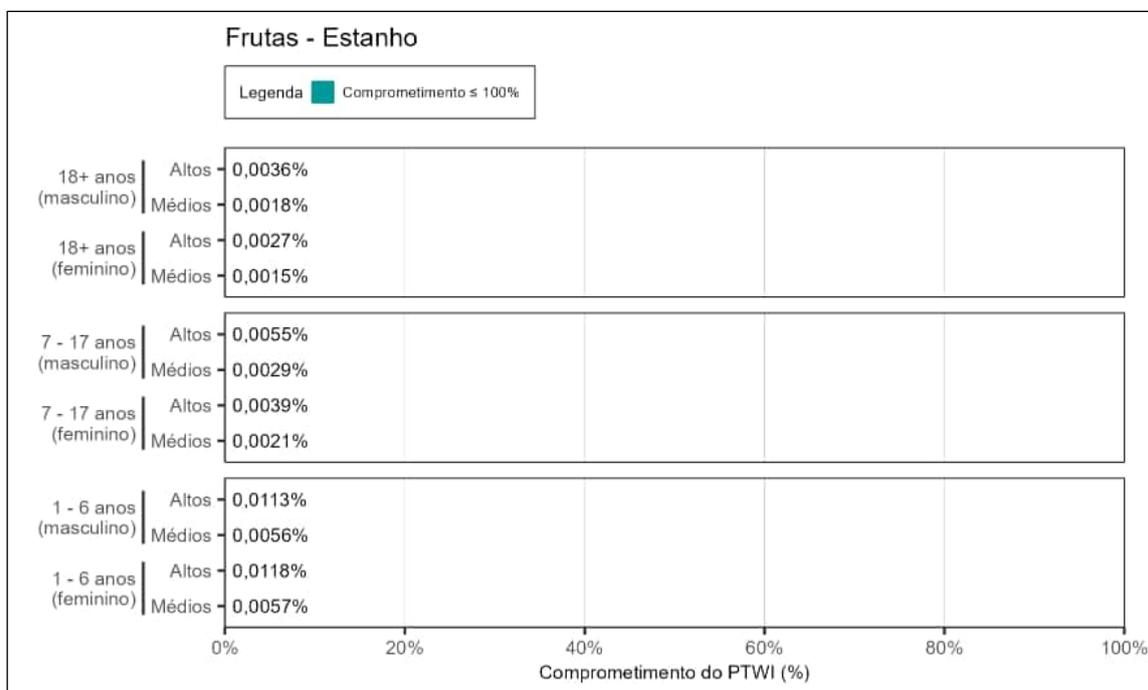


Figura 260. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

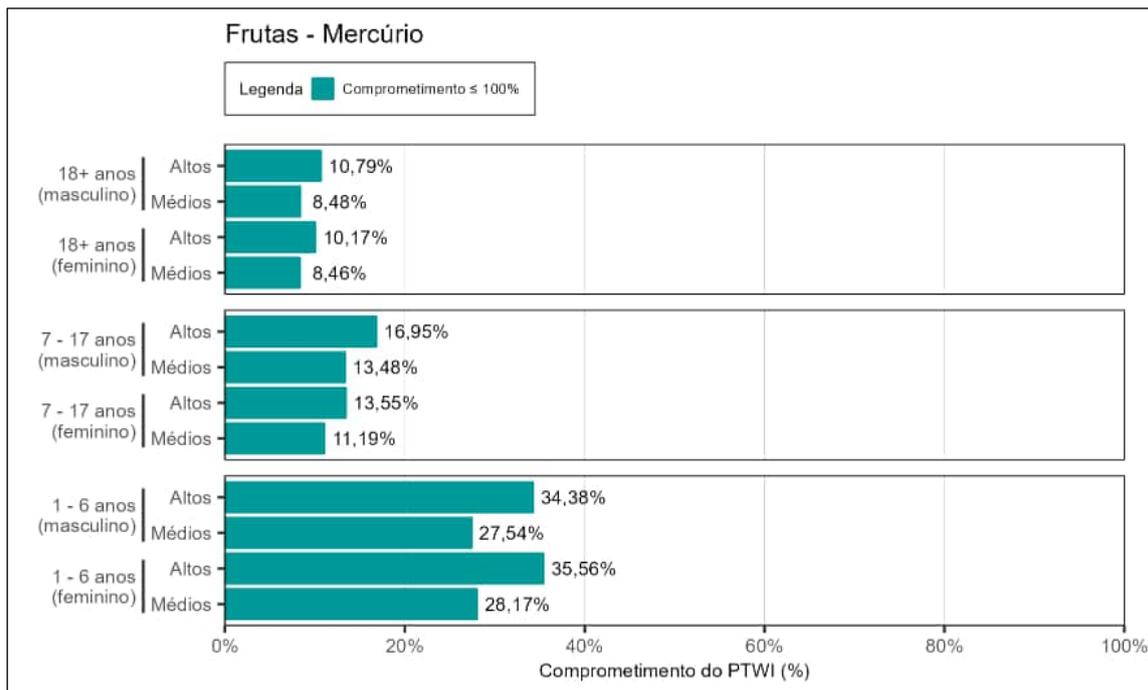


Figura 261. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado na Figura 259, na Figura 260, e na Figura 261, a equipe de perícia informa que não foi evidenciada extrapolação do valor de segurança para o alumínio, estanho e mercúrio, respectivamente, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

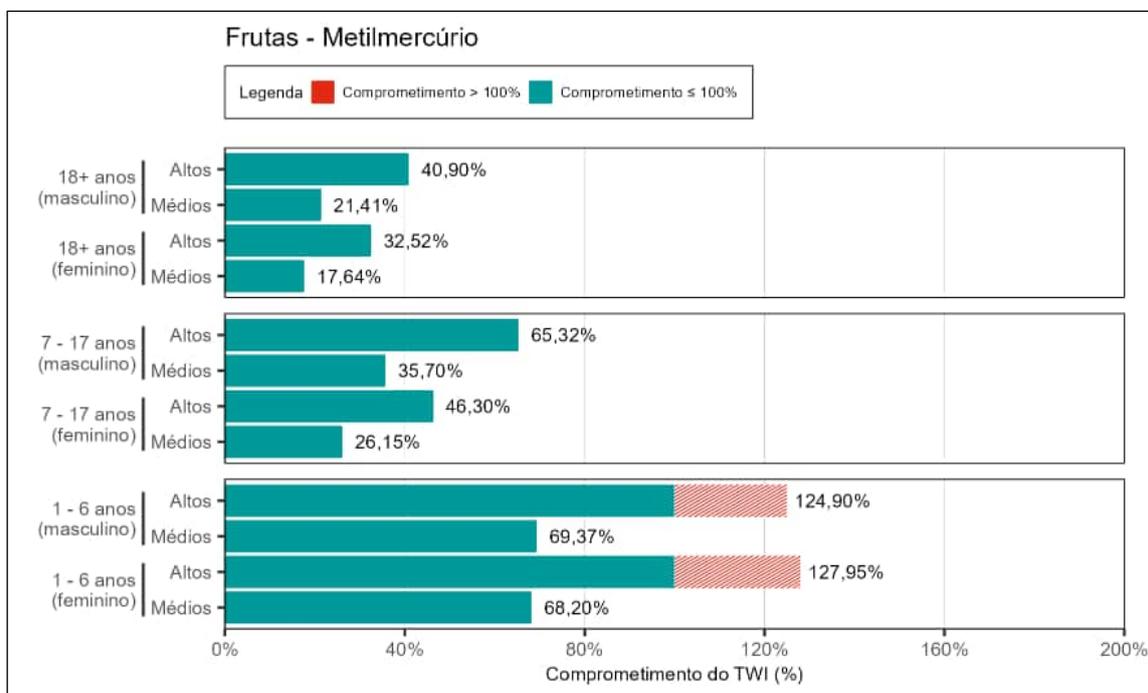


Figura 262. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

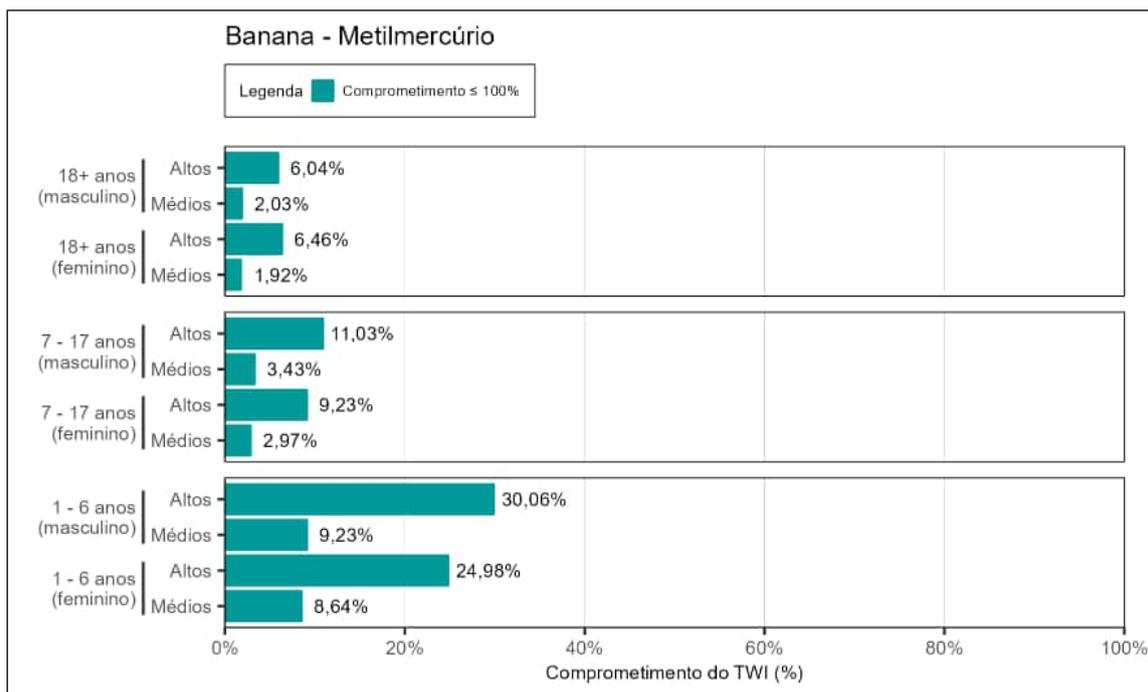


Figura 263. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em banana para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, d

A equipe de perícia informa que, para o metilmercúrio presente em frutas há extrapolação do valor de segurança para os altos consumidores de 1 a 6 anos, de ambos os sexos. Em relação aos consumidores dos valores médios, não foi evidenciada extrapolação no valor de segurança para nenhuma das faixas etárias e sexos avaliados (Figura 262).

A banana, alimento adotado como representante do grupo frutas para a avaliação do metilmercúrio (vide item 4.5), apresentou comprometimento de 30,06% do TWI para os altos consumidores de 1 a 6 anos do sexo masculino e de 24,98% para meninas da mesma faixa etária (Figura 263).

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não houve quantificação de metilmercúrio nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia reitera que, as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

6.2.2.2 Legumes

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio em legumes, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 264 a Figura 267), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

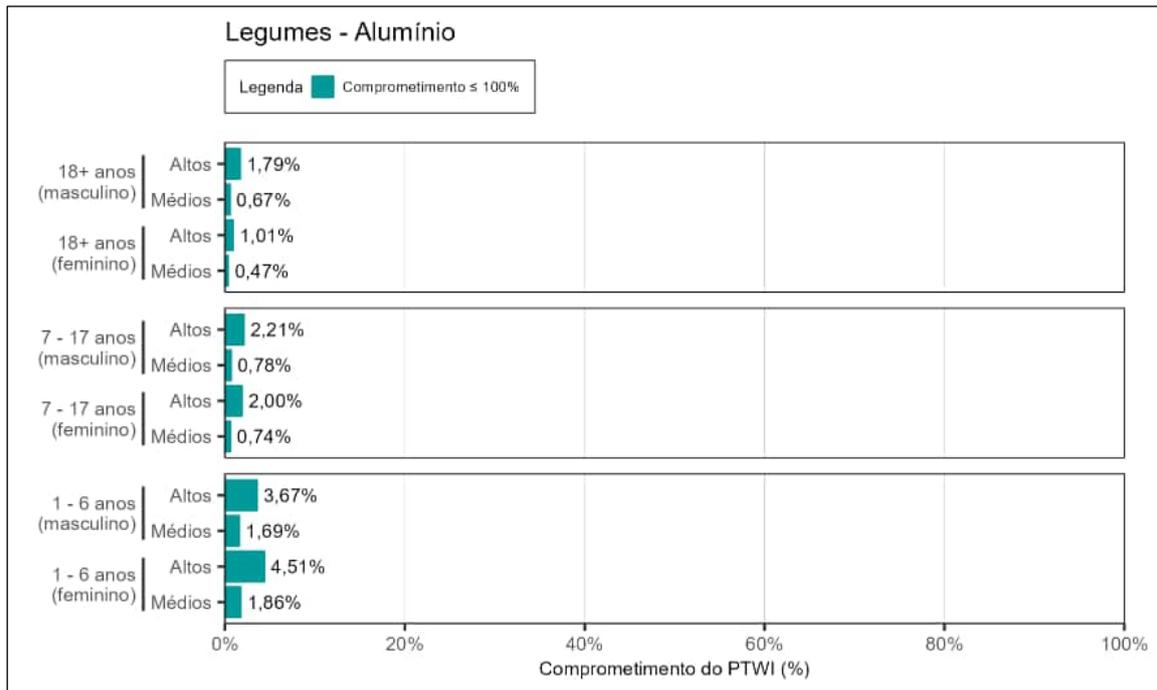


Figura 264. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

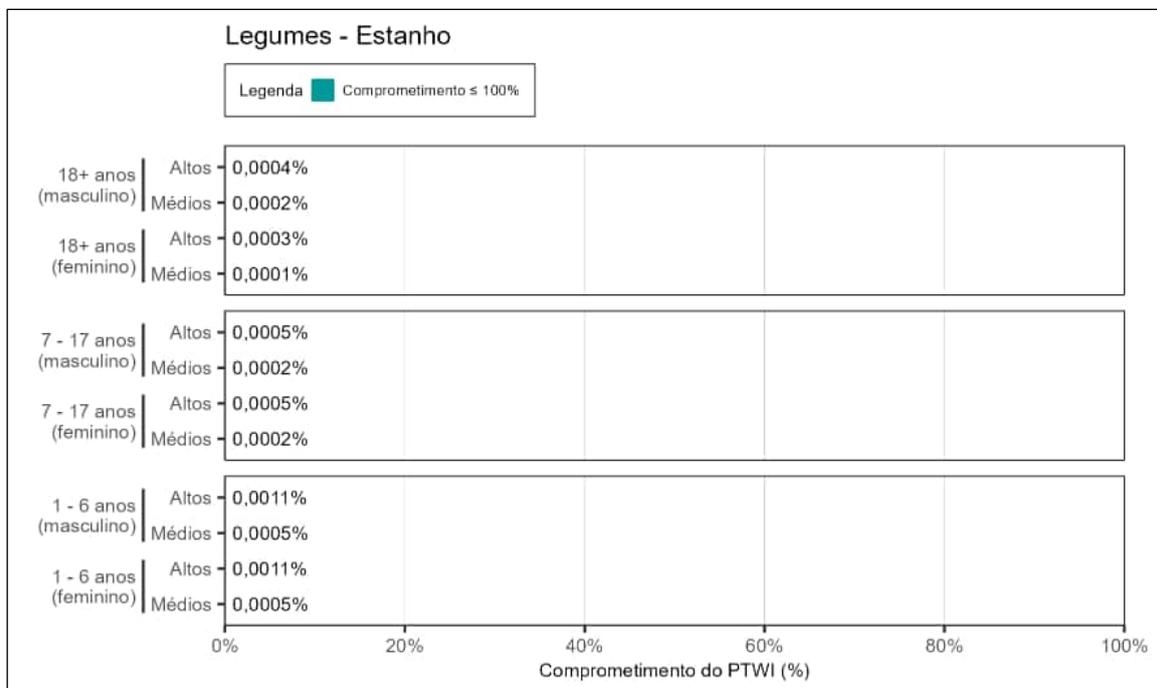


Figura 265. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

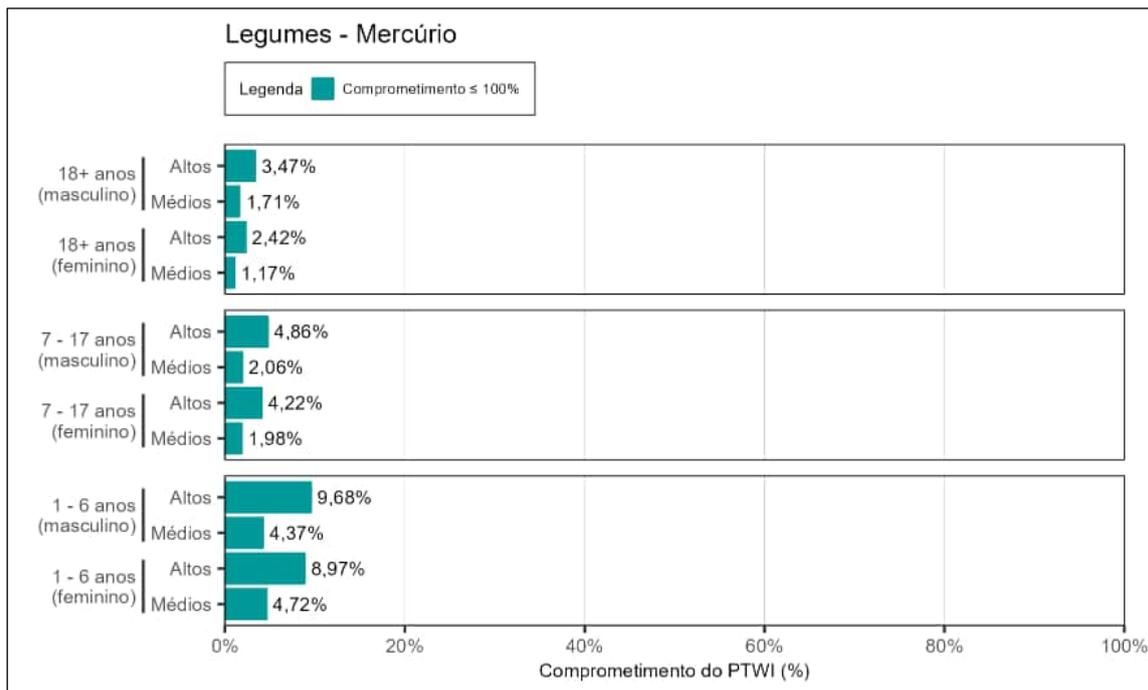


Figura 266. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

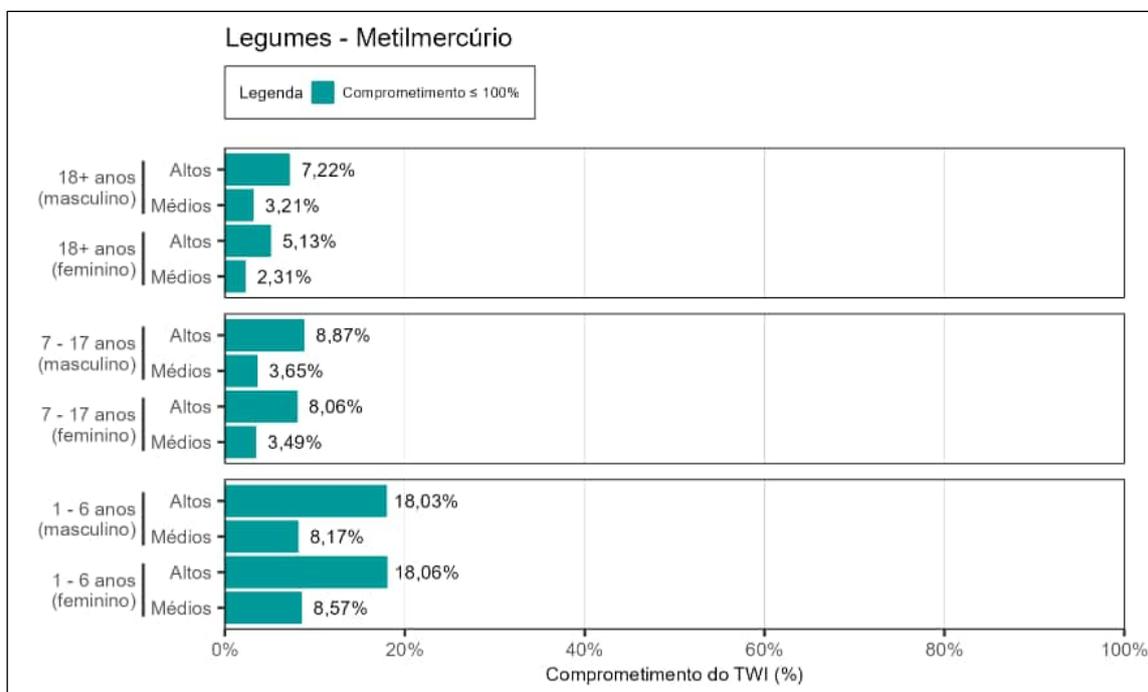


Figura 267. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para o alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio presentes nos legumes, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 264 a Figura 267).

6.2.2.3 Raízes e tubérculos

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio em raízes e tubérculos, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 268 a Figura 271), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

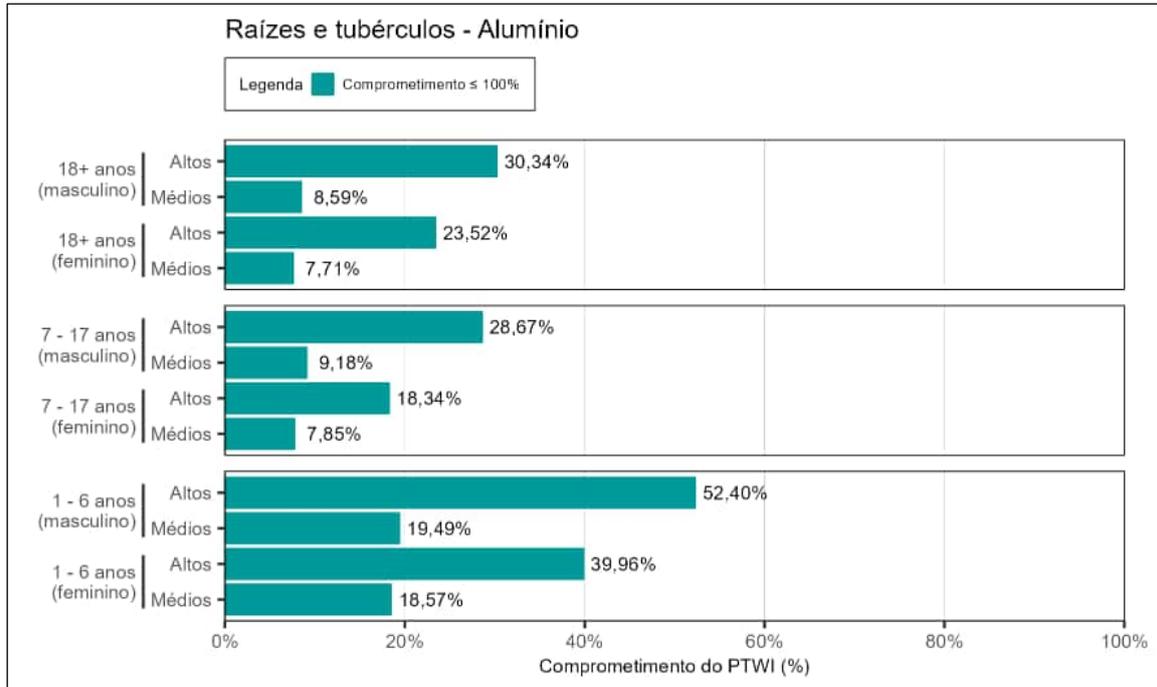


Figura 268. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

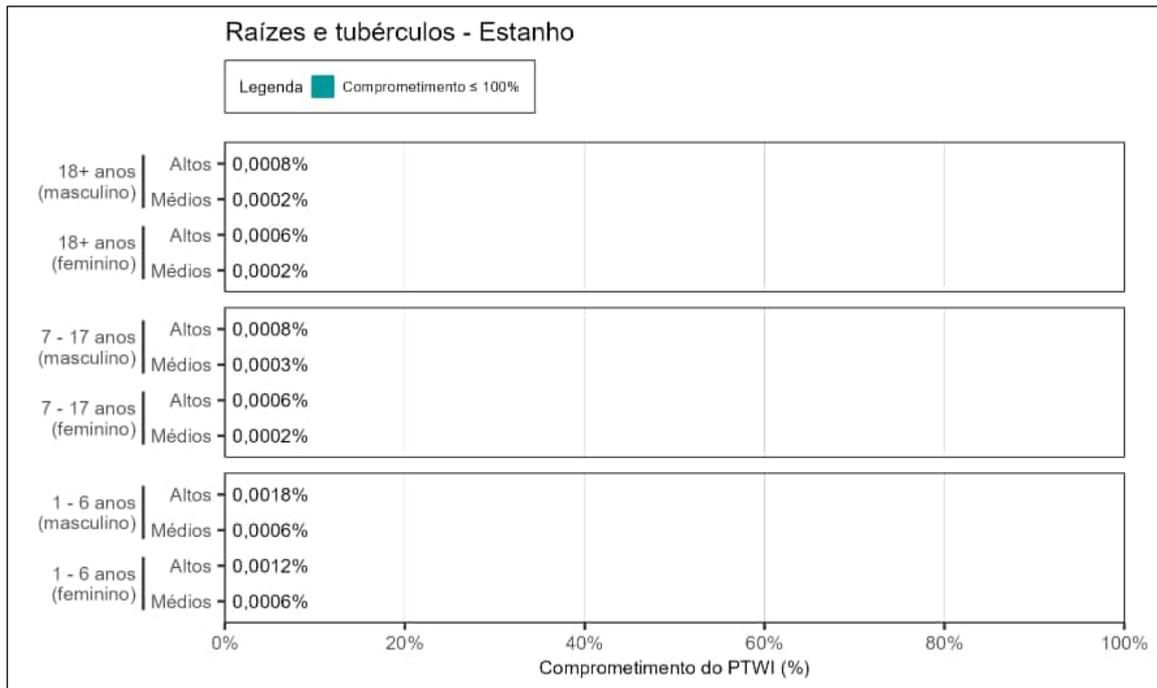


Figura 269. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

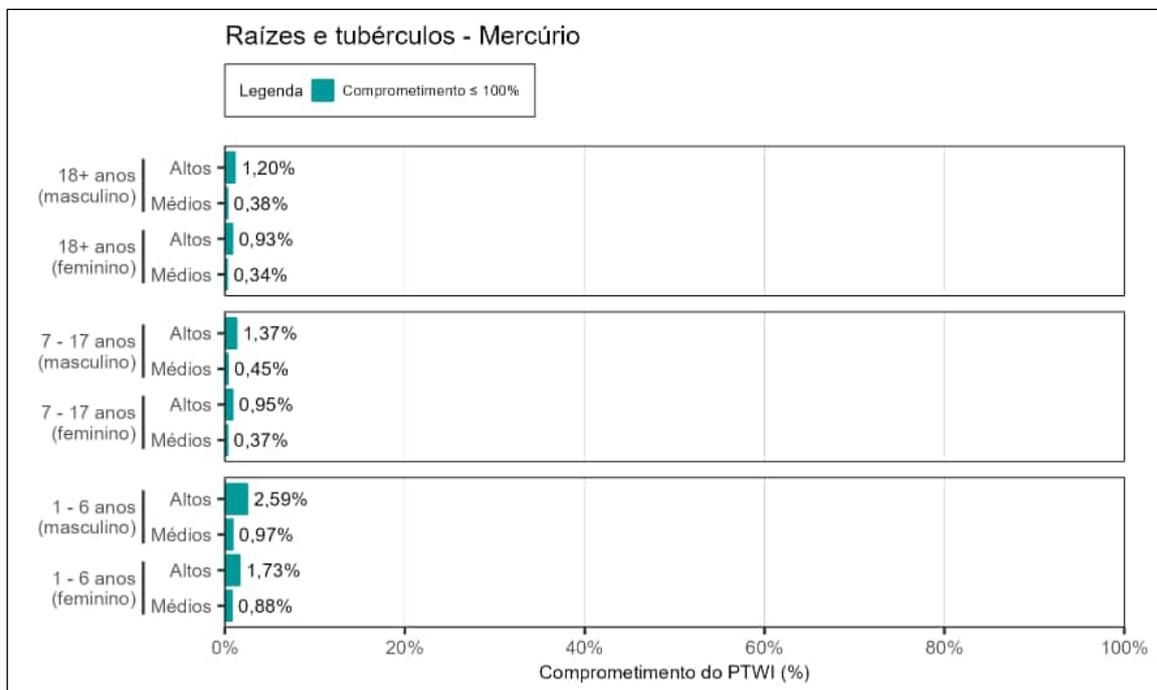


Figura 270. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

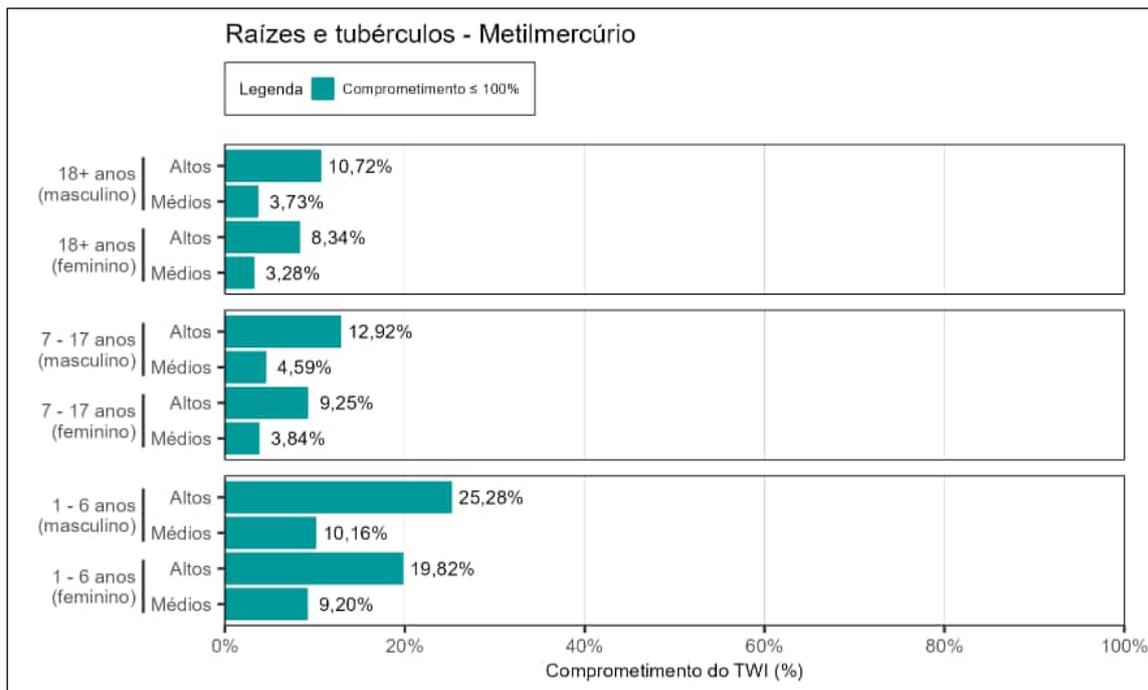


Figura 271. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para o alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio presentes nas raízes e tubérculos, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 268 a Figura 271).

6.2.2.4 Verduras

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, mercúrio e metilmercúrio em verduras, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 272 a Figura 274), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.4 não foram encontrados indícios da presença de estanho em verduras, ou seja, não houve detecção dessa substância nas amostras analisadas de verduras. Portanto, o estanho presente em verduras não foi submetido à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

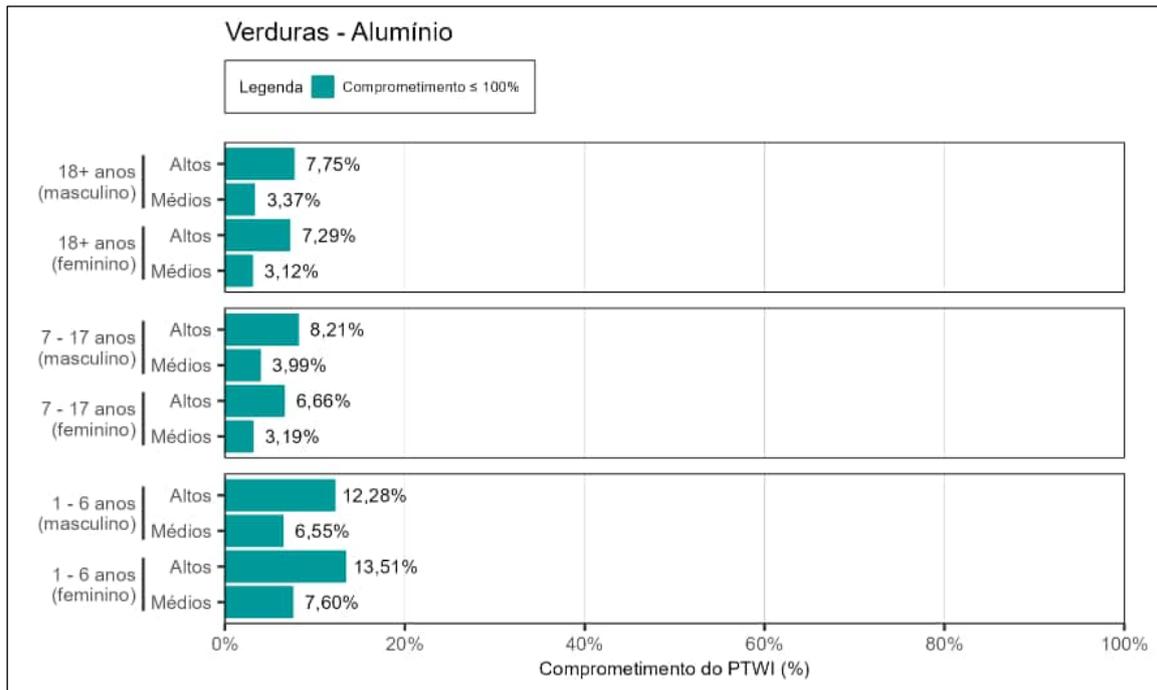


Figura 272. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

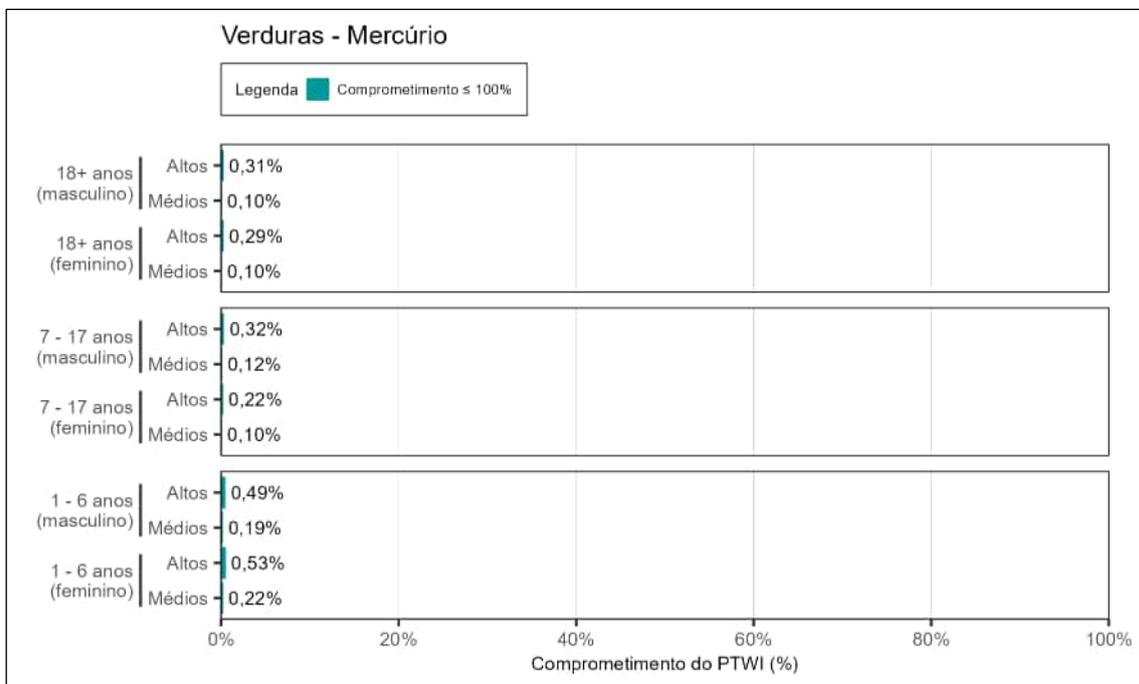


Figura 273. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

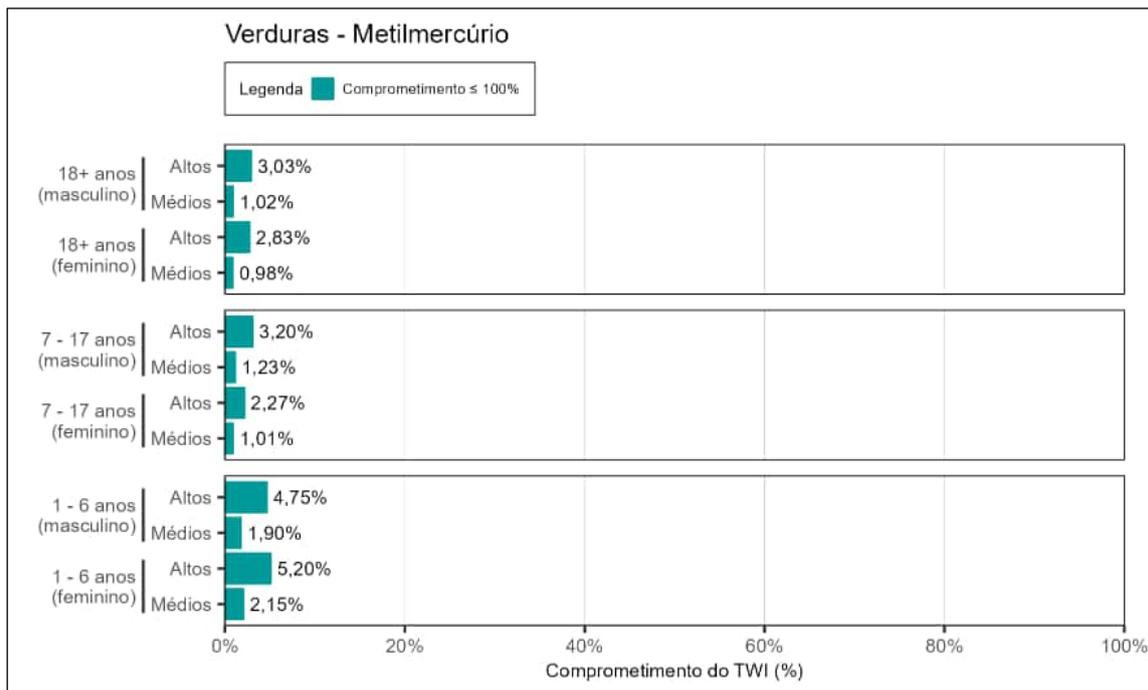


Figura 274. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para o alumínio, mercúrio e metilmercúrio presentes nas verduras, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 272 a Figura 274).

6.2.2.5 Grãos

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho e mercúrio em grãos, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 275 a Figura 277), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não foram encontrados indícios da presença de metilmercúrio em grãos, ou seja, não houve detecção dessa substância nas amostras analisadas de grãos. Portanto, o metilmercúrio presente em grãos não foi submetido à avaliação da exposição e, conseqüentemente, à avaliação da segurança do alimento para consumo humano.

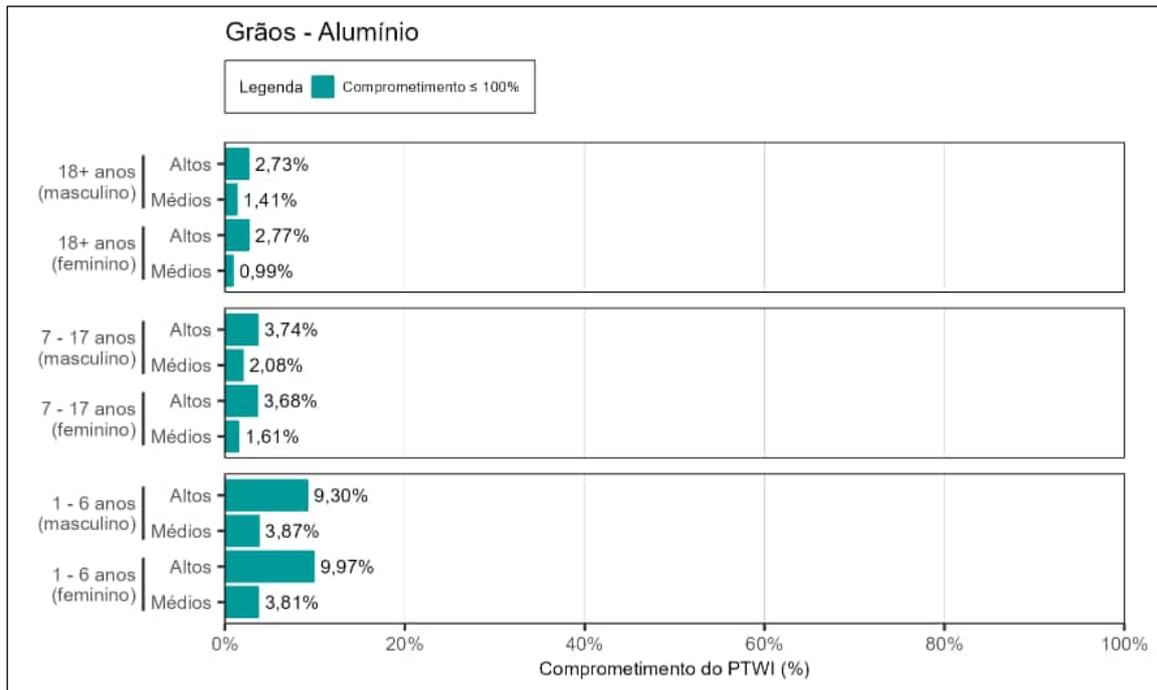


Figura 275. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

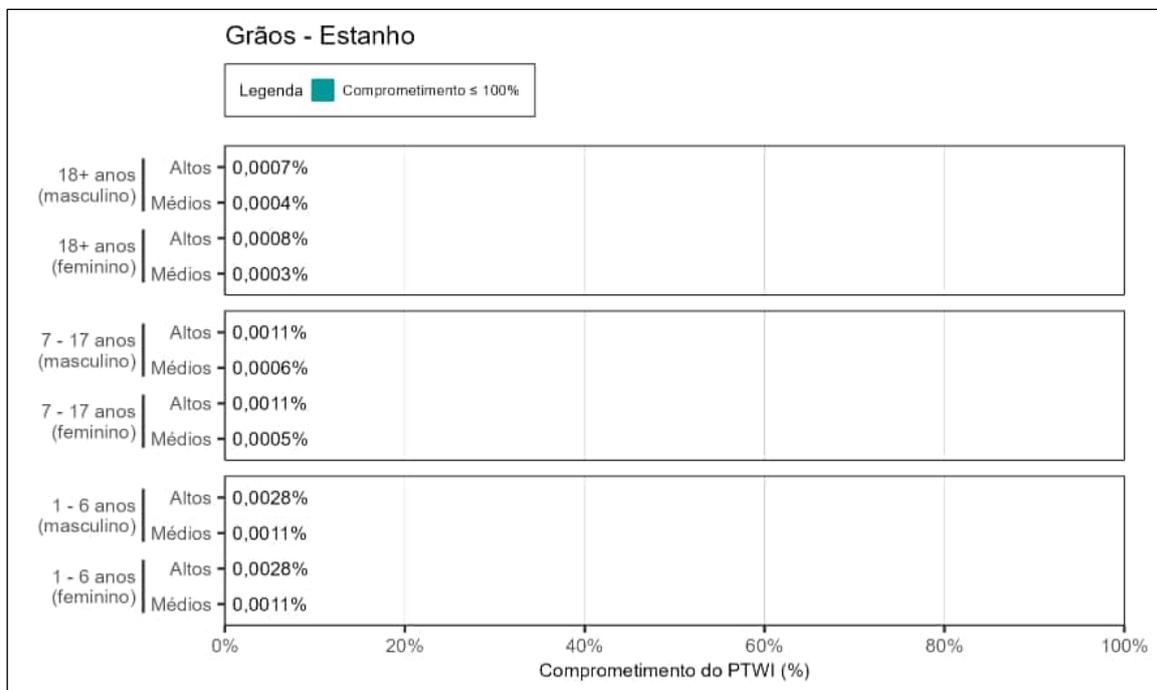


Figura 276. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

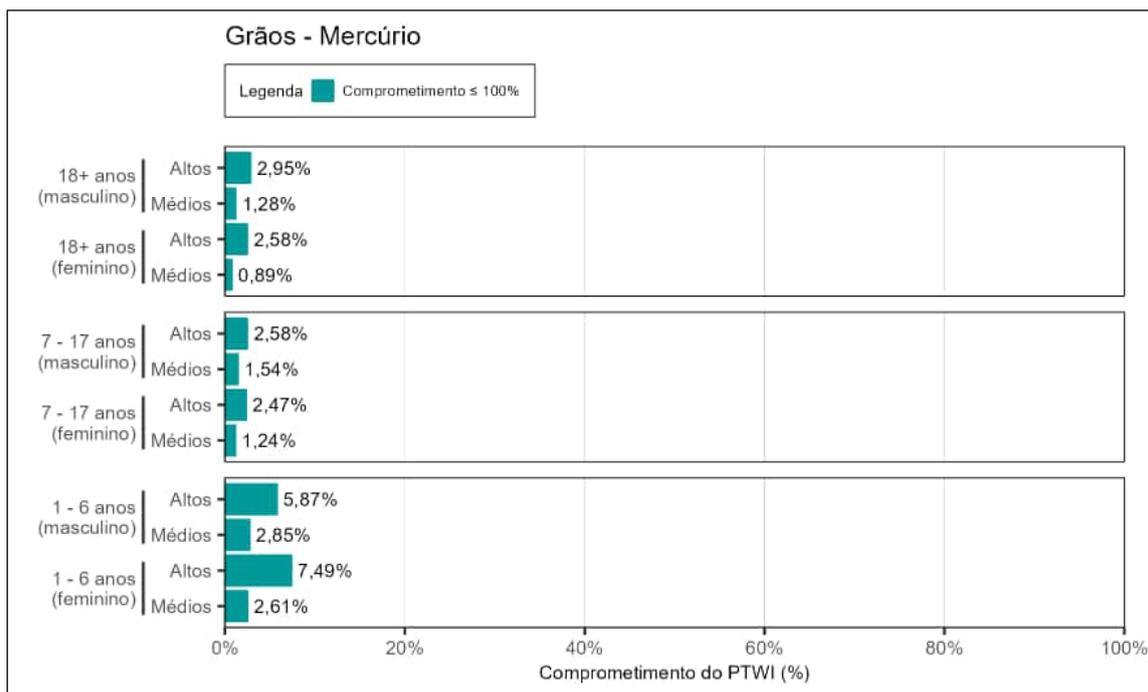


Figura 277. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia concluiu que não foi evidenciada extrapolação dos valores de segurança para o alumínio, estanho e mercúrio para o grupo grãos, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados (Figura 275 a Figura 277).

6.2.2.6 Leite

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio em leite, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 278 a Figura 282), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

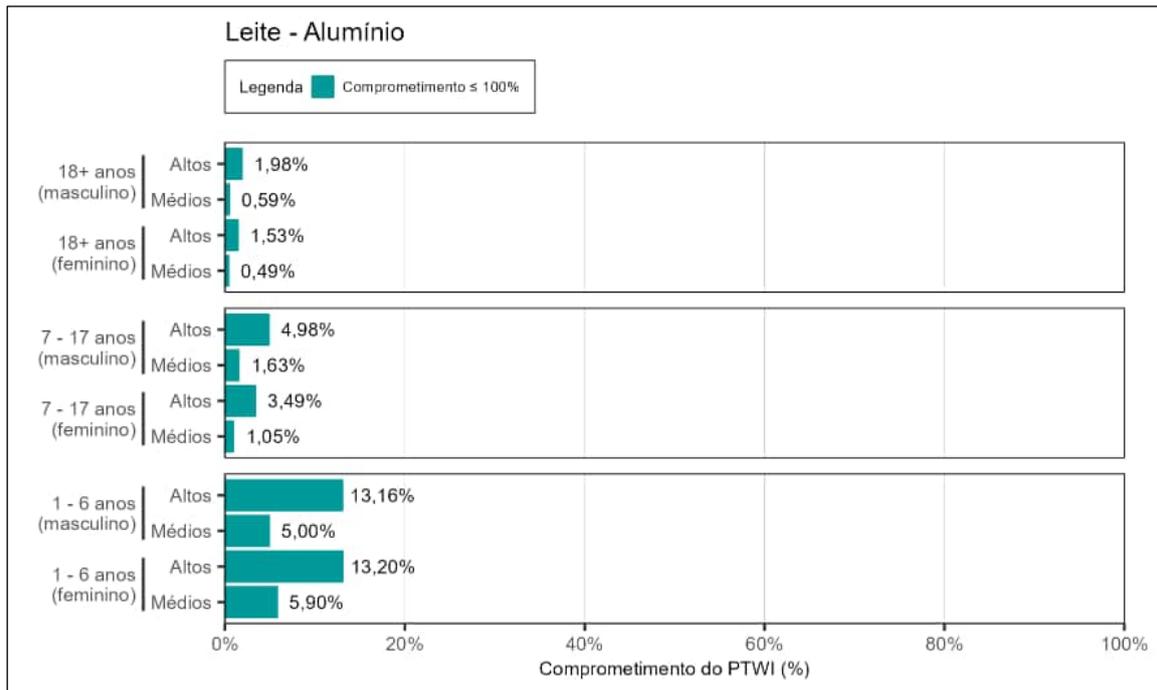


Figura 278. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

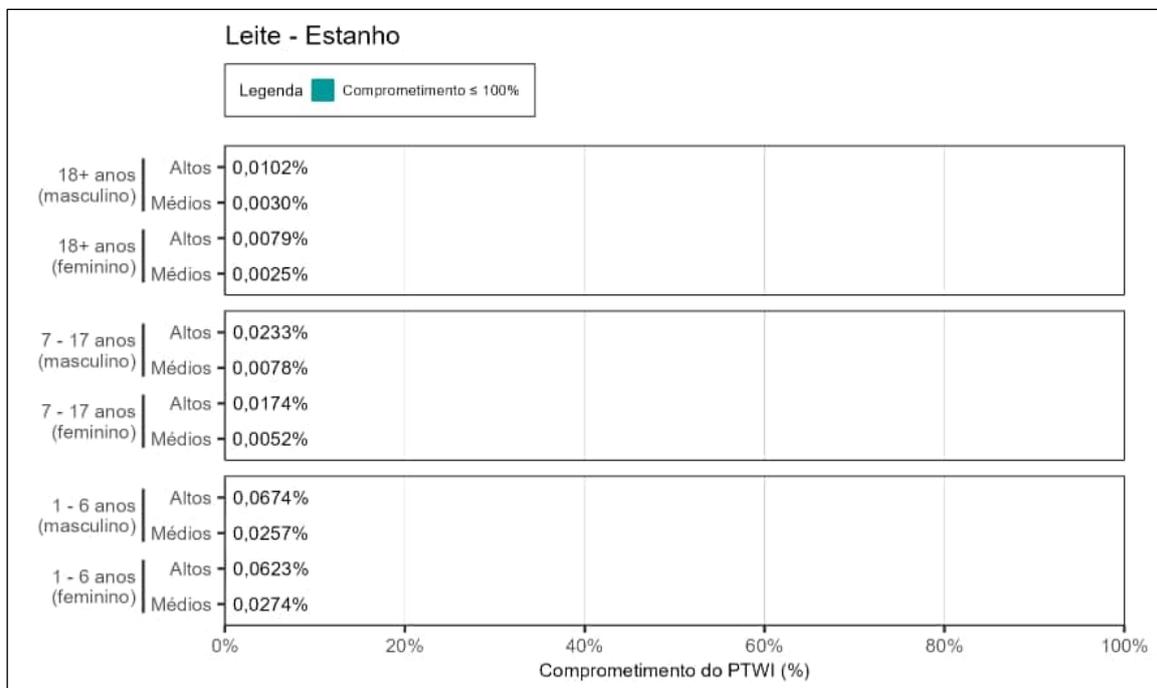


Figura 279. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

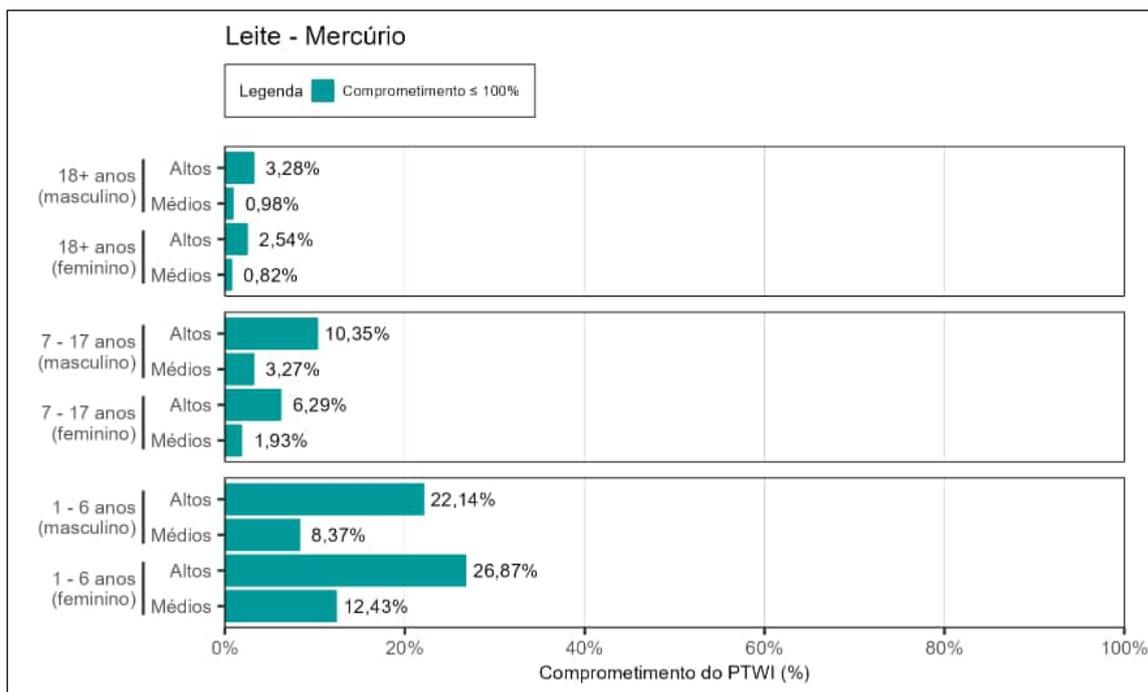


Figura 280. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para o alumínio, estanho e mercúrio presentes no leite, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 278 a Figura 280).

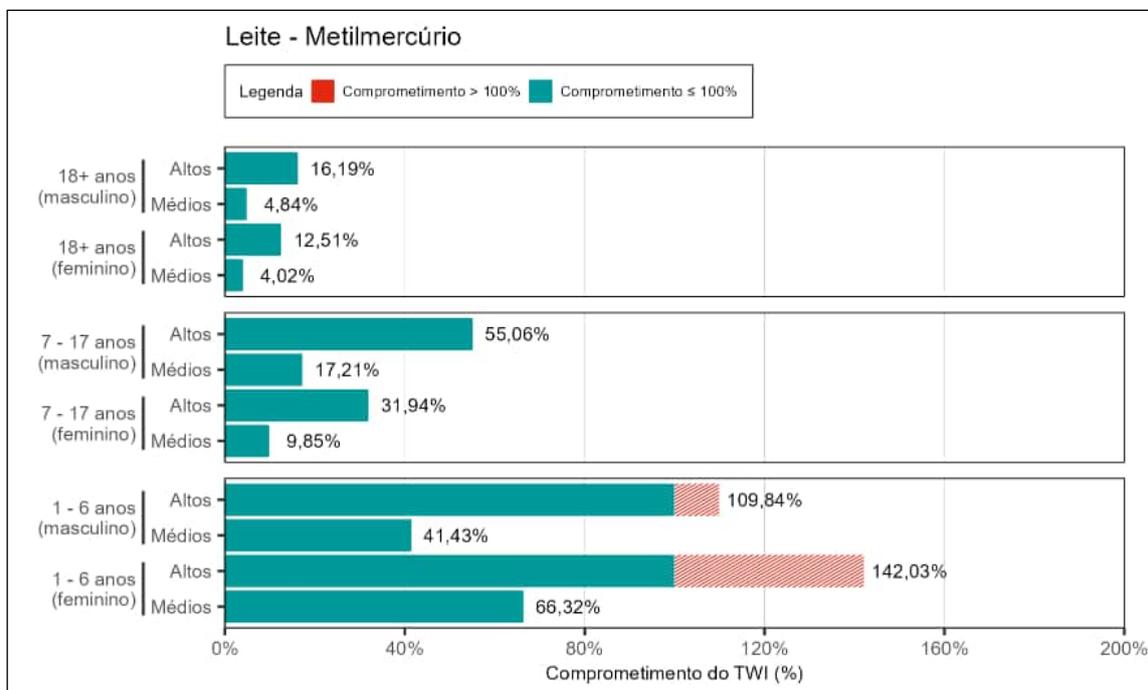


Figura 281. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

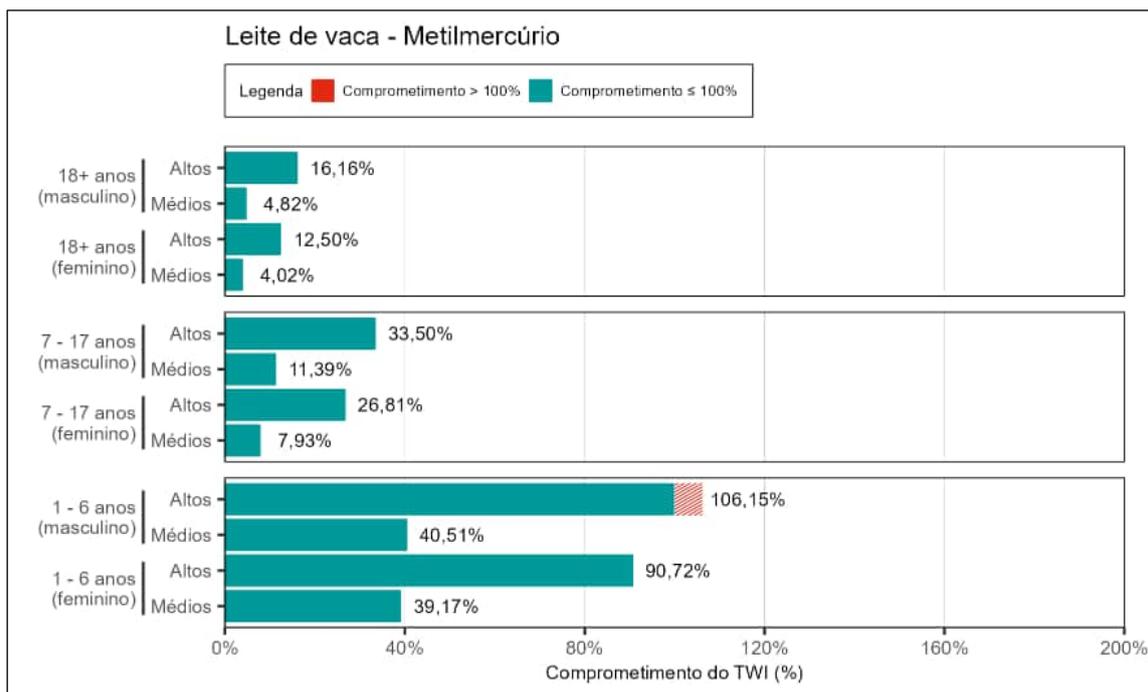


Figura 282. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em leite de vaca para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados para o metilmercúrio (Figura 281) mostram que, para altos consumidores de 1 a 6 anos, de ambos os sexos, há extrapolação do valor de orientação em saúde (comprometimento > 100% do TWI) para metilmercúrio em leite.

O leite de vaca, alimento adotado como representante do grupo leite para a avaliação do metilmercúrio (vide item 4.5), apresentou extrapolação do valor de segurança para os altos consumidores, meninos, de 1 a 6 anos, ao passo que para as crianças do sexo feminino o comprometimento da TWI foi de 90,72%.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não houve quantificação de metilmercúrio nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia reitera que, as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

6.2.2.7 Mel

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais do Tipo 1 alumínio, estanho e mercúrio avaliadas em mel, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 283 a Figura 285), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

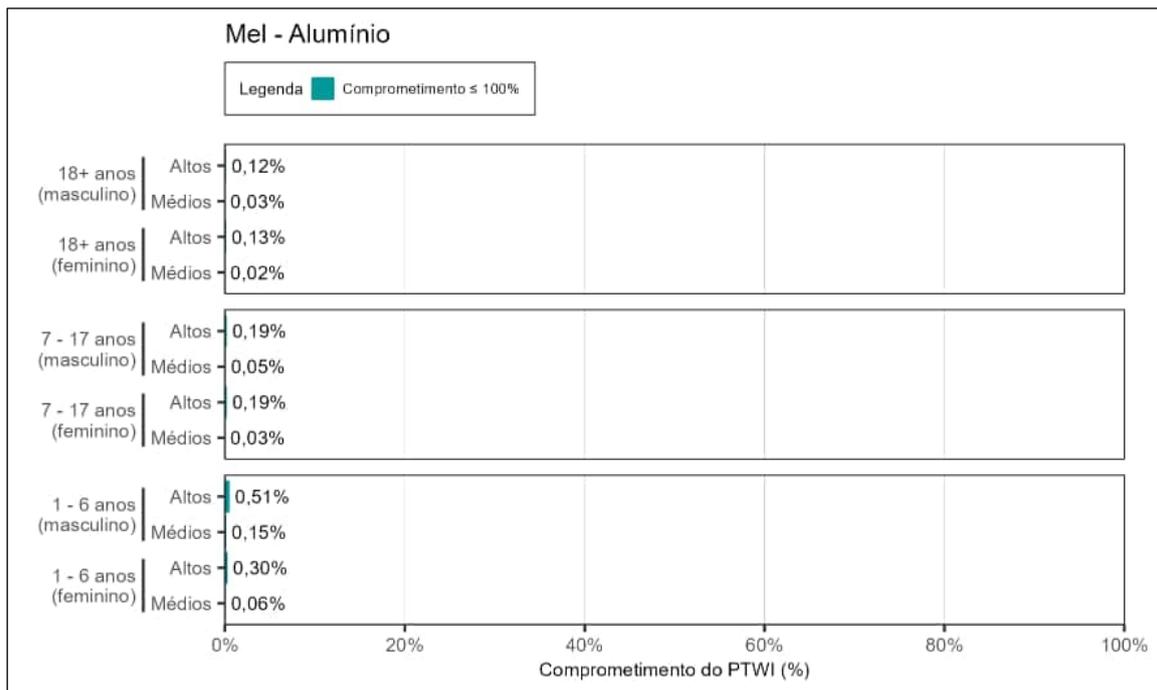


Figura 283. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

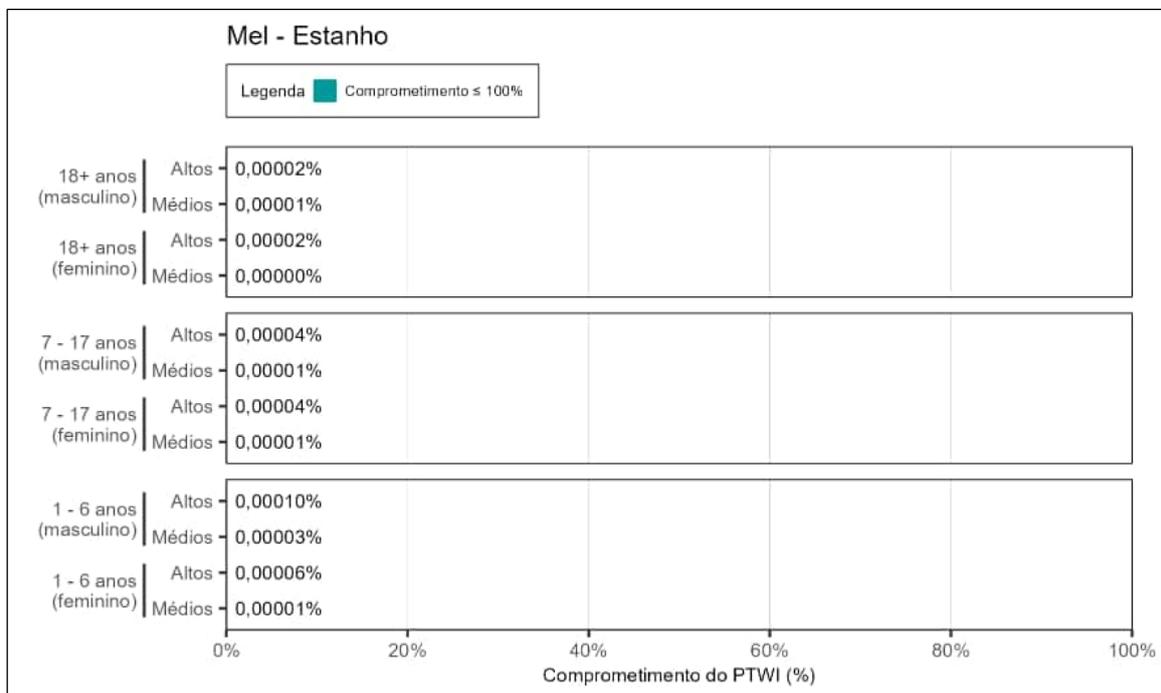


Figura 284. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

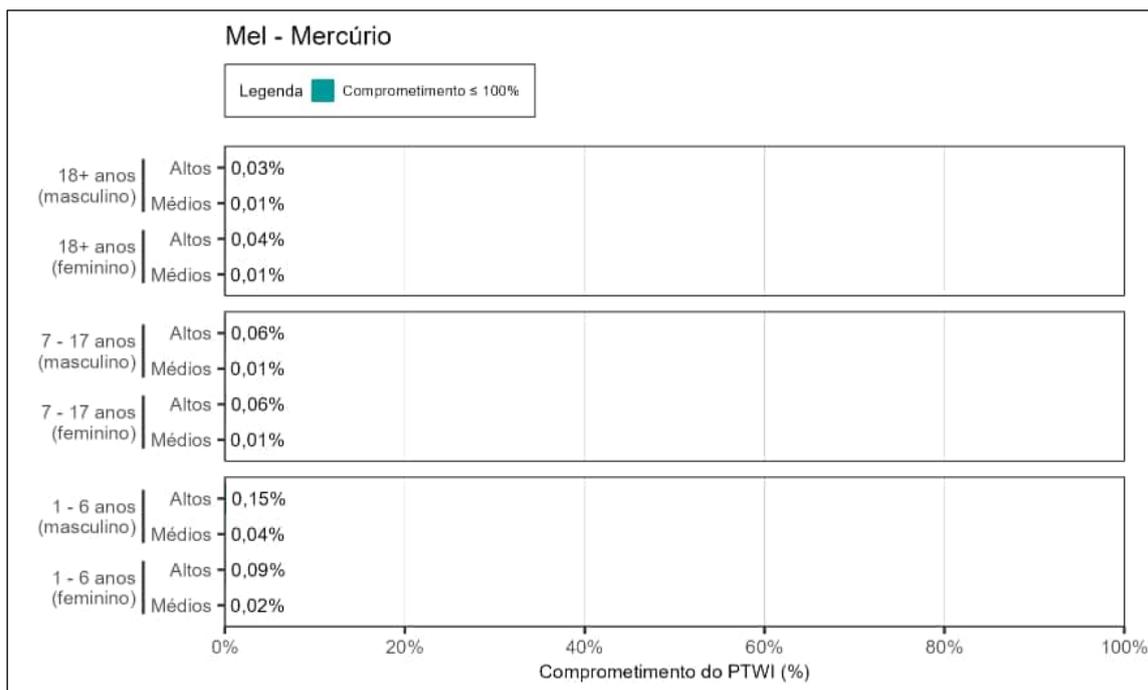


Figura 285. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e \geq 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas, alumínio, estanho e mercúrio presentes no mel, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 283 a Figura 285).

6.2.2.8 Ovo

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio em ovo, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 286 a Figura 289), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

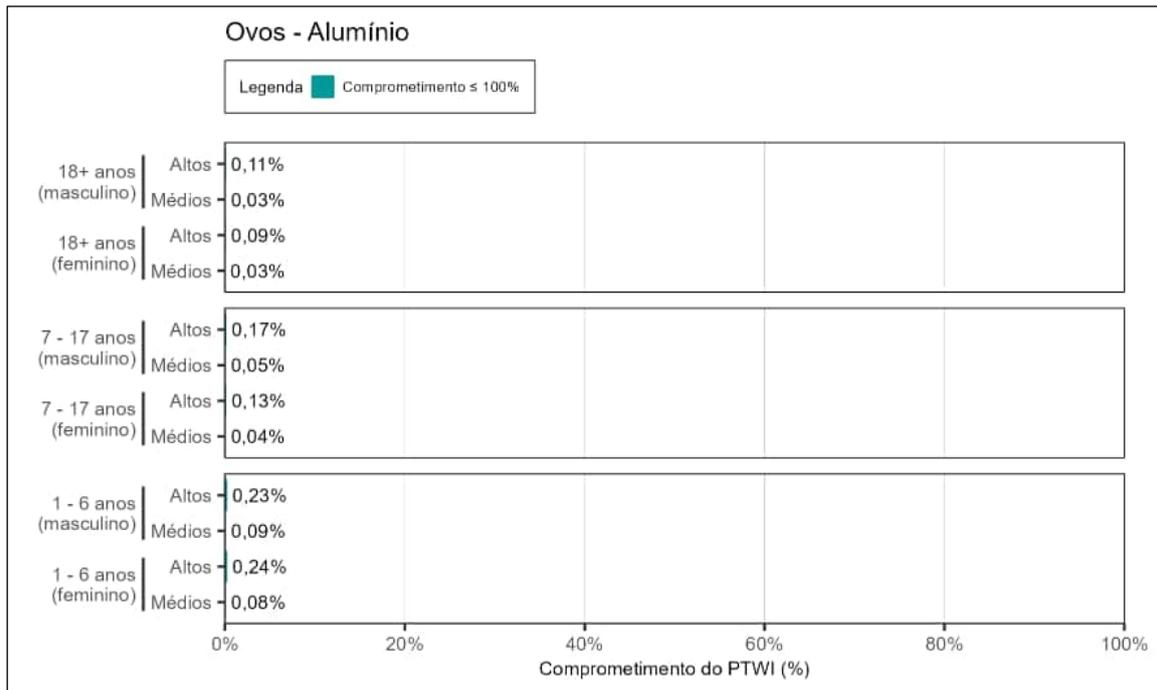


Figura 286. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

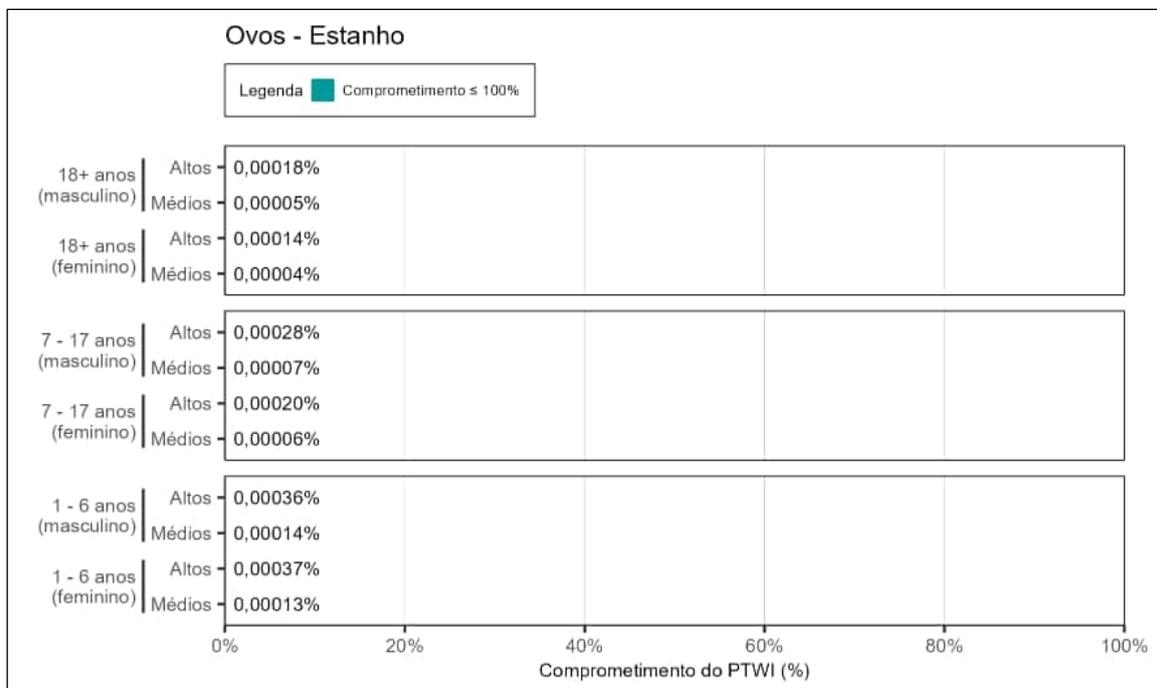


Figura 287. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

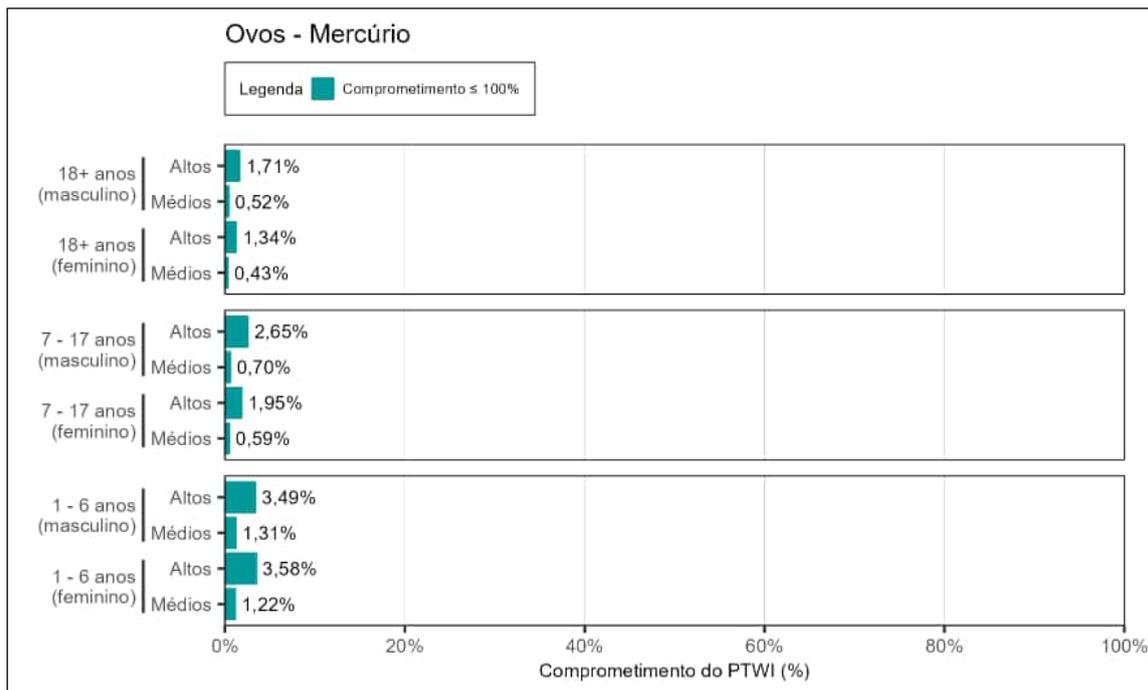


Figura 288. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

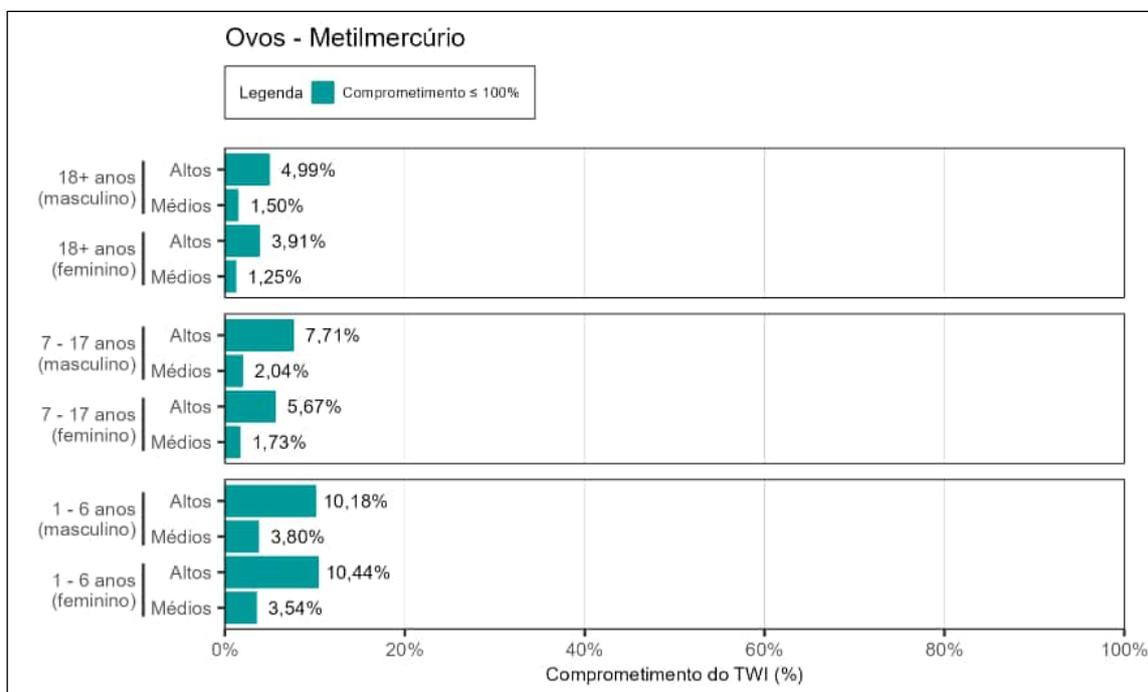


Figura 289. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas, alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio presentes no ovo, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 286 a Figura 289).

6.2.2.9 Carnes

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho e mercúrio e metilmercúrio em carnes, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 290 a Figura 293), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

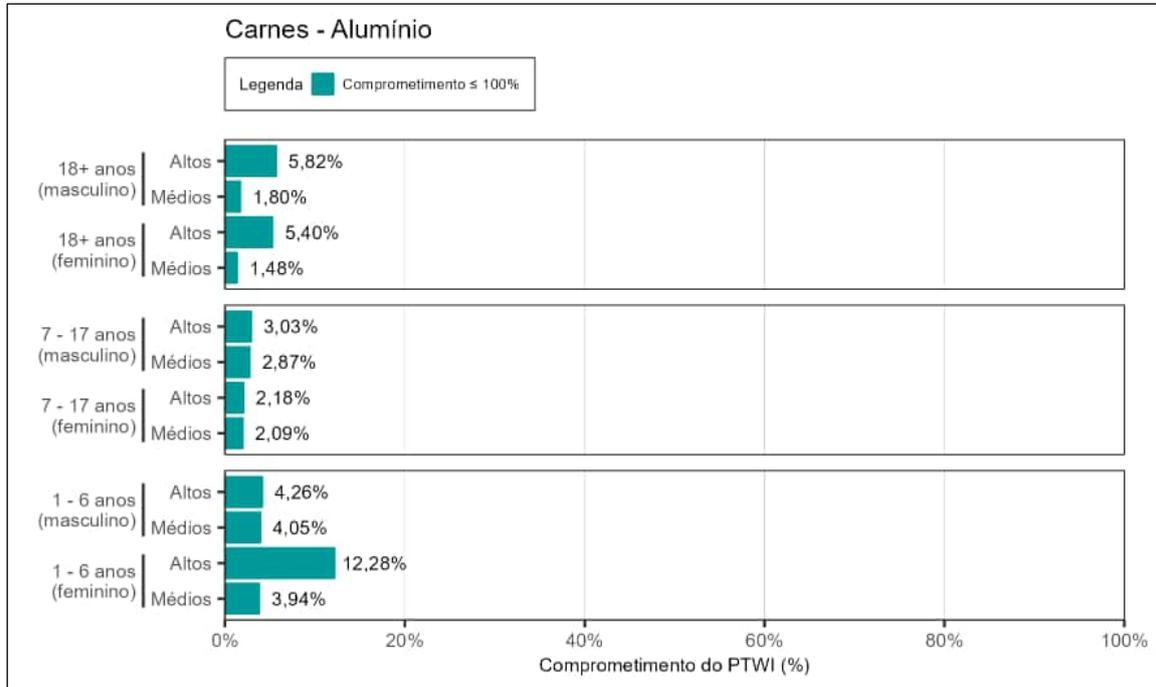


Figura 290. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

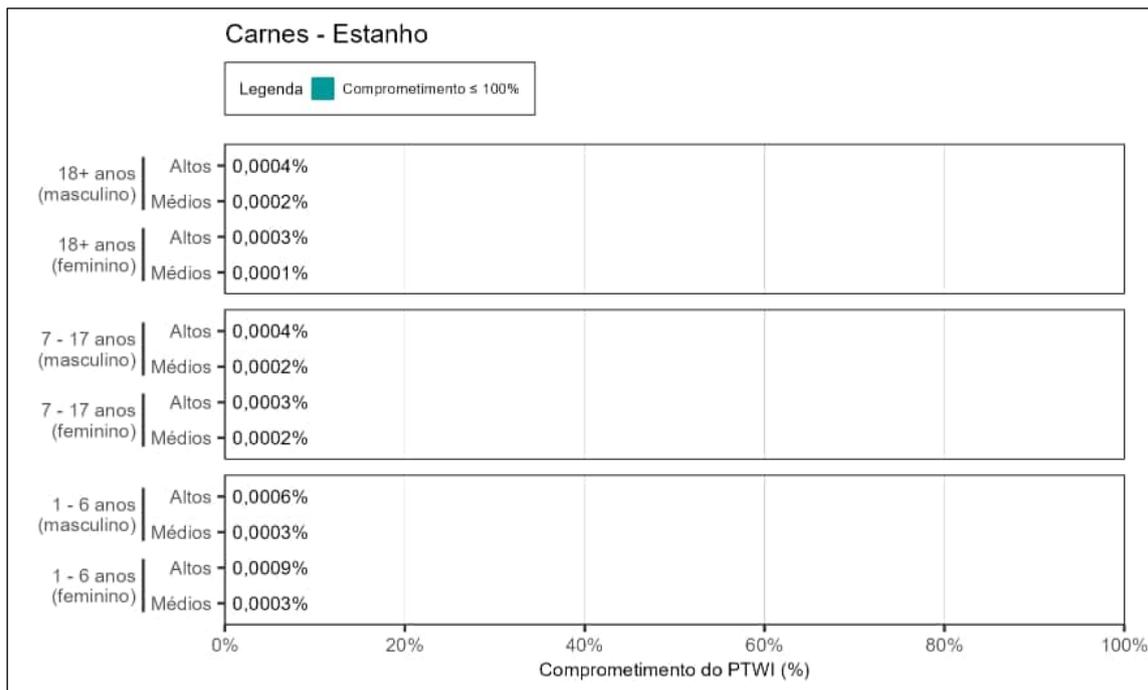


Figura 291. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

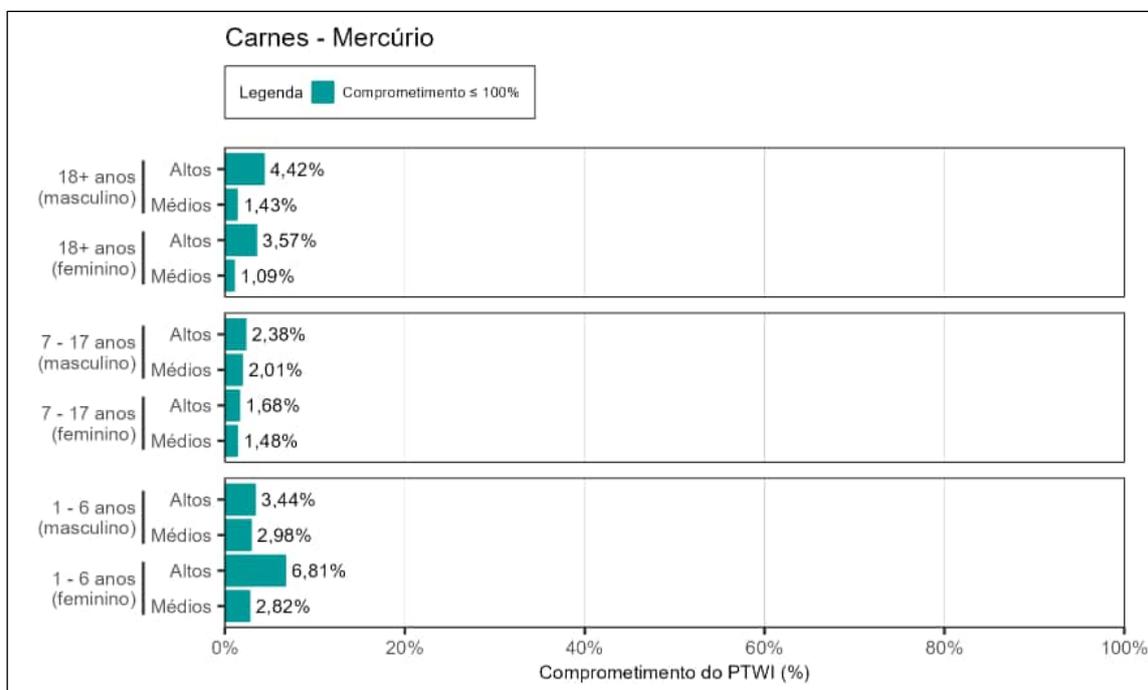


Figura 292. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

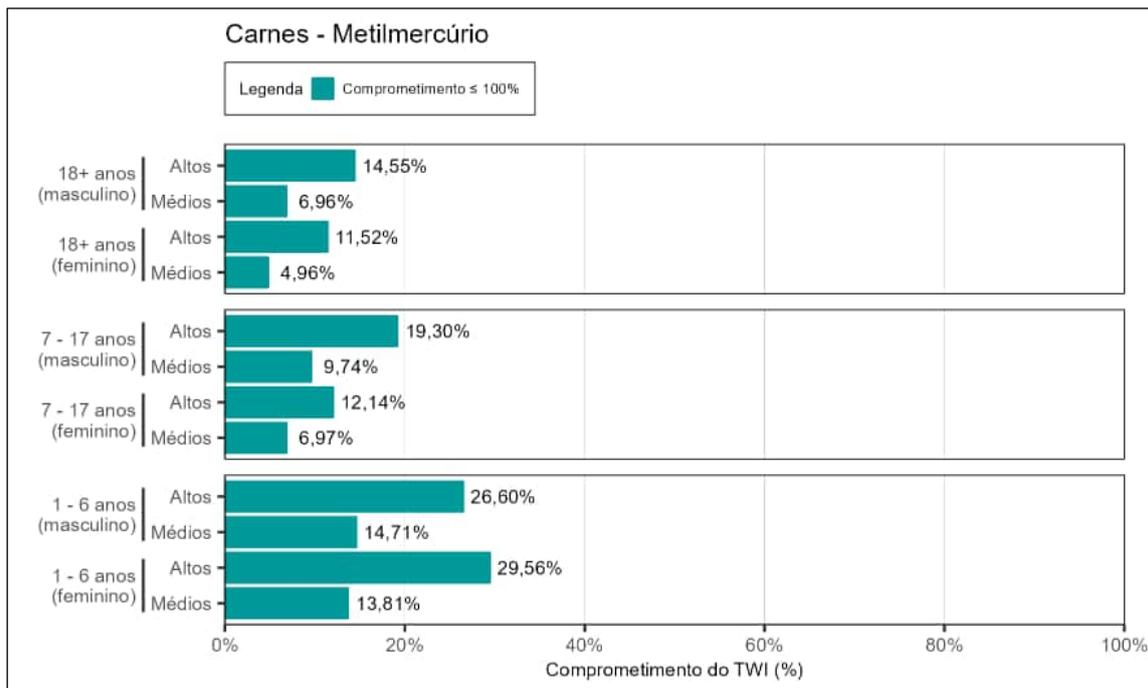


Figura 293. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (TWI) para metilmercúrio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas alumínio, estanho, mercúrio e metilmercúrio presente em carnes, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 290 a Figura 293).

6.2.2.10 Vísceras

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias químicas não essenciais alumínio, estanho e mercúrio avaliadas em vísceras, em termos da dose semanal de ingestão, estão apresentados nas figuras a seguir (Figura 294 a Figura 296), considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

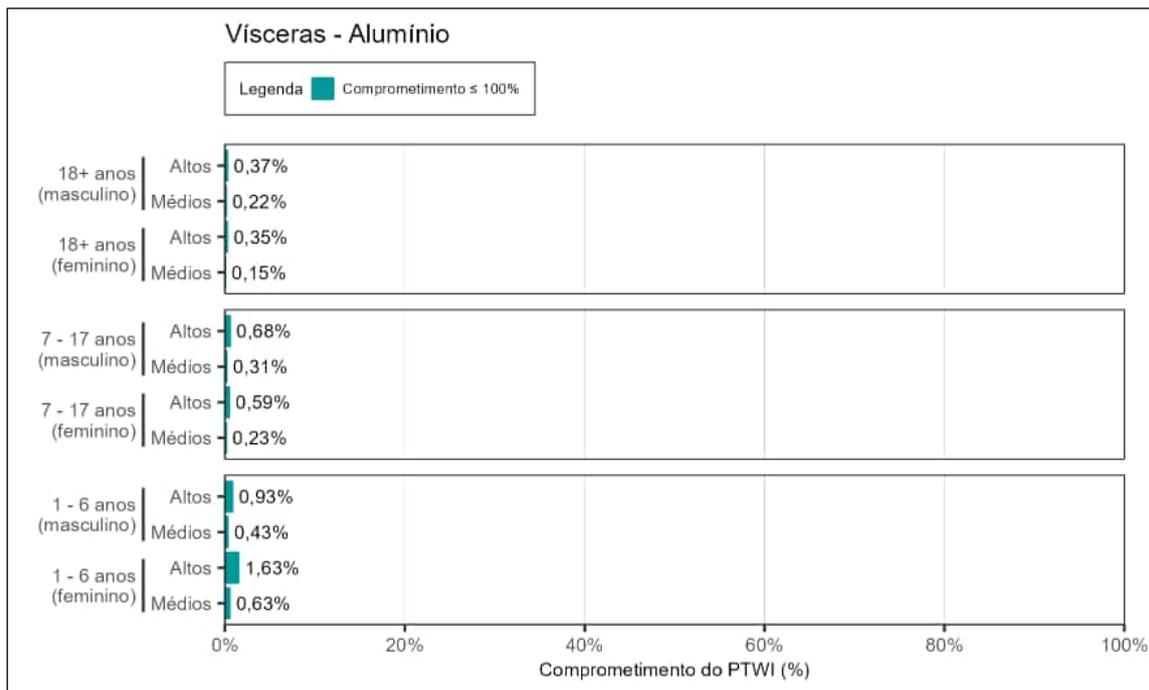


Figura 294. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para alumínio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

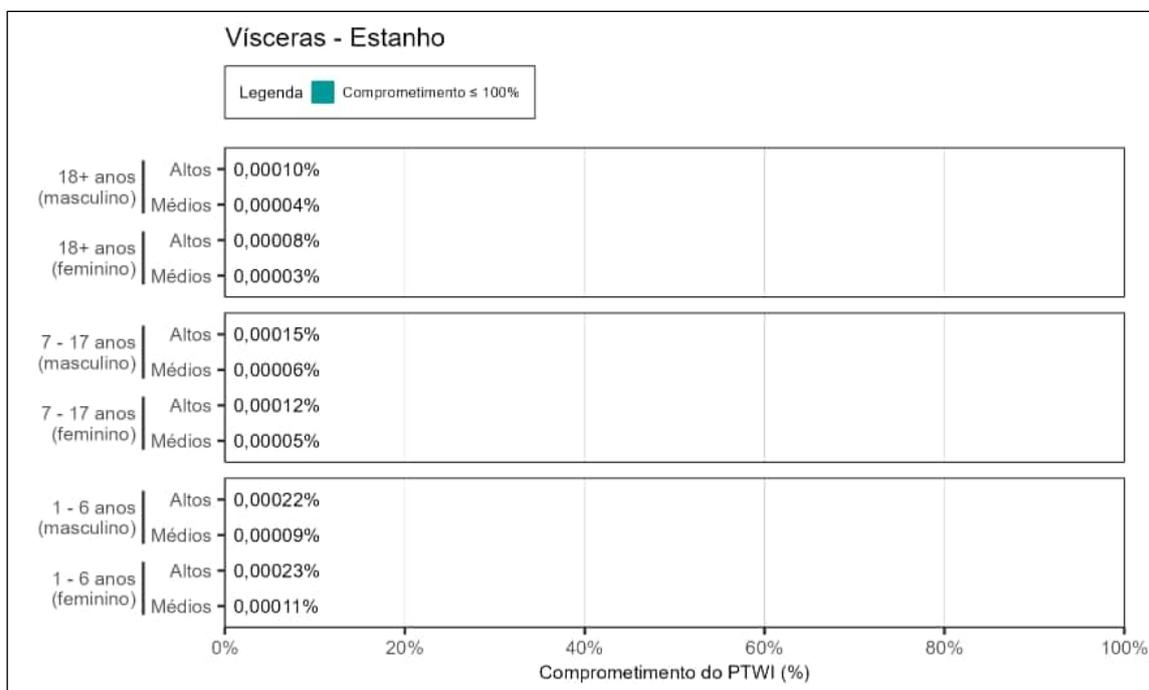


Figura 295. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para estanho em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

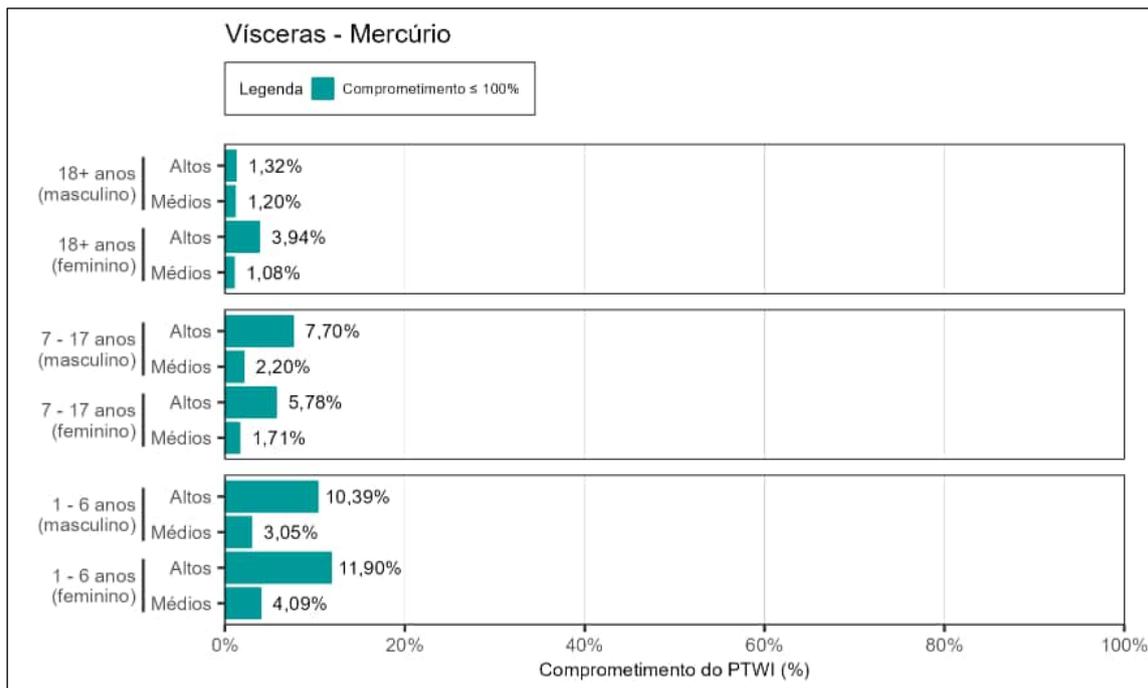


Figura 296. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose semanal de ingestão (PTWI) para mercúrio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que não há extrapolação do valor de segurança para as substâncias químicas alumínio, estanho e mercúrio presentes nas vísceras, considerando todas as faixas etárias, sexo e grupos de consumidores avaliados (Figura 294 a Figura 296).

6.2.3 Comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão

Os resultados do comprometimento dos valores de segurança baseados em saúde para as substâncias não essenciais, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados por grupo de alimentos do item 6.2.3.1 ao item 6.2.3.10.

A dose mensal de ingestão se refere à quantidade de uma substância química que pode ser ingerida mensalmente, durante toda a vida, sem que ocorram efeitos adversos (conforme descrito na Tabela 10, item 3.2).

Conforme apontado no item 6.2.2 esse parâmetro é aplicado a substâncias que tem a propriedade de bioacumulação. No trabalho de perícia, este parâmetro foi utilizado para a avaliação do cádmio.

A equipe de perícia ressalta que a bioacumulação é um importante parâmetro para avaliação de toxicidade e/ou segurança, porém não é o único parâmetro a ser observado.

O percentual do comprometimento do valor de segurança aplicado ao cádmio (PTMI) foi calculado a partir da razão entre os valores obtidos para a exposição (Anexo 8) e o respectivo valor de segurança (Tabela 11), multiplicado por 100.

6.2.3.1 Frutas

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em frutas, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 297, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

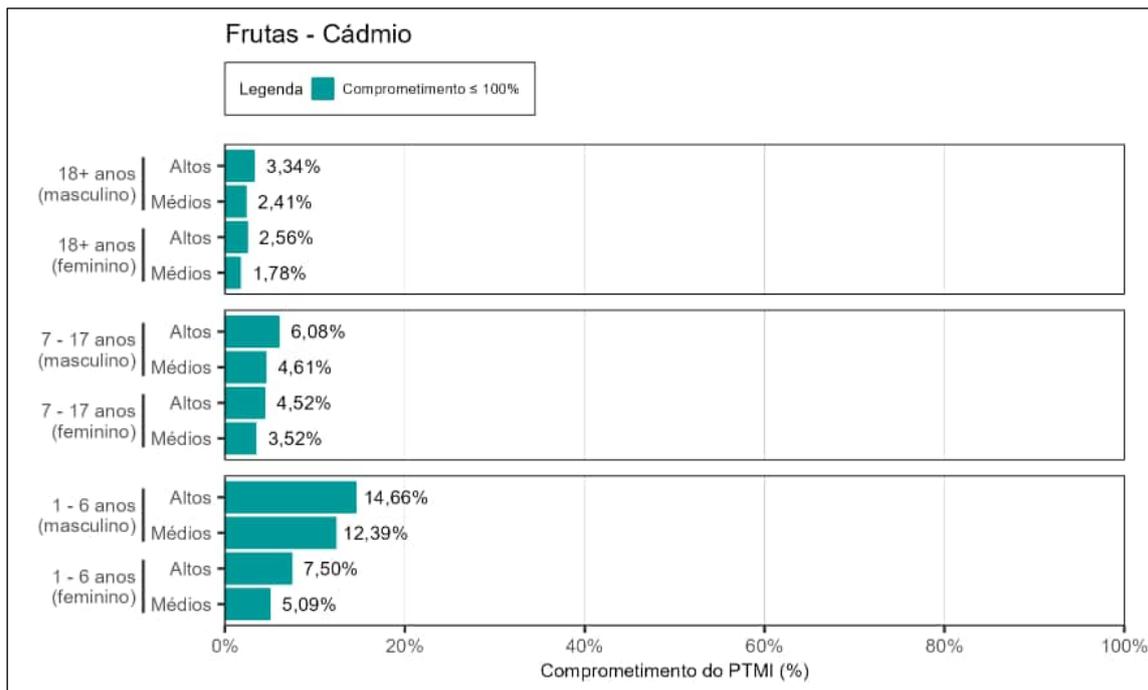


Figura 297. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 297, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nas frutas, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.2 Legumes

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em legumes, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 298, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

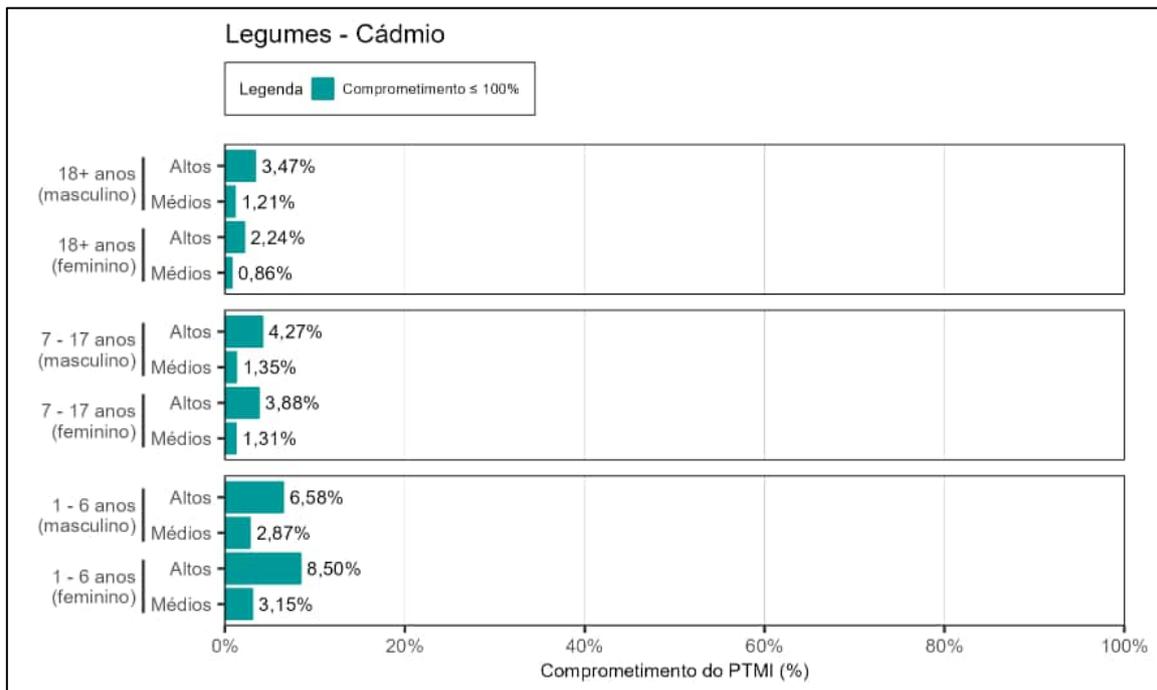


Figura 298. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 298, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nos legumes, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.3 Raízes e tubérculos

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em raízes e tubérculos, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 299, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

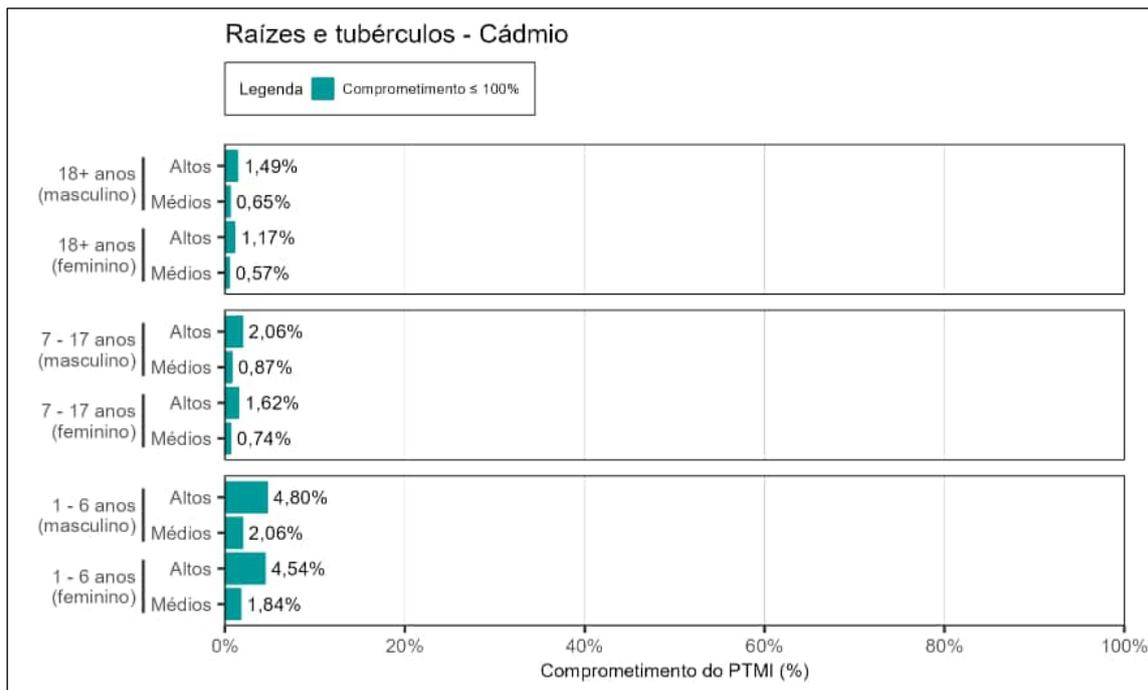


Figura 299. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 299, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nas raízes e tubérculos, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.4 Verduras

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em verduras, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 300, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

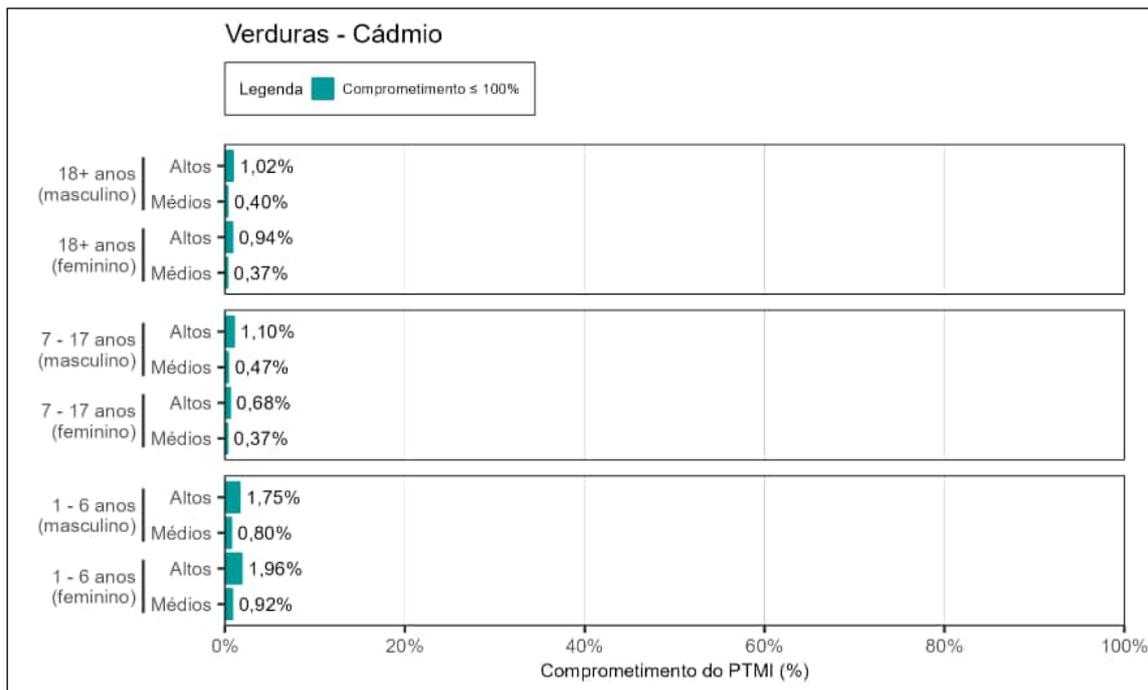


Figura 300. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 300, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nas verduras, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.5 Grãos

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em grãos, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 301, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

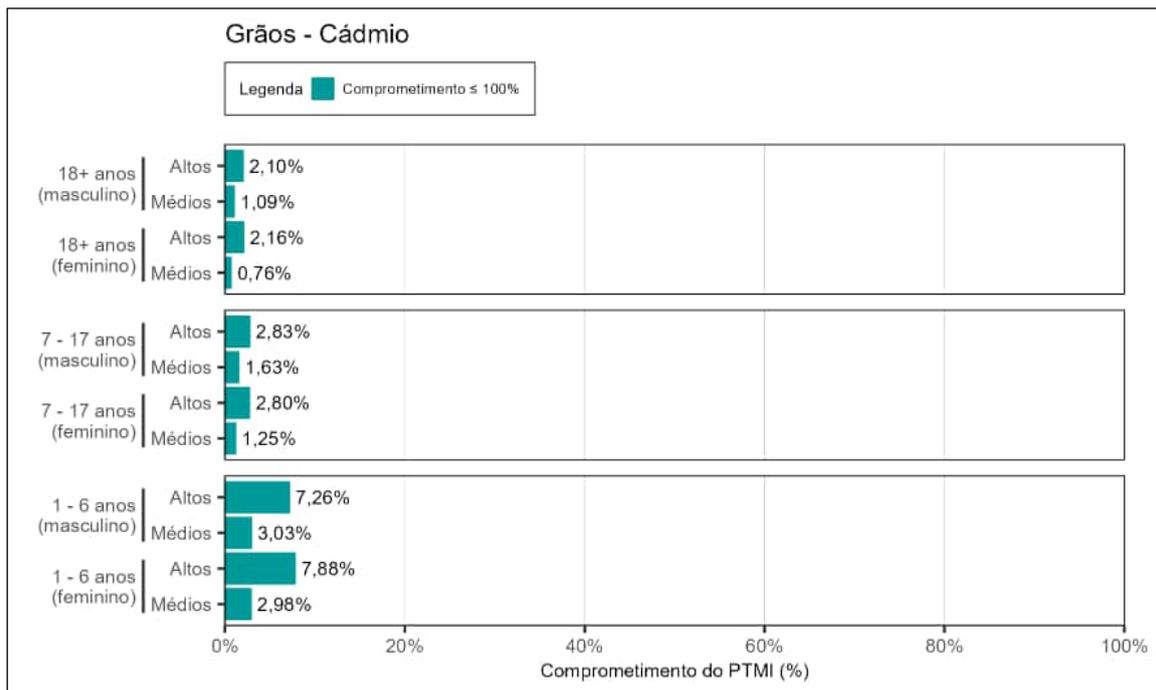


Figura 301. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 301, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nos grãos, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.6 Leite

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em leite, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 302, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

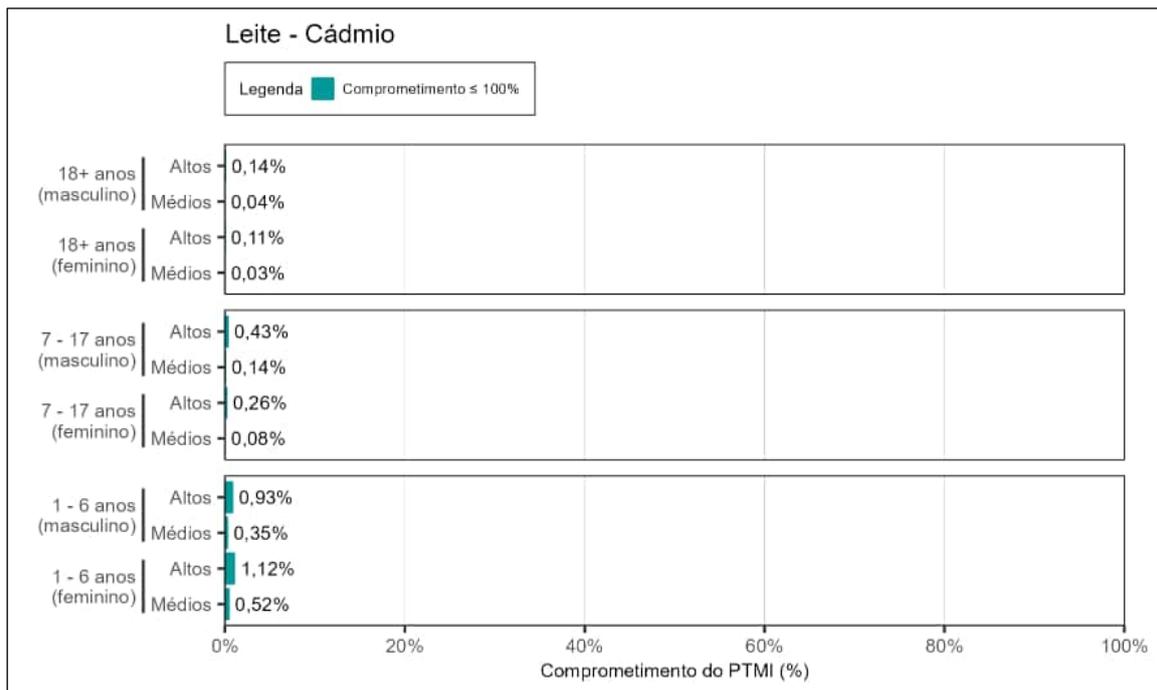


Figura 302. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 302, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente no leite, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.7 Mel

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em mel, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 303, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

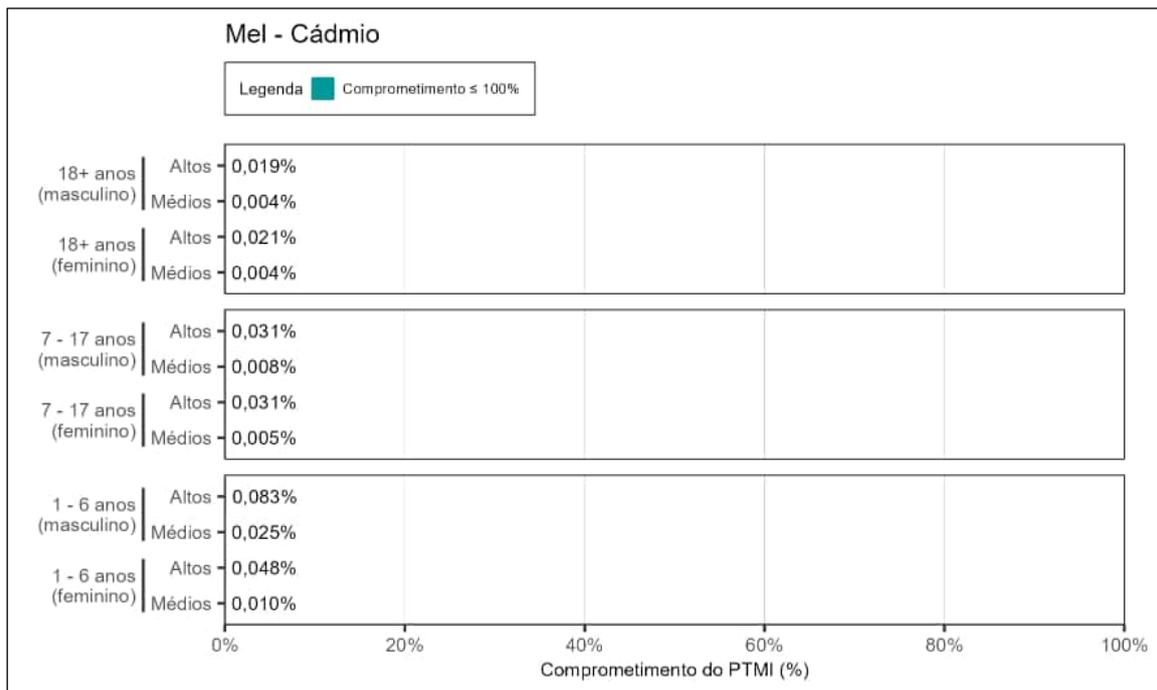


Figura 303. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado acima na Figura 303, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente no mel, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.8 Ovo

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em ovo, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 304, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

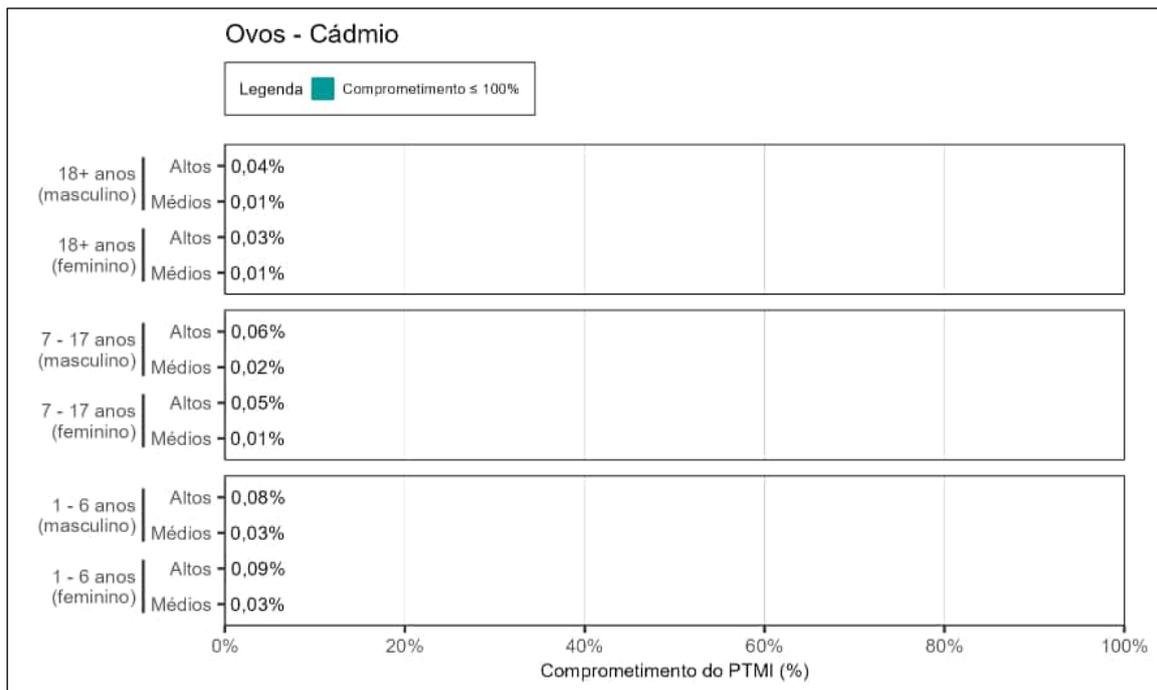


Figura 304. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e \geq 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado na Figura 304, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nos ovos, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.9 Carnes

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em carnes, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 305, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

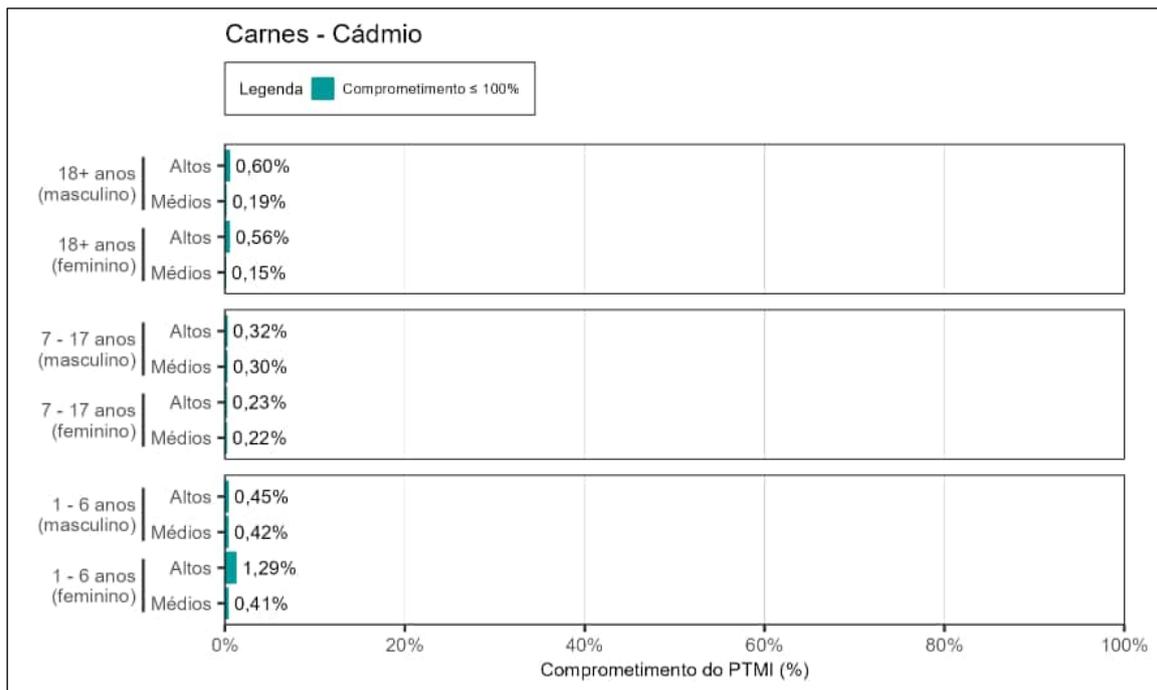


Figura 305. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e \geq 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado acima na Figura 305, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nas carnes, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.3.10 Vísceras

Os resultados do comprometimento do valor de segurança baseado em saúde para o cádmio em vísceras, em termos da dose mensal de ingestão, estão apresentados na Figura 306, considerando os diferentes cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

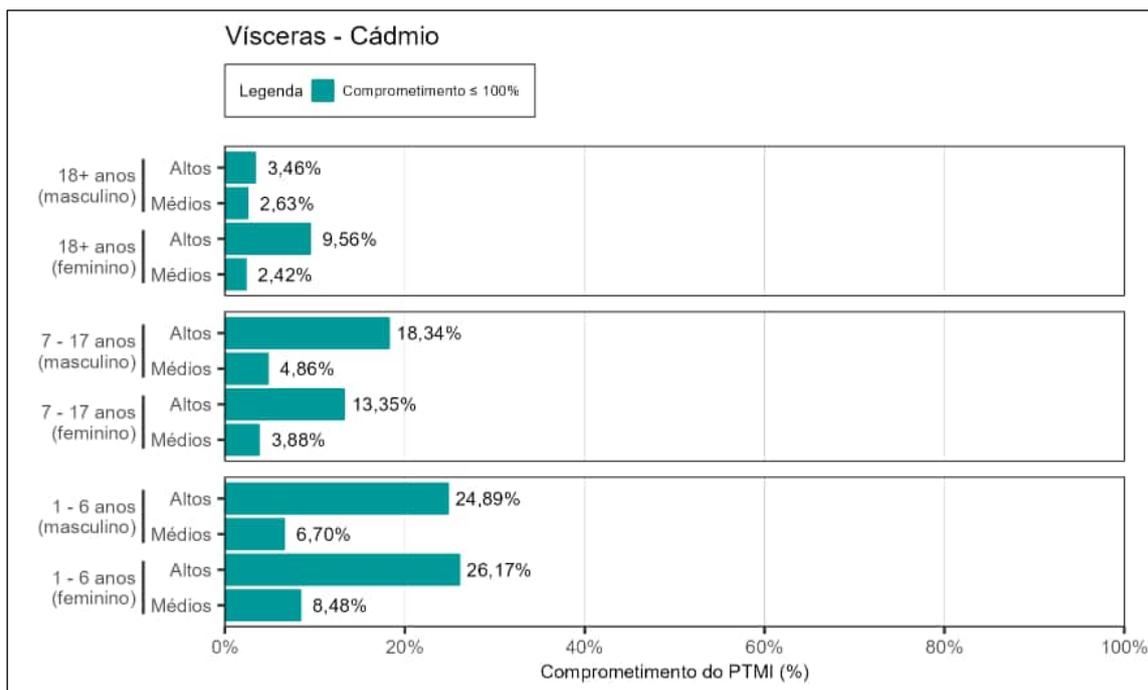


Figura 306. Estimativa do comprometimento do valor de orientação baseado em saúde em termos da dose mensal de ingestão (PTMI) para cádmio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia informa que, conforme apresentado acima na Figura 306, não há extrapolação do valor de segurança para o cádmio presente nas vísceras, considerando ambos os sexos, todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

6.2.4 Margem de exposição (MOE)

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE) estão apresentados a seguir.

O MOE foi obtido a partir das equações apresentadas na Tabela 20 e Tabela 21, apresentadas no item 3.4 deste documento. Para isso, a equipe de perícia utilizou os valores de *endpoint* crítico (Tabela 11, Tabela 16 e Tabela 19) e da quantificação da exposição (Anexo 8). Conforme apresentado na Tabela 20 e Tabela 21, o MOE possui diferentes interpretações a depender da agência que gerou a informação, o tipo de estudo (modelos animais ou humanos) que deu origem ao *endpoint* crítico, bem como se o efeito crítico é considerado carcinogênico ou não carcinogênico.

As substâncias químicas avaliadas pela abordagem de Margem de Exposição (MOE) foram: chumbo, titânio, arsênio inorgânico (III e V) e cromo inorgânico (VI). A forma como os dados foram avaliados, para cada uma das substâncias químicas, está apresentada a seguir.

• Chumbo

Para a avaliação do chumbo, a equipe de perícia utilizou três *endpoint* referentes aos efeitos críticos de neurotoxicidade (aplicado somente para crianças de 1 a 6 anos), nefrotoxicidade e efeitos cardiovasculares (aplicado somente para as faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos) gerados a partir de dados observados em humanos. A razão (MOE) entre o valor de cada *endpoint* (Tabela 11) e a exposição (Anexo 8) resulta em um valor absoluto.

Independentemente do efeito crítico observado, para a interpretação da avaliação do chumbo pela margem de exposição, de acordo com o Comitê de Toxicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COT, 2016), o Comitê de Carcinogenicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COC, 2012) e a ANVISA (Nota técnica ANVISA nº 8/2018 – ID 216340362 e Nota técnica ANVISA nº 95/2016 – ID 216340361), o risco é considerado desprezível quando MOE resulta em um valor maior do que 10 (> 10), muito baixo quando o resultado de MOE fica entre 1 – 10, e o risco não pode ser excluído quando MOE é menor do que 1 (< 1).

A equipe de perícia salienta que o efeito crítico de neurotoxicidade foi avaliado apenas para crianças de 1 a 6 anos, porque até os cinco anos de idade o sistema nervoso central ainda está em fase crítica de formação.

• Titânio

O *endpoint* crítico (NOAEL) utilizado para avaliação pela margem de exposição (MOE) do titânio foi oriundo de modelos animais, o qual foi extrapolado para humanos, permitindo a avaliação do efeito carcinogênico.

Para que o efeito carcinogênico fosse considerado ao se aplicar fatores de segurança, o NOAEL (1.500 mg/kg p.c. dia) foi dividido por 10 (extrapolação de modelos animais para humanos), e dividido novamente por 5 para considerar os efeitos carcinogênicos. Desta forma, conforme a classificação empregada pelo Ministério do Meio Ambiente do governo do Japão (2021), se MOE < 100 indica que há risco potencial, e se MOE > 1.000 considera-se que existe baixa preocupação à saúde pública.

Para resultados entre 100 e 1.000, nenhuma ação adicional se faz necessária uma vez que, embora não seja possível caracterizar o risco, há pouca necessidade de ações e tampouco há necessidade de coletar mais informações, à luz dos conhecimentos atuais (*Ministry of the Environment Government of Japan, 2021*).

A equipe de perícia destaca que a avaliação do titânio se encontra, atualmente, em revisão por parte da JECFA, uma vez que as formas químicas adotadas por esta substância no meio ambiente não são totalmente compreendidas.

A ANVISA, levando em consideração as ambiguidades entre estudos de agências regulamentadoras internacionais e as publicações científicas, suspendeu desde 2021 novas autorizações para o uso de dióxido de titânio (especificamente) em alimentos, mantendo apenas aquelas que já estavam vigentes. Dessa forma, a ANVISA aguarda o resultado da última avaliação que está sendo conduzida pela JECFA e segue monitorando os achados científicos mais recentes. O MERCOSUL se posicionou da mesma forma que a agência brasileira (ANVISA, 2023b).

• Arsênio inorgânico (III + V)

Para a avaliação do arsênio inorgânico (somatório das especiações 3 e 5), a equipe de perícia utilizou um *endpoint* referente ao efeito crítico de carcinogenicidade, obtido a partir de pesquisas com humanos. A razão entre o valor do *endpoint* (Tabela 16) e a exposição (Anexo 8) resulta em um valor absoluto (MOE).

De acordo com o Comitê de Toxicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COT, 2016), o Comitê de Carcinogenicidade de Produtos Químicos em Alimentos, Produtos de Consumo e Meio Ambiente (COC, 2012) e a ANVISA (Nota técnica ANVISA nº 8/2018 – ID 216340362 e Nota técnica ANVISA nº 95/2016 – ID 216340361), o risco é considerado desprezível quando MOE resulta em um valor maior do que 10 (> 10), muito baixo quando o resultado de MOE fica entre 1 – 10, e o risco não pode ser excluído quando MOE é menor do que 1 (< 1).

• Cromo inorgânico (VI)

Para a avaliação do cromo inorgânico (VI), a equipe de perícia utilizou os *endpoint* críticos de carcinogenicidade e genotoxicidade, e não-carcinogenicidade e não-genotoxicidade gerados a partir de estudos em animais. A razão (MOE) entre o valor de cada *endpoint* (Tabela 16) e a exposição (Anexo 8) resulta em um valor absoluto.

Para os efeitos carcinogênicos e genotóxicos, a equipe de perícia utilizou a seguinte interpretação pela margem de exposição (MOE): se $MOE > 10.000$, indica baixa preocupação à saúde pública; se $MOE \leq 10.000$, sugere que há risco. Para os efeitos não carcinogênicos e não genotóxicos, de acordo com a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA, 2014), é considerada a seguinte interpretação: se $MOE < 100$, o risco não pode ser excluído e se $MOE > 100$, indica baixa preocupação à saúde.

Ao avaliar os resultados de MOE para o efeito carcinogênico do cromo VI deve-se considerar que foram calculados usando o BMDL10 para a incidência combinada de adenomas e carcinomas no intestino delgado de camundongos. Devido à falta de dados *in vivo* sobre a capacidade e taxa de redução de cromo VI no trato gastrointestinal de roedores e humanos, há uma incerteza significativa associada ao uso de dados tumorais em camundongos para estimar o risco em doses de cromo VI relevante para a exposição humana (EFSA, 2014).

6.2.4.1 Frutas

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo frutas, estão apresentados a seguir.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não foram encontrados indícios da presença de arsênio III + V e cromo VI em frutas, ou seja, não houve detecção dessa substância nas amostras de frutas analisadas. Portanto, não foram apresentados dados de exposição e avaliação de segurança para essas substâncias para o grupo frutas.

6.2.4.1.1 Chumbo

A Figura 307 e a Figura 308 apresentam os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças (1 – 6 anos), de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

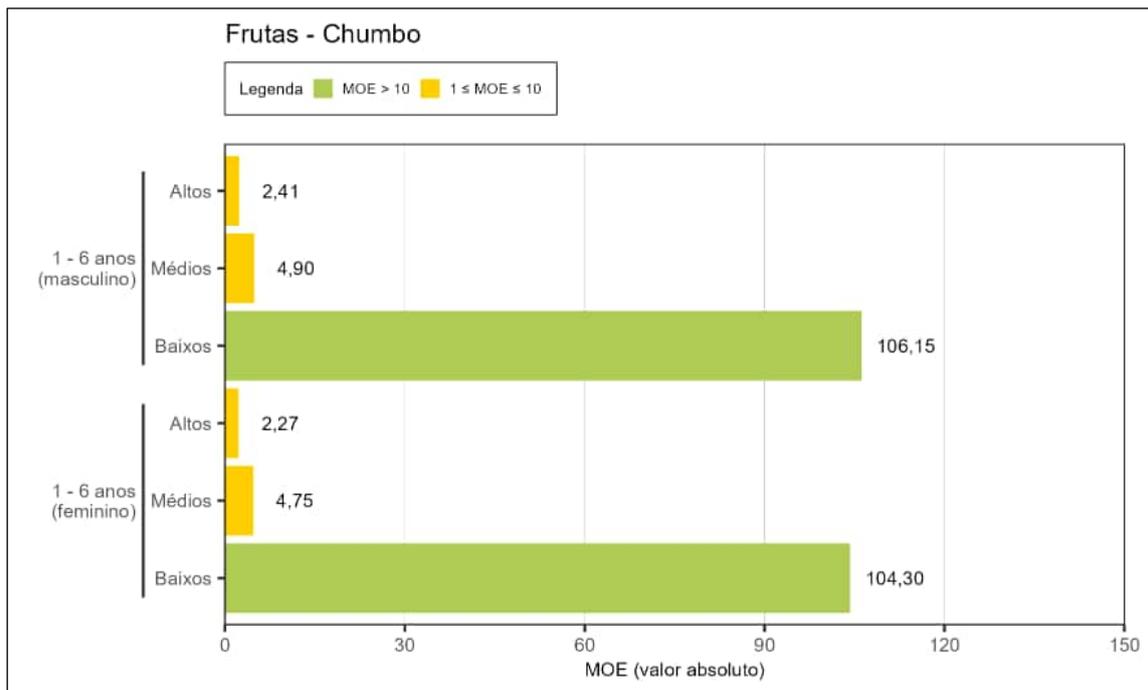


Figura 307. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em frutas para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e os baixos consumidores de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

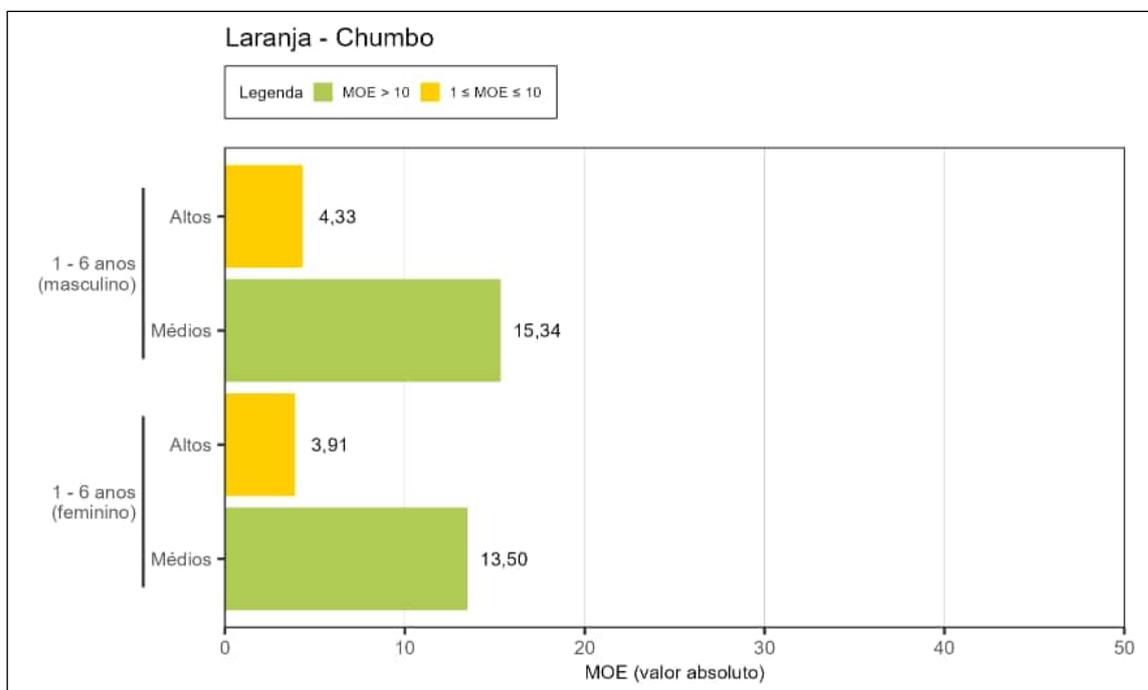


Figura 308. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em laranja para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 2,41 e 2,27, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível (Figura 307).

Para os consumidores dos valores médios, para o grupo frutas, os valores de MOE foram de 4,90 e 4,75 para meninos e meninas (1 a 6 anos), respectivamente, indicando um risco muito baixo também para esse grupo de consumidores (Figura 307).

Para os baixos consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10 para a faixa etária avaliada (1 a 6 anos), de ambos os sexos, indicando que o risco foi considerado desprezível para esse grupo de consumidores (Figura 307).

A equipe de perícia ressalta que a laranja foi o único alimento do grupo frutas que, individualmente, apresentou preocupação em relação ao seu consumo. Os valores de MOE observados, para altos consumidores meninos e meninas de 1 a 6 anos, foram de 4,33 e 3,91, respectivamente, o que indica um risco muito baixo mesmo quando esta fruta é avaliada individualmente. Para os consumidores dos valores médios, os valores de MOE obtidos para a laranja, para meninos e meninas de 1 a 6 anos, foram de 15,34 e 13,50, respectivamente, indicando que o risco foi considerado desprezível quando este alimento foi avaliado individualmente (Figura 308).

A Figura 309 apresenta os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

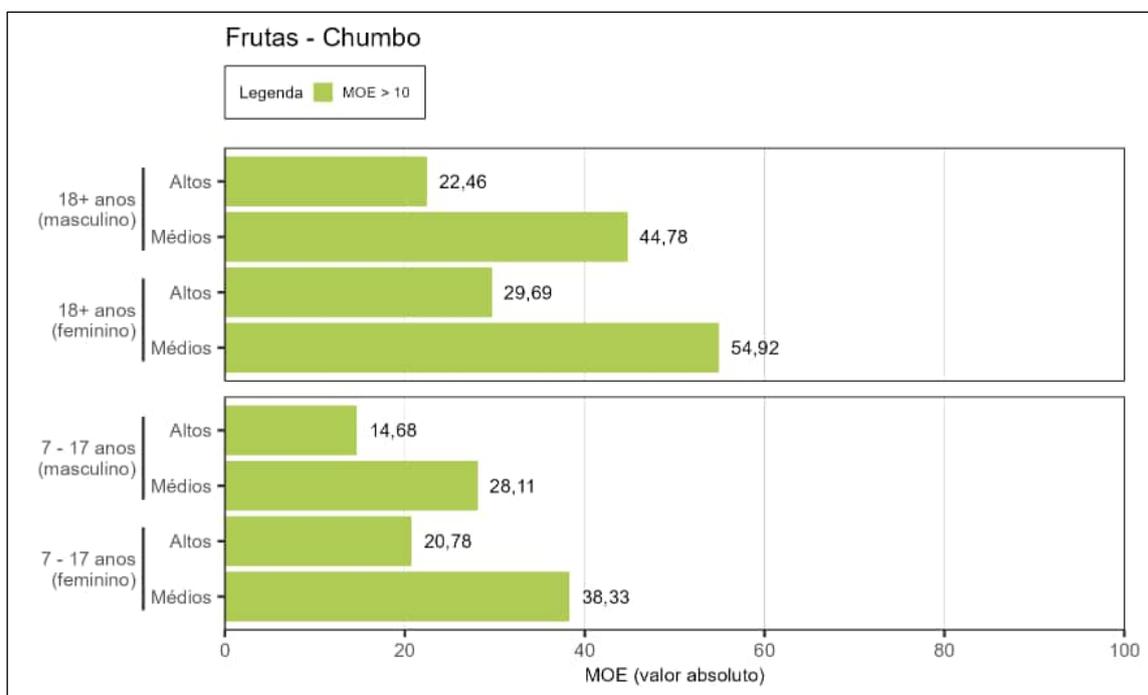


Figura 309. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias avaliadas para os efeitos cardiovasculares decorrentes da ingestão de chumbo, de ambos os sexos, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10.

A Figura 310 apresenta os resultados de MOE para os efeitos de nefrotoxicidade, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

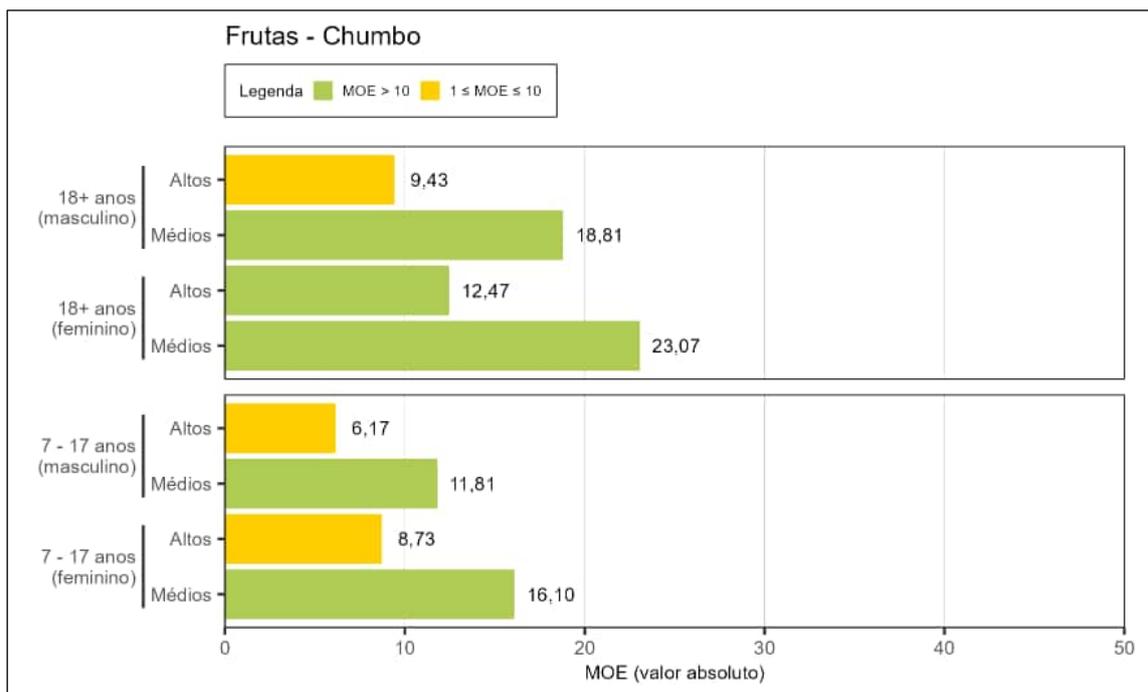


Figura 310. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores do sexo masculino, de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, os valores de MOE foram de 6,17 e 9,43, respectivamente, enquanto para os altos consumidores do sexo feminino, de 7 a 17 anos, os valores de MOE foram de 8,73. Os valores observados indicam um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível. Para altos consumidores maiores de 18 anos do sexo feminino o valor de MOE foi superior a 10, indicando que o risco foi considerado desprezível para esse grupo de consumidores.

Para os consumidores dos valores médios o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias avaliadas para o efeito de nefrotoxicidade decorrente da ingestão de chumbo, de ambos os sexos, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10.

6.2.4.1.2 Titânio

A Figura 311 apresenta os resultados de MOE para o titânio, para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

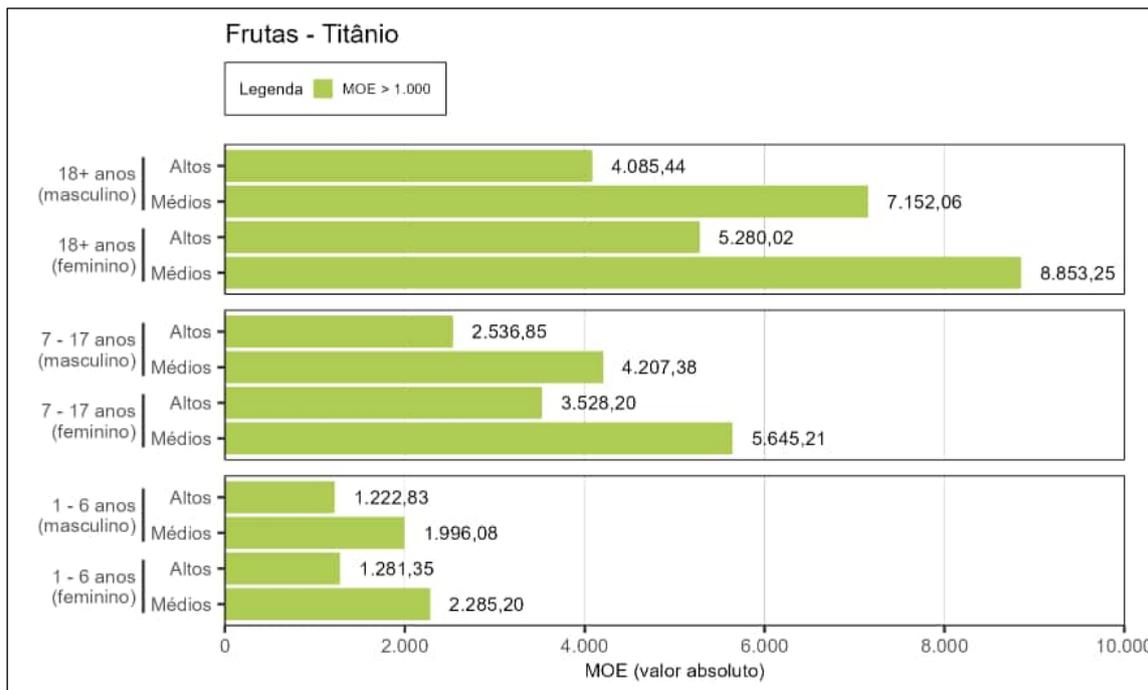


Figura 311. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1.000 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados (Figura 311), o que indica baixa preocupação para o consumo de frutas em relação a esta substância química.

6.2.4.2 Legumes

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo legumes, estão apresentados a seguir.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não foram encontrados indícios da presença de arsênio III + V e cromo VI em legumes, ou seja, não houve detecção dessas substâncias nas amostras de legumes analisadas. Portanto, não foram apresentados dados de exposição e avaliação de segurança referentes a essas substâncias químicas para o grupo legumes.

6.2.4.2.1 Chumbo

A Figura 312 apresenta os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças, de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

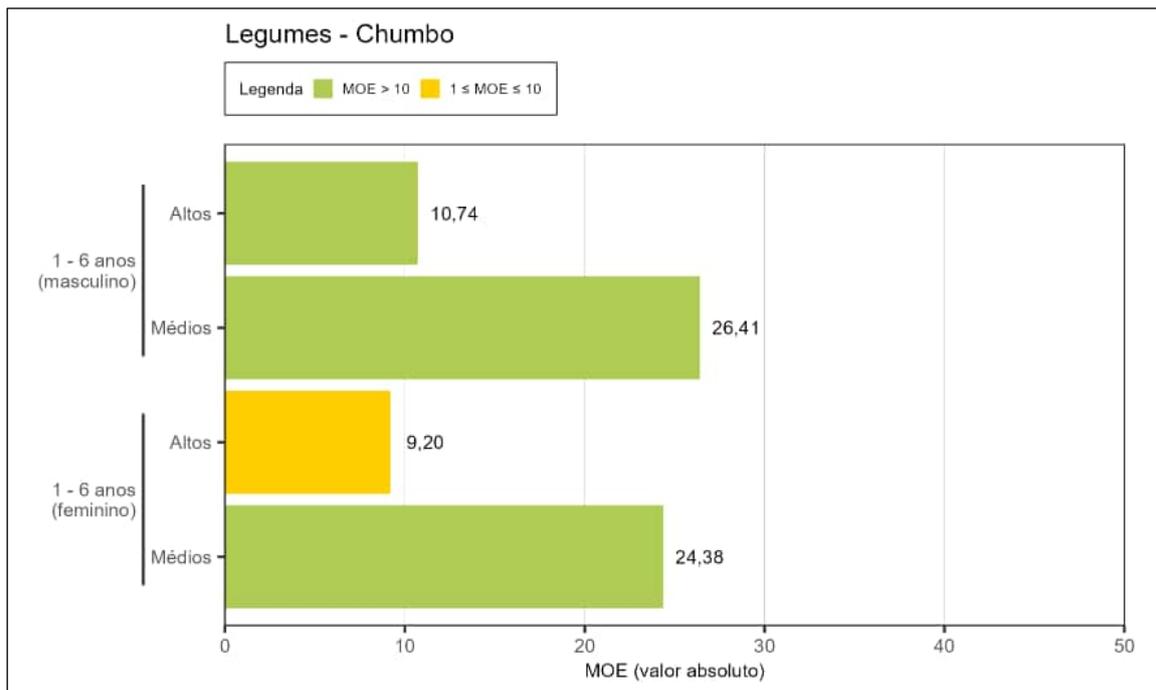


Figura 312. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para altos consumidores meninas, de 1 a 6 anos, o valor de MOE foi de 9,20. Este valor observado indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível. Para meninas, de 1 a 6 anos, o valor de MOE foi de 10,74.

Para os consumidores dos valores médios do grupo legumes, o risco foi considerado desprezível para a faixa etária (1 a 6 anos) e sexos avaliados, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10.

A Figura 313 e Figura 314 apresentam os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares e efeitos de nefrotoxicidade, respectivamente, para os grupos de consumidores, faixas etárias (7 a 17 anos e ≥ 18 anos) e sexos avaliados.

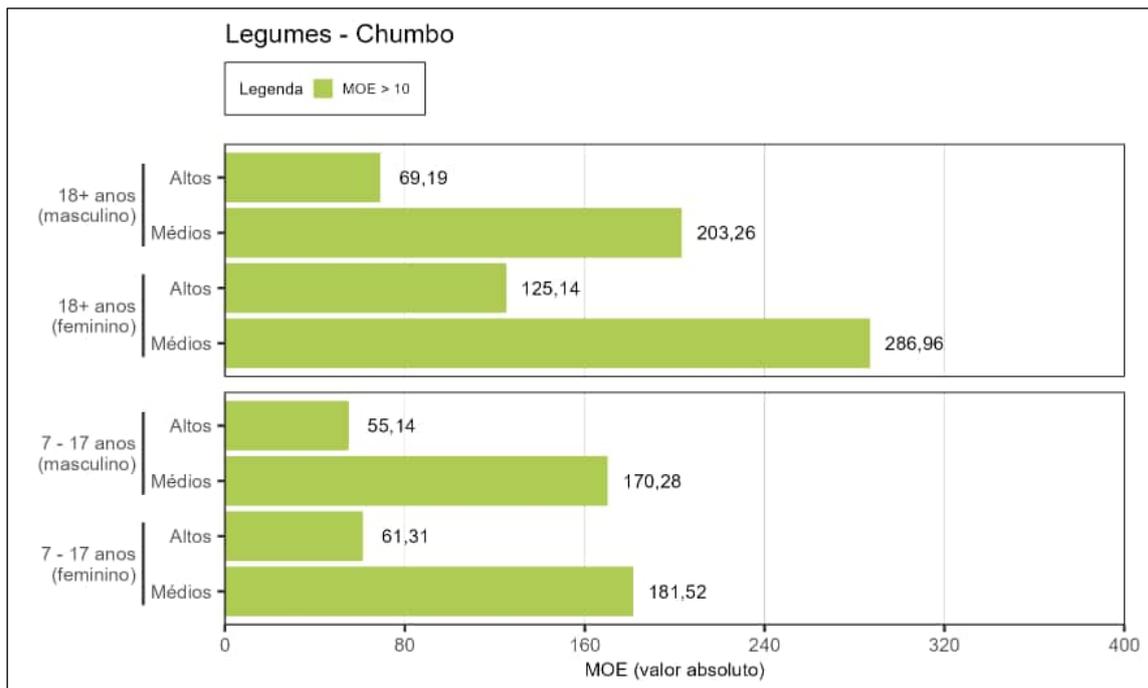


Figura 313. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

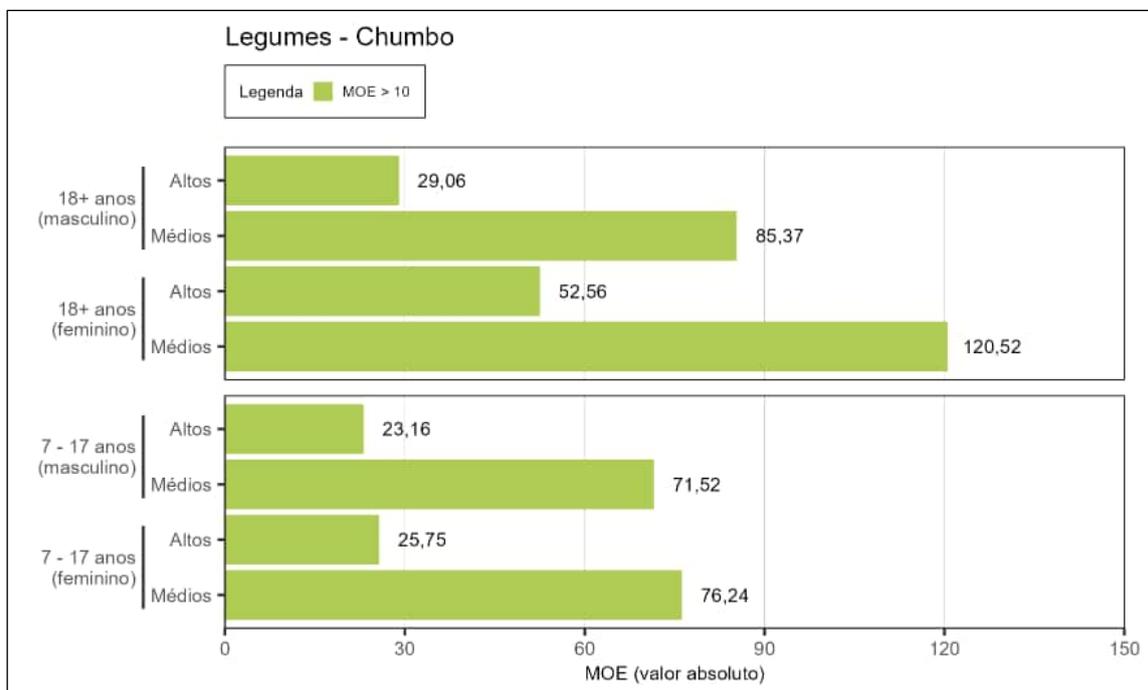


Figura 314. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de nefrototoxicidade) em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

A equipe de perícia concluiu que o risco pôde ser considerado desprezível para as faixas etárias, sexos e endpoints toxicológicos avaliados, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10 para os altos consumidores de legumes em relação à nefrototoxicidade (para a população de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos) e efeitos cardiovasculares (para a população de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos) para ambos os sexos avaliados.

6.2.4.2.2 Titânio

A Figura 315 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

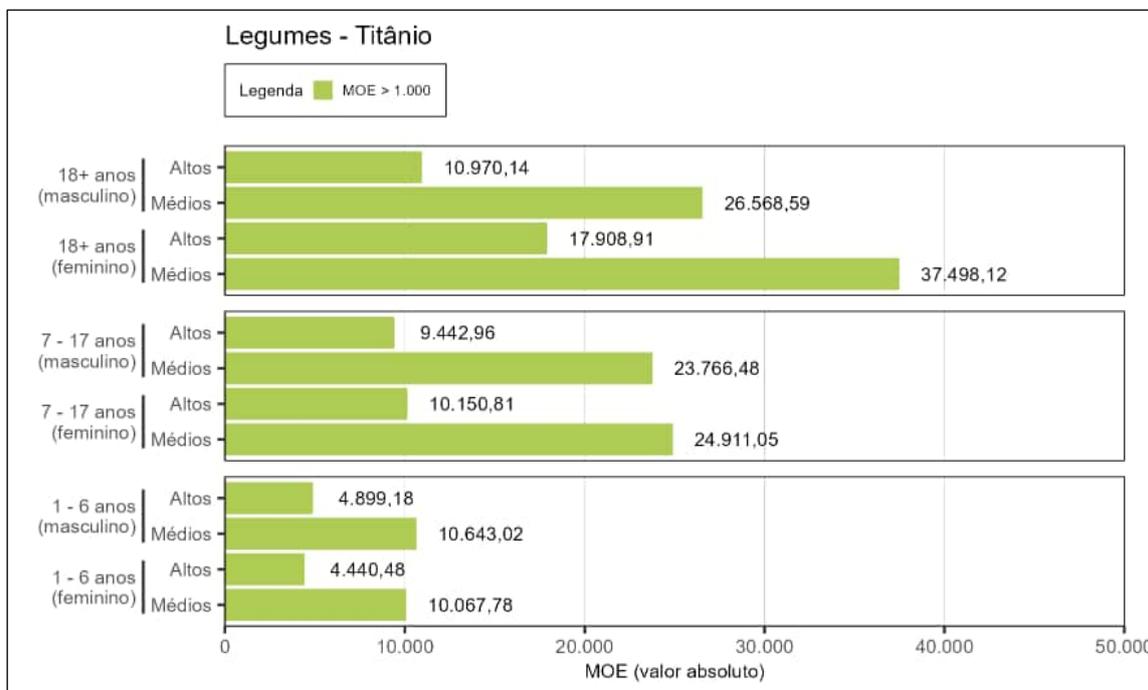


Figura 315. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1.000 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados (Figura 315), o que indica baixa preocupação para o consumo de legumes.

6.2.4.3 Raízes e tubérculos

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo raízes e tubérculos, estão apresentados a seguir.

6.2.4.3.1 Chumbo

A Figura 316 e a Figura 317 apresentam os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças, de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

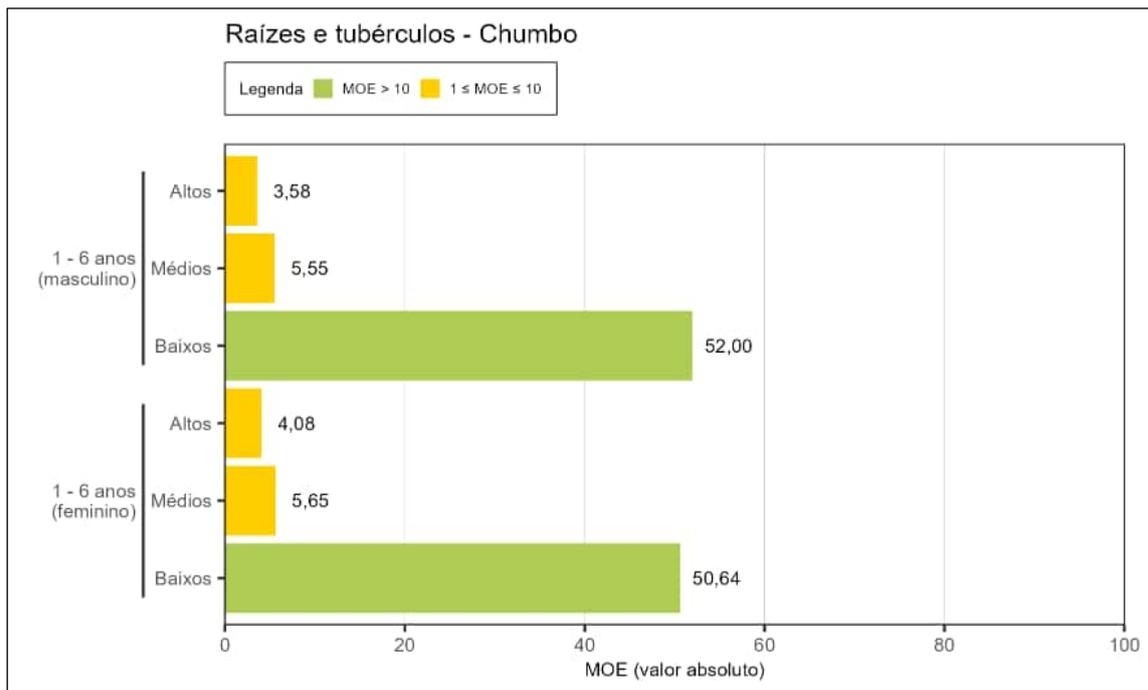


Figura 316. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

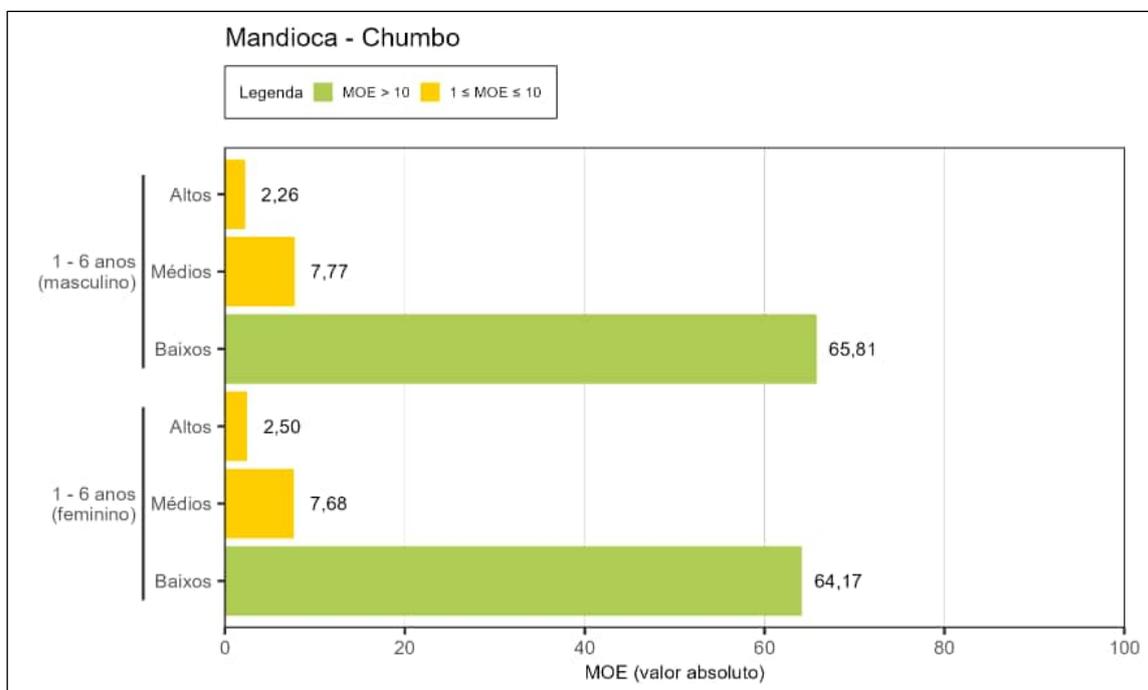


Figura 317. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em mandioca para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores, meninos e meninas de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 3,58 e 4,08, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível (Figura 316).

Para os consumidores dos valores médios, para o grupo raízes e tubérculos, os valores de MOE para meninos e meninas foram de 5,55 e 5,65, respectivamente, indicando um risco muito baixo também para esse grupo de consumidores (Figura 316).

Para os baixos consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10 para a faixa etária avaliada (1 – 6 anos), de ambos os sexos. Dessa forma, o risco foi considerado desprezível para esse grupo de consumidores (Figura 316).

A equipe de perícia ressalta que a mandioca foi o alimento do grupo raízes e tubérculos que, individualmente, apresentou preocupação em relação ao chumbo considerando os efeitos de neurotoxicidade. Os valores observados para os altos consumidores, meninos e meninas de 1 a 6 anos, foram de 2,26 e 2,50, respectivamente. Para os consumidores dos valores médios, o valor de MOE obtido para a mandioca, para meninos e meninas de 1 a 6 anos foi de 7,77 e 7,68, respectivamente, indicando risco muito baixo mesmo quando este alimento é avaliado individualmente do grupo (Figura 317).

A Figura 318 e a Figura 319 apresentam os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

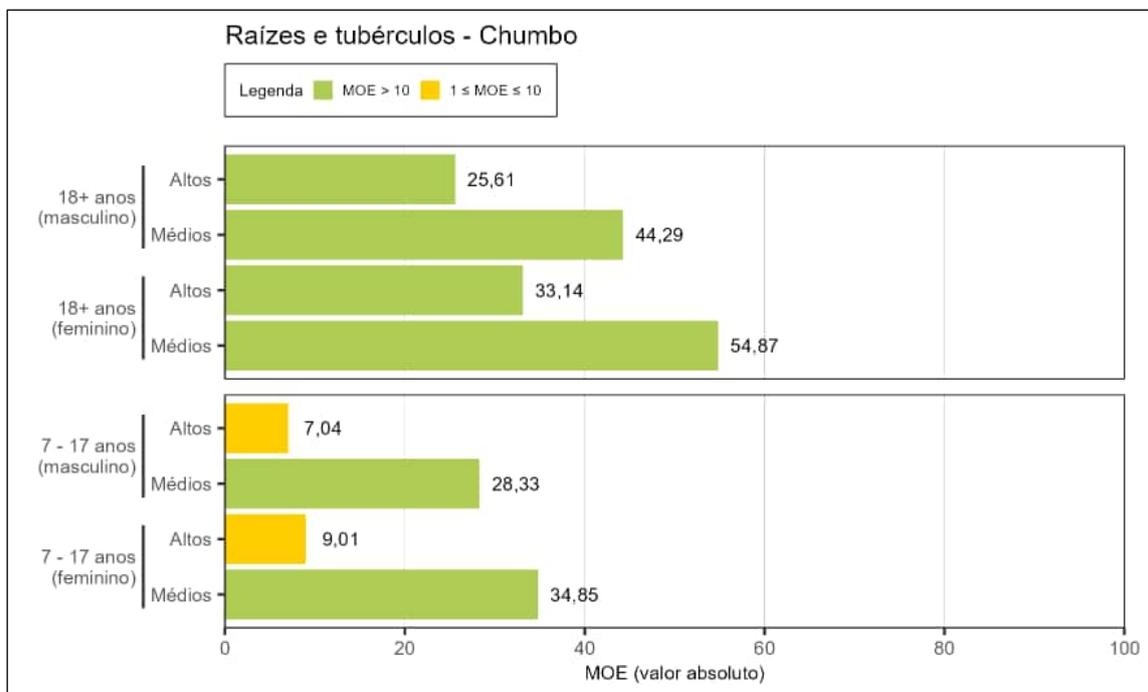


Figura 318. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

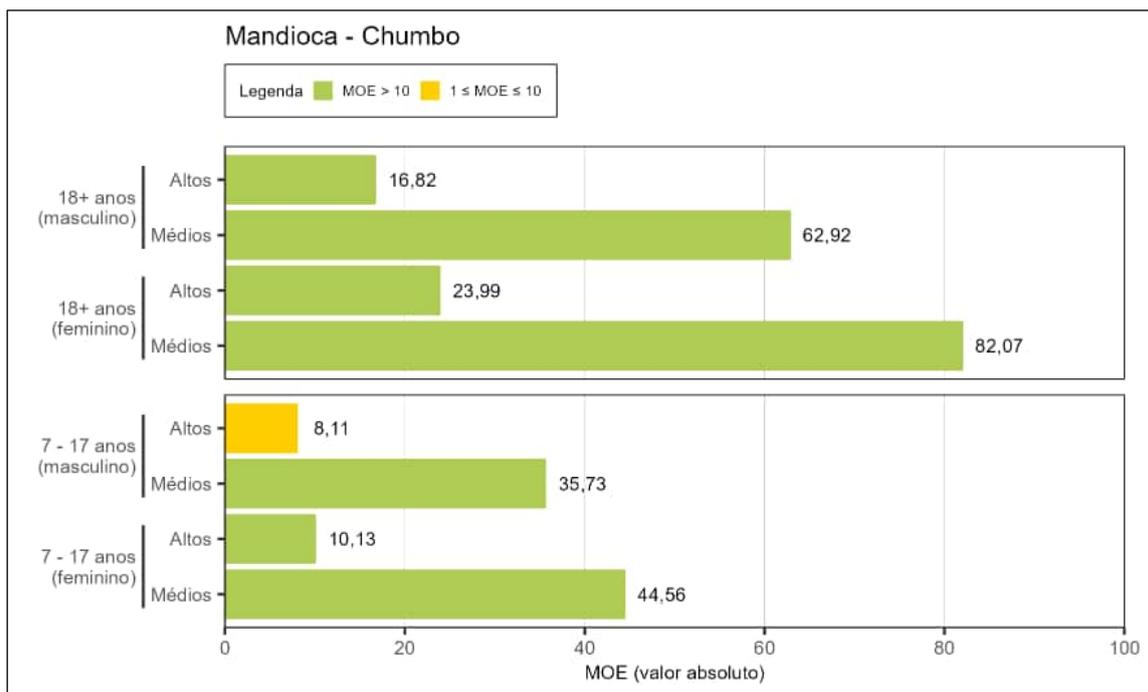


Figura 319. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em mandioca para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores, da faixa etária de 7 a 17 anos, dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 7,04 e 9,01, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível. Para adultos (≥ 18 anos), de ambos os sexos, os resultados de MOE foram maiores que 10. Dessa forma, o risco foi considerado desprezível para adultos (Figura 318).

Para os consumidores dos valores médios, para o grupo raízes e tubérculos, a equipe de perícia concluiu que o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias e sexos avaliados, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10 (Figura 318).

A equipe de perícia ressalta que a mandioca foi o alimento do grupo raízes e tubérculos que, individualmente, apresentou preocupação em relação ao chumbo considerando os efeitos cardiovasculares. O valor de MOE observado para os altos consumidores do sexo masculino, de 7 a 17 anos, foi de 8,11, indicando um risco muito baixo considerando o consumo somente da mandioca, de forma isolada, para esse perfil de consumo e faixa etária. O valor de MOE observado para os altos consumidores de mandioca do sexo feminino, da mesma faixa etária (7 a 17 anos), foi de 10,13 (Figura 319).

A Figura 320 e a Figura 321 apresentam os resultados de MOE para os efeitos de nefrotoxicidade, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

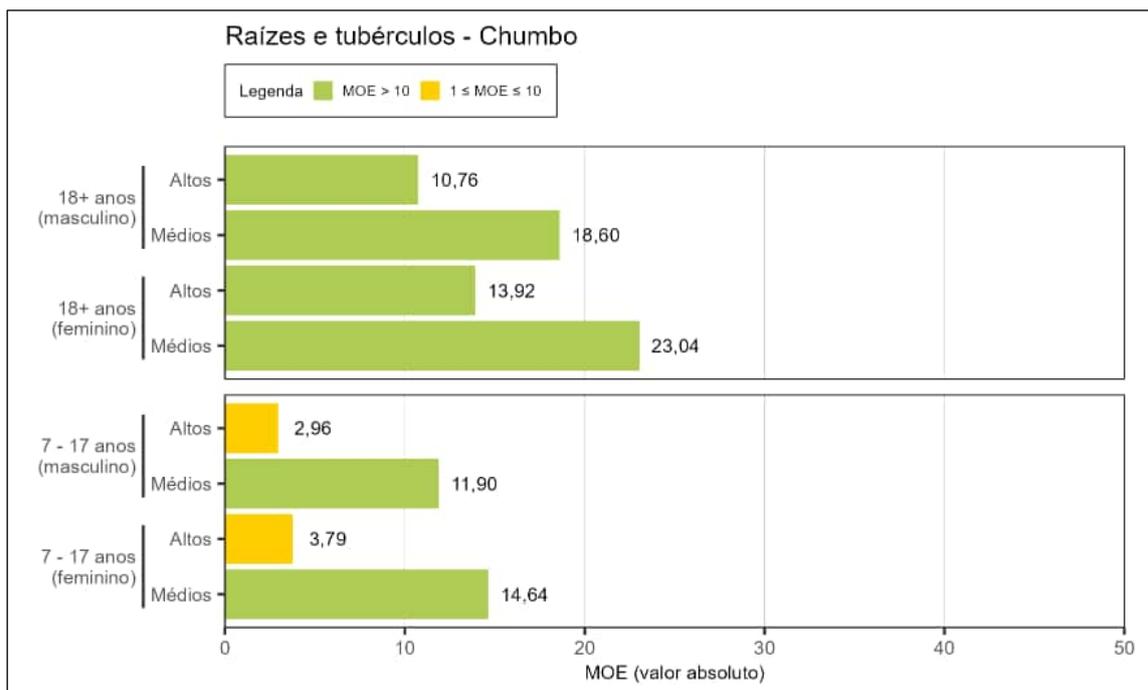


Figura 320. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

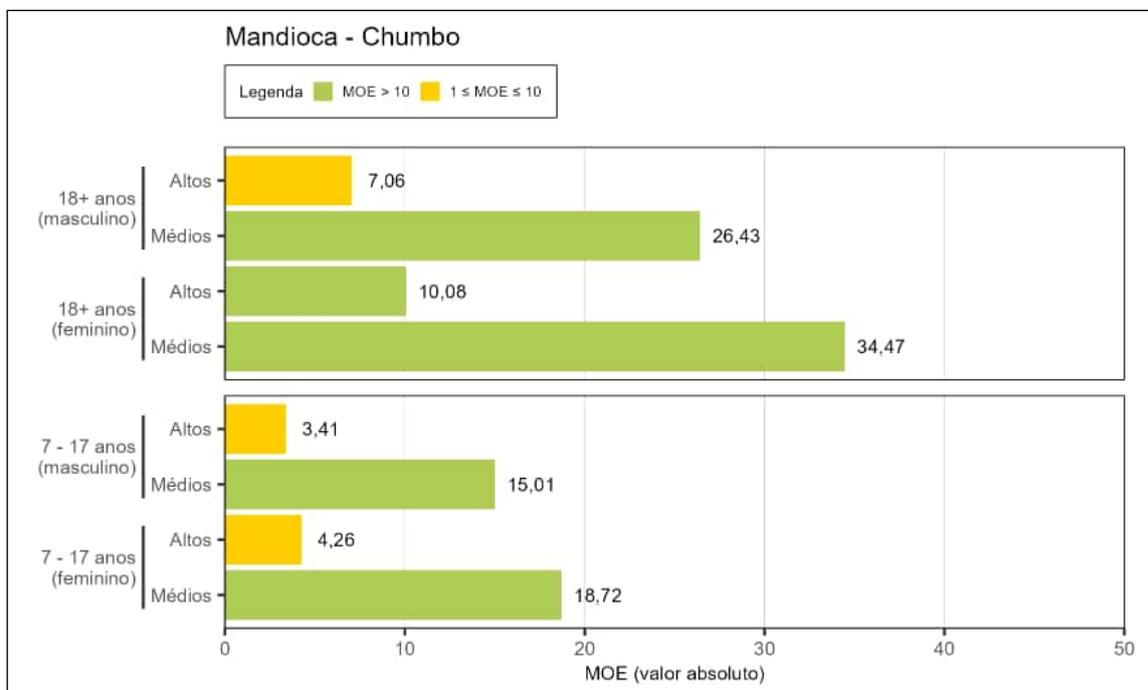


Figura 321. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em mandioca para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores do sexo masculino e feminino, de 7 a 17 anos, os valores de MOE foram de 2,96 e 3,79, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível. Para consumidores maiores de 18 anos, dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram superiores a 10. Dessa forma, o risco foi considerado desprezível para adultos (Figura 320).

Para os consumidores dos valores médios o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias avaliadas para o efeito de nefrotoxicidade decorrente da ingestão de chumbo, de ambos os sexos, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10 (Figura 320).

A equipe de perícia ressalta que a mandioca foi o alimento do grupo raízes e tubérculos que, individualmente, apresentou preocupação em relação ao chumbo considerando os efeitos de nefrotoxicidade. O valor de MOE observado para os altos consumidores de mandioca do sexo masculino, maiores de 18 anos, foi de 7,06. Os valores de MOE para altos consumidores, dos sexos masculino e feminino, de 7 a 17 anos, foram de 3,41 e 4,26, respectivamente, indicando um risco muito baixo também para esses perfis de consumo e faixas etárias. A equipe de perícia ressalta que o valor de MOE observado para altos consumidores de mandioca do sexo feminino, maiores de 18 anos foi de 10,08 (Figura 321).

6.2.4.3.2 Titânio

A Figura 322 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

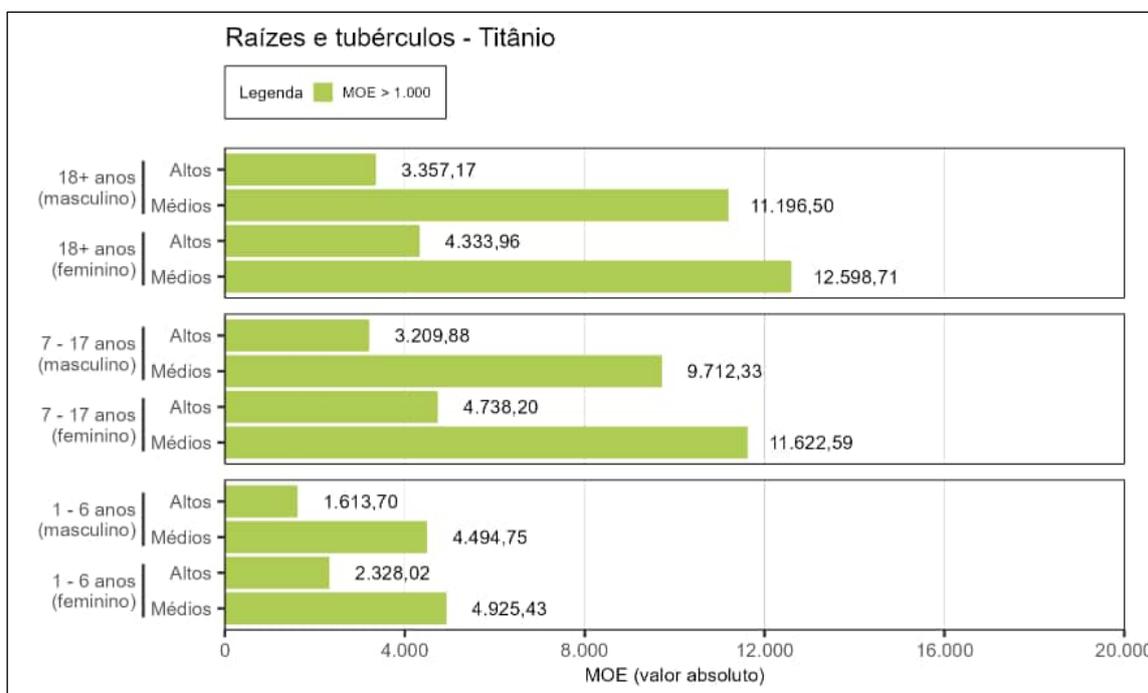


Figura 322. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1.000 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados, o que indica baixa preocupação para o consumo de raízes e tubérculos em relação a esta substância química.

6.2.4.3.3 Arsênio inorgânico (III + V)

A Figura 323 apresenta os resultados de MOE para o arsênio inorgânico (III + V) para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

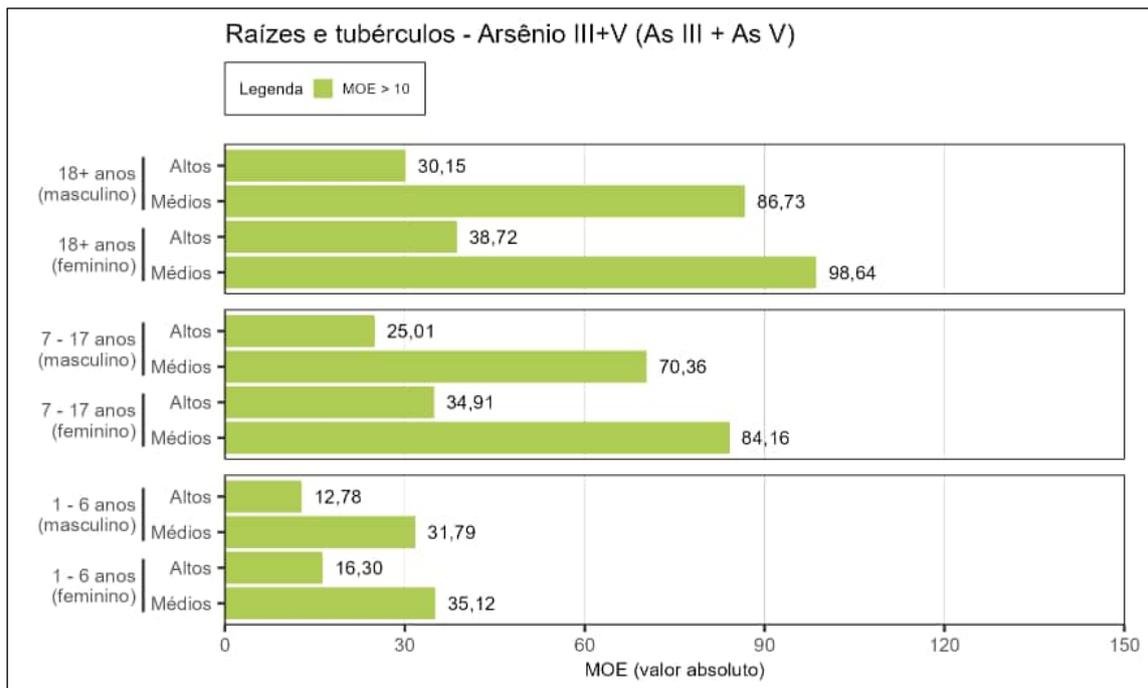


Figura 323. Estimativa da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico (III + V) em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o arsênio III + V foram superiores a 10 para todas as faixas etárias, sexos avaliados e grupos de consumidores avaliados, o que indica que o risco pôde ser considerado desprezível para o grupo raízes e tubérculos.

6.2.4.3.4 Cromo inorgânico VI

A Figura 324 apresenta os resultados de MOE para o cromo inorgânico VI (cromo VI) para efeitos não carcinogênicos, para ambos os sexos e todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

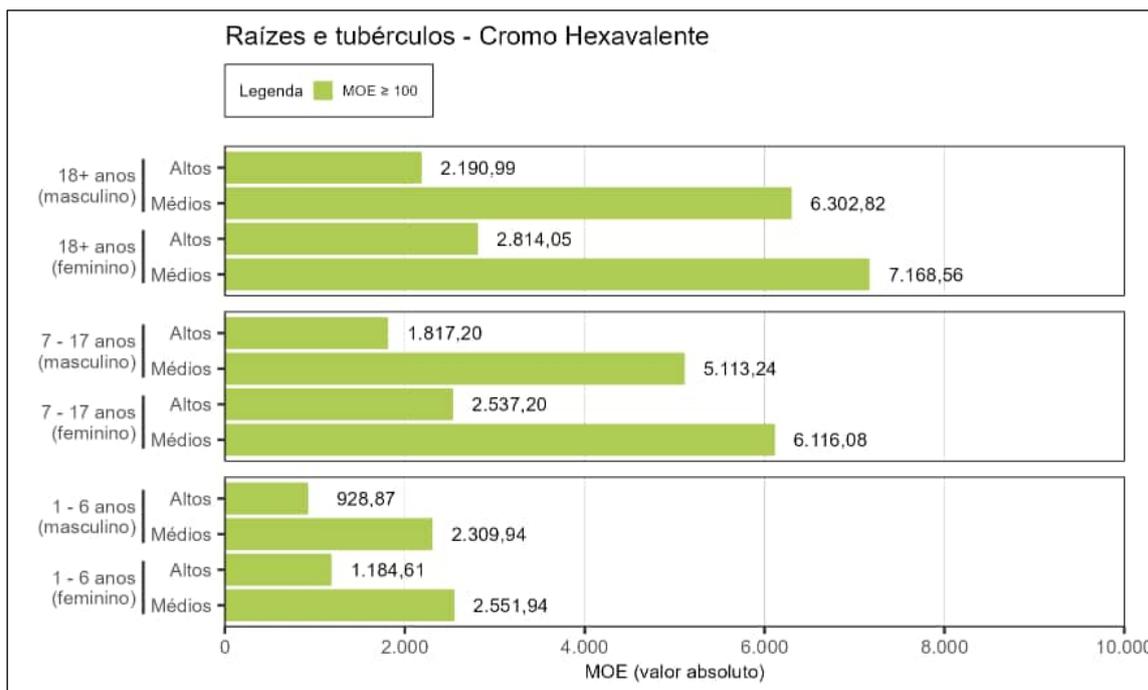


Figura 324. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito não-carcinogênico) em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado na figura acima, para os efeitos não carcinogênicos e não genotóxicos, os valores de MOE foram superiores a 100, tanto para os altos consumidores quanto para os consumidores dos valores médios, de todas as faixas etárias e sexos avaliados, o que indica baixa preocupação a saúde.

Na Figura 325 e na Figura 326 estão apresentados os resultados dos valores de MOE para os efeitos carcinogênico e genotóxico, para ambos os sexos e todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

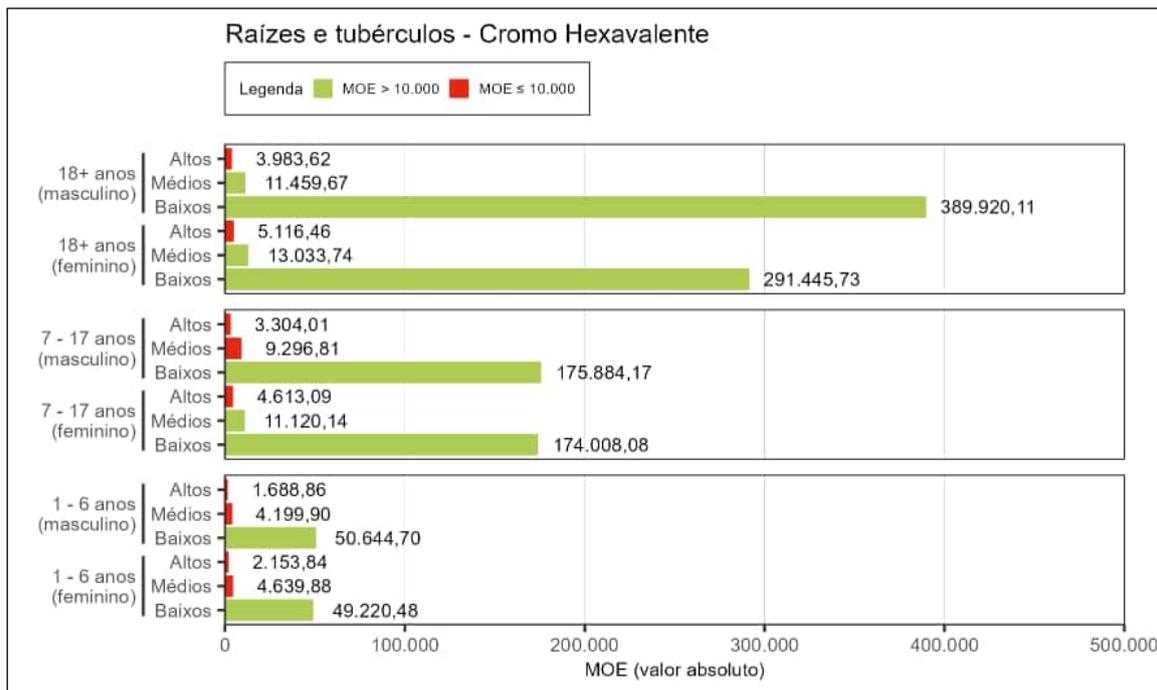


Figura 325. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito carcinogênico) em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

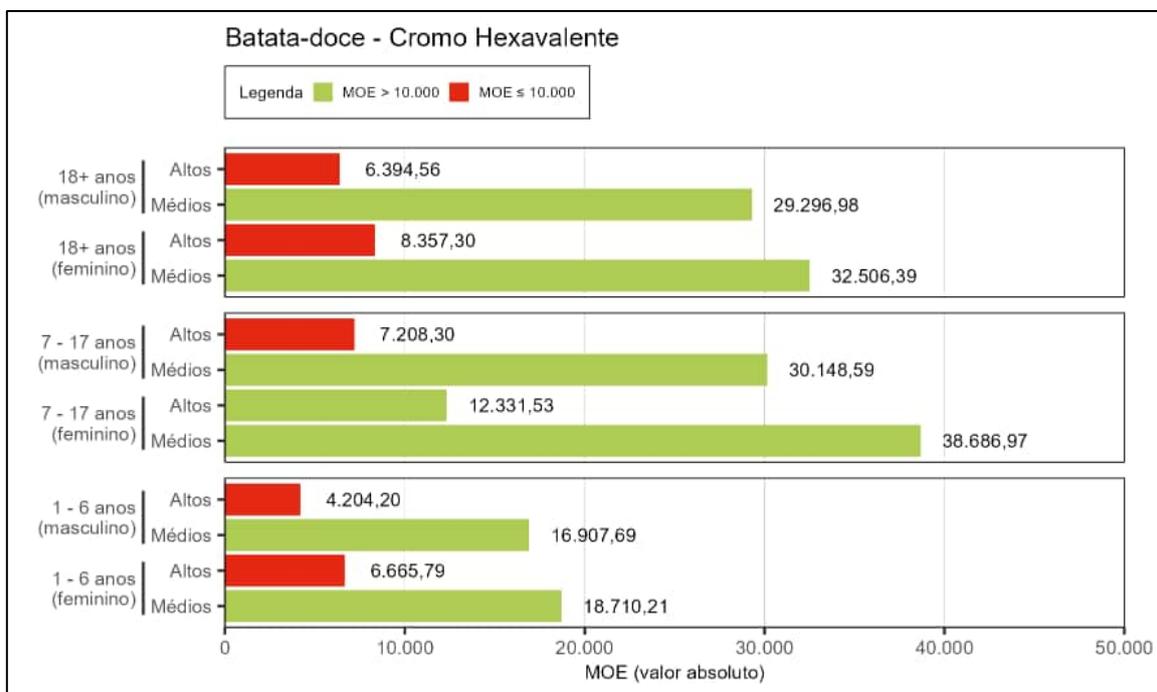


Figura 326. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito carcinogênico) em batata-doce para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para o grupo de altos consumidores de raízes e tubérculos, o valor de MOE foi menor do que 10.000 para a maioria das faixas etárias e sexos avaliados, o que sugere que há risco à saúde em relação ao cromo VI contido nas raízes e tubérculos (Figura 325).

Para os altos consumidores, meninos e meninas de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 1.688,86 e 2.153,84, respectivamente; enquanto para a faixa etária de 7 a 17 anos, dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 3.304,01 e 4.613,09, respectivamente. Por fim, para os adultos (≥ 18 anos), dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 3.983,62 e 5.116,46, respectivamente (Figura 325).

Para os consumidores dos valores médios, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 4.199,90 e 4.639,88, respectivamente; enquanto para a faixa etária de 7 a 17 anos, do sexo masculino, o valor de MOE foi de 9.296,81. Os valores de MOE observados sugerem que há risco à saúde em relação ao cromo VI contido nas raízes e tubérculos para os cenários citados (Figura 325).

Para os baixos consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10.000 para todas as faixas etárias, de ambos os sexos. Dessa forma, considera-se que há baixa preocupação à saúde para esse grupo de consumidores (Figura 325).

A batata-doce, alimento adotado como representante do grupo raízes e tubérculos para a avaliação do cromo VI (vide item 4.5), apresentou resultados de MOE inferiores ao valor de 10.000 quando avaliada individualmente. Os valores de MOE observados para os altos consumidores desse alimento, dos sexos masculino e feminino, para a faixa etária ≥ 18 anos, foram de 6.394,56 e 8.357,30, respectivamente; enquanto o valor de MOE, para homens de 7 a 17 anos, foi de 7.208,30. Por fim, para meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 4.204,20 e 6.665,79, respectivamente (Figura 326). Para todos os cenários citados os valores de MOE observados sugerem que há risco à saúde.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não houve quantificação de cromo VI nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia reitera que, as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

6.2.4.4 Verduras

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo verduras, estão apresentados a seguir.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15 não foram encontrados indícios da presença de cromo VI em verduras, ou seja, não houve detecção dessa substância nas amostras de verduras analisadas. Portanto, não foram apresentados dados de exposição e avaliação de segurança para o cromo VI para o grupo verduras.

6.2.4.4.1 Chumbo

A Figura 327 apresenta os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças (1 a 6 anos). A Figura 328 e a Figura 329, apresentam os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares e para os efeitos de nefrotoxicidade, respectivamente, para as faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

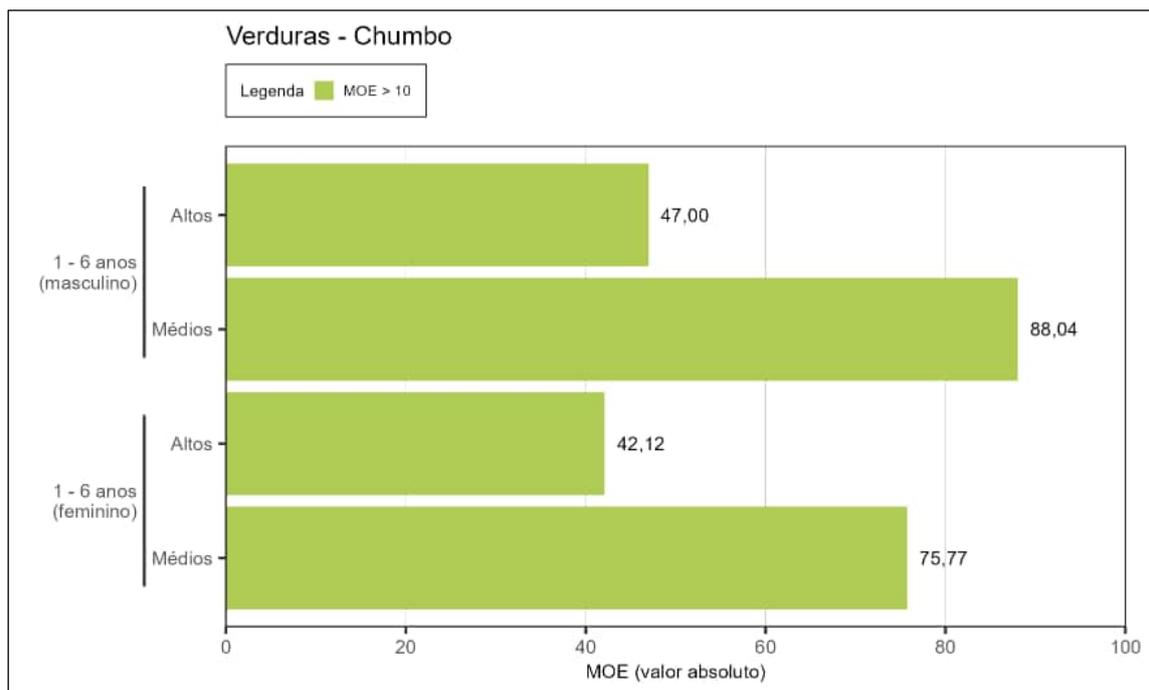


Figura 327. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

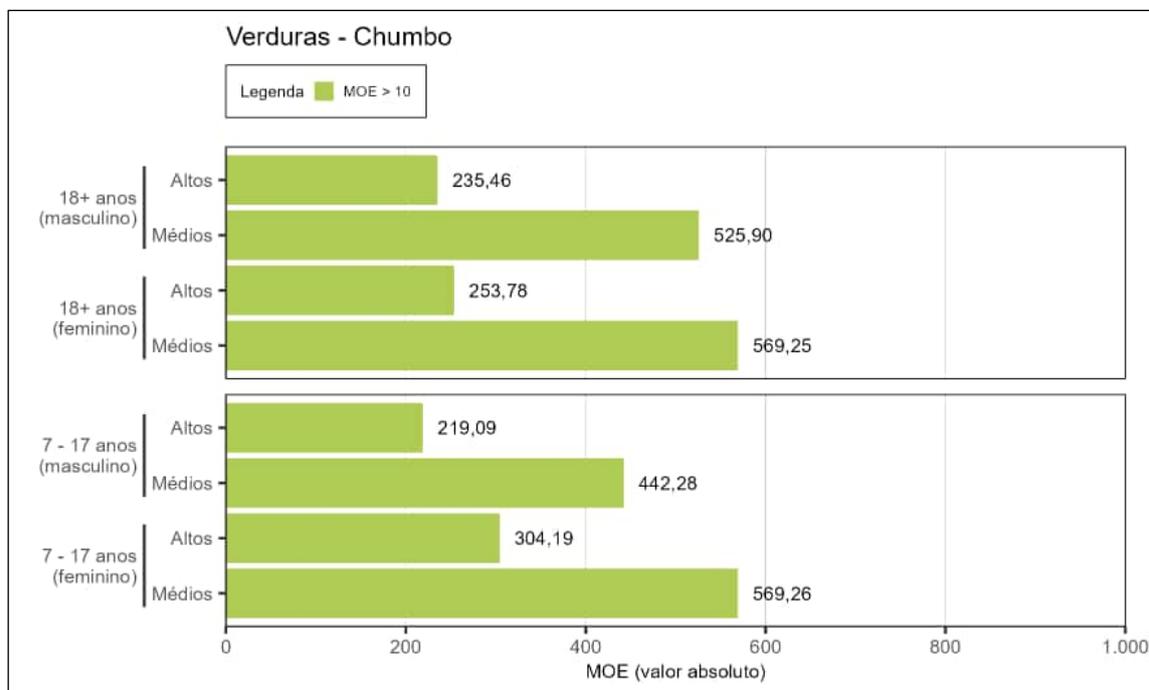


Figura 328. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

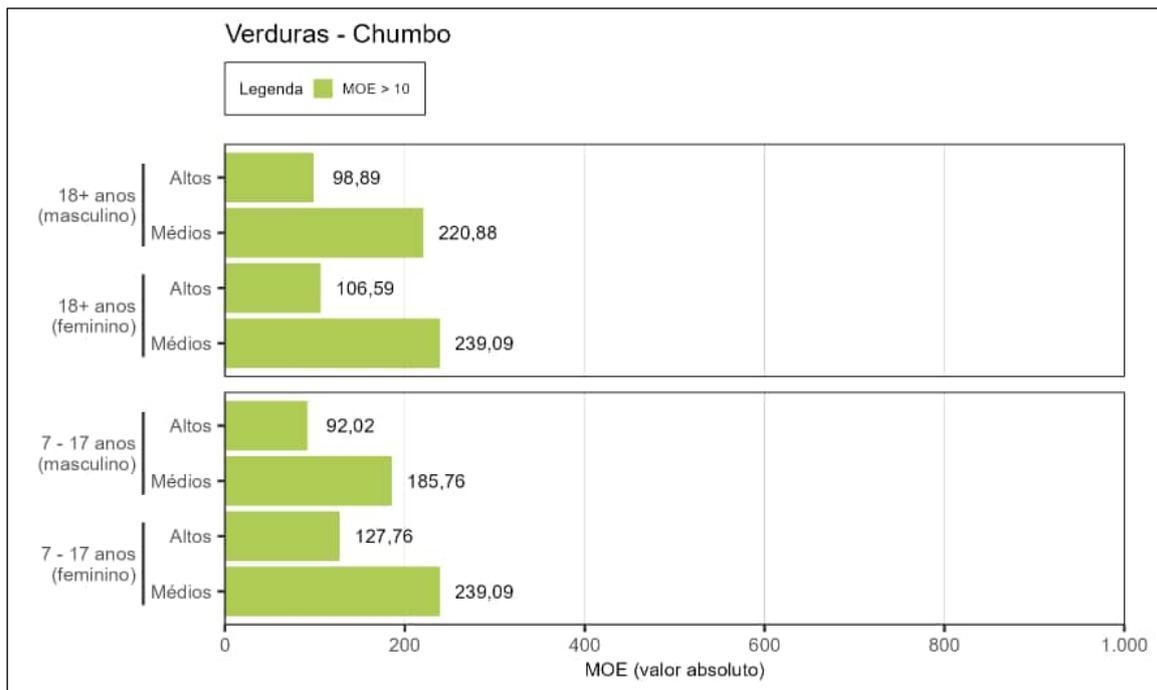


Figura 329. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que os valores de MOE foram superiores a 10 para todas as faixas etárias, sexos, grupos de consumidores e *endpoints* avaliados, indicando que o risco foi considerado desprezível para todos os cenários e *endpoints* toxicológicos.

6.2.4.4.2 Titânio

A Figura 330 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

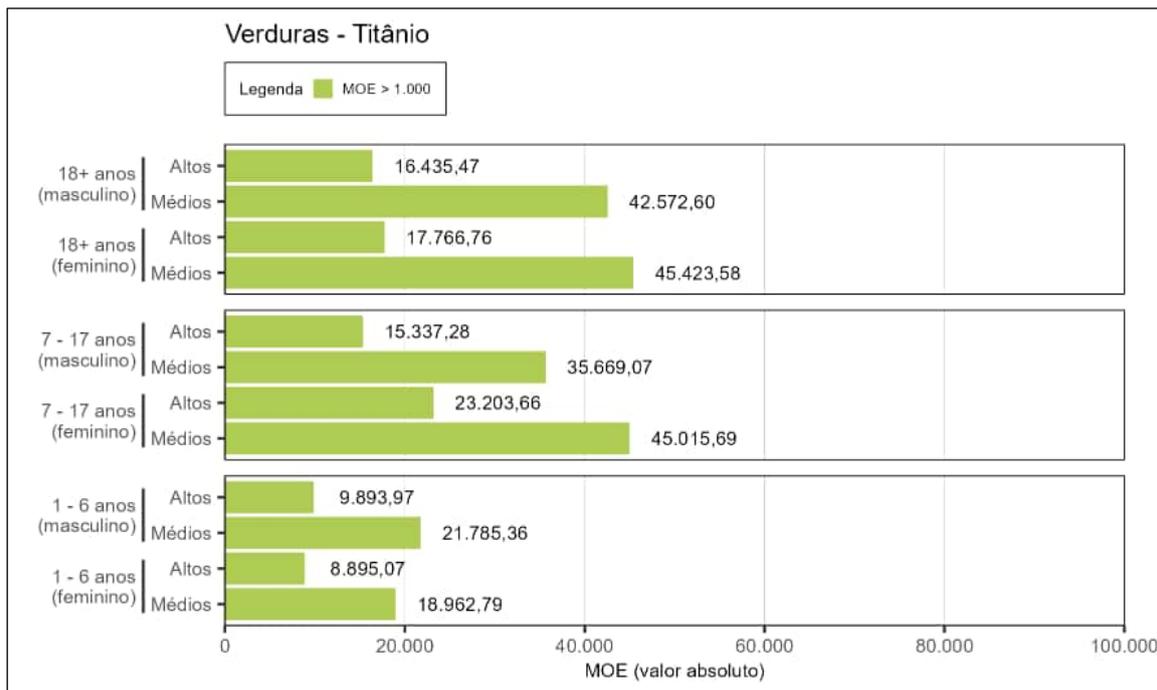


Figura 330. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1.000 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados, o que indica baixa preocupação em relação ao consumo de verduras para esta substância química.

6.2.4.4.3 Arsênio III + V

A Figura 331 apresenta os resultados de MOE para o arsênio inorgânico (III + V) para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

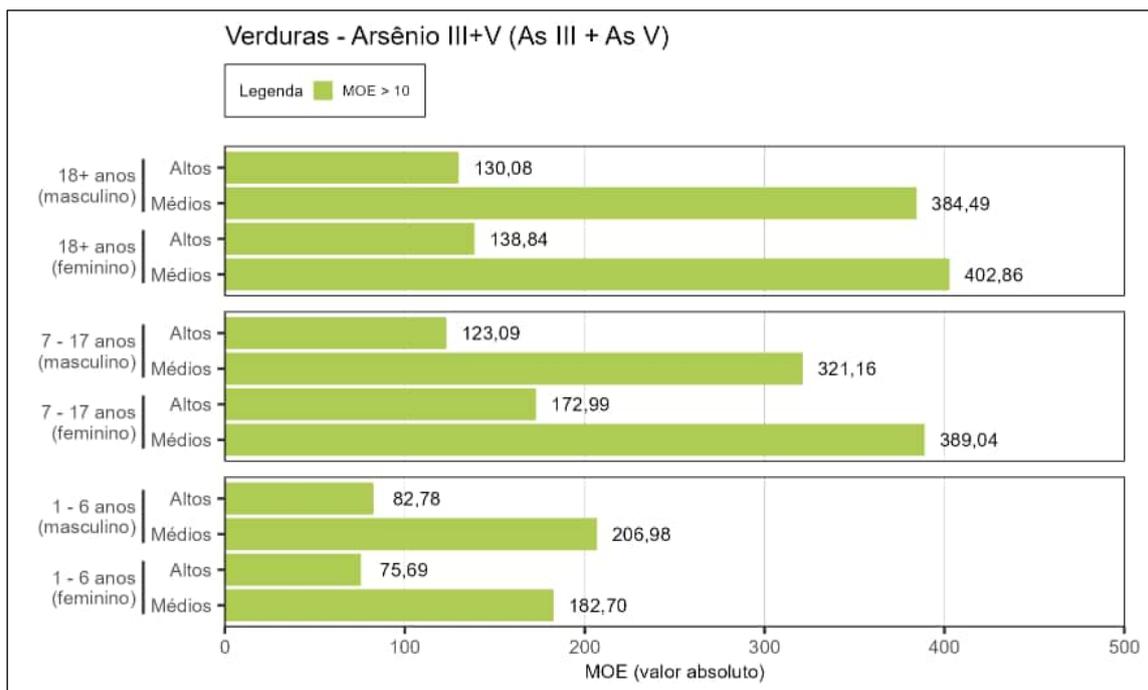


Figura 331. Estimativa da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico (III + V) em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o arsênio III + V foram superiores a 10 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados, o que indica que o risco pôde ser considerado desprezível para o grupo verduras.

6.2.4.5 Grãos

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo grãos, estão apresentados a seguir.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15 não foram encontrados indícios da presença de arsênio III + V e cromo VI em grãos, ou seja, não houve detecção dessas substâncias nas amostras de grãos analisadas. Portanto, não foram apresentados dados de exposição e avaliação de segurança para essas substâncias químicas para o grupo grãos.

6.2.4.5.1 Chumbo

A Figura 332 e a Figura 333 apresentam os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças, de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

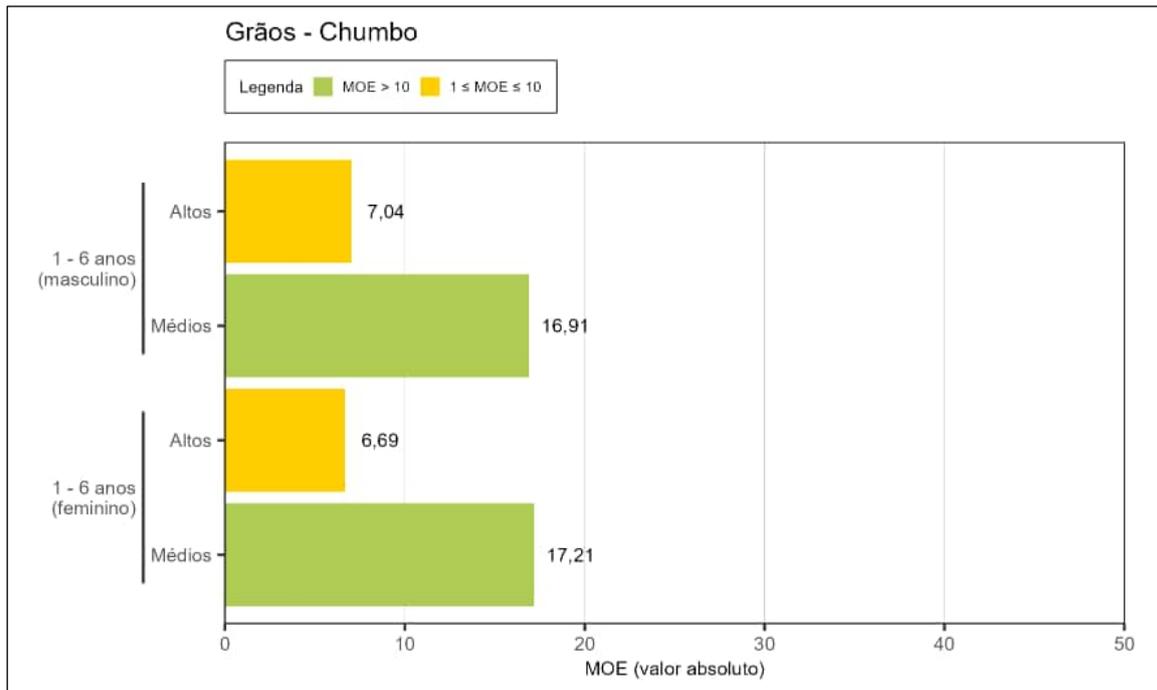


Figura 332. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

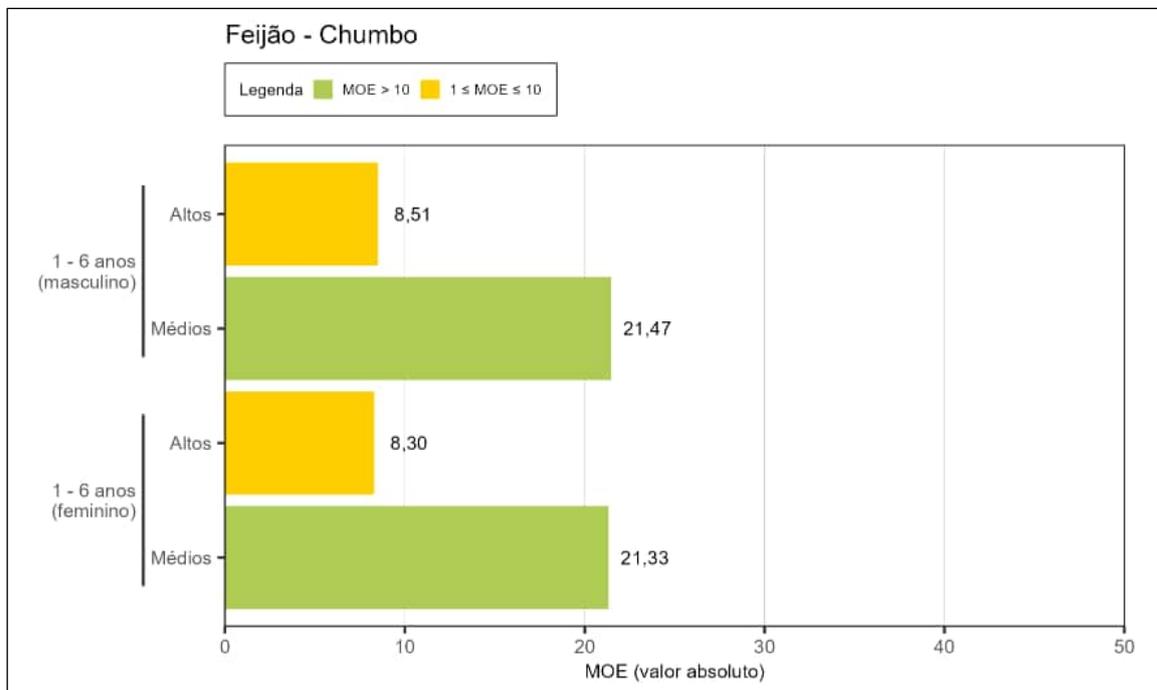


Figura 333. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em feijão para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 7,04 e 6,69, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível (Figura 332).

Para os consumidores dos valores médios o risco pôde ser considerado desprezível para a faixa etária avaliada (1 a 6 anos), para ambos os sexos, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10 (Figura 332).

A equipe de perícia ressalta que o feijão foi o único alimento do grupo grãos que, individualmente, apresentou preocupação em relação ao seu consumo. Os valores de MOE observados para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, foram de 8,51 e 8,30, respectivamente, indicando risco muito baixo mesmo quando este alimento é avaliado individualmente do grupo (Figura 333).

A Figura 334 e a Figura 335 apresentam os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares e efeitos de nefrotoxicidade, respectivamente, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

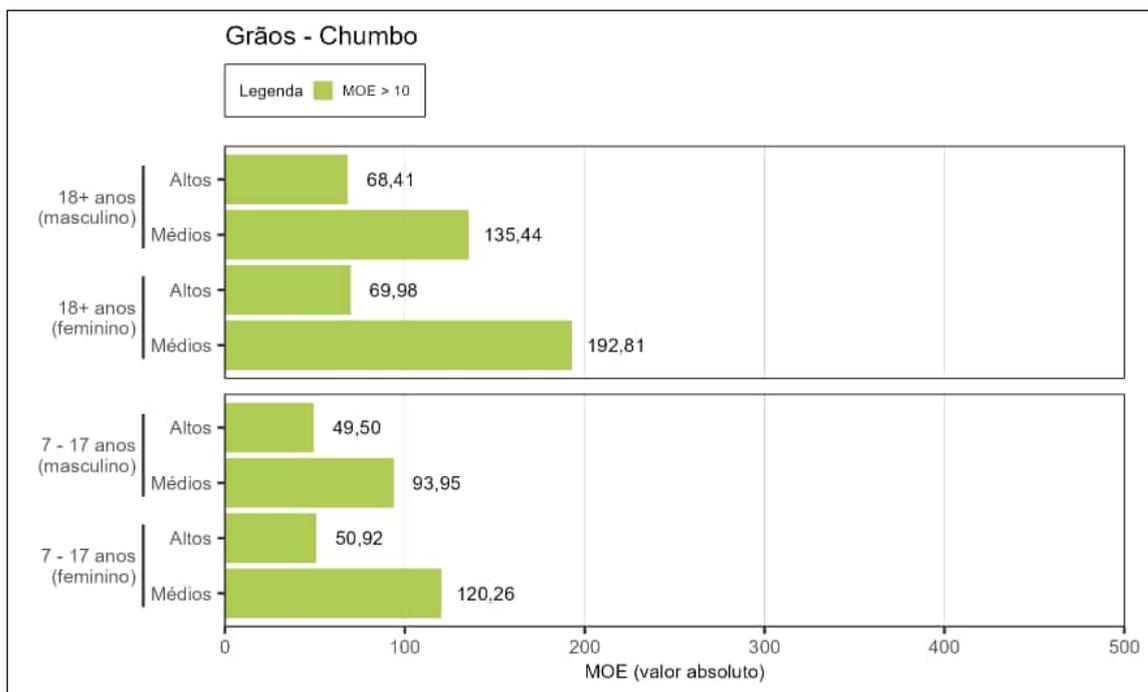


Figura 334. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

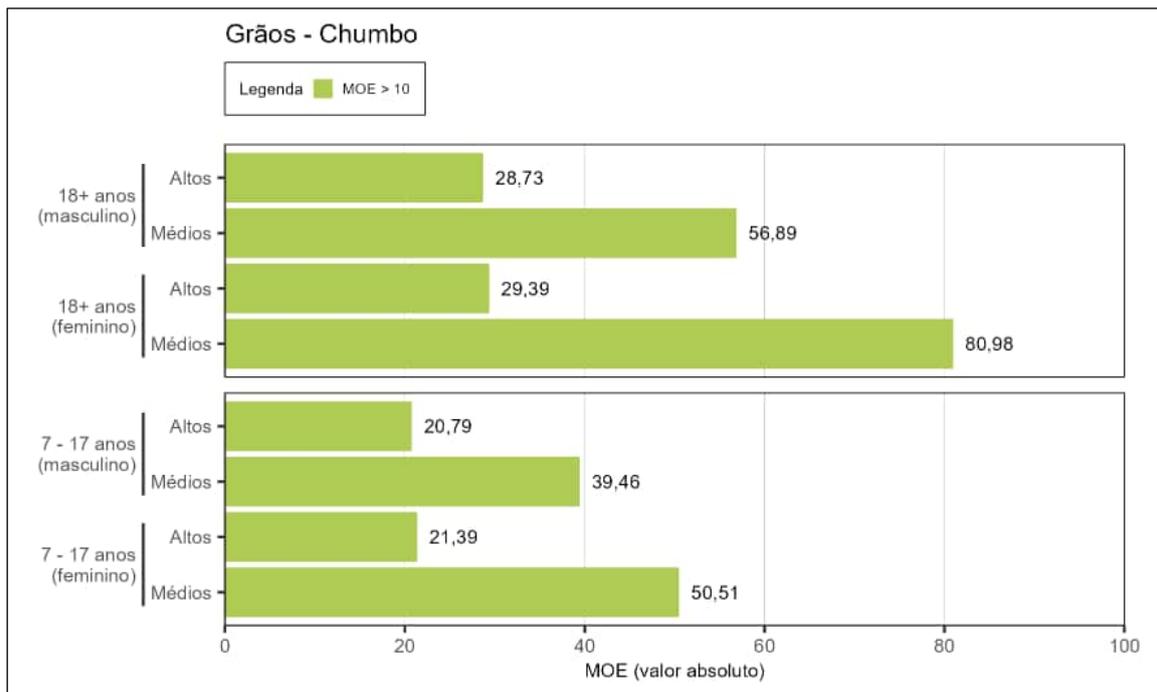


Figura 335. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Considerando os resultados apresentados acima, a equipe de perícia concluiu que o risco pôde ser considerado desprezível para as faixas etárias (7 a 17 anos e ≥ 18 anos), sexos, grupos de consumidores e ambos os *endpoints* toxicológicos avaliados, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10.

6.2.4.5.2 Titânio

A Figura 336 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

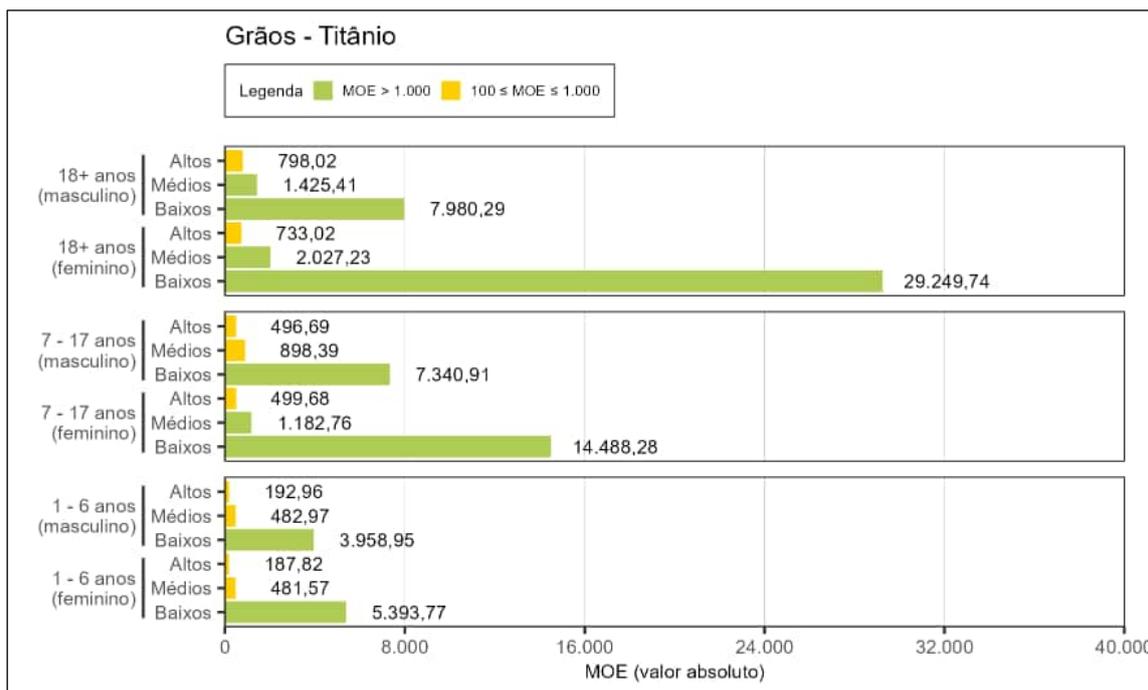


Figura 336. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores do sexo masculino, de 1 a 6 anos, de 7 a 17 anos e maiores de 18 anos, os valores de MOE foram de 192,96, 496,69 e 798,02, respectivamente. Para os altos consumidores do sexo feminino, de 1 a 6 anos, de 7 a 17 anos e maiores de 18 anos, os valores de MOE foram de 187,82, 499,68 e 733,02, respectivamente. A equipe de perícia informa que todos os valores se encontram na faixa de 100 e 1.000. Dessa forma, nenhuma ação adicional se faz necessária, à luz dos conhecimentos atuais.

6.2.4.6 Leite

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo leite, estão apresentados a seguir.

6.2.4.6.1 Chumbo

A Figura 337, a Figura 338 e a Figura 339 apresentam os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças, de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

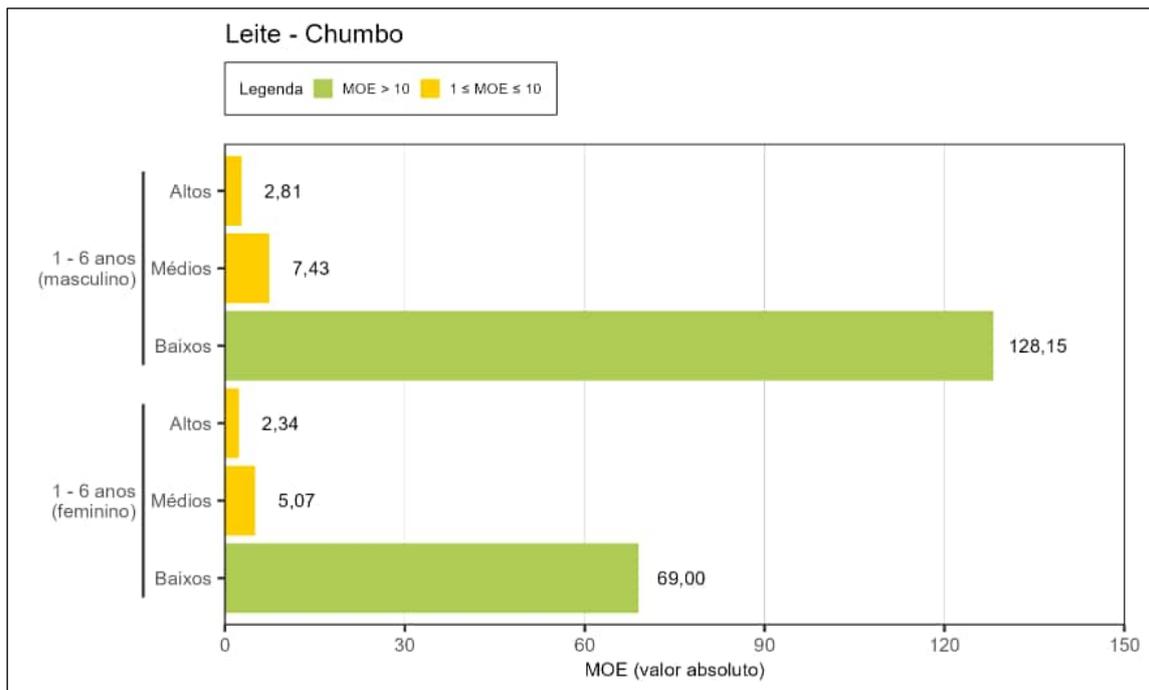


Figura 337. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em leite para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

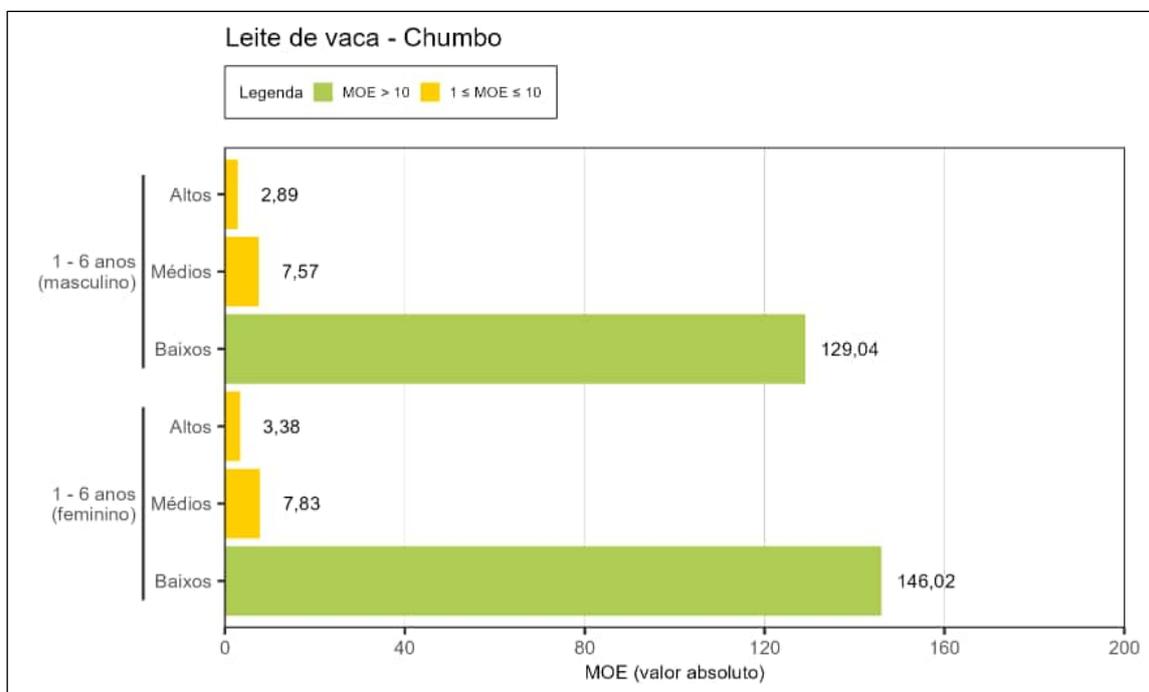


Figura 338. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em leite de vaca para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6 anos de ambos os sexos.

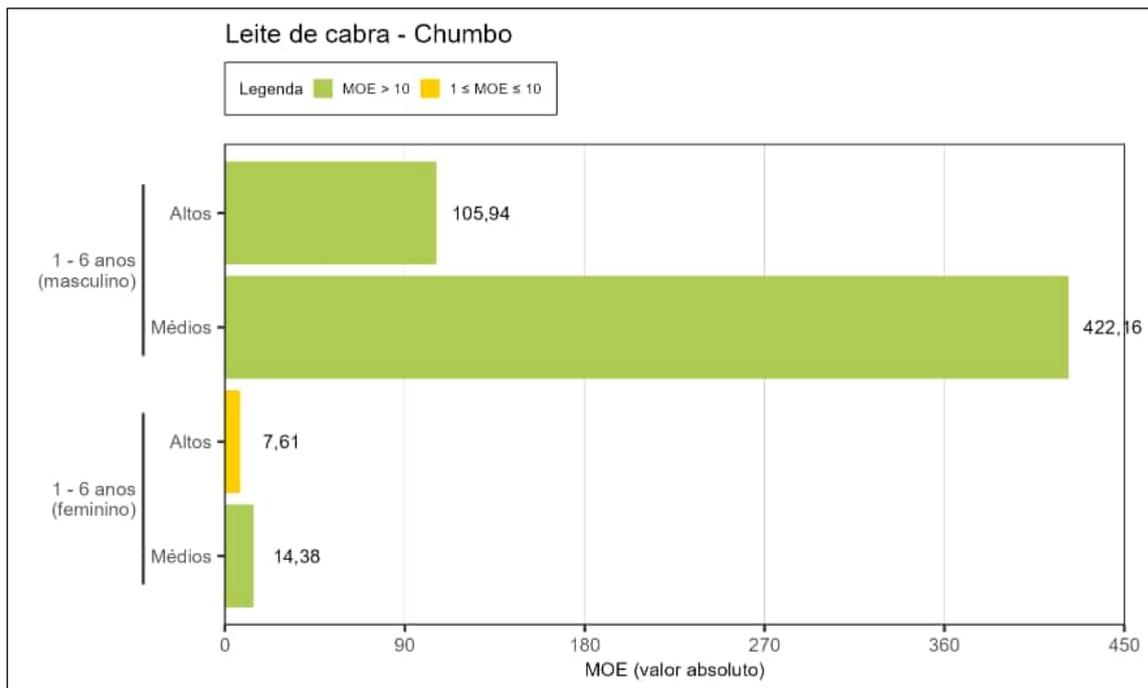


Figura 339. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em leite de cabra para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores, meninos e meninas de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 2,81 e 2,34, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível (Figura 337).

Para os consumidores dos valores médios para o grupo leite os valores de MOE para meninos e meninas foram de 7,43 e 5,07, respectivamente, indicando um risco muito baixo também para esse grupo de consumidores (Figura 337).

Para os baixos consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10 para todas as faixas etárias, de ambos os sexos. Dessa forma, o risco pôde ser considerado desprezível para esse grupo de consumidores (Figura 337).

A equipe de perícia ressalta que tanto o leite de vaca quanto o leite de cabra, quando avaliados individualmente, apresentaram preocupação em relação ao seu consumo. Os valores de MOE observados para os altos consumidores de leite de vaca, meninos e meninas de 1 a 6 anos, foram de 2,89 e 3,38, respectivamente. Para os consumidores dos valores médios, os valores de MOE obtido para o leite de vaca, para meninos e meninas de 1 a 6 anos foi de 7,57 e 7,83, respectivamente, indicando risco muito baixo para altos consumidores e consumidores dos valores médios mesmo quando este alimento é avaliado individualmente do grupo (Figura 338).

Em relação ao leite de cabra, o valor de MOE observado para altos consumidores meninas de 1 a 6 anos, foi de 7,61, indicando risco muito baixo também para este alimento quando avaliado individualmente. Para os demais grupos avaliados em relação ao consumo de leite de cabra o valor de MOE foi maior que 10 (Figura 339).

A Figura 340 apresenta os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

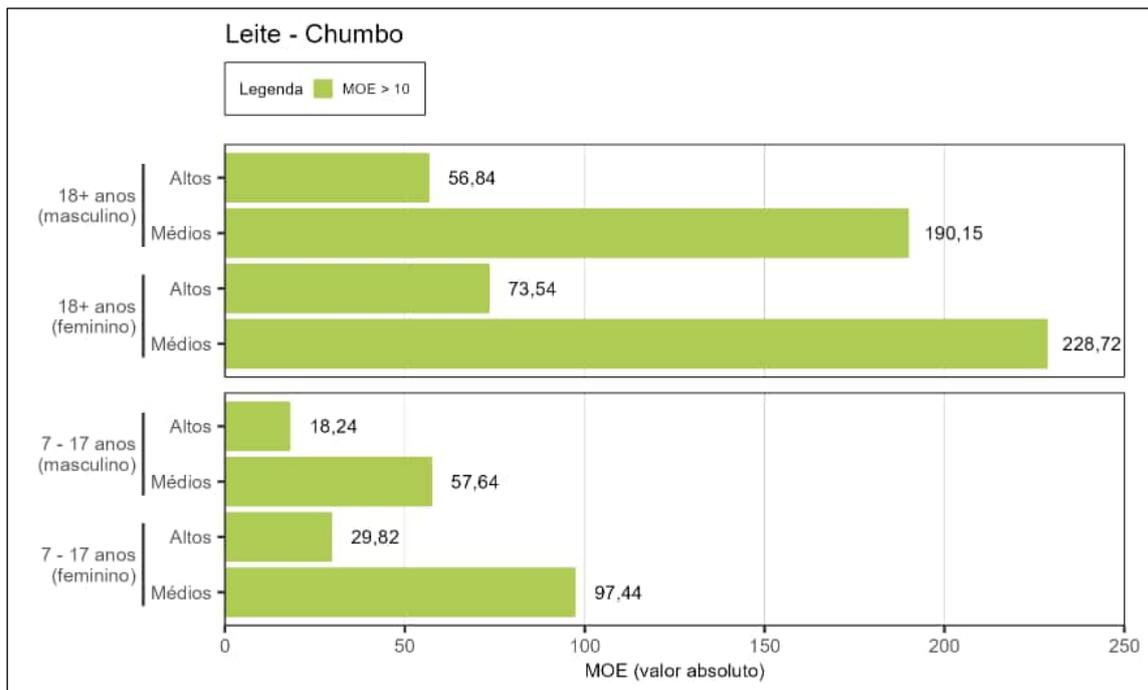


Figura 340. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados, considerando os efeitos cardiovasculares decorrente da ingestão de chumbo, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10.

A Figura 341 apresenta os resultados de MOE para os efeitos de nefrototoxicidade, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

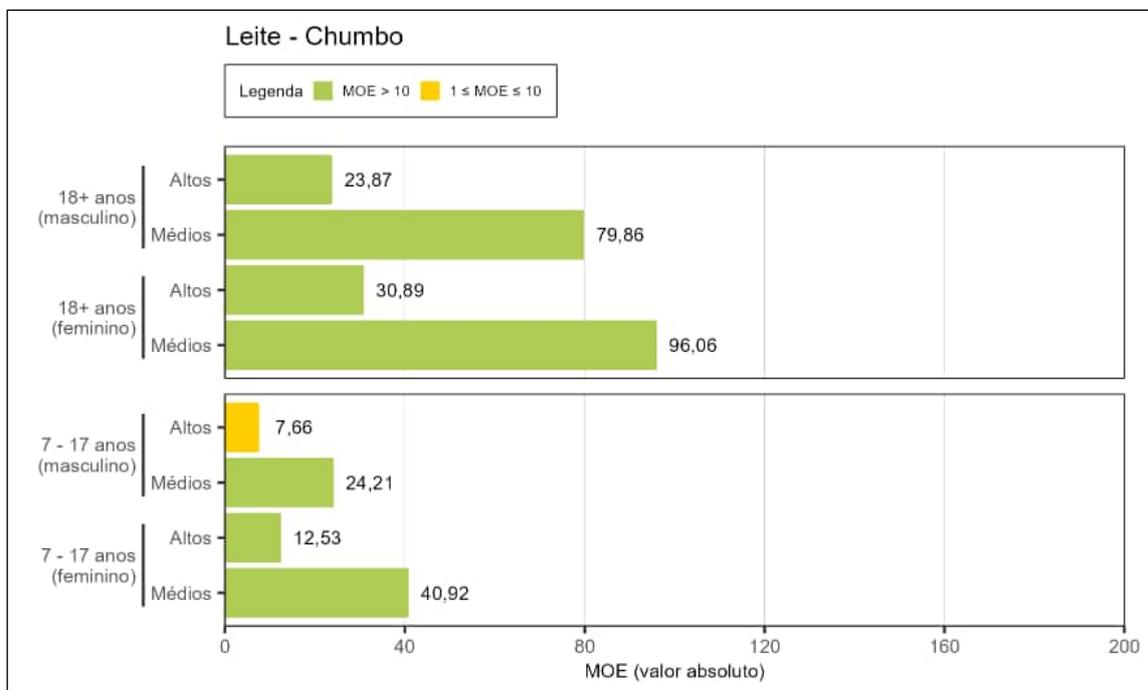


Figura 341. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores do sexo masculino, de 7 a 17 anos, o valor de MOE foi de 7,66, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível. Para os adultos (≥ 18 anos), de ambos os sexos e para consumidores do sexo feminino de 7 a 17 anos, os resultados de MOE foram maiores que 10, o que indica que o risco foi considerado desprezível para estes cenários.

Para os consumidores dos valores médios o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias e sexos avaliados para o efeito de nefrotoxicidade decorrente da ingestão de chumbo, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10.

6.2.4.6.2 Titânio

A Figura 342 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

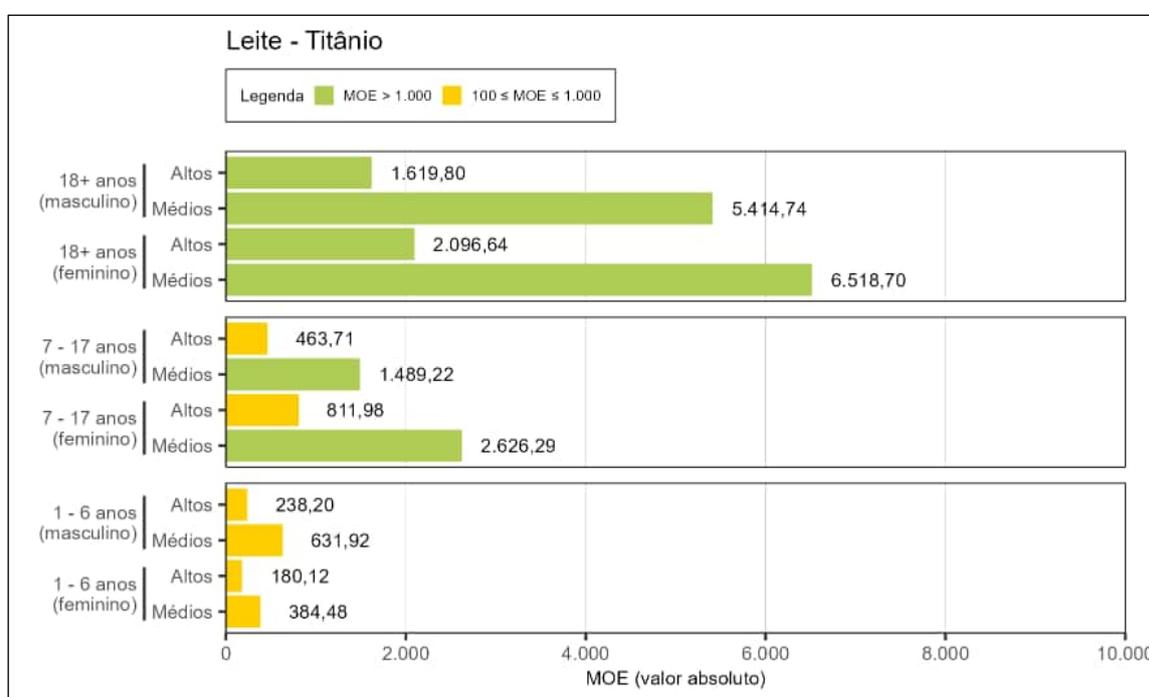


Figura 342. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores do sexo masculino, de 1 a 6 anos e de 7 – 17 anos, os valores de MOE foram de 238,20 e 463,71, respectivamente. Para os altos consumidores do sexo feminino, de 1 a 6 anos e de 7 – 17 anos os valores de MOE foram de 180,12 e 811,98 respectivamente. Para os consumidores dos valores médios de 1 a 6 anos dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 631,92 e 384,48, respectivamente. A equipe de perícia informa que estes valores ficaram na faixa de 100 e 1000. Dessa forma, nenhuma ação adicional se faz necessária, à luz dos conhecimentos atuais. Para pessoas do sexo masculino e feminino ≥ 18 anos, os valores de MOE foram maiores que 1.000 indicando baixa preocupação à saúde.

6.2.4.6.3 Arsênio inorgânico (III + V)

A Figura 343 e a Figura 344 apresentam os resultados de MOE para o arsênio inorgânico (III + V) para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

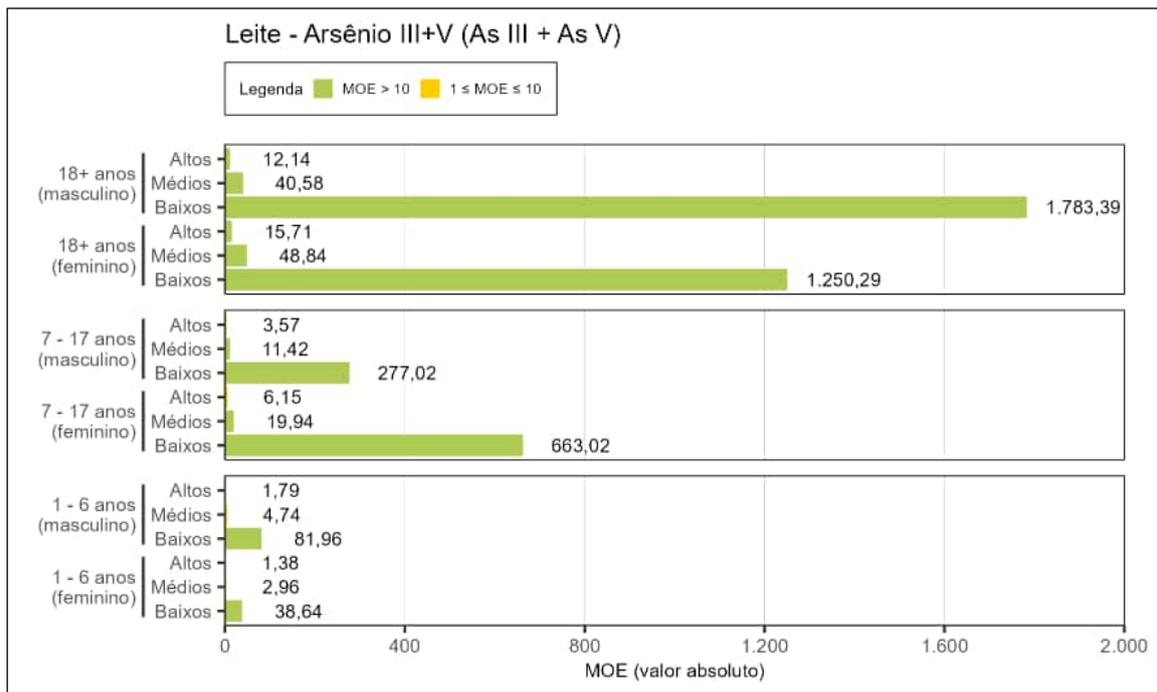


Figura 343. Estimativa da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico (III + V) em leite para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos), de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

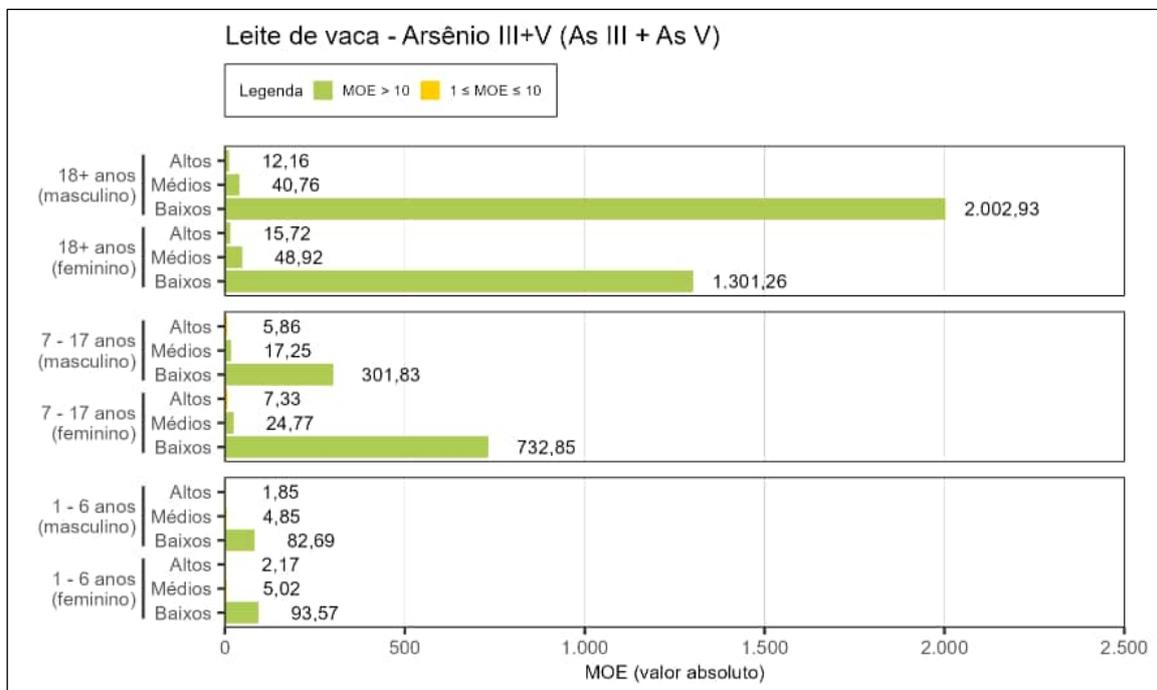


Figura 344. Estimativa da margem de exposição (MOE) para arsênio inorgânico (III + V) em leite de vaca para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos), de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 1,79 e 1,38, respectivamente; enquanto para a faixa etária de 7 a 17 anos, de ambos os sexos, os valores de MOE foram de 3,57 e 6,15, respectivamente. Estes valores indicam um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível (Figura 343).

Para os altos consumidores acima de 18 anos, de ambos os sexos, o risco do consumo de leite em relação ao arsênio inorgânico (III +V) pôde ser considerado desprezível, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10 (Figura 343).

Para os consumidores dos valores médios, meninos e meninas de 1 a 6 anos, os resultados de MOE foram de 4,74 e 2,96, respectivamente, o que indica um risco muito baixo. Para as outras faixas etárias e sexos avaliados, do mesmo grupo de consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10. Dessa forma, o risco do pôde ser considerado desprezível (Figura 343).

Para os baixos consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10 para todas as faixas etárias e sexos avaliados (Figura 343). Dessa forma, o risco pôde ser considerado desprezível para esse grupo de consumidores.

O leite de vaca, alimento adotado como representante do grupo leite para a avaliação do arsênio III + V (vide item 4.5), apresentou um valor de MOE de 1,85 e 2,17, para os altos consumidores, meninos e meninas de 1 a 6 anos. Para os altos consumidores da faixa etária de 7 a 17 anos, do sexo masculino e feminino, o valor de MOE foi de 5,86 e 7,33, respectivamente. Para os consumidores dos valores médios, os valores de MOE obtidos para o leite de vaca para meninos e meninas, de 1 a 6 anos, foram de 4,85 e 5,02, respectivamente. A equipe de perícia concluiu que, para todos esses cenários citados, existe um risco muito baixo em relação ao consumo do leite de vaca (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA) (Figura 344).

6.2.4.6.4 Cromo inorgânico (VI)

A Figura 345 apresenta os resultados de MOE para o cromo VI para efeitos não carcinogênicos, para ambos os sexos, faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

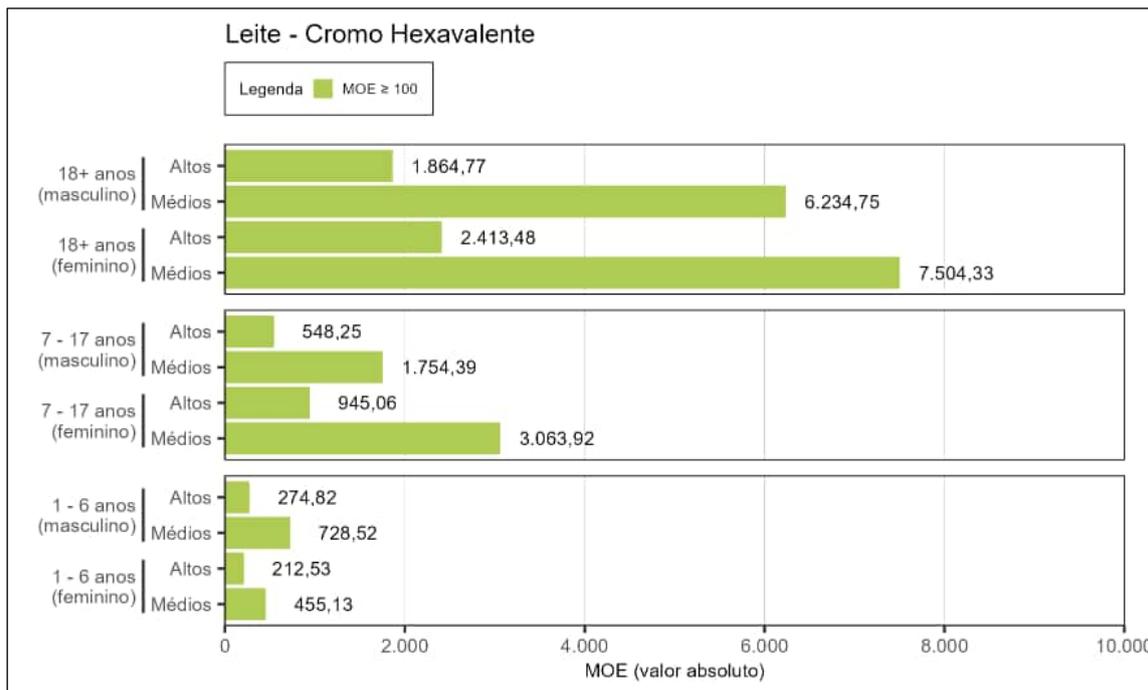


Figura 345. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito não carcinogênico) em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado nas figuras acima, para os efeitos não carcinogênicos e não genotóxicos, os valores de MOE foram superiores a 100, tanto para os altos consumidores quanto para os consumidores dos valores médios, de todas as faixas etárias e sexos avaliados, o que indica baixa preocupação a saúde.

Na Figura 346 e na Figura 347 estão apresentados os resultados dos valores de MOE para os efeitos carcinogênico e genotóxico, para ambos os sexos e todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

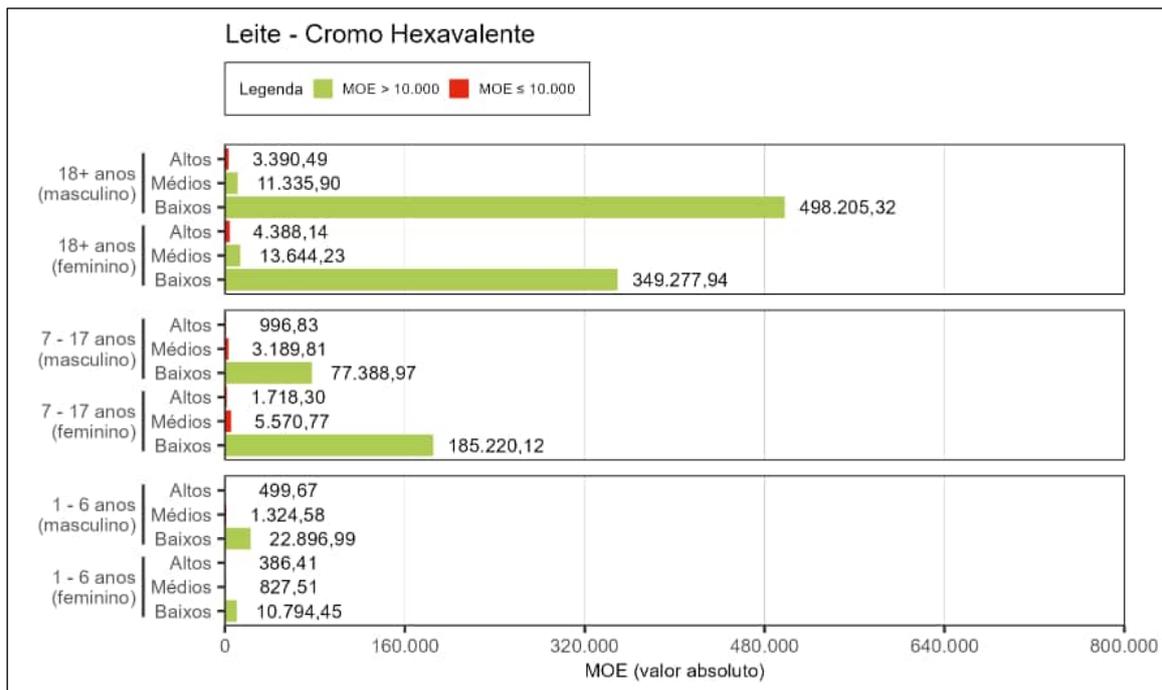


Figura 346. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito carcinogênico) em leite para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

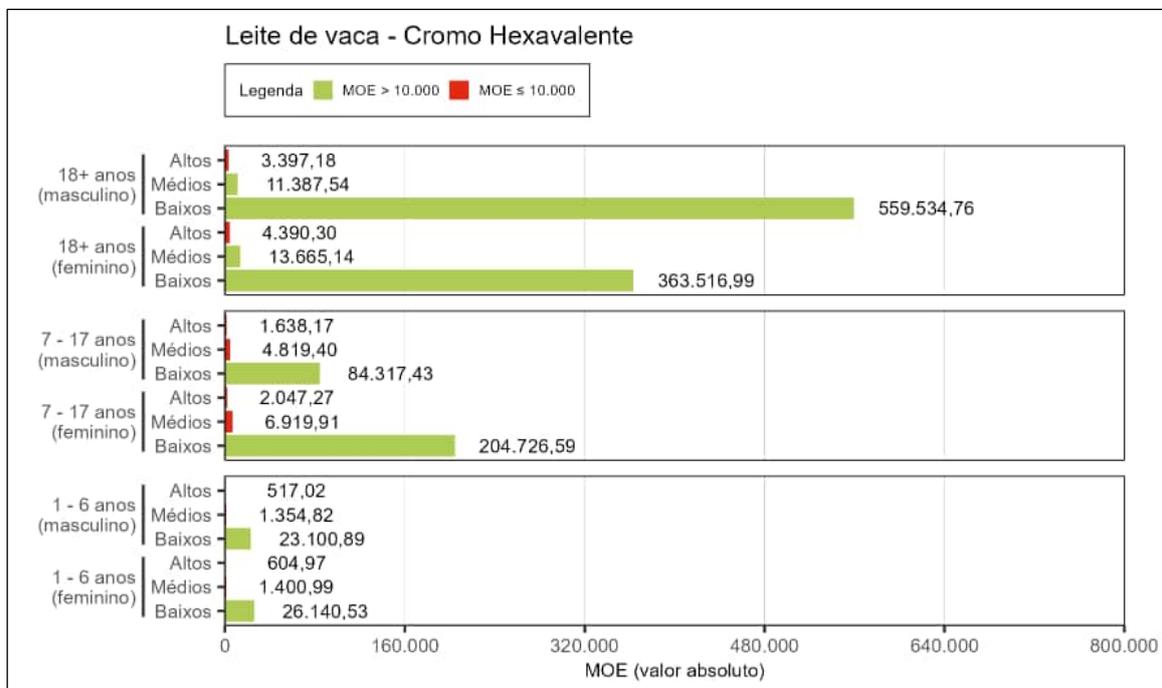


Figura 347. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito carcinogênico) em leite de vaca para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para o grupo de altos consumidores de leite, o valor de MOE foi menor do que 10.000 para todas as faixas etárias e sexos avaliados, o que sugere que há risco à saúde em relação ao cromo VI presente no leite.

Para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 499,67 e 386,41, respectivamente; enquanto para a faixa etária de 7 a 17 anos, dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 996,83 e 1.718,30, respectivamente. Por fim, para os adultos (≥ 18 anos), dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 3.390,49 e 4.388,14, respectivamente (Figura 346).

Para os consumidores dos valores médios, os valores de MOE permaneceram inferiores a 10.000 para meninos e meninas, de 1 a 6 anos, cujos valores foram de 1.324,58 e 827,51, respectivamente; enquanto para a faixa etária de 7 e 17 anos, dos sexos masculino e feminino, os valores foram de 3.189,81 e 5.570,77, respectivamente. Por fim, para os adultos (≥ 18 anos), dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram maiores que 10.000 (Figura 346).

Para os baixos consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10.000 para todas as faixas etárias, de ambos os sexos, sugerindo baixa preocupação à saúde (Figura 346).

O leite de vaca, alimento adotado como representante do grupo leite para a avaliação do cromo VI (vide item 4.5), apresentou resultados de MOE inferiores ao valor de 10.000. Os valores de MOE observados para os altos consumidores, dos sexos masculino e feminino, para a faixa etária ≥ 18 anos, foram de 3.397,18 e 4.390,30, respectivamente; enquanto os valores de MOE, para homens e mulheres, de 7 a 17 anos, foram de 1.638,17 e 2.047,27. Por fim, para meninos e meninas de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 517,02 e 604,97, respectivamente (Figura 347). Para todos os cenários citados, os valores de MOE observados sugerem que há risco à saúde.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não houve quantificação de cromo VI nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia reitera que, as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

6.2.4.7 Mel

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo mel, estão apresentados a seguir.

6.2.4.7.1 Chumbo

A Figura 348 apresenta os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em criança (1 a 6 anos), de ambos os sexos. A Figura 349 e a Figura 350 apresentam os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares e de nefrotoxicidade, respectivamente, para as faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, em função da exposição ao chumbo.

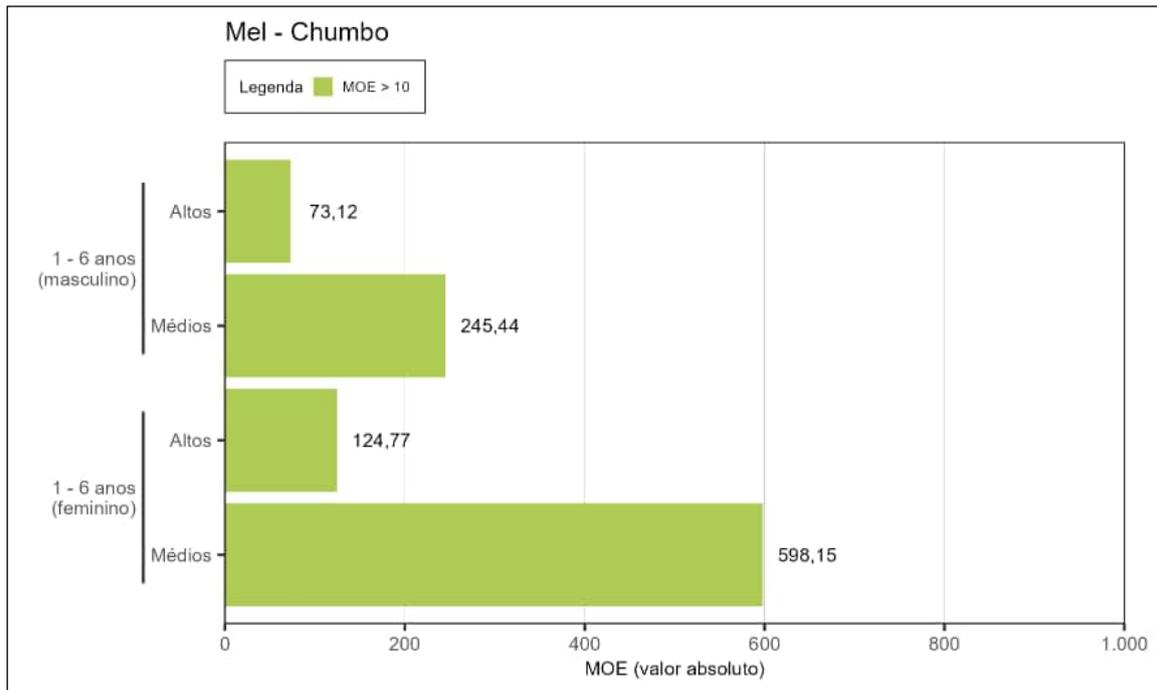


Figura 348. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

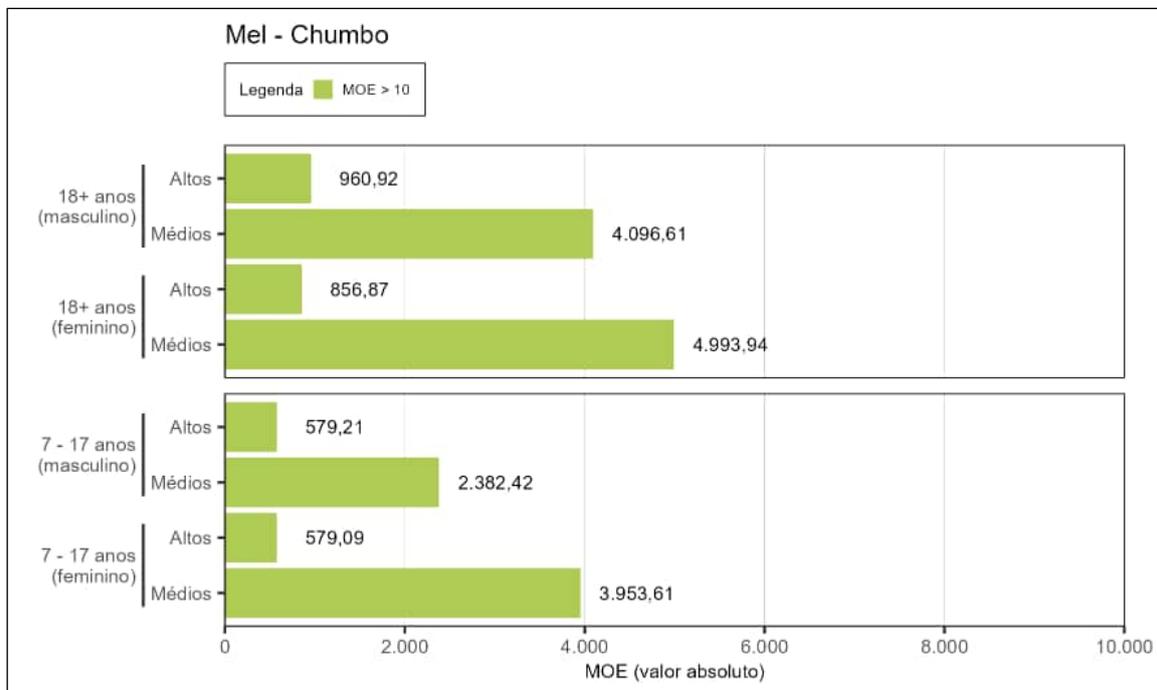


Figura 349. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

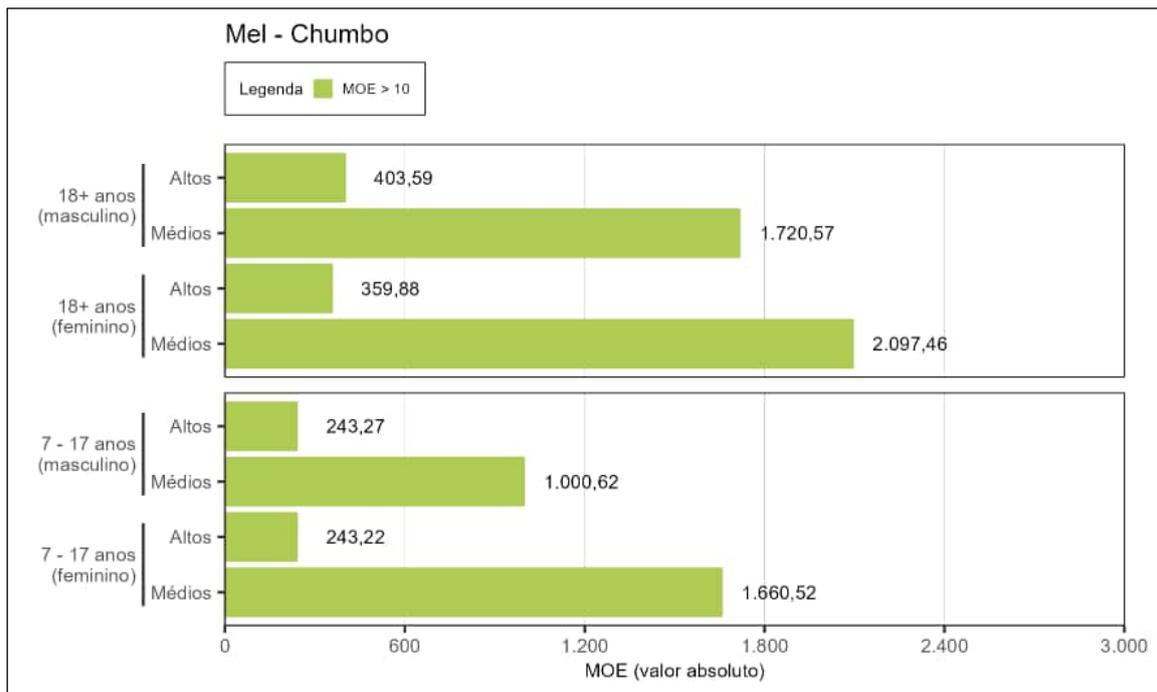


Figura 350. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que os valores de MOE foram superiores a 10 para todas as faixas etárias, sexos, grupos de consumidores e *endpoints* avaliados, indicando que o risco foi considerado desprezível para todos os cenários e *endpoints* toxicológicos.

6.2.4.7.2 Titânio

A Figura 351 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

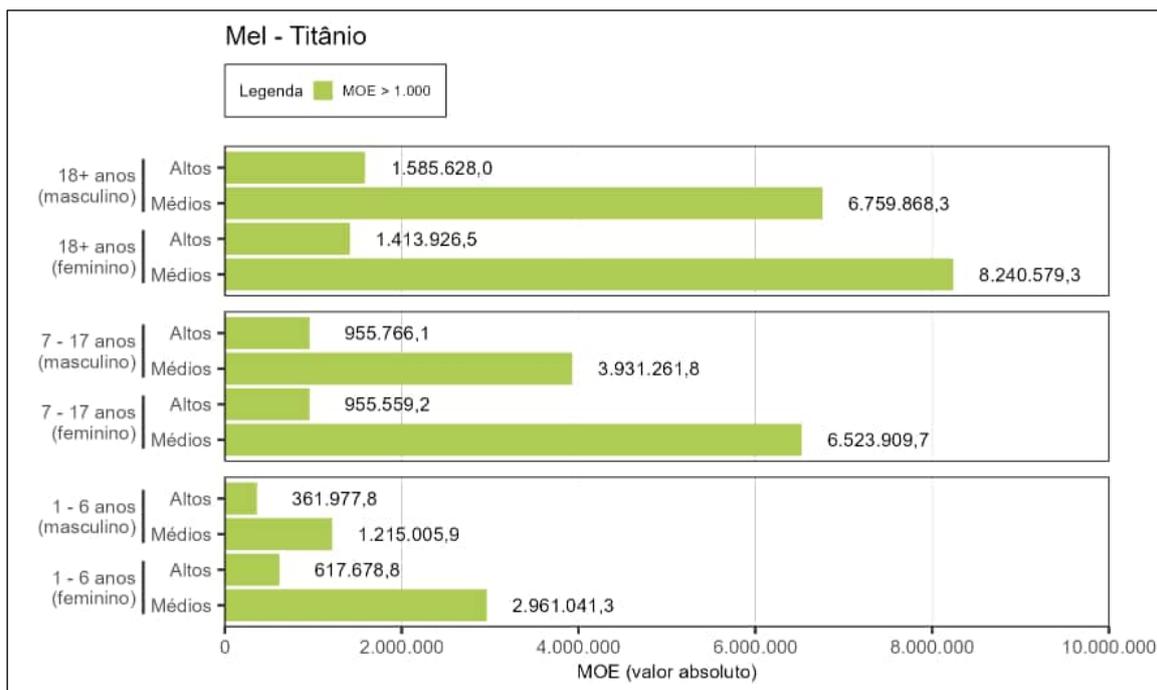


Figura 351. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1.000 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados, o que indica baixa preocupação em relação ao consumo de mel para esta substância química.

6.2.4.8 Ovo

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo ovo, estão apresentados a seguir.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15 não foram encontrados indícios da presença de arsênio III + V e cromo VI em ovos, ou seja, não houve detecção dessas substâncias nas amostras de ovos analisadas. Portanto, não foram apresentados dados de exposição e avaliação de segurança para o arsênio III + V e o cromo VI para o grupo ovo.

6.2.4.8.1 Chumbo

A Figura 352 apresenta os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças (1 a 6 anos), de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

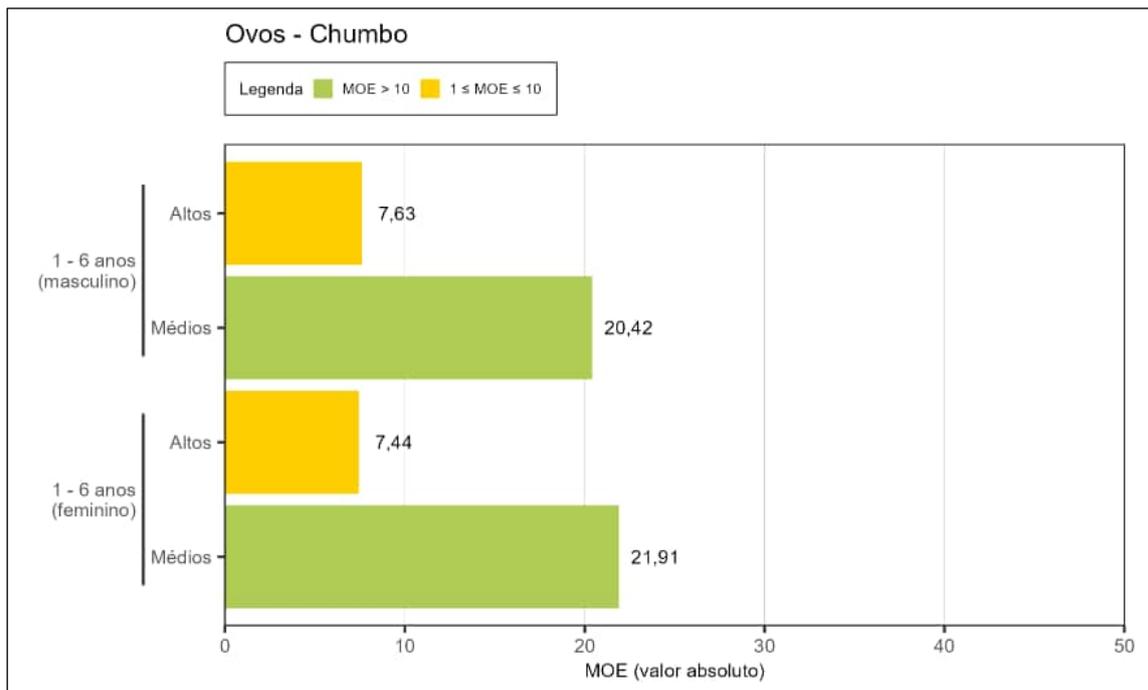


Figura 352. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores, meninos e meninas de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 7,63 e 7,44, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível.

Para os consumidores dos valores médios para o grupo ovo os valores de MOE para meninos e meninas (1 a 6 anos) foram superiores a 10, indicando que o risco foi considerado desprezível para esse grupo de consumidores.

A Figura 353 e a Figura 354 apresentam os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares e para os efeitos de nefrotoxicidade, respectivamente, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

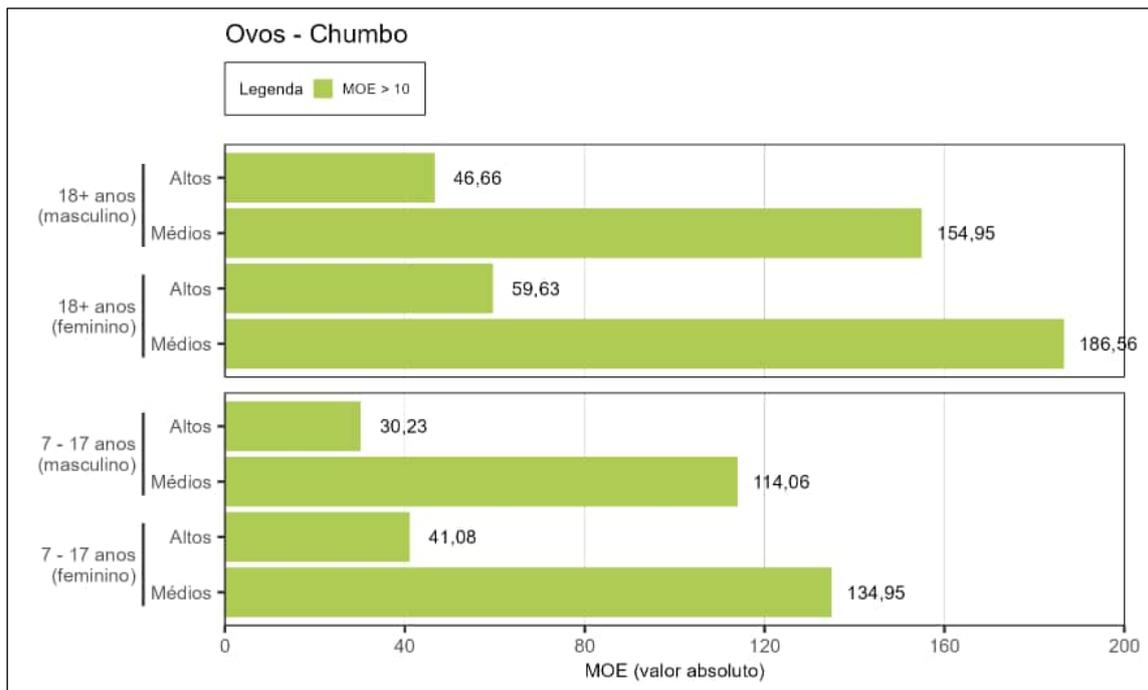


Figura 353. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

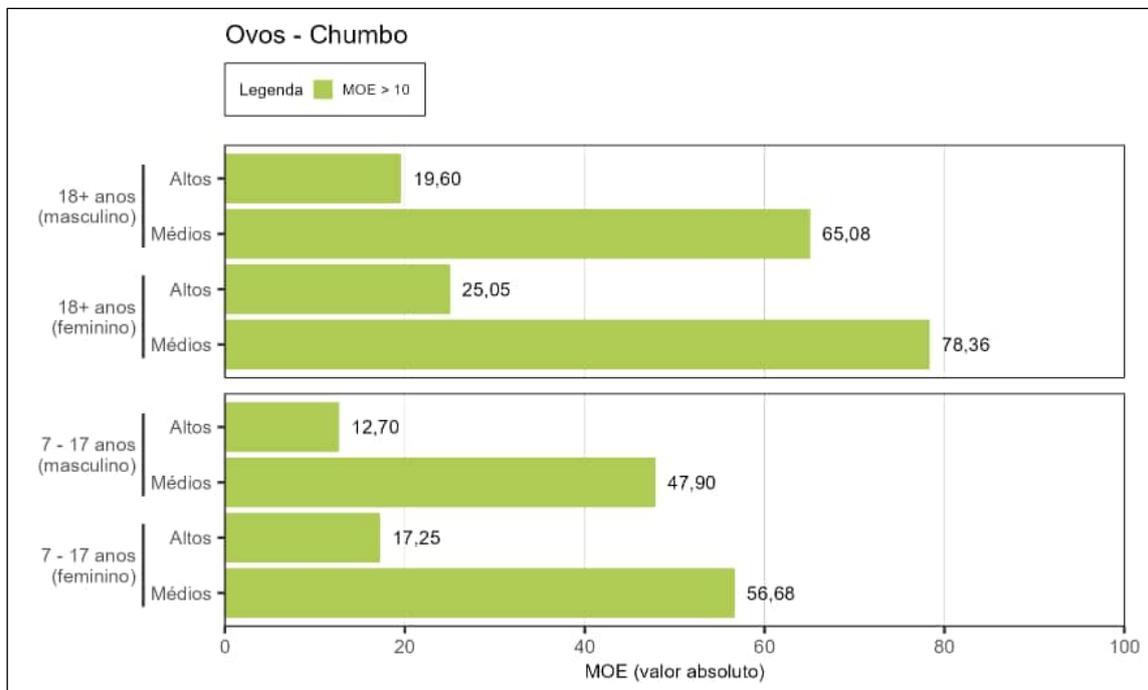


Figura 354. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que os valores de MOE foram superiores a 10 para as faixas etárias (7 a 17 anos e ≥ 18 anos), sexos, grupos de consumidores e *endpoints* avaliados, indicando que o risco foi considerado desprezível para todos os cenários e *endpoints* toxicológicos.

6.2.4.8.2 Titânio

A Figura 355 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

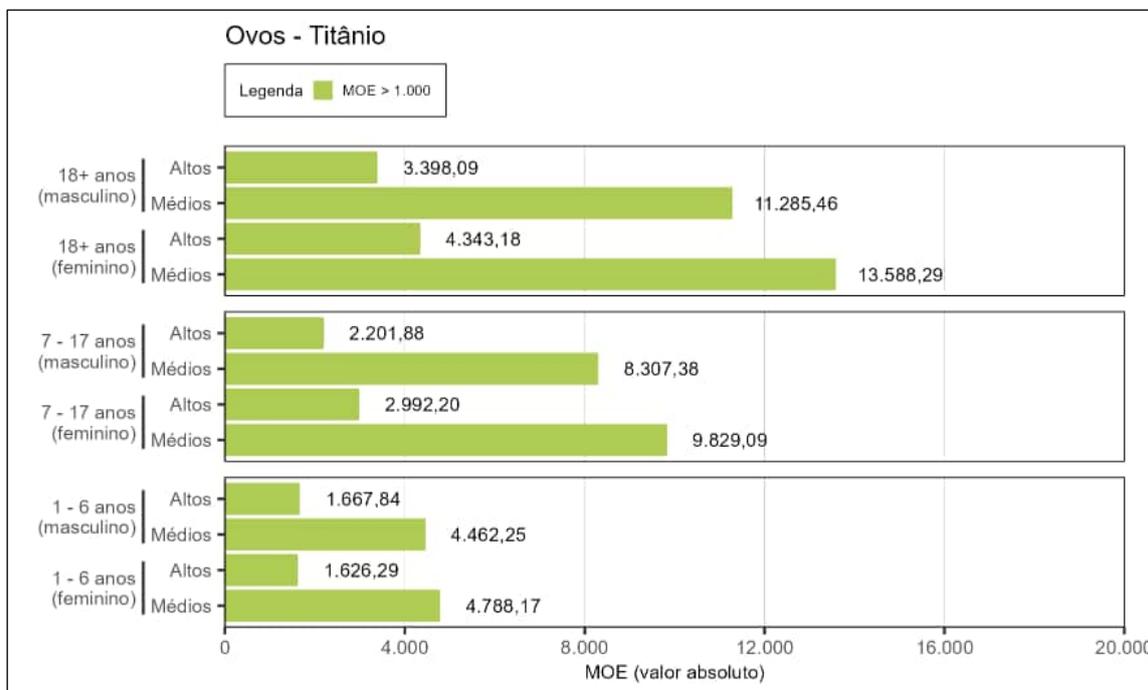


Figura 355. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1.000 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados, o que indica baixa preocupação em relação ao consumo de ovos para esta substância química.

6.2.4.9 Carnes

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo carnes, estão apresentados a seguir.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15 não foram encontrados indícios da presença de arsênio III + V em carnes, ou seja, não houve detecção dessa substância nas amostras de carnes analisadas. Portanto, não foram apresentados dados de exposição e avaliação de segurança para o arsênio III + V para esse grupo.

6.2.4.9.1 Chumbo

A Figura 356 apresenta os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças, de ambos os sexos. A Figura 357 e a Figura 358 apresentam os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares e de nefrotoxicidade, respectivamente, para as faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

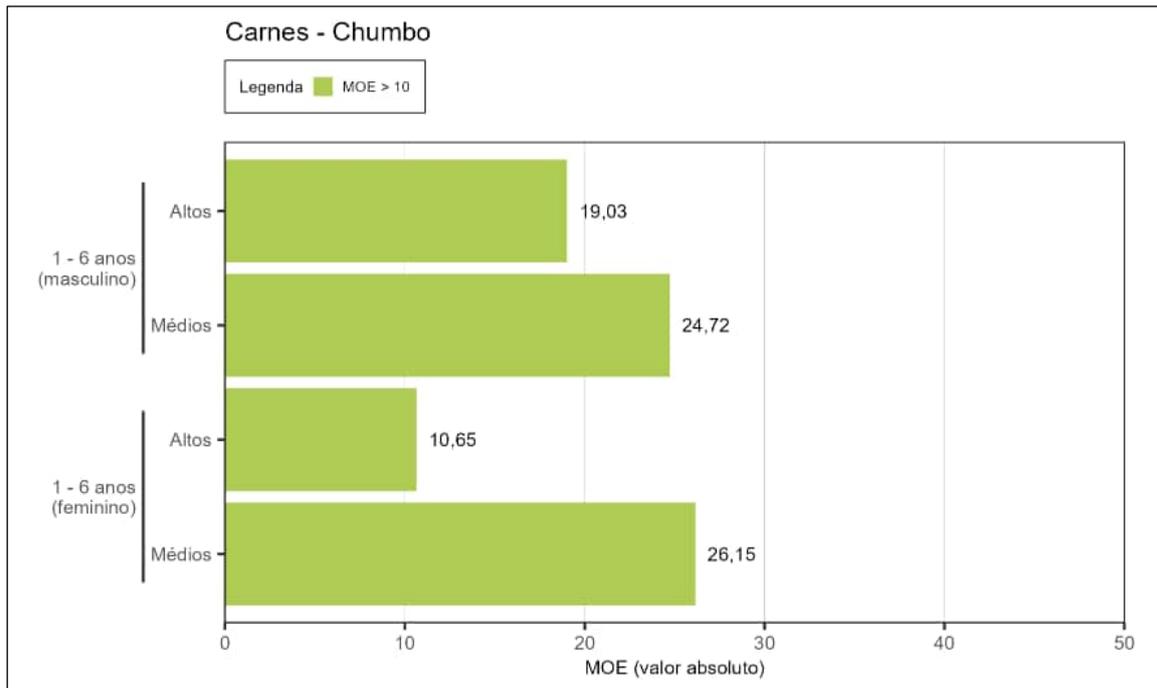


Figura 356. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

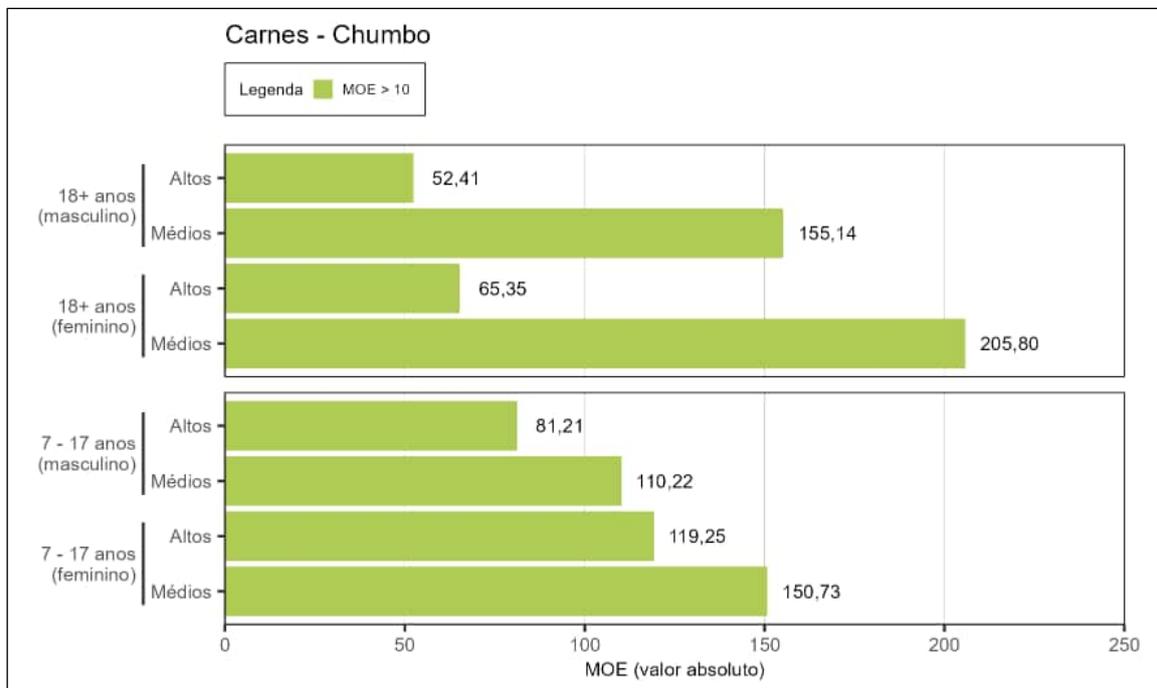


Figura 357. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

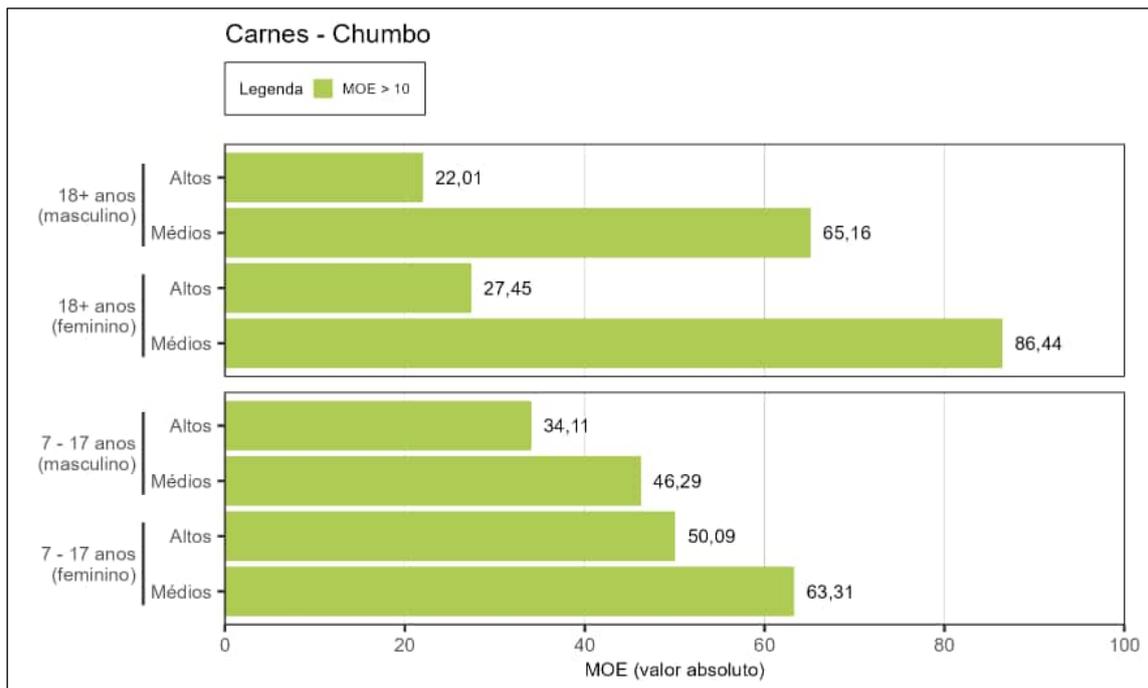


Figura 358. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que os valores de MOE foram superiores a 10 para todas as faixas etárias, sexos, grupos de consumidores e *endpoints* avaliados, indicando que o risco foi considerado desprezível para todos os cenários e *endpoints* toxicológicos. Contudo, a equipe de perícia ressalta que, para altos consumidores meninas, de 1 a 6 anos, o valor de MOE foi de 10,65 (Figura 356).

6.2.4.9.2 Titânio

A Figura 359 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

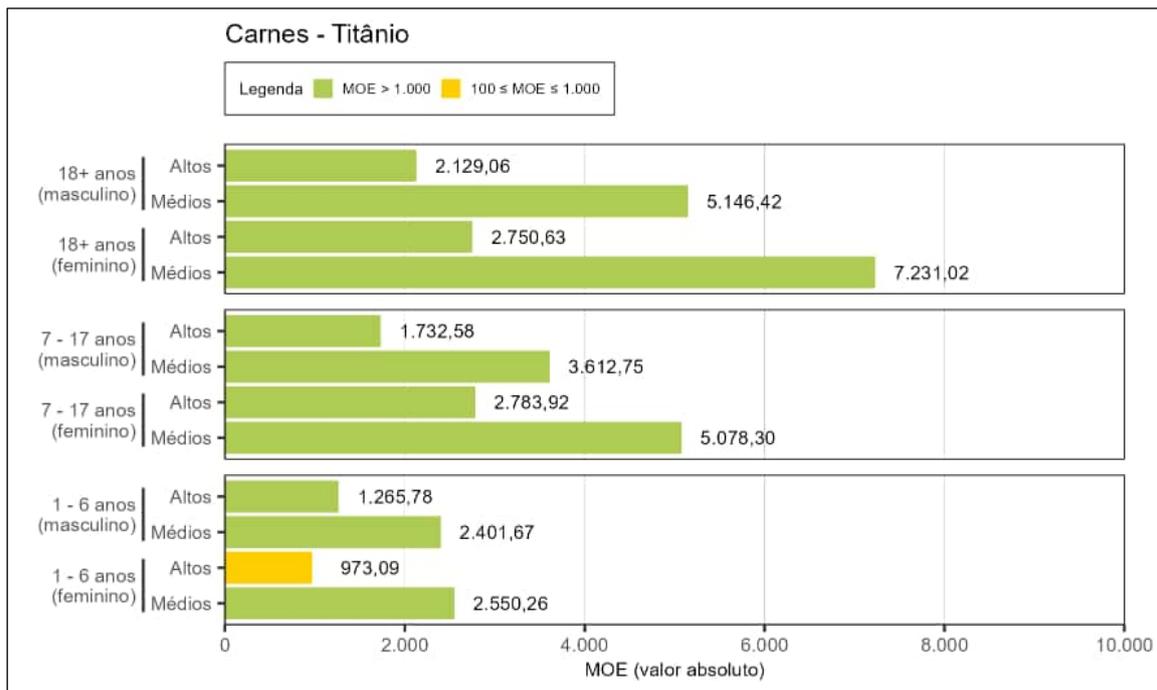


Figura 359. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores meninas de 1 a 6 anos, o valor de MOE foi de 973,09. A equipe de perícia informa que este valor fica na faixa de 100 e 1.000. Dessa forma, nenhuma ação adicional se faz necessária, à luz dos conhecimentos atuais. Para pessoas do sexo masculino de todas as faixas etárias avaliadas e para mulheres de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, os valores de MOE foram maiores que 1.000, indicando baixa preocupação à saúde.

6.2.4.9.3 Cromo inorgânico (VI)

A Figura 360 apresenta os resultados de MOE para o cromo VI para efeitos não carcinogênicos, para ambos os sexos e todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

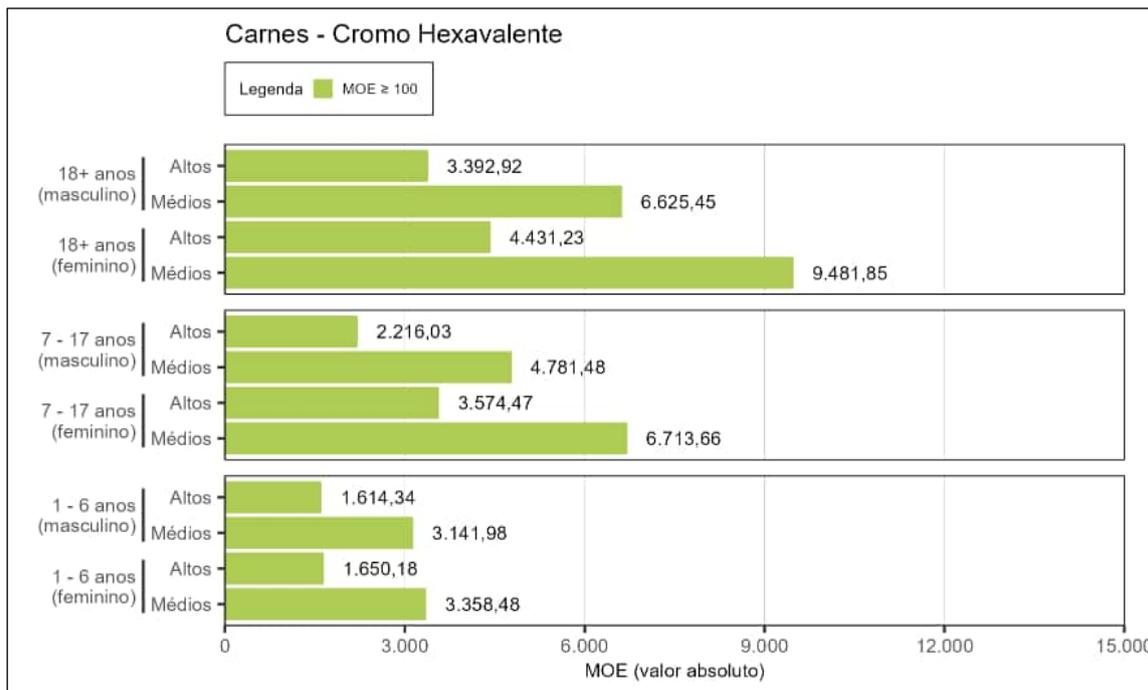


Figura 360. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito não carcinogênico) em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Conforme apresentado nas figuras acima, para os efeitos não carcinogênicos e não genotóxicos, os valores de MOE foram superiores a 100, tanto para os altos consumidores quanto para os consumidores dos valores médios, de todas as faixas etárias e sexos avaliados, o que indica baixa preocupação a saúde.

Na Figura 361 e na Figura 362 estão apresentados os resultados dos valores de MOE para os efeitos carcinogênico e genotóxico, para ambos os sexos e todas as faixas etárias e grupos de consumidores avaliados.

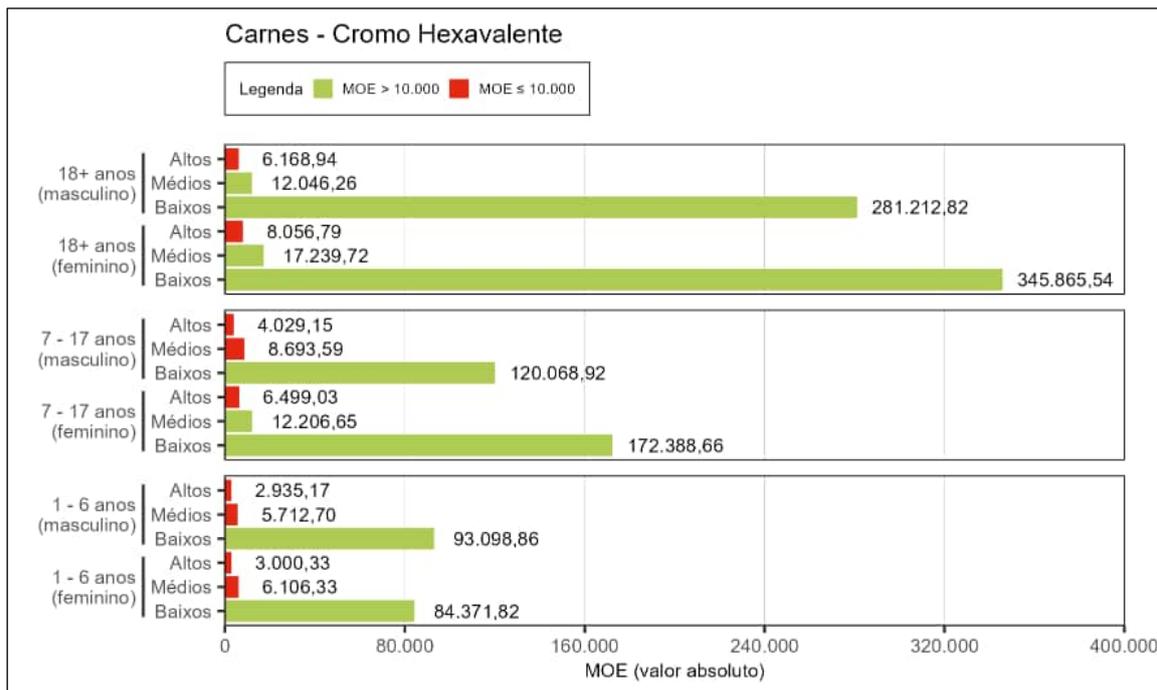


Figura 361. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito carcinogênico) em carnes para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos), de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

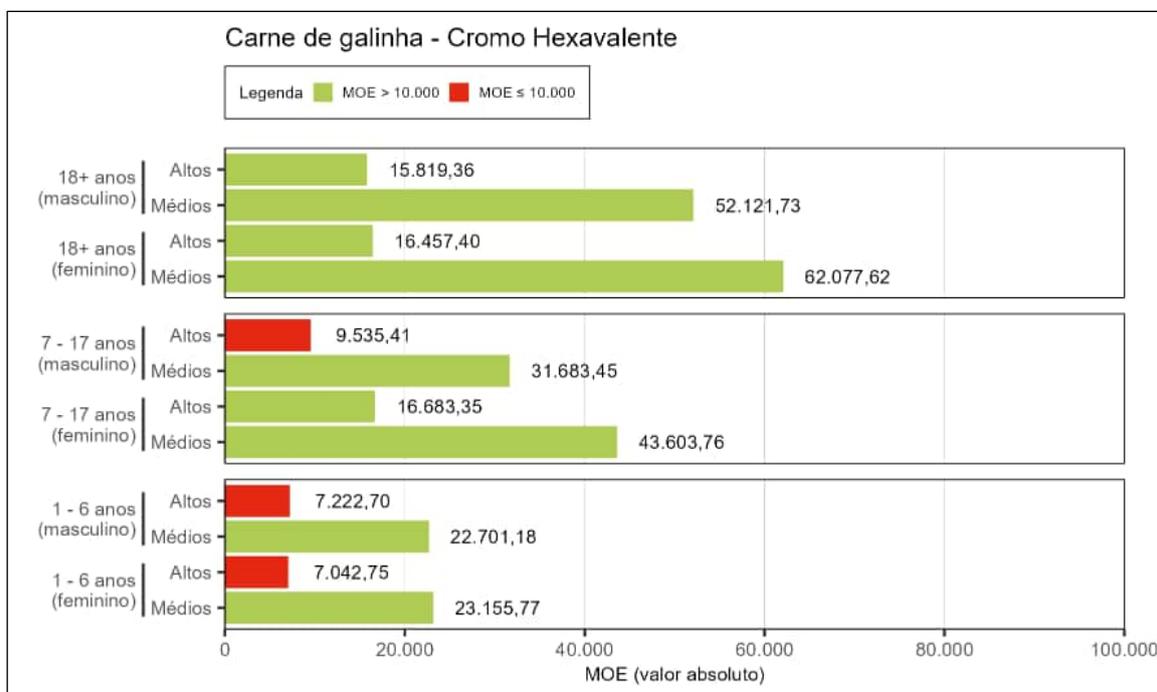


Figura 362. Estimativa da margem de exposição (MOE) para cromo inorgânico (VI) (efeito carcinogênico) em carne de galinha para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Para o grupo de altos consumidores de carnes, o valor de MOE foi menor do que 10.000 para todos as faixas etárias e sexos avaliados (Figura 361), o que sugere que há risco à saúde.

Para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 2.935,17 e 3.000,33, respectivamente; enquanto para a faixa etária de 7 a 17 anos, dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 4.029,15 e 6.499,03, respectivamente. Por fim, para os adultos (≥ 18 anos), dos sexos masculino e feminino, os valores de MOE foram de 6.168,94 e 8.056,79, respectivamente (Figura 361).

Para os consumidores dos valores médios, os valores de MOE permaneceram inferiores a 10.000 para crianças de 1 a 6 anos e homens de 7 a 17 anos, o que sugere que há risco à saúde também para esses cenários de consumo. Para a faixa etária de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 5.712,70 e 6.106,33 para meninos e meninas, respectivamente, e para os homens de 7 a 17 anos, o valor de MOE foi de 8.693,59. Para os demais cenários dos consumidores dos valores médios os valores de MOE foram maiores que 10.000, sugerindo baixa preocupação à saúde (Figura 361).

Para os baixos consumidores, os resultados de MOE foram superiores a 10.000 para todas as faixas etárias, de ambos os sexos avaliados. Dessa forma, a equipe de perícia conclui que há baixa preocupação à saúde para esse grupo de consumidores (Figura 361).

A equipe de perícia ressalta que a carne de galinha, individualmente, apresentou preocupação em relação ao seu consumo. O valor de MOE observado para os altos consumidores desse alimento, de 7 a 17 anos do sexo masculino foi de 9.535,41. Para meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 7.222,70 e 7.042,75, respectivamente. Para os cenários citados os valores de MOE observados sugerem que há risco à saúde. Para as demais faixas etárias e sexos, o valor de MOE foi maior que 10.000, o que sugere baixa preocupação à saúde (Figura 362).

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.15, não houve quantificação de cromo VI nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia reitera que as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que, conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

6.2.4.10 Vísceras

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pela Margem de Exposição (MOE), para o grupo vísceras, estão apresentados a seguir.

6.2.4.10.1 Chumbo

A Figura 363 e a Figura 364 apresentam os resultados de MOE para o efeito de neurotoxicidade em crianças, de ambos os sexos, para os grupos de consumidores avaliados, em função da exposição ao chumbo.

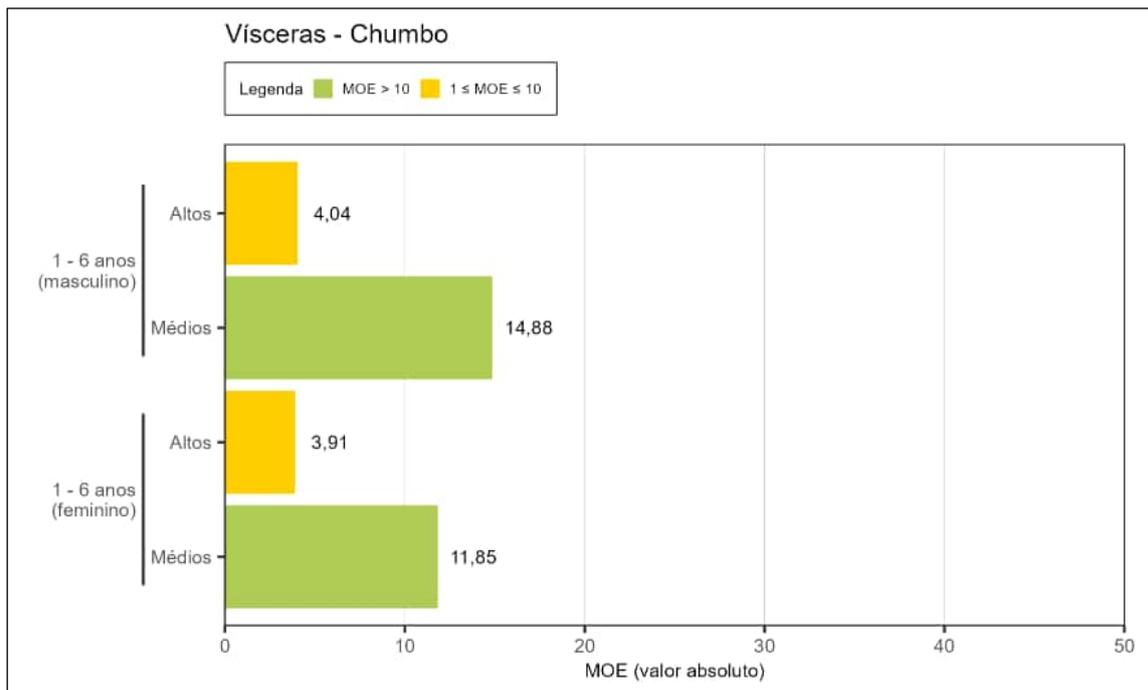


Figura 363. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

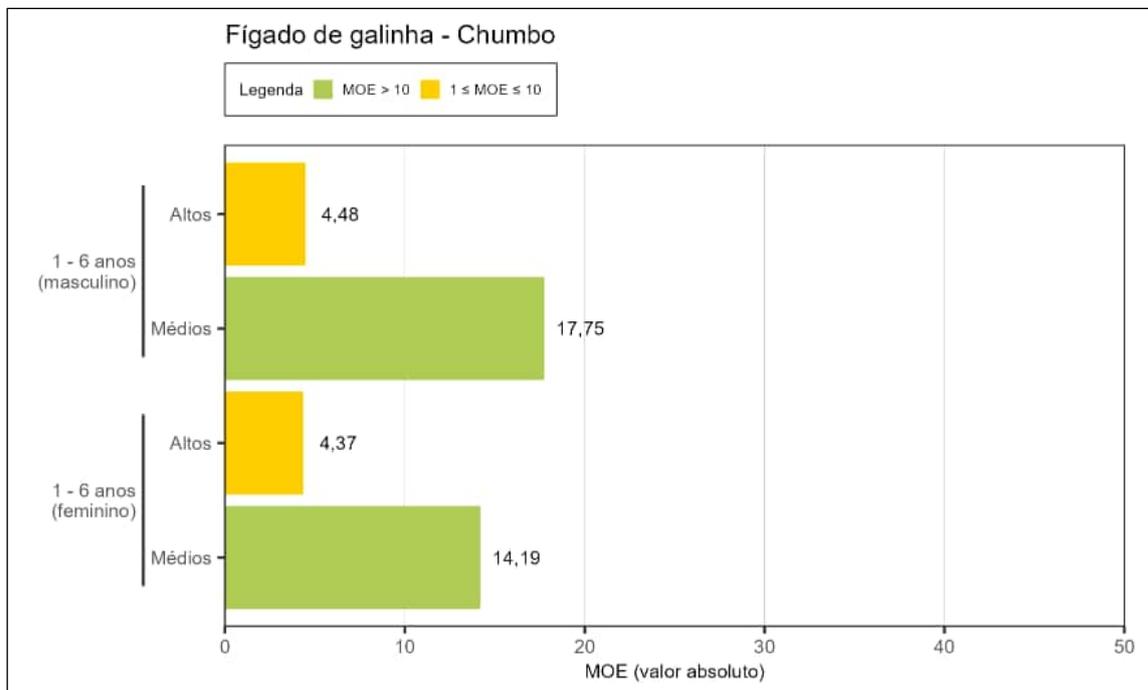


Figura 364. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito de neurotoxicidade) em fígado de galinha para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 4,04 e 3,91, respectivamente, o que indica um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo indica que o risco não é desprezível (Figura 363).

Para os consumidores dos valores médios para o grupo vísceras os valores de MOE foram superiores a 10 para a faixa etária avaliada (1 a 6 anos), de ambos os sexos, indicando que o risco foi considerado desprezível para esse grupo de consumidores (Figura 363).

A equipe de perícia ressalta que o fígado de galinha, quando avaliado individualmente, apresentou preocupação em relação ao seu consumo para chumbo, considerando o efeito de neurotoxicidade. Para altos consumidores meninos e meninas de 1 a 6 anos, os valores de MOE foram de 4,48 e 4,37, respectivamente, indicando um risco muito baixo. Para os consumidores dos valores médios, os valores de MOE obtidos para as vísceras, para meninos e meninas de 1 a 6 anos, foi de 17,75 e 14,19, respectivamente, indicando que o risco foi considerado desprezível quando este alimento foi avaliado individualmente (Figura 364).

A Figura 365 apresenta os resultados de MOE para os efeitos cardiovasculares, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

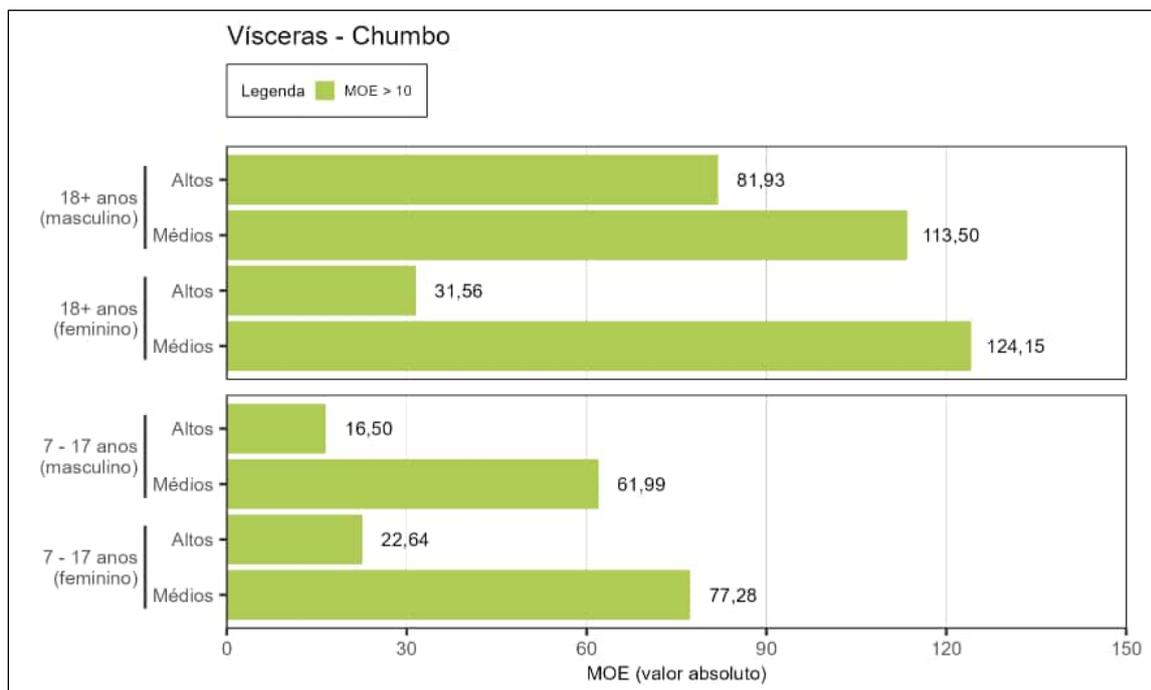


Figura 365. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito cardiovascular) em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias avaliadas para os efeitos cardiovasculares decorrentes da ingestão de chumbo, de ambos os sexos, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10.

A Figura 366 apresenta os resultados de MOE para os efeitos de nefrotoxicidade, para os grupos de consumidores avaliados, das faixas etárias de 7 a 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

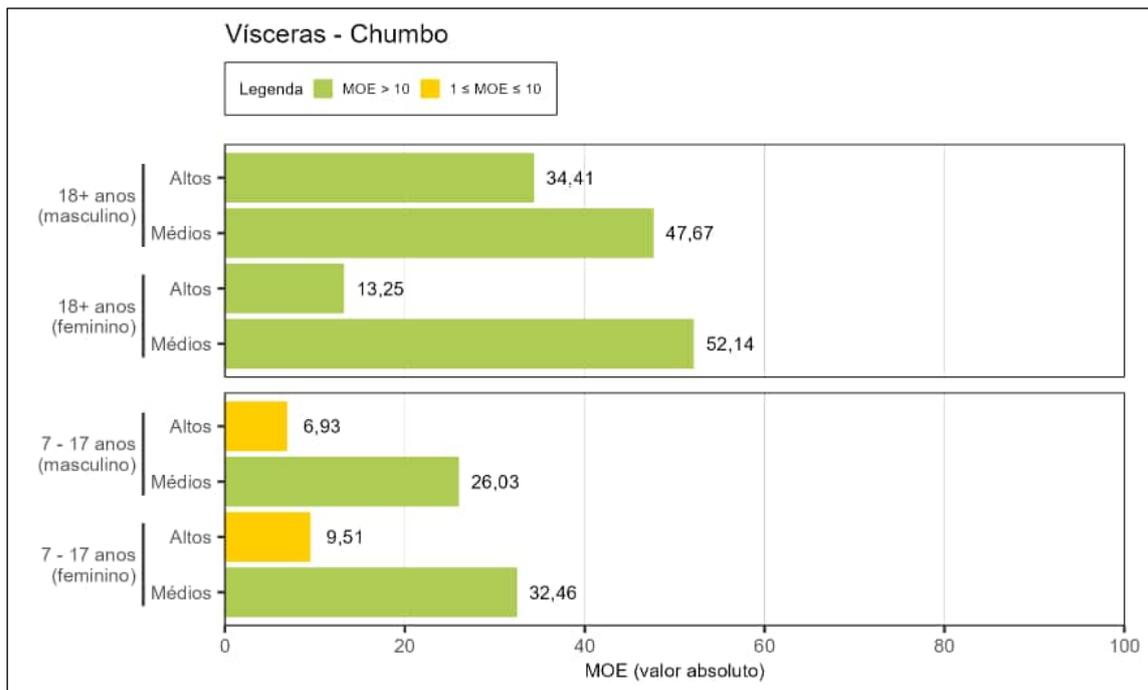


Figura 366. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

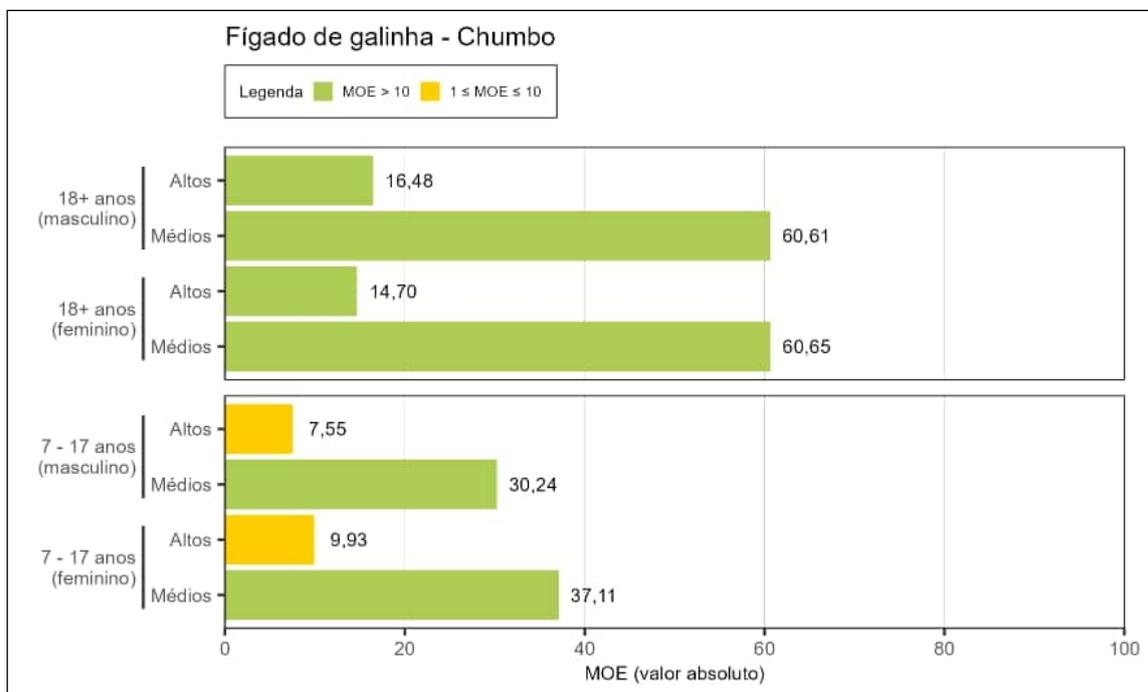


Figura 367. Estimativa da margem de exposição (MOE) para o chumbo (efeito nefrotóxico) em fígado de galinha para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados acima mostram que, para os altos consumidores de 7 a 17 anos do sexo masculino e feminino, os valores de MOE foram de 6,93 e 9,51, respectivamente. Os valores observados indicam um risco muito baixo (COT, 2016; COC, 2012; ANVISA). A equipe de perícia salienta que um risco muito baixo significa que o risco não é desprezível. Para altos consumidores maiores de 18 anos, os valores de MOE foram superiores a 10, para ambos os sexos. Dessa forma, o risco pôde ser considerado desprezível para essa faixa etária (Figura 366).

Para os consumidores dos valores médios o risco pôde ser considerado desprezível para todas as faixas etárias avaliadas para o efeito de nefrotoxicidade decorrente da ingestão de chumbo, de ambos os sexos, uma vez que os valores de MOE foram superiores a 10 (Figura 366).

A equipe de perícia ressalta que o fígado de galinha, quando avaliado individualmente, apresentou preocupação em relação ao seu consumo para chumbo, considerando o efeito de neurotoxicidade. Os valores de MOE para os altos consumidores de 7 a 17 anos, dos sexos masculino e feminino, foram de 7,55 e 9,93, respectivamente, o que indica um risco muito baixo mesmo quando este alimento é avaliado individualmente (Figura 367).

6.2.4.10.2 Titânio

A Figura 368 apresenta os resultados de MOE para o titânio para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados.

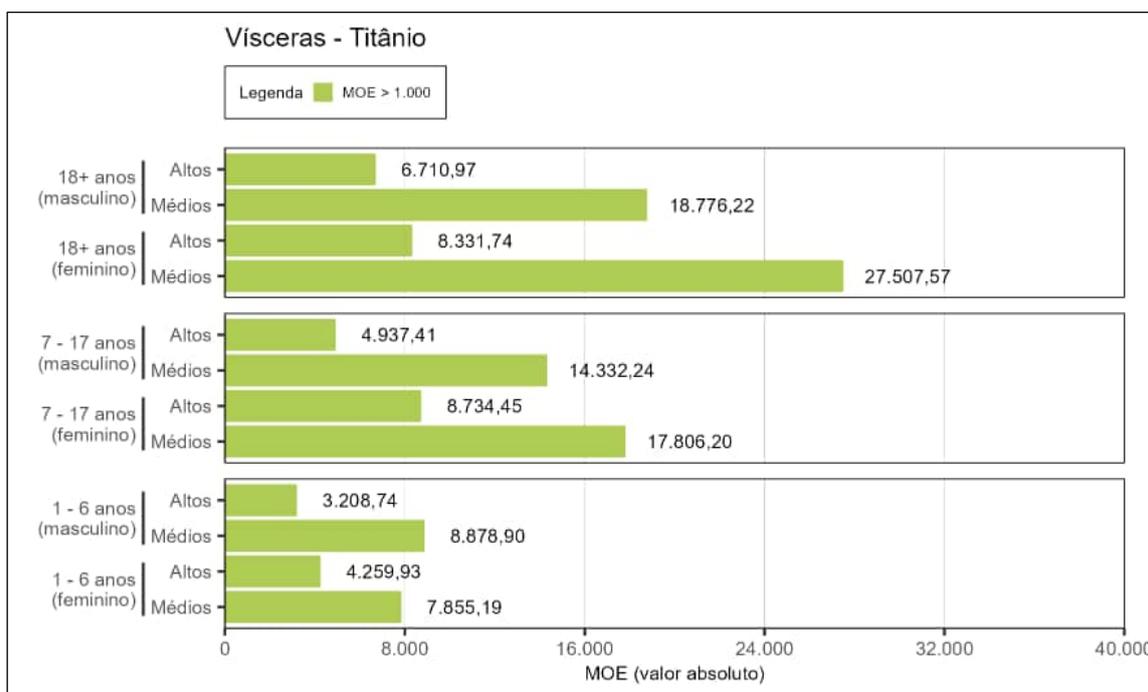


Figura 368. Estimativa da margem de exposição (MOE) para titânio em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os valores de MOE para o titânio foram superiores a 1.000 para todas as faixas etárias, sexos e grupos de consumidores avaliados, o que indica baixa preocupação em relação ao consumo de vísceras para esta substância química.

6.2.5 Quociente de perigo (HQ oral)

O quociente de perigo é a abordagem empregada pela EPA e ATSDR para avaliar se uma substância indica preocupação ou não, quando a dose de referência e o nível de risco mínimo para efeito crônico por via oral são empregados.

Esta abordagem foi empregada pela equipe de perícia porque os valores de orientação em saúde para prata e bifenilas policloradas não semelhantes a dioxinas não foram encontrados nos bancos de dados das agências de área de alimentos, nutrição, água e saúde.

O quociente de perigo foi obtido a partir da razão entre a exposição (Anexo 8) e o valor de orientação em saúde (RfD e MRL) (Tabela 19). Conforme apresentado na Tabela 21, quando o HQ for maior ou igual a 1, significa que o valor da exposição é maior do que o valor orientador, logo o consumo do alimento indica preocupação em relação à substância investigada. Para resultados de HQ menores do que 1, a exposição é menor do que o valor orientador de saúde e, portanto, o consumo do alimento não indica preocupação em relação à substância investigada.

As substâncias químicas avaliadas pela abordagem do Quociente de Perigo (HQ) foram: prata e bifenilas policloradas (PCBs). A equipe de perícia ressalta que os PCBs foram detectados somente em amostras de carnes. Portanto, a avaliação da segurança em relação às bifenilas policloradas (PCBs) foi apresentada somente para esse grupo.

Os resultados do quociente de perigo estão apresentados a seguir, por grupo de alimentos avaliados.

6.2.5.1 Frutas

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo frutas, estão apresentados a seguir.

A Figura 369 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

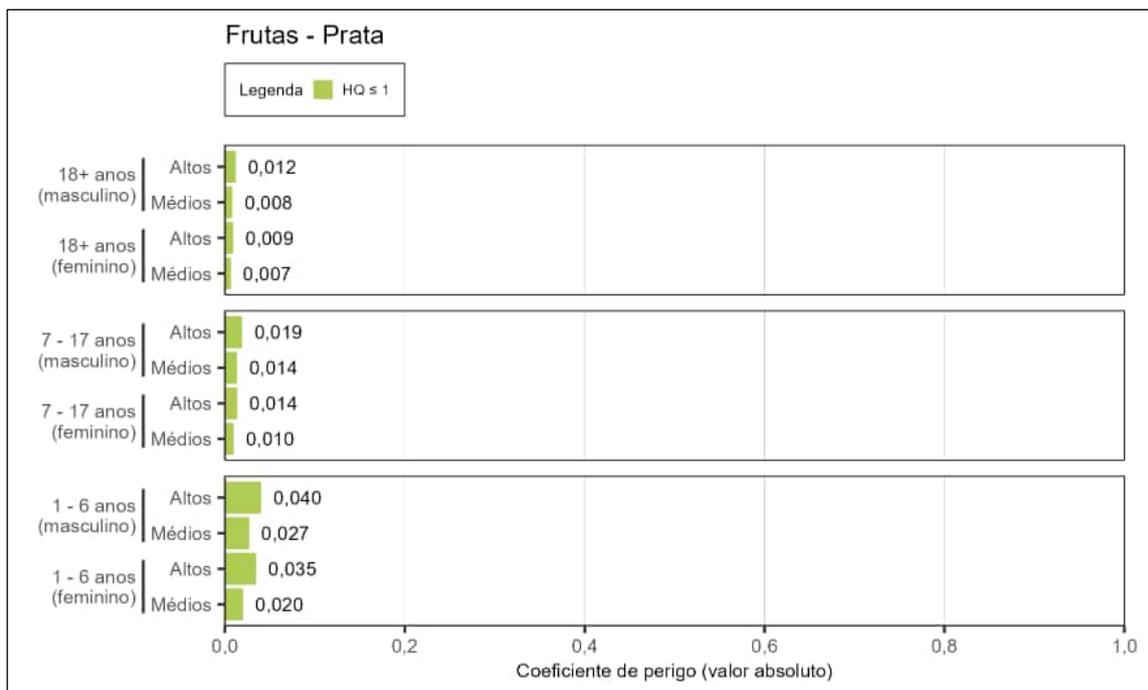


Figura 369. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em frutas para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 369 não indicam preocupação em relação a prata presente nas frutas, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.2 Legumes

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo legumes, estão apresentados a seguir.

A Figura 370 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

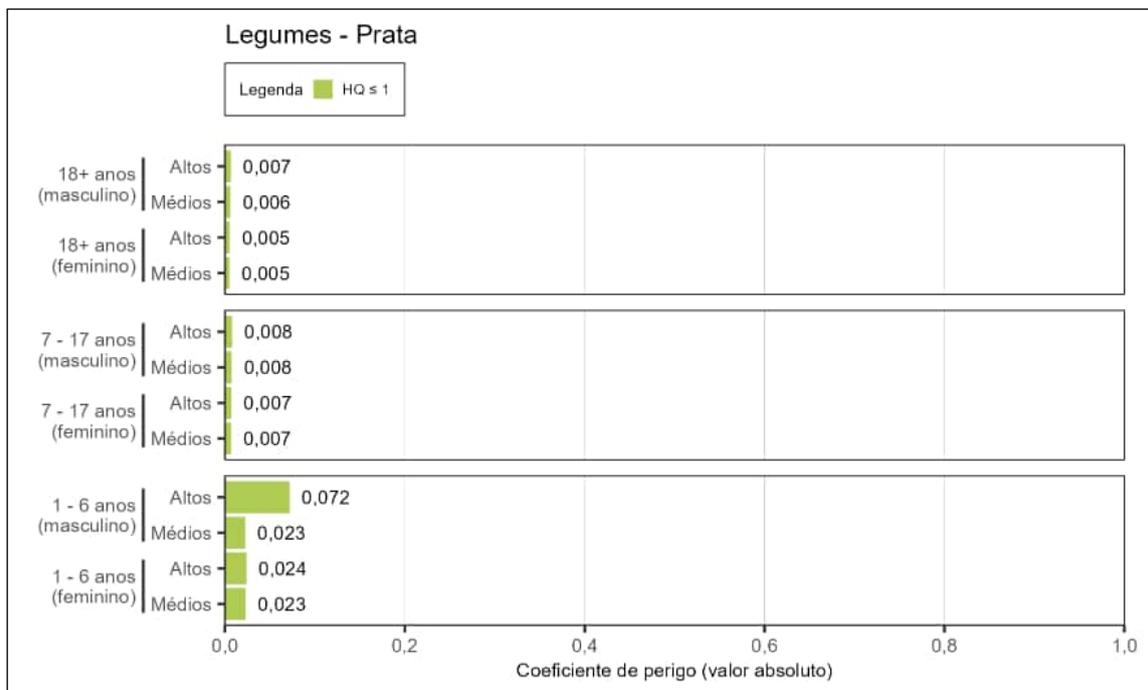


Figura 370. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em legumes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 370 não indicam preocupação em relação a prata presente nos legumes, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.3 Raízes e tubérculos

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo raízes e tubérculos, estão apresentados a seguir.

A Figura 371 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

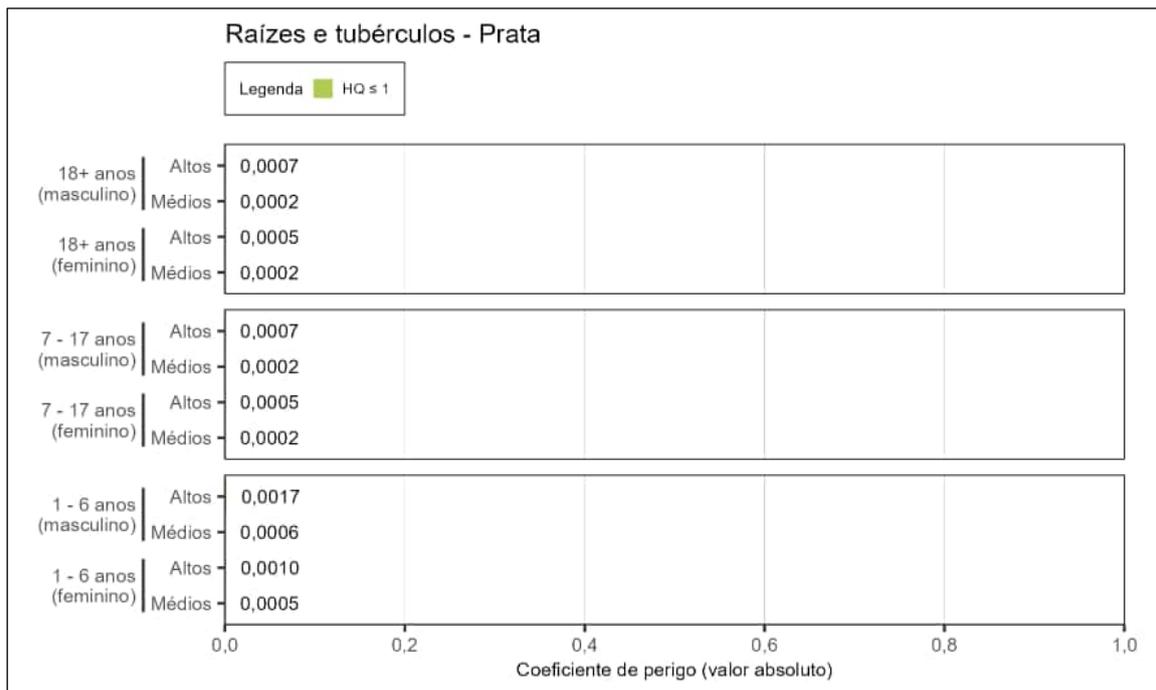


Figura 371. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em raízes e tubérculos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 371 não indicam preocupação em relação a prata presente nas raízes e tubérculos, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.4 Verduras

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo verduras, estão apresentados a seguir.

A Figura 372 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

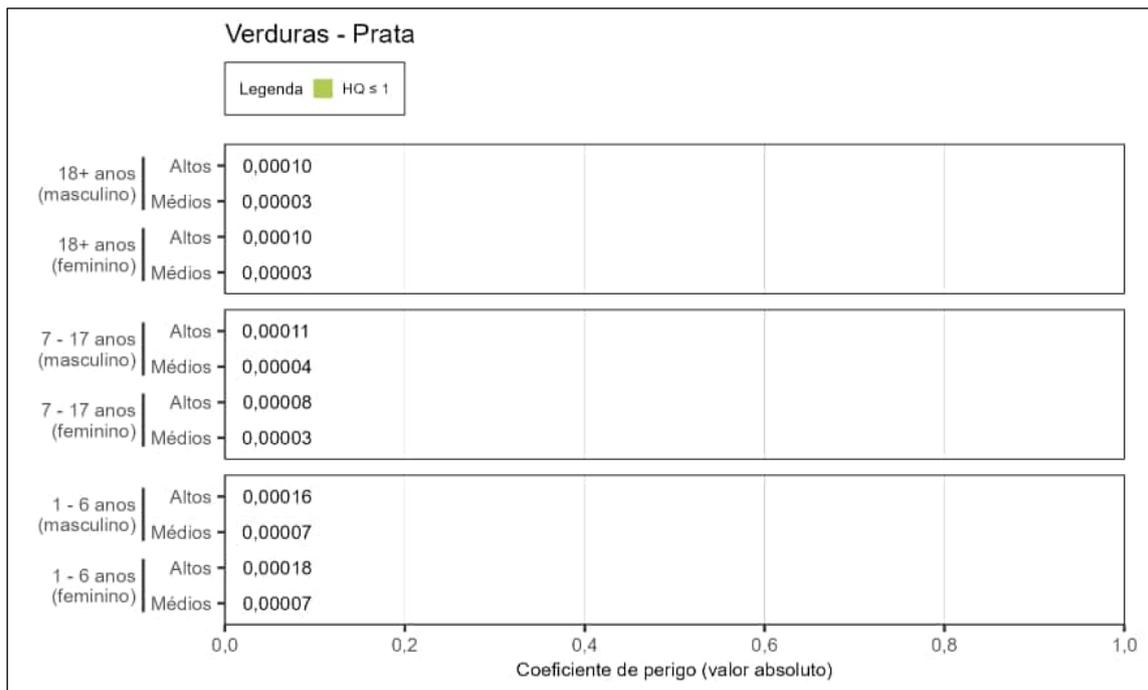


Figura 372. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em verduras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 372 não indicam preocupação em relação a prata presente nas verduras, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias, e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.5 Grãos

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo grãos, estão apresentados a seguir.

A Figura 373 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

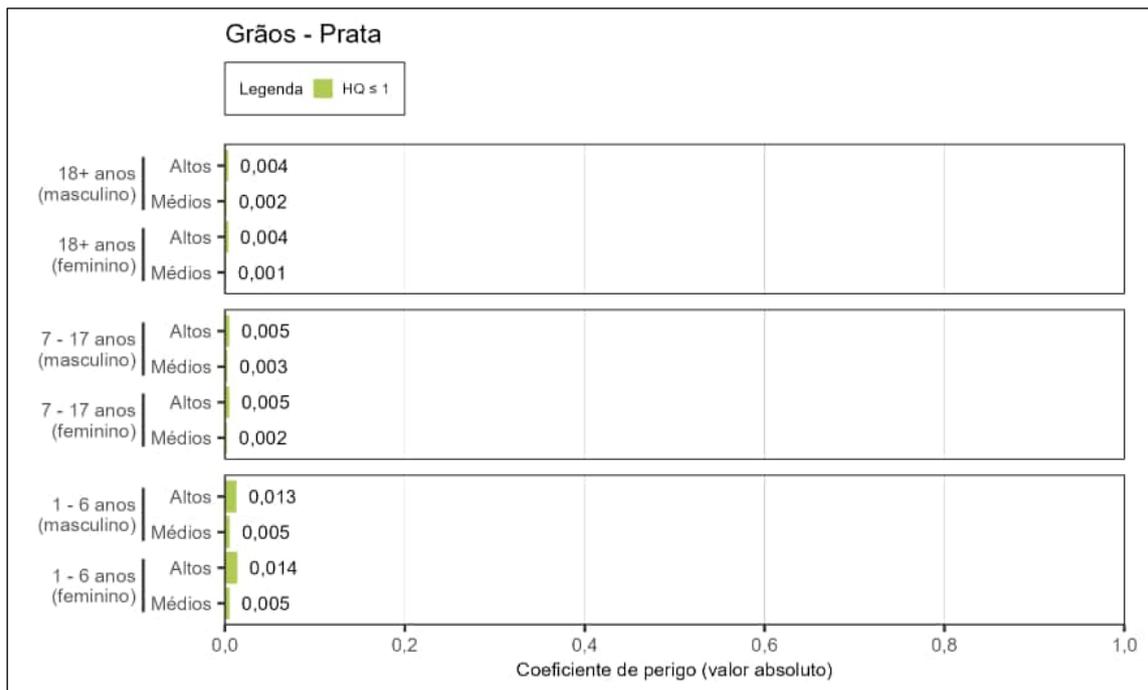


Figura 373. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em grãos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 373 não indicam preocupação em relação a prata presente nos grãos, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias, e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.6 Leite

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo leite, estão apresentados a seguir.

A Figura 374 a seguir apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

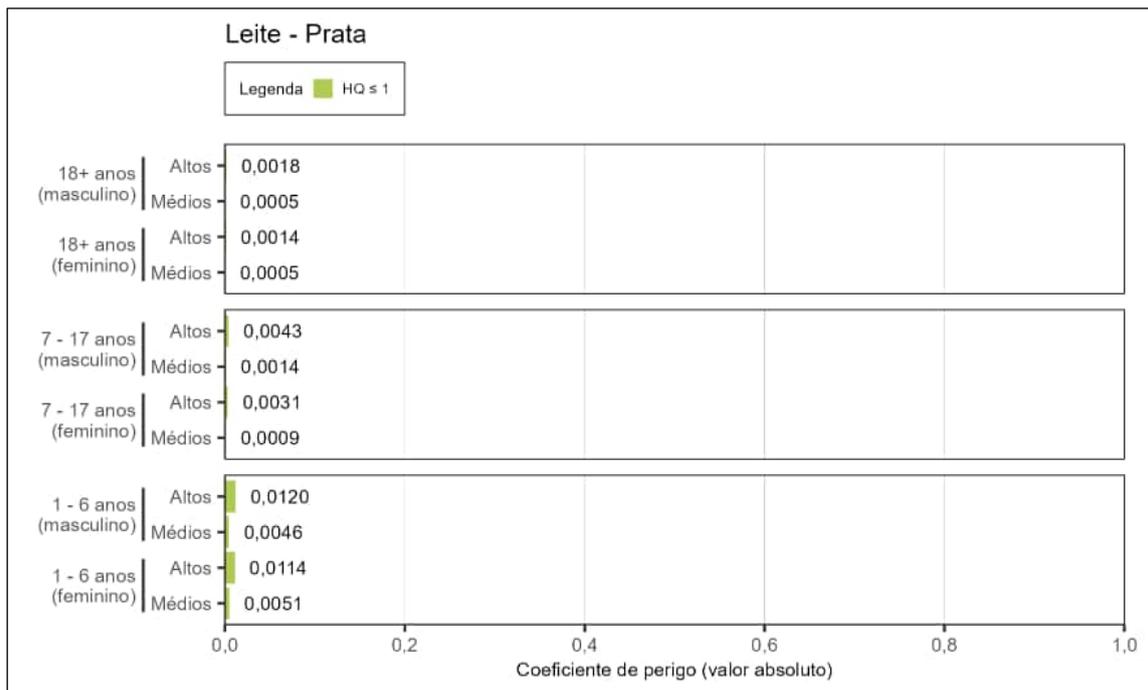


Figura 374. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em leite para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 374 não indicam preocupação em relação a prata presente no leite, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.7 Mel

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo mel, estão apresentados a seguir.

A Figura 375 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

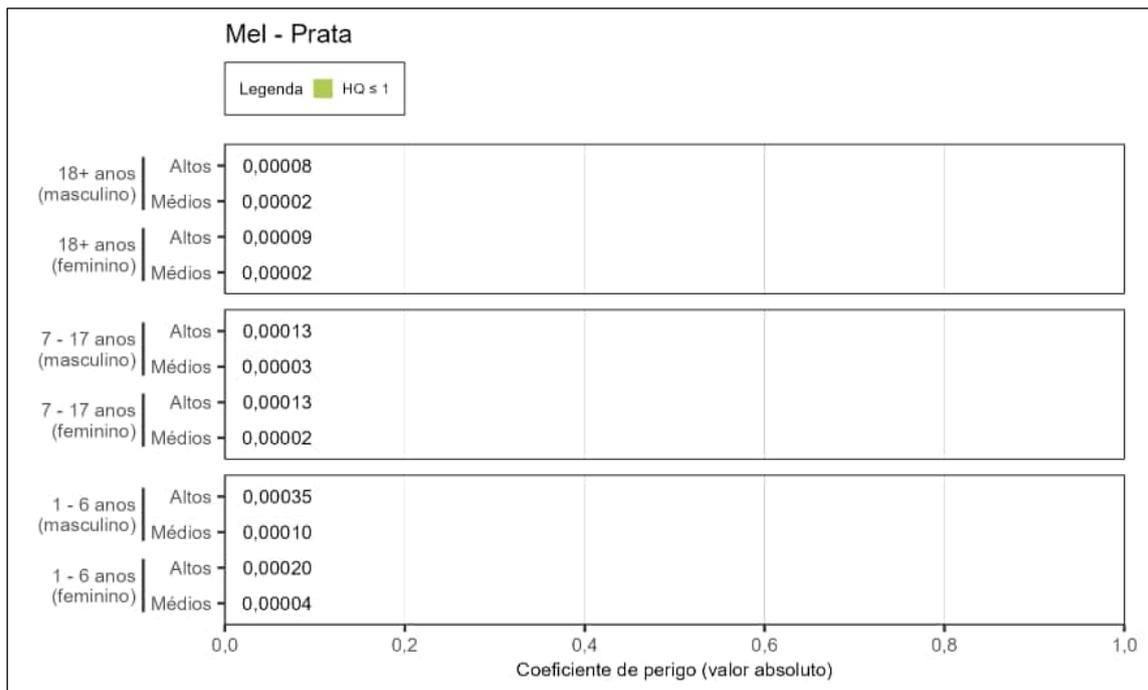


Figura 375. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em mel para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 375 não indicam preocupação em relação a prata presente no mel, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ < 1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.8 Ovo

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo ovo, estão apresentados a seguir.

A Figura 376 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

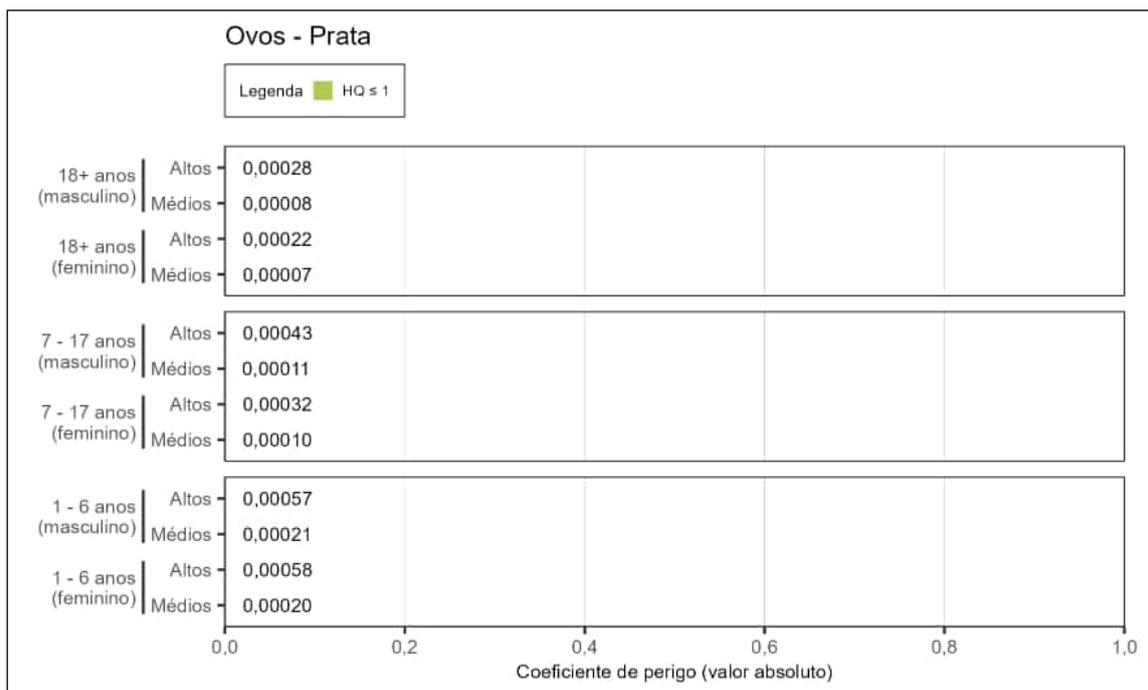


Figura 376. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em ovos para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 376 não indicam preocupação em relação a prata presente nos ovos, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

6.2.5.9 Carnes

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para as substâncias químicas avaliadas pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo carnes, estão apresentados a seguir. As substâncias químicas avaliadas pelo HQ para o grupo carnes foram a prata e as bifenilas policloradas (PCBs).

A Figura 377 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

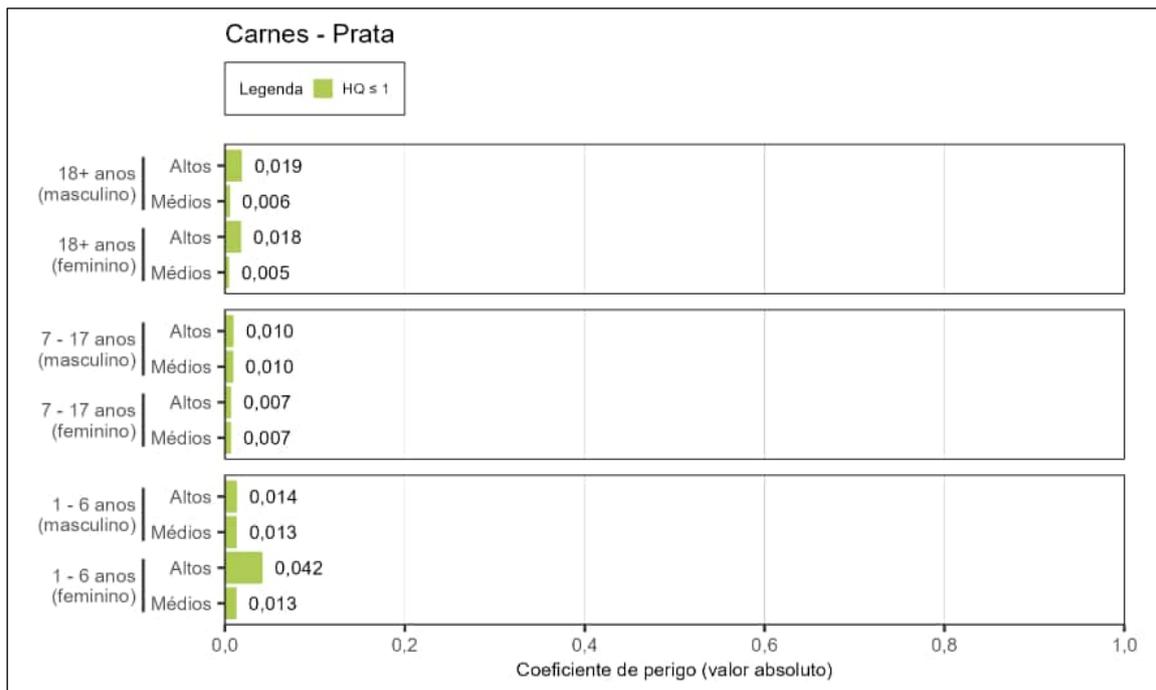


Figura 377. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em carnes para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 377 não indicam preocupação em relação a prata presente nas carnes, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

Para as bifenilas policloradas (PCBs) não semelhantes à dioxina total, o MRL (nível de risco mínimo) se aplica ao efeito não carcinogênico.

A Figura 378 contém os resultados do Quociente de Perigo (HQ) para bifenilas policloradas para os altos consumidores e consumidores dos valores médios, de todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

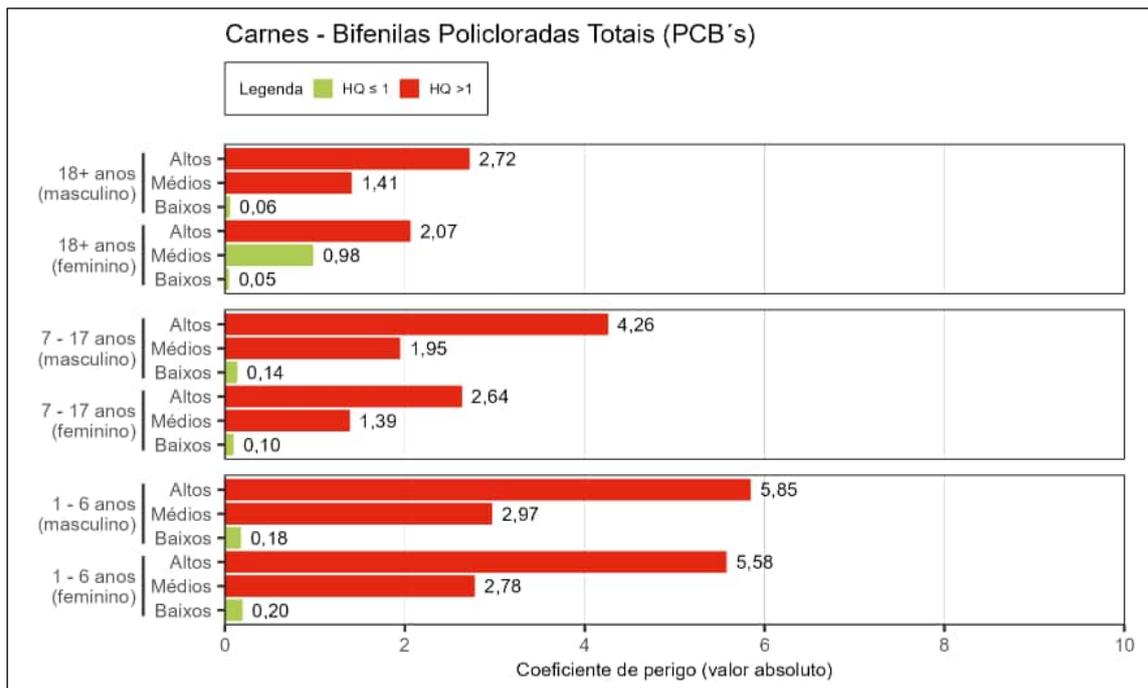


Figura 378. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para bifenilas policloradas em carnes para os altos consumidores (altos), consumidores dos valores médios (médios) e baixos consumidores (baixos) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

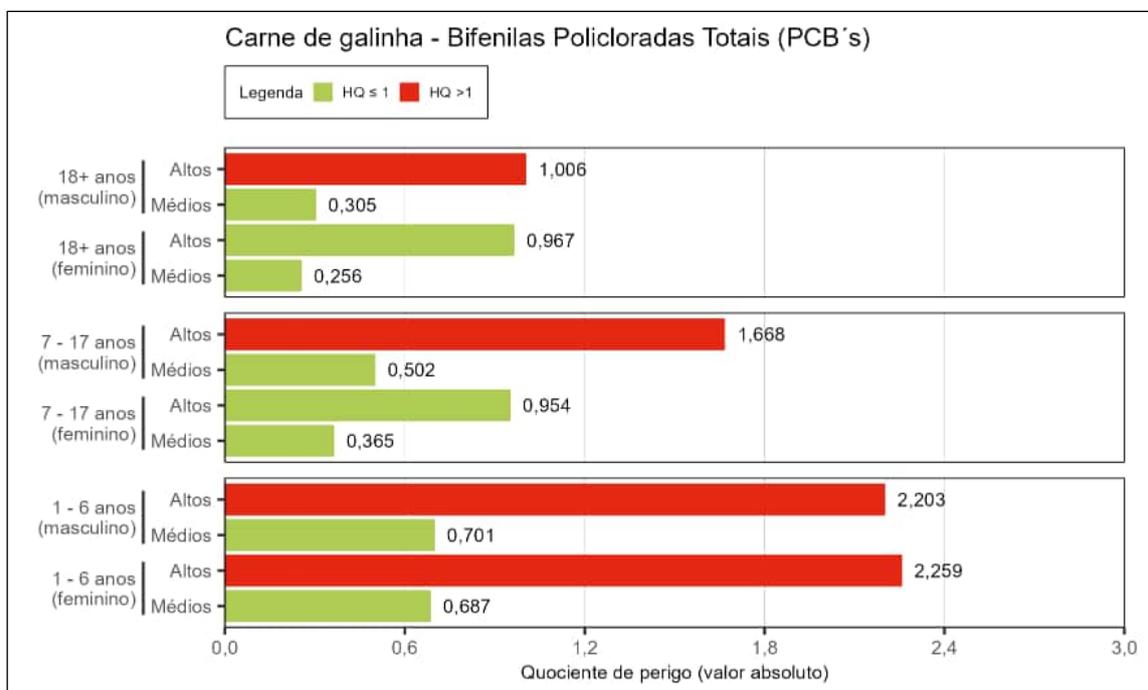


Figura 379. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para bifenilas policloradas em carne de galinha para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 378 demonstram que o Quociente de Perigo (HQ) foi maior que 1 para a população de altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias e ambos os sexos avaliados, com exceção de consumidores dos valores médios do sexo feminino (≥ 18 anos), o que indica que há preocupação em relação aos PCBs não semelhantes a dioxinas totais presente na carne para os cenários citados.

Para os baixos consumidores, os resultados do Quociente de Perigo (HQ) foram inferiores a 1 para todas as faixas etárias, de ambos os sexos, não indicando preocupação em relação aos PCBs não semelhantes a dioxinas totais presente nas carnes (Figura 378).

A equipe de perícia ressalta que a carne de galinha, individualmente, apresentou preocupação em relação ao seu consumo (Figura 379). Os valores de HQ observados para os altos consumidores, dos sexos masculino, entre 7 e 17 anos e acima de 18 anos, foram de 1,67 e 1,01, respectivamente. Para os altos consumidores, meninos e meninas, de 1 a 6 anos, os valores de HQ foram de 2,20 e 2,26, respectivamente. Estes resultados sugerem que há preocupação para o consumo de carne de galinha em relação aos PCBs não semelhantes à dioxina, para os cenários citados. A equipe de perícia salienta que os valores calculados de HQ para os altos consumidores, do sexo feminino, de 7 a 17 anos e maiores de 18 anos, foram de 0,97 e 0,95, respectivamente.

A equipe de perícia ressalta que, conforme pode ser observado no Anexo 3.19, não houve quantificação de PCBs nas amostras analisadas, dessa forma, os resultados apresentados foram calculados com base em dados que se encontram muito próximos aos limites inferiores do intervalo de operação do método analítico (limite de detecção – LOD). De acordo com os princípios da incerteza analítica estabelecidos pela Eurachem/CITAC (EURACHEM/CITAC, 2012), as incertezas associadas às medições em níveis abaixo do limite de quantificação sugerem um tratamento especial e consideração cuidadosa. No entanto, os analitos avaliados neste trabalho de perícia são importantes em níveis muito baixos o que torna inevitável que medições sejam feitas e resultados relatados para a quantidade de analito avaliada.

A equipe de perícia reitera que, as dificuldades relatadas não impedem a aplicação dos métodos delineados neste relatório, uma vez que conceitualmente, o limite de detecção de um método analítico é definido como a quantidade verdadeira do analito, o que leva, com alta probabilidade, à conclusão de que a substância está presente na amostra.

Na Tabela 19 os valores de orientação baseados em saúde encontrados pela equipe de perícia para os PCBs foram apresentados. Um dos valores (*slope* da curva) foi estabelecido para efeitos carcinogênicos pela EPA. No entanto, estudos que avaliem o efeito carcinogênico das bifenilas policloradas (PCBs) não semelhantes a dioxina isoladamente são escassos, e a maioria dos estudos se concentram no produto comercial Aroclor® (que contém misturas de PCBs semelhantes a dioxina e não semelhantes a dioxina), ou em PCBs semelhantes a dioxina especificamente (EFSA, 2005a). Tendo em vista a ausência de informações que permitam concluir com 100% de certeza que os efeitos carcinogênicos possam ser causados pelos PCBs não semelhantes a dioxina, e que o dado da EPA para avaliação do efeito carcinogênico dos PCBs foi obtido a partir de ensaios com o produto Aroclor®, a equipe de perícia entende que não é possível realizar a avaliação do efeito carcinogênico dos PCBs não semelhantes a dioxina totais.

6.2.5.10 Vísceras

Os resultados da avaliação da segurança do alimento para a substância química avaliada pelo Quociente de Perigo (HQ), para o grupo vísceras, estão apresentados a seguir.

A Figura 380 apresenta a estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para a prata, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios, para todas as faixas etárias avaliadas, de ambos os sexos.

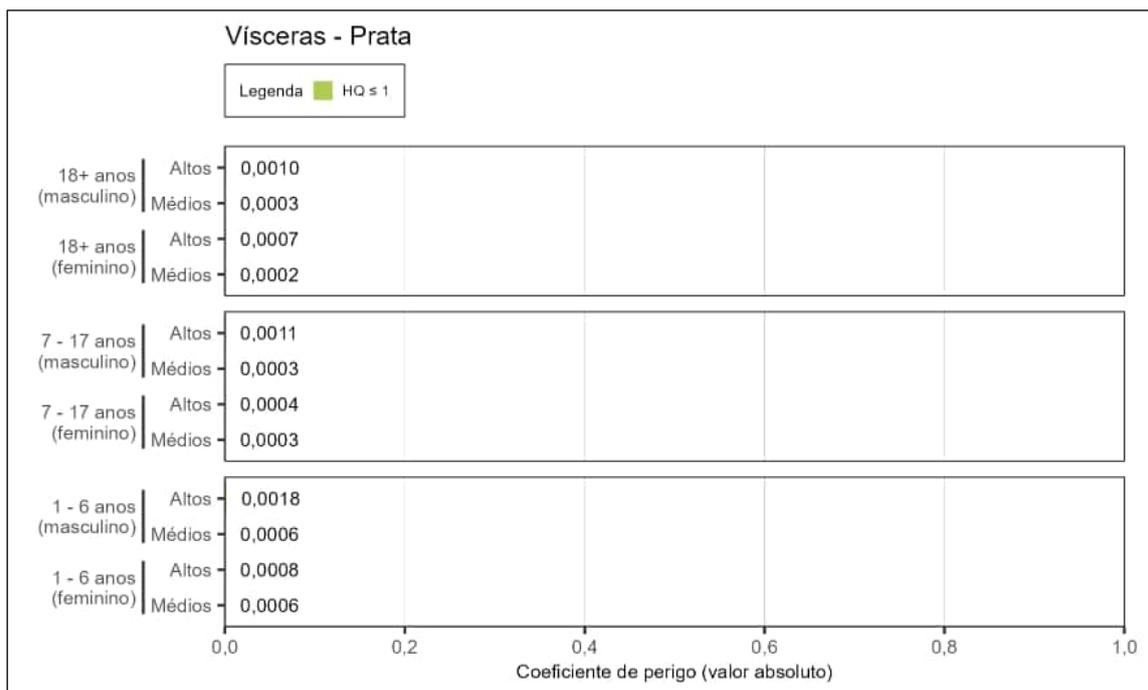


Figura 380. Estimativa do Quociente de Perigo (HQ) para prata em vísceras para os altos consumidores (altos) e consumidores dos valores médios (médios) de 1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos, de ambos os sexos.

Os resultados apresentados na Figura 380 não indicam preocupação em relação a prata presente nas vísceras, pois a exposição foi menor do que o valor de orientação em saúde (HQ <1) para todos os grupos de consumidores, faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

6.3 Substâncias sem dados para a caracterização do risco

Não foi possível caracterizar o risco para enxofre, nitrogênio, silício e tálio, pelo fato de estas substâncias não possuírem valores de orientação baseados em saúde e nem *endpoints* toxicológicos confiáveis, conforme esclarecido anteriormente no item 3.2 deste documento. Contudo, considerando que tais substâncias foram detectadas nos produtos agropecuários avaliados neste trabalho de perícia, a equipe de perícia optou por realizar uma breve inferência sobre a exposição a essas substâncias utilizando outros dados de comparação.

A equipe de perícia ressalta que a ausência de valores de orientação baseado em saúde e *endpoints* toxicológicos confiáveis não significa necessariamente que as substâncias sejam 100% seguras para serem consumidas e sim que os estudos científicos sobre o tema são escassos, inexistentes ou sem qualidade suficiente para que o *endpoint* toxicológico e valores de orientação em saúde sejam derivados, portanto, não é possível concluir pela segurança. Todavia, a ciência é dinâmica e está em constante evolução. Desta forma, a equipe de perícia considera que os resultados de exposição possam e devam ser retomados a partir dos dados de concentrações e caracterização da população aqui apresentados, caso novos estudos sejam publicados.

Em relação ao silício, sabe-se que o silicato, após absorvido é excretado pelos rins sem evidência de emulação tóxica no corpo (EFSA, 2004; FAO, 1969).

Pesquisas indicam que a administração oral prolongada de sílica em níveis de dose elevados (da ordem de 2,5 a 7,5 g/kg p.c.*dia) inibem o crescimento em ratos e camundongos devido ao desequilíbrio nutricional por causa da alta dose de sílica adicionada à dieta. Assim, este efeito não se deve à toxicidade da substância *per si*. Em humanos, além de relatos ocasionais de problemas renais associados ao uso prolongado de antiácidos contendo silicatos, há pouca evidência de efeitos adversos de silício ingeridos por via oral, porém não existem dados suficientes que demonstrem uma relação dose-resposta para esses efeitos adversos (EFSA, 2004).

Nos casos em que a *European Food Safety Authority* (EFSA) não possui valores para derivar a segurança para alguma substância química, a agência compara os dados de exposição real com estudos epidemiológicos e, a partir dessa inferência, emite pareceres considerando a exposição. Dessa forma, os dados da exposição referente ao consumo de silício para altos consumidores obtidos através da dieta foram avaliados e estão apresentados na Tabela 41.

Idade (anos)	Exposição ao Silício (g/kg p.c.*dia)									
	Estudo da perícia									
	Frutas		Legumes		Raízes e tubérculos		Verduras		Grãos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1 – 6	2,77	2,79	0,54	0,34	0,25	0,20	0,20	0,22	0,86	0,86
7 – 17	1,49	1,08	0,14	0,13	0,13	0,09	0,13	0,10	0,35	0,34
≥ 18	0,90	0,77	0,12	0,074	0,13	0,10	0,12	0,11	0,21	0,22
Idade (anos)	Exposição ao Silício (g/Kg p.c.*dia)									
	Estudo da perícia									
	Leite		Mel		Ovo		Carnes		Vísceras	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1 – 6	0,38	0,39	0,023	0,013	0,08	0,08	0,07	0,16	0,02	0,03
7 – 17	0,14	0,10	0,008	0,008	0,06	0,04	0,05	0,03	0,01	0,01
≥ 18	0,05	0,04	0,005	0,006	0,04	0,03	0,08	0,07	0,01	0,01

Tabela 41. Exposição ao silício verificada pela equipe de perícia para cada grupo de alimentos.

A equipe de perícia informa que, de acordo com os valores obtidos na Tabela 41, é improvável que as exposições decorrentes do consumo dos produtos agropecuários avaliados causem efeitos adversos à saúde, considerando todos os grupos de consumidores, faixas etárias e sexos avaliados.

Em relação ao tálio, conforme reportado no Anexo 8, os valores de exposição ($\mu\text{g}/\text{kg p.c. dia}^{-1}$) foram na ordem de grandeza de, no máximo 10^{-2} , considerando todos os grupos de alimentos avaliados, para todas as faixas etárias e ambos os sexos. A equipe de perícia informa que não foram encontradas informações sobre a exposição ao tálio e a sua relação com efeitos adversos à saúde das populações em banco de dados oficiais.

No que tange ao nitrogênio, a equipe de perícia salienta que embora esta substância tenha sido classificada como elemento essencial, ela não é essencial por si só, uma vez que as necessidades do organismo humano são atendidas através do metabolismo de aminoácidos e proteínas obtidos a partir da dieta (COT, 2003).

Para a inferência sobre a exposição ao nitrogênio, uma vez que a sua principal fonte são aminoácidos e proteínas, a equipe de perícia optou por transformar a concentração média de nitrogênio total em proteínas, conforme preconizado na IN nº 75/2020 da ANVISA. Quando a determinação de proteína é estabelecida por meio da quantificação de nitrogênio total pelo método *Kjeldahl*, a seguinte fórmula deve ser aplicada:

Proteína = conteúdo total de nitrogênio x fator

O fator aplicado varia com a origem da proteína, para a avaliação dos produtos agropecuários foram utilizados os fatores de 5,75 para proteínas vegetais, 6,38 para proteínas lácteas, 6,25 para proteínas da carne e 6,25 para proteínas do milho, de acordo com a IN nº 75/2020 da ANVISA. Após a conversão, o valor obtido foi multiplicado pelo consumo dos altos consumidores de cada grupo de produtos agropecuários apresentado no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385) por faixa etária (1 – 6, 7 – 17 e ≥ 18 anos), a fim de que a exposição pudesse ser quantificada. Os valores de exposição foram comparados com a Ingestão Dietética Recomendada (RDA) para proteína por faixa etária e estão apresentados na Tabela 42.

Idade (anos)	Exposição à proteína (mg/dia)											
	Estudo da perícia										RDA (mg/dia)*	
	Frutas		Legumes		Raízes e tubérculos		Verduras		Grãos			
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1 – 6	10,96	10,46	2,21	2,52	0,5	0,36	0,86	0,94	78,56	79,17	13.000 – 19.000	13.000 – 19.000
7 – 17	14,47	10,26	3,25	3,02	0,49	0,35	1,40	1,14	80,88	80,29	19.000 – 52.000	19.000 – 36.000
≥ 18	14,90	10,41	4,61	2,51	0,82	0,57	2,15	1,74	85,51	82,15	52.000 – 56.000	46.000
Idade (anos)	Exposição à proteína (mg/dia)											
	Estudo da perícia										RDA (mg/dia)*	
	Leite		Mel		Ovo		Carnes		Vísceras			
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1 – 6	48,65	58,75	0,07	0,04	12,90	12,9	30,55	40,81	7,83	8,01	13.000 – 19.000	13.000 – 19.000
7 – 17	61,41	36,73	0,07	0,07	25,81	18,98	58,68	36,92	13,73	10,37	19.000 – 52.000	19.000 – 36.000
≥ 18	31,53	21,73	0,07	0,07	27,74	19,35	87,57	61,12	19,3	11,53	52.000 – 56.000	46.000

Tabela 42. Comparativo entre a exposição à proteína verificada pela perícia e Ingestão Dietética Recomendada (RDA) de proteína por faixa etária, os extremos da faixa se referem aos valores que englobam a faixa etária apresentada pela perícia. * = (NASEM, 2011).

Conforme apresentado na Tabela 42 todos os valores de exposição à proteína por meio do consumo dos alimentos avaliados neste trabalho de perícia são menores do que a Ingestão Dietética Recomendada (RDA). Neste sentido, a equipe de perícia informa que não são esperados efeitos tóxicos decorrente da presença de proteína nos grupos de produtos agropecuários.

Da mesma forma que para o nitrogênio, o enxofre foi classificado como um elemento essencial, mas não é essencial por si só, uma vez que as necessidades do organismo humano são atendidas através do metabolismo de aminoácidos e proteínas obtidos a partir da dieta (COT, 2003). Considerando o enxofre elementar, a sua absorção é pobre em humanos e em outros monogástricos (COT, 2003).

Relatos de casos sugerem que a ingestão de várias centenas de gramas de enxofre elementar está associada a sintomas como dor torácica, letargia, confusão e, em particular, acidose metabólica. Poucos dados estão disponíveis sobre a ingestão dietética de enxofre e a maioria dos órgãos governamentais classificam a substância como não tóxica (COT, 2003). Neste trabalho de perícia, os valores de exposição ($\text{g/kg p.c. dia}^{-1}$) foram na ordem de grandeza de, no máximo 10^{-3} , considerando todos os grupos de alimentos avaliados, para todas as faixas etárias e ambos os sexos avaliados.

7. Resumo das conclusões e considerações sobre os resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários

7.1 Resumo das conclusões dos resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários

A equipe de perícia realizou a avaliação da segurança do alimento a partir da quantificação da exposição às 59 substâncias químicas investigadas, considerando o consumo dos alimentos (produtos agropecuários) coletados em estabelecimentos agropecuários localizados na área de interesse, conforme esclarecido no item 4.1 deste documento.

A equipe de perícia reitera que quando uma substância química não foi detectada em nenhuma amostra dentro de um dado grupo de alimentos a exposição não foi determinada para a referida substância química e grupo (especificamente). Desta forma, a segurança não foi avaliada para as seguintes substâncias quando considerados os grupos de alimentos:

- Frutas: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós arsênio III + V, cromo VI, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Legumes: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, cromo VI, diclorometano, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Raízes e tubérculos: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, cromo III, diclorometano, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Verduras: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, estanho, cromo III, cromo VI, diclorometano, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Grãos: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, cromo VI, metilmercúrio, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Leite: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina clorpirifós, diclorometano, cianeto e bifenilas policloradas (PCBs);
- Ovo: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, cromo VI, cianeto, tolueno e bifenilas policloradas (PCBs);
- Carnes: 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, etilbenzeno, fenol, acrilamida, aldrin, dieldrin, endrin, HCH total ($\alpha+\beta+\delta+\gamma$), HCH- γ (lindano), glifosato, acefato, atrazina, clorpirifós, arsênio III + V, diclorometano, cianeto e tolueno.

Especificamente para enxofre, nitrogênio, silício e tálio, a equipe de perícia utilizou uma abordagem alternativa, em função de não existirem valores de orientação baseados em saúde para estes compostos. O resultado da avaliação da segurança do alimento para estas substâncias químicas está apresentado no item 6.3 deste documento.

A equipe de perícia ressalta que a inexistência de valores de orientação baseados em saúde não significa, necessariamente, que a substância em questão seja inofensiva, e sim que os estudos científicos sobre o tema são escassos, inexistentes ou sem qualidade suficiente para que o *endpoint* toxicológico e valores de orientação em saúde sejam derivados. Todavia, a ciência é dinâmica e está em constante evolução. Desta forma, a equipe de perícia considera que os resultados de exposição podem e devem ser retomados a partir dos dados de concentrações e caracterização da população aqui apresentados, caso novos estudos sejam publicados.

Para as demais substâncias, a segurança foi avaliada em relação ao consumo dos alimentos (produtos agropecuários), em relação a cada grupo de alimentos. As substâncias que indicaram preocupação à saúde, para cada grupo de alimentos avaliado, estão apresentadas a seguir:

- Frutas: bário, cianeto, chumbo, magnésio, manganês, potássio e metilmercúrio;
- Legumes: chumbo;
- Raízes e tubérculos: chumbo e cromo VI;
- Grãos: bário, boro, chumbo, cianeto, cobre, magnésio, manganês, níquel, potássio, titânio e zinco;
- Leite: arsênio III + V, chumbo, cromo VI, magnésio, metilmercúrio, potássio e titânio;
- Ovo: chumbo;
- Carnes: cromo VI, titânio e PCBs;
- Vísceras: chumbo e cobre.

A equipe de perícia salienta que um alimento só pode ser considerado seguro se os resultados para todas as substâncias indicarem baixa preocupação à saúde para o tipo de consumidor avaliado (altos consumidores, consumidores dos valores médios e baixos consumidores). Havendo ao menos uma substância que indique preocupação para um determinado tipo de consumidor, são necessárias medidas de gerenciamento.

Nesse sentido, as verduras e o mel foram considerados seguros para o consumo humano, considerando as substâncias investigadas neste trabalho de perícia, visto que todas as substâncias químicas analisadas indicaram baixa preocupação à saúde, para todos os cenários avaliados (grupos de consumidores, faixas etárias e sexo).

As tabelas a seguir (da Tabela 43 à Tabela 50) apresentam um resumo das substâncias que indicaram preocupação à saúde em relação a sua presença em cada grupo de produtos agropecuários, considerando os grupos de consumidores, faixas etárias e sexo avaliados. As células das tabelas ressaltadas na cor verde indicam baixa preocupação à saúde (o que equivale a um risco desprezível para aquelas substâncias avaliadas por meio do MOE), as células amarelas indicam baixo risco e as células vermelhas indicam que devido à extrapolação do valor orientador, o risco é alto.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Frutas											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Bário	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Chumbo (efeito de nefrotoxicidade)	White	White	Yellow	Yellow	Yellow	Green	White	White	Green	Green	Green	Green
Chumbo (efeito de neurotoxicidade)	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Yellow	Yellow	White	White	White	White
Cianeto	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green
Magnésio	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green
Manganês	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Potássio	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Metilmercúrio	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabela 43. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em frutas, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Legumes											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Chumbo (efeito de neurotoxicidade)	Green	Yellow	White	White	White	White	Green	Green	White	White	White	White

Tabela 44. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em legumes, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Raízes e tubérculos											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Chumbo (efeito cardiovascular)												
Chumbo (efeito de nefrotoxicidade)												
Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												
Cromo VI (efeito CG)												

Tabela 45. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em raízes e tubérculos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Grãos											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Bário												
Boro												
Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												
Cianeto												
Cobre												
Magnésio												
Manganês												
Níquel												
Potássio												
Titânio												
Zinco												

Tabela 46. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em grãos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Leite											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Arsênio III + V (As III + As V)	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde
Chumbo (efeito de nefrotoxicidade)	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Chumbo (efeito de neurotoxicidade)	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde
Cromo VI (efeito CG)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Magnésio	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Metilmercúrio	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Potássio	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Titânio	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde

Tabela 47. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em leite, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Ovo											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Chumbo (efeito de neurotoxicidade)	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Tabela 48. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em ovos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Carnes											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Cromo VI (efeito CG)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green
PCBs (efeito NCG)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green
Titânio	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabela 49. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em carnes, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Substância Química	Resultado da avaliação da segurança do alimento para altos e médios consumidores – Grupo Vísceras											
	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
	1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Chumbo (efeito de nefrotoxicidade)	White	White	Yellow	Yellow	Green	Green	White	White	Green	Green	Green	Green
Chumbo (efeito de neurotoxicidade)	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Green	Green	White	White	White	White
Cobre	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabela 50. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em vísceras, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Considerando o apresentado nas tabelas acima, pode-se concluir em relação à segurança do alimento:

• Frutas

Para altos consumidores de frutas:

- 1 a 6 anos: As frutas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As frutas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As frutas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de frutas:

- 1 a 6 anos: As frutas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As frutas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As frutas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para baixos consumidores de frutas:

- 1 a 6 anos: As frutas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As frutas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As frutas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

• Legumes

Para altos consumidores de legumes:

- 1 a 6 anos: Os legumes indicam preocupação para os consumidores do sexo feminino. A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os legumes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os legumes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de legumes:

- 1 a 6 anos: Os legumes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os legumes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os legumes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

• Raízes e tubérculos

Para altos consumidores de raízes e tubérculos:

- 1 a 6 anos: As raízes e tubérculos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As raízes e tubérculos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As raízes e tubérculos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de raízes e tubérculos:

- 1 a 6 anos: As raízes e tubérculos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As raízes e tubérculos indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino;
- ≥ 18 anos: As raízes e tubérculos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para baixos consumidores de raízes e tubérculos:

- 1 a 6 anos: As raízes e tubérculos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As raízes e tubérculos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As raízes e tubérculos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

• Verduras

Para altos consumidores de verduras:

- 1 a 6 anos: As verduras não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As verduras não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As verduras não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

• Grãos

Para altos consumidores de grãos:

- 1 a 6 anos: Os grãos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os grãos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os grãos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de grãos:

- 1 a 6 anos: Os grãos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;

- 7 a 17 anos: Os grãos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os grãos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para baixos consumidores de grãos:

- 1 a 6 anos: Os grãos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os grãos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os grãos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

• Leite

Para altos consumidores de leite:

- 1 a 6 anos: O leite indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: O leite indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: O leite indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de leite:

- 1 a 6 anos: O leite indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: O leite indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: O leite não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para baixos consumidores de leite:

- 1 a 6 anos: O leite não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: O leite não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: O leite não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

• Mel

Para altos consumidores de mel:

- 1 a 6 anos: O mel não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: O mel não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: O mel não indica preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Ovo**

Para altos consumidores de ovos:

- 1 a 6 anos: Os ovos indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os ovos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os ovos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de ovos:

- 1 a 6 anos: Os ovos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os ovos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os ovos não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Carnes**

Para altos consumidores de carnes:

- 1 a 6 anos: As carnes indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As carnes indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As carnes indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de carnes:

- 1 a 6 anos: As carnes indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As carnes indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As carnes indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino.

Para baixos consumidores de carnes:

- 1 a 6 anos: As carnes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As carnes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As carnes não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Vísceras**

Para altos consumidores de vísceras:

- 1 a 6 anos: As vísceras indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;

- 7 a 17 anos: As vísceras indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As vísceras não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de vísceras:

- 1 a 6 anos: As vísceras não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As vísceras não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As vísceras não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Adicionalmente, para as substâncias químicas que indicaram preocupação à saúde para o consumo de um grupo de alimentos, foi apresentada a avaliação da segurança dos alimentos que compõem o grupo, de forma individual. O detalhamento dos resultados desta avaliação está apresentado no Anexo 9 deste documento.

Em síntese, as substâncias que indicaram preocupação à saúde, considerando os produtos agropecuários individualmente, estão apresentadas a seguir:

- Frutas: banana (magnésio e manganês) e laranja (chumbo);
- Raízes e tubérculos: batata-doce (cromo VI) e mandioca (chumbo);
- Grãos: feijão (bário, boro, chumbo, cobre, magnésio, manganês, níquel, potássio, titânio e zinco);
- Leite: leite de vaca (arsênio III + V, chumbo, cromo VI, magnésio, metilmercúrio, potássio e titânio) e leite de cabra (chumbo, magnésio, titânio);
- Ovo: ovo de galinha (chumbo);
- Carnes: carne de galinha (cromo VI e PCBs);
- Vísceras: fígado de galinha (chumbo) e fígado de boi (cobre).

As tabelas a seguir (da Tabela 51 à Tabela 57) apresentam um resumo das substâncias que indicaram preocupação à saúde em relação a sua presença em cada produto agropecuário, considerando os grupos de consumidores, faixas etárias e sexo avaliados. As células das tabelas ressaltadas na cor verde indicam baixa preocupação à saúde (o que equivale a um risco desprezível para aquelas substâncias avaliadas por meio do MOE), as células amarelas indicam baixo risco e as células vermelhas indicam que devido à extrapolação do valor orientador, o risco é alto.

Alimento	Substância Química	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Banana	Magnésio												
	Manganês												
Laranja	Chumbo												

Tabela 51. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida nos alimentos pertencentes ao grupo frutas, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Alimento	Substância Química	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Batata-doce	Cromo VI												
Mandioca	Chumbo (efeito cardiovascular)												
	Chumbo (efeito de nefrotoxicidade)												
	Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												

Tabela 52. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida nos alimentos pertencentes ao grupo raízes e tubérculos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Alimento	Substância Química	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Feijão	Bário												
	Boro												
	Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												
	Cobre												
	Magnésio												
	Manganês												
	Níquel												
	Potássio												
	Titânio												
	Zinco												

Tabela 53. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida nos alimentos pertencentes ao grupo grãos, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Alimento	Substância Química	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Leite de vaca	Arsênio III + V												
	Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												
	Cromo VI												
	Magnésio												
	Metilmercúrio												
	Potássio												
	Titânio												
Leite de cabra	Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												
	Magnésio												
	Titânio												

Tabela 54. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida nos alimentos pertencentes ao grupo leite, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Alimento	Substância Química	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Ovo de galinha	Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												

Tabela 55. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida em ovos de galinha, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Alimento	Substância Química	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Carne de galinha	Cromo VI												
	PCBs												

Tabela 56. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida nos alimentos pertencentes ao grupo carnes, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Alimento	Substância Química	Altos consumidores						Consumidores dos valores médios					
		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos		1 – 6 anos		7 – 17 anos		≥ 18 anos	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Fígado de galinha	Chumbo (efeito de nefrotoxicidade)												
	Chumbo (efeito de neurotoxicidade)												
Fígado de boi	Cobre												

Tabela 57. Resumo da avaliação dos indicadores para as substâncias cuja segurança se mostrou comprometida nos alimentos pertencentes ao grupo vísceras, para as faixas etárias de 1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos, de ambos os sexos, considerando os altos consumidores e consumidores dos valores médios.

Considerando o apresentado nas tabelas acima, pode-se concluir em relação à segurança do alimento:

- **Banana**

Para altos consumidores de bananas:

- 1 a 6 anos: As bananas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As bananas indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino;
- ≥ 18 anos: As bananas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de bananas:

- 1 a 6 anos: As bananas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As bananas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As bananas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Laranja**

Para altos consumidores de laranjas:

- 1 a 6 anos: As laranjas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As laranjas não indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino;
- ≥ 18 anos: As laranjas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de laranjas:

- 1 a 6 anos: As laranjas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As laranjas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As laranjas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Batata-doce**

Para altos consumidores de batata-doce:

- 1 a 6 anos: As batatas-doces indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As batatas-doces indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino;
- ≥ 18 anos: As batatas-doces indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de batata-doce:

- 1 a 6 anos: As batatas-doces não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As batatas-doces não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);

- ≥ 18 anos: As batatas-doces não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Mandioca**

Para altos consumidores de mandioca:

- 1 a 6 anos: As mandiocas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As mandiocas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As mandiocas indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino.

Para consumidores dos valores médios de mandioca:

- 1 a 6 anos: As mandiocas indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As mandiocas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As mandiocas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para baixos consumidores de mandioca:

- 1 a 6 anos: As mandiocas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As mandiocas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As carnes mandiocas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Feijão**

Para altos consumidores de feijão:

- 1 a 6 anos: Os feijões indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os feijões indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os feijões indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de feijão:

- 1 a 6 anos: Os feijões indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os feijões indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os feijões indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino.

Para baixos consumidores de feijão:

- 1 a 6 anos: Os feijões não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);

- 7 a 17 anos: Os feijões não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os feijões não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Leite de cabra**

Para altos consumidores de leite de cabra:

- 1 a 6 anos: Os leites de cabra indicam preocupação para os consumidores do sexo feminino. A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os leites de cabra não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os leites de cabra não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de leite de cabra:

- 1 a 6 anos: Os leites de cabra indicam preocupação para os consumidores do sexo feminino. A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os leites de cabra não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os leites de cabra não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para baixos consumidores de leite de cabra:

- 1 a 6 anos: Os leites de cabra não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os leites de cabra não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os leites de cabra não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Leite de vaca**

Para altos consumidores de leite de vaca:

- 1 a 6 anos: Os leites de vaca indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os leites de vaca indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os leites de vaca indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de leite de vaca:

- 1 a 6 anos: Os leites de vaca indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os leites de vaca indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os leites de vaca não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para baixos consumidores de leite de vaca:

- 1 a 6 anos: Os leites de vaca não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os leites de vaca não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os leites de vaca não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Ovo de galinha**

Para altos consumidores de ovo de galinha:

- 1 a 6 anos: Os ovos de galinha indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os ovos de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os ovos de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de ovo de galinha:

- 1 a 6 anos: Os ovos de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os ovos de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os ovos de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Carne de galinha**

Para altos consumidores de carne de galinha:

- 1 a 6 anos: As carnes de galinha indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: As carnes de galinha indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino;
- ≥ 18 anos: As carnes de galinha indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino.

Para consumidores dos valores médios de carne de galinha:

- 1 a 6 anos: As carnes de galinha oriundas não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: As carnes de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: As carnes de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Fígado de galinha**

Para altos consumidores de fígado de galinha:

- 1 a 6 anos: Os fígados de galinha indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino). A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os fígados de galinha indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);

- ≥ 18 anos: Os fígados de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de fígado de galinha:

- 1 a 6 anos: Os fígados de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os fígados de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os fígados de galinha não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

- **Fígado de boi**

Para altos consumidores de fígado de boi:

- 1 a 6 anos: Os fígados de boi indicam preocupação para os consumidores do sexo masculino. A equipe de perícia salienta que crianças são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos de produtos químicos do que adultos, devido ao seu peso corporal;
- 7 a 17 anos: Os fígados de boi não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os fígados de boi não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

Para consumidores dos valores médios de fígados de boi:

- 1 a 6 anos: Os fígados de boi não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- 7 a 17 anos: Os fígados de boi não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino);
- ≥ 18 anos: Os fígados de boi não indicam preocupação para os consumidores de ambos os sexos (masculino e feminino).

7.2 Considerações da equipe de perícia sobre os resultados da avaliação da segurança do alimento

O presente documento foi desenvolvido de forma técnica, e pautado em metodologias científicas nacionais e internacionais reconhecidas e amplamente utilizadas em estudos desta natureza para responder especificamente sobre a segurança dos produtos agropecuários.

Os resultados sobre a segurança do alimento apresentados no presente documento referem-se, exclusivamente, aos produtos agropecuários que se configuram como escopo desta perícia. A equipe de perícia informa que para a resposta completa da avaliação da segurança dos alimentos foco desta perícia, deve-se considerar os resultados discutidos neste documento juntamente com os resultados da avaliação da segurança do consumo do pescado apresentados no Relatório nº 36 – Laudo Pericial da Segurança do Alimento – Pescado no rio Doce, foz e região marinha (ID 1279600785).

O emprego dos resultados apresentados neste documento para avaliações distintas do escopo desta perícia (segurança do alimento) ou de estudos semelhantes a este, como por exemplo avaliação de risco à saúde humana, deve ser evitado.

A avaliação da Segurança do Alimento executada pela equipe de perícia constitui um processo sistemático e cientificamente embasado, cujas principais etapas são a identificação e caracterização do perigo, a avaliação da exposição ao perigo e a caracterização dos riscos.

Esta avaliação se baseia em um delineamento analítico de toxicidade e exposição, não retratando um estudo definitivo em função da possível mudança constante dos fatores mencionados. Dessa forma, a equipe de perícia sugere que programas de vigilância sejam estabelecidos para monitoramento das substâncias químicas que apresentaram preocupação em relação à segurança do alimento.

A segurança de um determinado alimento é avaliada em função da concentração de cada substância química verificada no alimento e da ingestão deste alimento (exposição).

É sabido que o conhecimento científico é dinâmico e está em constante evolução, o que faz com que a transitoriedade do conhecimento produzido faça parte da natureza de todos os campos da ciência. Desta forma, alguns entendimentos podem ser alterados mediante o surgimento de novos dados ou novas formas de avaliar determinado problema. Especificamente neste trabalho, algumas substâncias para as quais a avaliação da segurança não pôde ser realizada à luz dos conhecimentos atuais podem receber um status diferente mediante a revisão dos dados oficiais utilizados pelas agências reguladoras nacionais e internacionais da área de saúde.

A equipe de perícia ressalta que alguns dados analíticos se apresentaram no limiar operacional dos seus respectivos métodos (limite de detecção). É importante salientar que resultados em níveis abaixo do limite de quantificação devem ser avaliados com cautela em função da incerteza analítica associada aos resultados de medição já que, quando tratamos de baixas concentrações, vários ruídos e interferências que podem ocorrer durante a execução dos métodos analíticos vão se tornando mais importantes. No entanto, um princípio fundamental em ciência expõe que os resultados emitidos são estimados baseando-se em valores verdadeiros (EURACHEM/CITAC, 2012). No caso de resultados analíticos, estes apenas são emitidos pelos laboratórios após procedimentos de calibração (que podem incluir, por exemplo, correções de ruídos do sistema e/ou perdas bem caracterizadas durante o processo). Diante disto, fica claro que um resultado detectado (mesmo que não quantificado) evidencia que aquela substância está presente no alimento analisado e este dado não deve ser ignorado. A equipe de perícia sugere que seja realizado o monitoramento dessas substâncias nos alimentos, a fim de confirmar a permanência desses resultados ao longo do tempo.

Fatores externos (como eventos de cheia ou fortes chuvas, por exemplo) podem remobilizar substâncias químicas do meio, aumentar ou reduzir sua disponibilidade na água dos rios afetados e, conseqüentemente, alterar a exposição dos produtos agropecuários irrigados a contaminantes que possam estar presentes, alterando as concentrações avaliadas num dado momento.

Devido à condição dinâmica das concentrações das substâncias químicas presentes no alimento, a equipe de perícia destaca a importância do monitoramento periódico das concentrações das substâncias químicas.

Não obstante às considerações acima, a equipe de perícia ressalta que considera os dados obtidos pela coleta, amostragem e análise das substâncias químicas como suficientes para caracterizar as concentrações dos alimentos irrigados com água do rio Doce no período de realização da coleta e para as condições hidrológicas e meteorológicas então vigentes.

A equipe de perícia salienta que os resultados referentes a eventuais extrapolações dos valores de orientação não significam, necessariamente, que danos à saúde serão observados, mas são importante balizadores para a adoção de medidas de gerenciamento de riscos, bem como eventuais ações de vigilância em saúde e estratégias de controle dos riscos identificados, além de estudos específicos, como por exemplo a avaliação toxicológica à saúde humana (monitoramento biológico).

As eventuais excedências dos valores de orientação para determinadas substâncias químicas não indicam necessariamente um limiar para o início da observação de toxicidade. No entanto, quanto mais frequentemente esses níveis são excedidos e quanto maior a excedência, maior a probabilidade de ocorrência de alguma manifestação tóxica.

Este trabalho de perícia representa o primeiro estudo completo de Segurança do Alimento na área atingida pelo rompimento da barragem de Fundão. A equipe de perícia recomenda que campanhas de amostragem específicas sejam realizadas com base nos resultados obtidos neste trabalho.

Os resultados gerados por meio desta avaliação foram apresentados de forma que possam ser gerenciados e comunicados pelos entes responsáveis seguindo as premissas vinculadas à análise de risco, da qual a avaliação da segurança do alimento faz parte.

A equipe de perícia ressalta que alimentos altamente contaminados podem contribuir de forma negligenciável para a exposição do indivíduo a um dado produto químico se forem consumidas pequenas quantidades deste alimento. Por outro lado, alimentos com níveis mais baixos (ou mesmo fisiológicos) das substâncias químicas podem contribuir significativamente para a extrapolação do valor de segurança de um dado grupo devido ao seu alto nível de consumo.

Além disso, a avaliação da segurança do alimento realizada pela perícia refere-se ao consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, bem como dos produtos agropecuários cultivados a partir da irrigação ou dessedentação animal com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão (alimentos escopo da perícia). Desta forma, deve-se considerar que a população pode ser exposta a diferentes fontes de contaminação que não estão incluídas no escopo da perícia.

A equipe de perícia sugere que as questões supracitadas sejam levadas em consideração pelos entes responsáveis pelo gerenciamento e comunicação do risco.

A equipe de perícia considera recomendável uma comunicação assertiva e pautada em saúde, permitindo o esclarecimento aos consumidores sobre os potenciais problemas que podem ser ocasionados tanto pelo excesso de consumo de alimento quanto pela falta deste.

Neste sentido, a equipe de perícia entende que eventuais comunicações sobre o gerenciamento e a comunicação do risco realizada pelos entes responsáveis para as comunidades e populações abrangidas podem ser mais efetivas à medida que consigam (i) integrar os atores das diferentes áreas envolvidas (saúde, sociologia, educação, direito, comunicação – rádio, TV, mídia social etc.); (ii) mitigar a complexidade do processo de comunicação dos riscos, a fim de promover estabilidade da população, aliada ao controle do risco, proteção e promoção da saúde; (iii) comunicar dados iminentemente técnicos em linguagem acessível, como por exemplo utilizando ilustrações, gráficos e cartilhas para audiências leigas.

8. Cadeia de Custódia (COC)

A equipe de perícia informa que todas as informações relacionadas à segurança, integridade, responsabilidade e rastreabilidade das amostras, desde o momento da coleta até o descarte, foram adequadamente registradas em cadeia de custódia. As cadeias de custódia estão apresentadas no Anexo 10 deste relatório.

Os registros de custódia documentam o movimento e a transferência de uma determinada amostra, anotando cada ação tomada, a data, a hora, o local e a pessoa responsável por cada movimentação e/ou transferência (FDA, 2020). Para o registro das informações que compõem a cadeia de custódia foi utilizado o software *Environmental Quality Information System (EQUIS)*, que é uma ferramenta avançada de gerenciamento de dados ambientais.

Os procedimentos de coleta, transporte e análise dos produtos agropecuários foram realizados de forma associada a empresa contratada especializada, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

A fim de facilitar a organização e realização das atividades de campo e laboratório, as amostras destinadas às análises das substâncias químicas do Tipo 1 e das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 foram geradas separadamente e nomeadas, respectivamente, como substâncias químicas do Tipo 1 (SQ1) e substâncias químicas especiais (SQE). Ainda, a equipe de perícia ressalta que, devido a particularidades técnicas, as amostras para análises de substâncias químicas voláteis (SQV – etilbenzeno, tolueno e diclorometano), contidas no grupo de substâncias químicas do Tipo 3, foram geradas separadamente das demais amostras para análise das substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 (SQE).

Os eventos que compreendem a atividade de campo dizem respeito à coleta, transporte, armazenamento dos produtos agropecuários na base de apoio, pré-preparo na base de apoio e o transporte para o laboratório. A equipe de perícia destaca que apenas as carnes e vísceras incluíram a etapa de pré-preparo na base de apoio, incluindo a geração de amostras de voláteis (SQV) de carnes, enquanto os demais alimentos (vegetais, leite, ovos e mel) não sofreram nenhum tipo de manipulação até o recebimento no laboratório. Em relação as informações apresentadas em cadeia de custódia, reitera-se que:

- Os produtos agropecuários que constam na COC foram coletados/gerados por meio de procedimentos realizados em campo e na base de apoio, cujas condições, instrumentos utilizados e processos foram adequados para a geração de amostras sem comprometimento de suas características originais;
- Os alimentos coletados foram devidamente embalados, identificados (etiquetagem) e lacrados;
- A temperatura dos baús refrigerados e das caixas térmicas contendo os produtos agropecuários coletados foi monitorada desde a coleta até a entrega na base de apoio;
- Na cadeia de custódia, o responsável pela coleta e transporte/monitoramento da temperatura foi identificado, e as temperaturas máxima e mínima registradas ao longo dos períodos de coleta e transporte;
- Na base de apoio, as condições de recebimento dos produtos agropecuários (integridade das embalagens e dos alimentos, temperatura) eram avaliadas e os produtos agropecuários armazenados sob condições adequadas, de acordo com o detalhamento apresentado no item 4.4 deste documento, até seu envio para o laboratório;
- Na cadeia de custódia, foi identificado o responsável pelo recebimento e/ou armazenamento dos produtos agropecuários na base de apoio, além de as temperaturas máxima e mínima registradas ao longo do armazenamento;
- A equipe de perícia informa que os produtos agropecuários somente foram retirados do equipamento de armazenamento para o transporte e/ou envio para o laboratório, exceto carnes e vísceras que passaram pela etapa de pré-preparo na base de apoio;
- Para as análises de substâncias voláteis, o processo de pré-preparo corresponde à geração da amostra/subamostra. Assim, na cadeia de custódia, o campo "Geração de amostra(s) de

substâncias químicas voláteis” corresponde ao momento de processamento do tecido na base de apoio;

- Em se tratando de pré-preparo de carnes e geração de amostra(s) de substâncias químicas voláteis de carnes, o responsável pelo procedimento e o equipamento utilizado para armazenamento foram informados na cadeia de custódia;
- Por questões de logística, alguns produtos agropecuários foram, excepcionalmente, transferidos de uma base de apoio para outra. A equipe de perícia reitera que as condições de transporte e monitoramento da temperatura foram mantidas, bem como a integridade dos produtos;
- Para os casos cuja troca de base de apoio se fez necessária, o responsável pelo transporte e monitoramento de temperatura dos produtos e o responsável pelo recebimento e armazenamento dos alimentos foram devidamente registrados;
- Para o envio ao laboratório, os produtos agropecuários/amostras foram acondicionados, e transportados em caminhão-baú, mantendo condições de temperatura adequadas para cada tipo de produto (conforme apresentado no item 4.4 deste documento);
- Durante o transporte para o laboratório, a temperatura dos equipamentos de armazenamento (baú refrigerado e/ou caixa térmica) contendo os produtos agropecuários/amostras foi monitorada;
- Na cadeia de custódia, foi identificado o responsável pela entrega dos produtos agropecuários para o transporte, o responsável pelo transporte/monitoramento da temperatura e o responsável pelo recebimento dos produtos agropecuários no laboratório. Também foram apresentadas as temperaturas de entrega (base de apoio) e recebimento (laboratório) e máxima e mínima registradas ao longo do transporte até o laboratório.

As atividades de laboratório compreendem às etapas de recebimento dos produtos agropecuários do transporte, cadastro e armazenamento, geração da amostra e contraprova, preparo, análise e descarte das amostras, assim como as atividades realizadas em laboratórios parceiros do IPT (desde o transporte e recebimento até o descarte). Em relação as informações apresentadas em cadeia de custódia, a equipe de perícia salienta que:

- No recebimento do transporte no laboratório, os produtos agropecuários/amostras foram verificados quanto à sua temperatura, integridade e identificação. Os produtos agropecuários/amostras que atendiam a todos os requisitos foram aceitos pelo laboratório e armazenados em temperatura adequada (conforme apresentado no item 4.6 deste documento);
- Na cadeia de custódia, foi identificado o responsável pelo recebimento/cadastro dos produtos agropecuários no laboratório, o registro da temperatura de recebimento e o equipamento onde os alimentos foram armazenados;
- Para a geração das amostras que constam na COC foram utilizados instrumentos e processos adequados para cada tipo de alimento;
- Os produtos agropecuários recebidos no laboratório tiveram processamentos distintos dependendo da metodologia analítica a qual eles eram submetidos;
- O responsável pela geração das amostras e contraprovas e as informações de armazenamento foram devidamente registrados em cadeia de custódia, como também o monitoramento de temperatura dos equipamentos de armazenamento;
- Após a etapa de geração da amostra, nos casos em que as amostras não foram imediatamente para a etapa de preparo, estas foram mantidas congeladas ou sob refrigeração até o seu preparo;
- As amostras de contraprova foram armazenadas em freezers -80° C e o monitoramento da temperatura continua sendo realizado diariamente;
- Para facilitar a compreensão dos eventos descritos na cadeia de custódia, a equipe de perícia informa que o preparo e análise das substâncias se deu por blocos, quando possível, conforme pormenorizado a seguir:
 - Bloco 1 – Al, Ba, B, Cu, Fe, Si, Zn, Sb, As, Be, Cd, Pb, Co, Cr, Sn, Li, Mn, Ni, Hg, Mo, Ag, Se, Tl, Ti, U, V;
 - Bloco 2 – Ca, S, P, Mg, K, Na;
 - Bloco 3 – tolueno, etilbenzeno, diclorometano;
 - Bloco 4 – aldrin, dieldrin, endrin, HCH total, HCH-gama/lindano, PCBs;
 - Bloco 5 – 2,4,5-triclorofenol e 2,4,6-triclorofenol;

- Bloco 6 – As, Cr e Hg total – amostras para análise das substâncias químicas do Tipo 2;
 - Bloco 7 – Cr (III), Cr (VI);
 - Bloco 8 – As (III), As (V), ácido monometilarsônico, ácido dimetilarsínico e arsenobetaína;
 - Bloco 9 – atrazina e clorpirifós;
 - Os demais analitos foram avaliados individualmente.
- Para as amostras de carnes destinadas às análises de substâncias químicas voláteis (SQV) não foi necessária a etapa de geração de amostra, pois esse processo foi realizado na base de apoio, conforme apresentado no item 4.4 deste documento. Portanto, essas amostras, foram armazenadas após o recebimento e, em momento oportuno, passaram diretamente para a etapa de preparo da amostra;
 - Para as amostras destinadas às análises do Bloco 4, houve uma etapa adicional de liofilização;
 - Os responsáveis pela liofilização, preparo, análise e descarte das amostras e as informações de armazenamento ao longo das ações, incluindo transferências de armazenamento, foram devidamente registrados em cadeia de custódia;
 - No que tange às análises das amostras geradas, a equipe de perícia informa que a quantificação de alguns analitos específicos foi realizada por laboratórios parceiros do IPT. Sendo assim, as análises das especiações de metais e semimetal (metilmercúrio, Cr (III) e Cr (VI), As (III), As (V), ácido monometilarsônico, ácido dimetilarsínico e arsenobetaína) foram realizadas pelo laboratório *Mérieux NutriSciences* (Bioagri Laboratórios Ltda.); enquanto as análises de cianeto, acrilamida e glifosato foram realizadas pelo laboratório Centro de Qualidade Analítica (CQA Laboratórios);
 - Para as amostras analisadas pelos laboratórios parceiros do IPT, após a etapa de geração das amostras, estas foram transportadas pelo IPT até o laboratório parceiro. Para o transporte, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas preferencialmente com gelo seco, mantendo as amostras congeladas;
 - Na cadeia de custódia, foram identificados o responsável pelo transporte/monitoramento da temperatura e o responsável pelo recebimento no laboratório parceiro, e foram registradas as temperaturas máxima e mínima durante o transporte, além da temperatura de recebimento no laboratório parceiro;
 - As amostras recebidas do transporte foram avaliadas quanto à sua temperatura, integridade e identificação. Após o aceite das amostras, caso elas não fossem imediatamente para a etapa de preparo/análise, estas amostras eram armazenadas em freezers e mantidas congeladas;
 - Todas as etapas realizadas nos laboratórios parceiros ao IPT, incluindo o cadastro das amostras, preparo, análise e descarte foram devidamente registradas em cadeia de custódia;
 - A temperatura de todos os refrigeradores utilizados para armazenamento das amostras foi monitorada, de modo a manter a integridade e qualidade das amostras.

A equipe de perícia considera as informações disponibilizadas pelo presente relatório como suficientes e adequadas para o completo entendimento das cadeias de custódia.

Para facilitar o entendimento das cadeias de custódia é apresentado na Figura 381 um fluxograma explicativo que sumariza os procedimentos realizados em campo, nas bases de apoio e nos laboratórios, desde a coleta até o descarte dos produtos agropecuários/amostras.

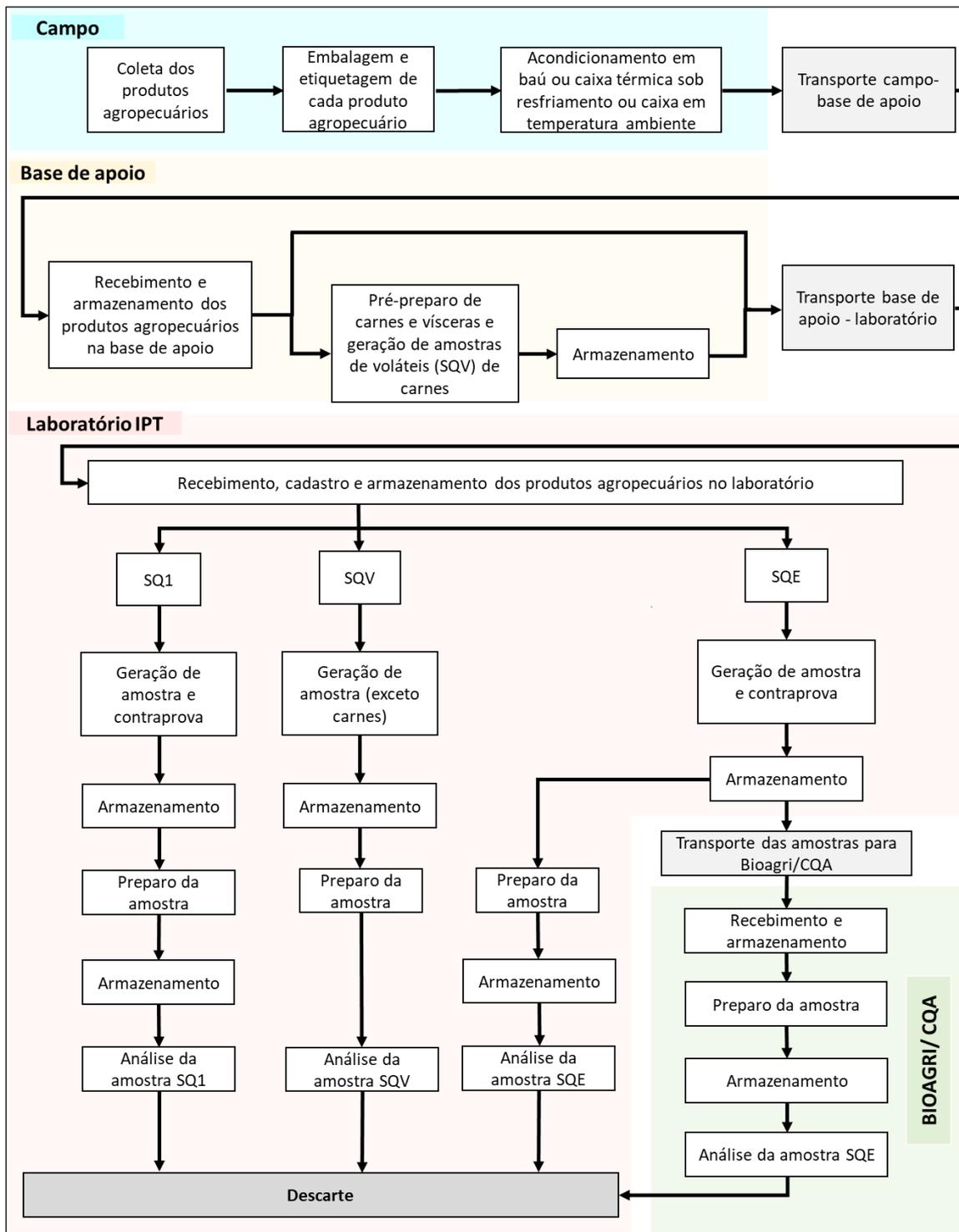


Figura 381. Esquema ilustrativo dos processos realizados em campo e no laboratório, associados à coleta dos produtos agropecuários na área de interesse e controle, transportes, armazenamentos, preparos, análises e descartes das amostras.

9. Controle de qualidade

A aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar (QQFA) e os procedimentos de coleta e amostragem dos produtos agropecuários foram realizados pela equipe de perícia com a utilização de empresas contratadas especializadas. O processo foi integralmente acompanhado, vistoriado e validado pela equipe de perícia, a fim de garantir a qualidade e integridade dos produtos finais, conforme informado no Relatório nº 5 – Planejamento detalhado da Etapa 3 (ID 517577860), homologado pelo Juízo da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG (atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte) no dia 05 de julho de 2021 (ID 605015852).

As empresas contratadas para o desenvolvimento das atividades relacionadas à resposta sobre a segurança do consumo dos produtos agropecuários foram:

- Innovare Pesquisa: empresa responsável pelo desenvolvimento da aplicação do Questionário Quantitativo de Frequência Alimentar;
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: empresa responsável pela coleta dos produtos agropecuários, transporte das amostras, desde o campo até o laboratório de análises químicas em São Paulo, e realização das análises químicas das amostras dos produtos agropecuários.

Durante a atividade de campo de aplicação do QQFA, a equipe de perícia atuou na conformidade das ações desenvolvidas pela Innovare Pesquisa, garantindo que os questionários fossem aplicados de acordo com a metodologia proposta, que a conduta dos aplicadores estivesse dentro do esperado e que os procedimentos de saúde e segurança contra a pandemia de Covid-19 fossem adequadamente aplicados.

O detalhamento da atuação da equipe de perícia e as intervenções necessárias para aplicação do QQFA foram previamente apresentados no Relatório nº 58 – Diagnóstico de caracterização da área de interesse (ID 1473308385).

Além da atuação durante a etapa de aplicação do QQFA, a equipe de perícia acompanhou as atividades de coleta dos produtos agropecuários e análises químicas das amostras, desde o planejamento das coletas até a execução dos procedimentos em laboratório, garantindo assim a qualidade, segurança e rastreabilidade do dado gerado.

Para as atividades de campo relacionadas à coleta, a equipe de perícia atuou de forma diligente na resolução dos desafios logísticos, técnicos e de planejamento inerentes às atividades de campo. Diariamente a equipe de perícia atuava na verificação das atividades realizadas pela equipe do IPT por meio das seguintes ações: (i) verificação do porte, higienização e uso de materiais adequados à coleta, (ii) verificação da aderência dos procedimentos de coleta e amostragem citados no item 4.4, (iii) confirmação da integridade do produto coletado e do estágio de maturação, garantindo que fossem amostrados somente produtos agropecuários apropriados para consumo, (iv) verificação das condições das bases de apoio, quanto ao funcionamento de freezers e refrigeradores, organização e higienização das bancadas, execução do pré-preparo de carnes e vísceras, (v) verificação do condicionamento e transporte adequado das amostras e (vi) realização dos agendamentos e a abordagem ao produtor rural, esclarecendo o objetivo do projeto e eventuais dúvidas que pudessem ocorrer no desenvolvimento da atividade.

Em laboratório, as atividades da equipe de perícia consistiram no acompanhamento e verificação das seguintes atividades realizadas pela equipe do IPT: (i) recebimento de produtos agropecuários e/ou amostras, (ii) geração de amostras e contraprova (iii) armazenamento das amostras, (iv) preparo de amostras e (v) análises das substâncias químicas e descarte de amostras, em conformidade às metodologias apresentadas no Relatório nº 5 – Planejamento detalhado da Etapa 3 (ID 517577860) e no item 4.6 deste documento.

As principais intervenções realizadas pela equipe de perícia em laboratório tinham como objetivo garantir a segurança das amostras e envolviam o monitoramento do acondicionamento das amostras e a verificação do pleno funcionamento dos refrigeradores em temperatura adequada. Foi necessária a intervenção da equipe de perícia no acompanhamento do correto funcionamento dos geradores e monitoramento das temperaturas dos refrigeradores do IPT, principalmente nos dias em que houve problemas no fornecimento de energia elétrica. A equipe de perícia informa que os refrigeradores funcionaram adequadamente durante todo o período de desenvolvimento das atividades, garantindo assim a qualidade das amostras geradas.

Tanto em campo quanto no laboratório, a equipe de perícia garantiu que todas as informações relacionadas à segurança, integridade, responsabilidade e rastreabilidade das amostras fossem adequadamente registradas em cadeia de custódia.

O registro das informações em cadeia de custódia foi realizado no software EQulS, que é uma ferramenta para criação, execução e análise de pesquisas e checklists. A implementação e fomento do sistema de processamento de dados foi realizada de forma conjunta entre a equipe de perícia e a empresa contratada.

No que se refere aos registros de informações em cadeia de custódia, foi imprescindível a atuação da equipe de perícia no auxílio e monitoramento do preenchimento das fichas que compunham a cadeia de custódia realizados pelo IPT, garantindo que as informações fossem preenchidas no momento da ação. A equipe de perícia contribuiu na implementação da automatização do sistema de registros de informações e ainda no monitoramento dos códigos de amostras gerados.

Adicionalmente, a equipe de perícia acompanhou o planejamento das etapas de preparo e análise para todas as substâncias químicas, de todas as amostras armazenadas no IPT, a fim de garantir que o *holding time* das amostras fosse cumprido.

A equipe de perícia considera que o monitoramento integral das atividades de aplicação de questionários, coleta dos produtos agropecuários e análises laboratoriais resultou em informações e dados que representam de forma adequada o universo amostral e suas respectivas análises, em consonância com o planejamento das Etapas 3 e 4 do Plano de Trabalho, concluindo que o controle de qualidade das atividades mencionadas foi realizado de maneira efetiva.

10. Nexo de causalidade

Conforme definido na Decisão Judicial (ID 162081357), a avaliação da segurança dos produtos agropecuários produzidos diretamente com a água do rio Doce deve ser realizada em face ao rompimento da barragem de Fundão. Desta forma, para as substâncias químicas que apresentaram os valores de segurança dos produtos agropecuários comprometidos, a equipe de perícia realizou a avaliação do nexos de causalidade entre o evento de rompimento da barragem de Fundão e o comprometimento da segurança dos produtos agropecuários com relação a estas substâncias químicas.

Em linhas gerais, a inferência do nexos de causalidade foi pautada na comparação entre as concentrações das substâncias químicas dos produtos agropecuários coletados na área de interesse e nas áreas controle. Os resultados das concentrações observadas, tanto na área de interesse quanto na área controle, estão apresentados no item 5 deste documento.

Os critérios de seleção das áreas controle foram previamente apresentados no Relatório nº 6 – Resposta à Decisão Judicial ID 605015852 (ID 685275970). Os municípios que compõem a área controle estão apresentados no item 4.1 deste documento.

As estratégias e critérios adotados para a avaliação do nexos de causalidade estão apresentadas a seguir.

10.1 Critérios e premissas

Para inferir sobre o nexos de causalidade a equipe de perícia considerou os seguintes critérios e premissas:

- O nexos de causalidade não foi avaliado para as substâncias químicas não detectadas em nenhuma amostra analisada;
- O nexos de causalidade não foi avaliado para as substâncias químicas cuja avaliação de segurança dos produtos agropecuários resultou na conclusão de que o grupo de alimentos não indicou preocupação em relação ao seu consumo;
- O nexos de causalidade não foi avaliado para as substâncias químicas cuja segurança não pôde ser avaliada devido à ausência de valores de orientação baseados em saúde e *endpoints* toxicológicos confiáveis;
- O nexos de causalidade foi avaliado para as substâncias químicas cuja avaliação de segurança dos produtos agropecuários resultou na conclusão de que o grupo de alimentos apresentou preocupação em relação ao seu consumo;
- O nexos de causalidade foi avaliado para todos os produtos agropecuários que compunham cada grupo, para as substâncias químicas cuja avaliação de segurança resultou na conclusão de que o grupo apresentou preocupação em relação ao seu consumo;
- As amostras dos produtos agropecuários cujo produtor/responsável informou que utilizou fertilizantes ou agrotóxicos em seus cultivos nos últimos 15 dias antes da coleta, não foram consideradas na avaliação do nexos de causalidade;
- Os resultados das concentrações verificadas nos produtos agropecuários oriundos da área de interesse foram comparados com aqueles obtidos a partir dos produtos agropecuários coletados na área controle;
- Para os casos em que a média das concentrações da substância química para o produto agropecuário na área de interesse foi menor ou igual do que a média das concentrações da respectiva substância química no mesmo produto agropecuário na área controle, a equipe de perícia pôde descartar a existência de nexos de causalidade e não foi necessária a aplicação de testes estatísticos para avaliar a diferença entre as médias;

- Para os casos em que a média das concentrações da substância química, para o produto agropecuário na área de interesse, foi maior do que a média das concentrações da respectiva substância química do mesmo produto agropecuário na área controle, a equipe de perícia verificou na sequência, por meio de três testes estatísticos, se a diferença entre as médias das áreas de interesse e controle era significativa ou não;
- Os testes estatísticos aplicados para avaliação se as diferenças entre as médias das áreas de interesse e controle eram significativas ou não foram: teste *t de student*, análise de variância e teste não paramétrico de *Mann-Whitney*;
- Para os casos em que os resultados dos três testes indicaram não haver diferença significativa entre as médias das concentrações da área de interesse e da área controle, a equipe de perícia descartou a existência denexo de causalidade;
- Para os casos em que os resultados dos três testes indicaram haver diferença significativa entre as médias das concentrações da área de interesse e da área controle, a equipe de perícia concluiu pela existência denexo de causalidade;
- Para os casos em que o resultado de pelo menos um dos três testes foi diferente do resultado dos demais testes, a equipe de perícia concluiu pela falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade;
- Para a avaliação dos resultados do nexo de causalidade foram usados os valores numéricos arredondados em três casas decimais.

A Figura 382 e a Figura 383 apresentam esquemas ilustrativos da estratégia aplicada pela equipe de perícia para a determinação do nexo de causalidade.

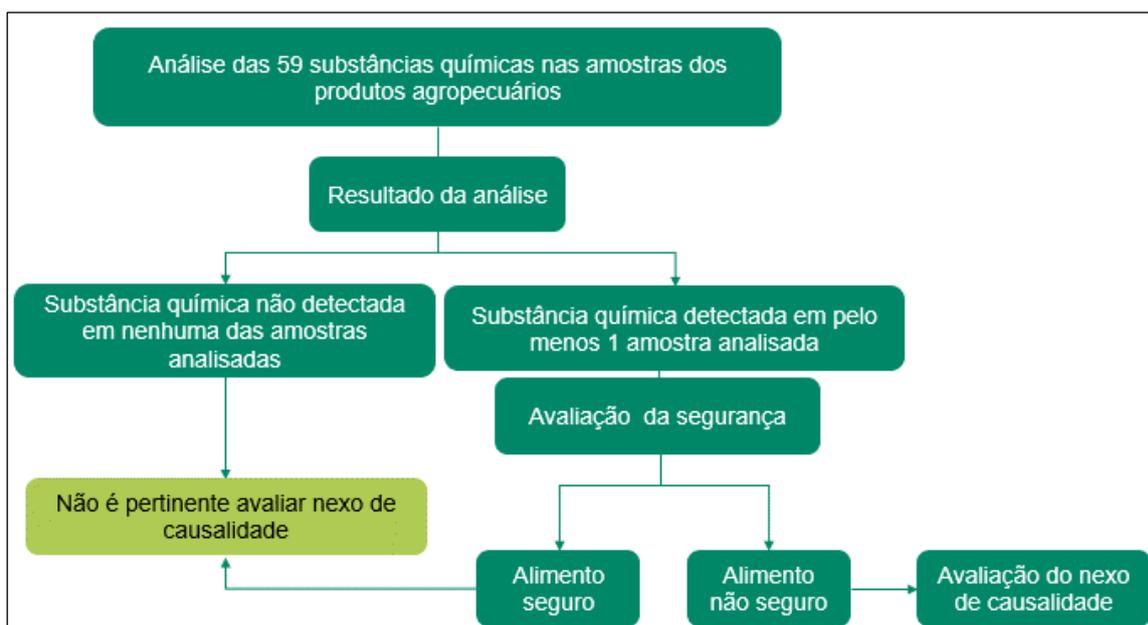


Figura 382. Estratégia aplicada para o direcionamento das substâncias químicas para avaliação do nexo de causalidade.

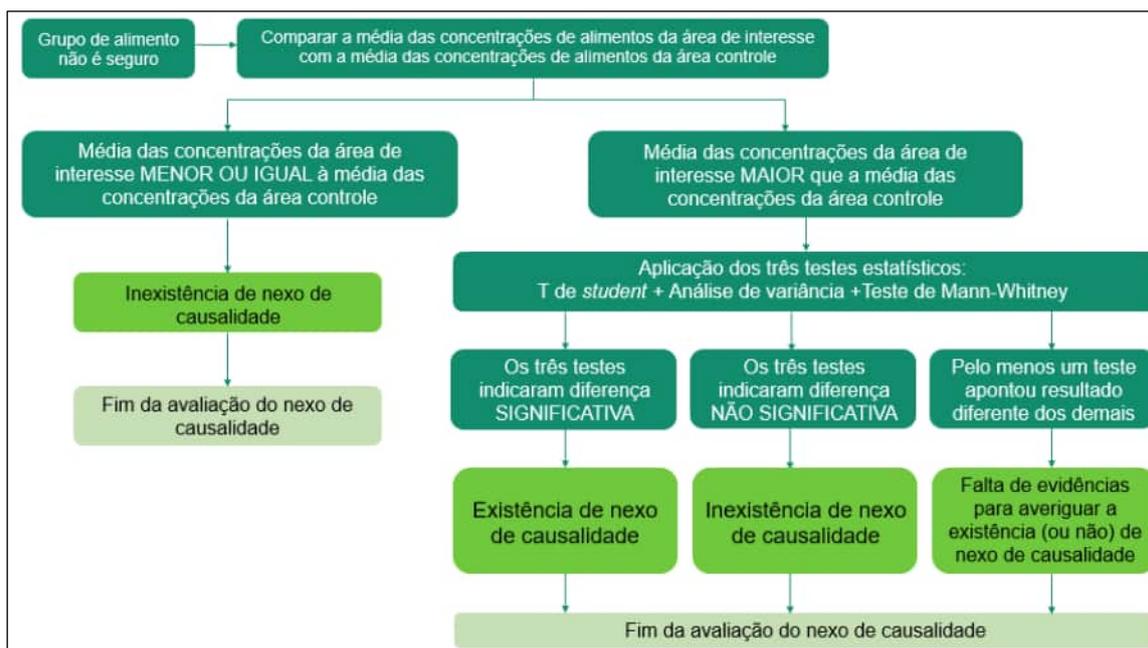


Figura 383. Fluxograma da estratégia aplicada na determinação do nexo de causalidade.

10.2 Avaliação do nexo de causalidade

Para inferir sobre o nexo de causalidade, os dados de concentrações na área de interesse foram comparados com os dados de concentrações de áreas controle, para cada substância química, considerando as premissas supracitadas no item 10.1.

Das 59 substâncias químicas investigadas, o **arsênio inorgânico (III + V)**, o **bário**, o **boro**, o **chumbo**, o **cianeto**, o **cobre**, o **cromo VI**, o **magnésio**, o **manganês**, o **metilmercúrio**, o **níquel**, os **PCBs**, o **potássio**, o **titânio** e o **zinco** apresentaram preocupação (ou seja, valores de segurança dos produtos agropecuários comprometidos) em relação ao consumo dos produtos agropecuários. Portanto, o nexo de causalidade foi verificado para essas quinze substâncias químicas.

Para facilitar a visualização da comparação entre os dados de concentrações da área de interesse e das áreas controle a equipe de perícia utilizou gráficos do tipo *boxplot*. A análise de *boxplot* para grupos distintos permite que suas distribuições sejam comparadas, o que possibilita inferir se elas são parecidas ou não.

A base inferior do *boxplot* representa o 1º quartil, medida que indica que 25% dos resultados de concentrações estão abaixo daquele valor. O limite superior do quadrado representa o 3º quartil, ou seja, divide os dados observados em dois grupos, 75% que está abaixo daquele valor ou 25% dos dados que estão acima. Desse modo, a análise do 3º quartil permite a inferência de que 25% dos resultados estão acima de um determinado valor. A linha contínua dentro da “caixa” representa a mediana, também conhecida como 2º quartil, enquanto a média é representada pelo círculo vermelho, conforme apresentado de forma ilustrativa na Figura 384.

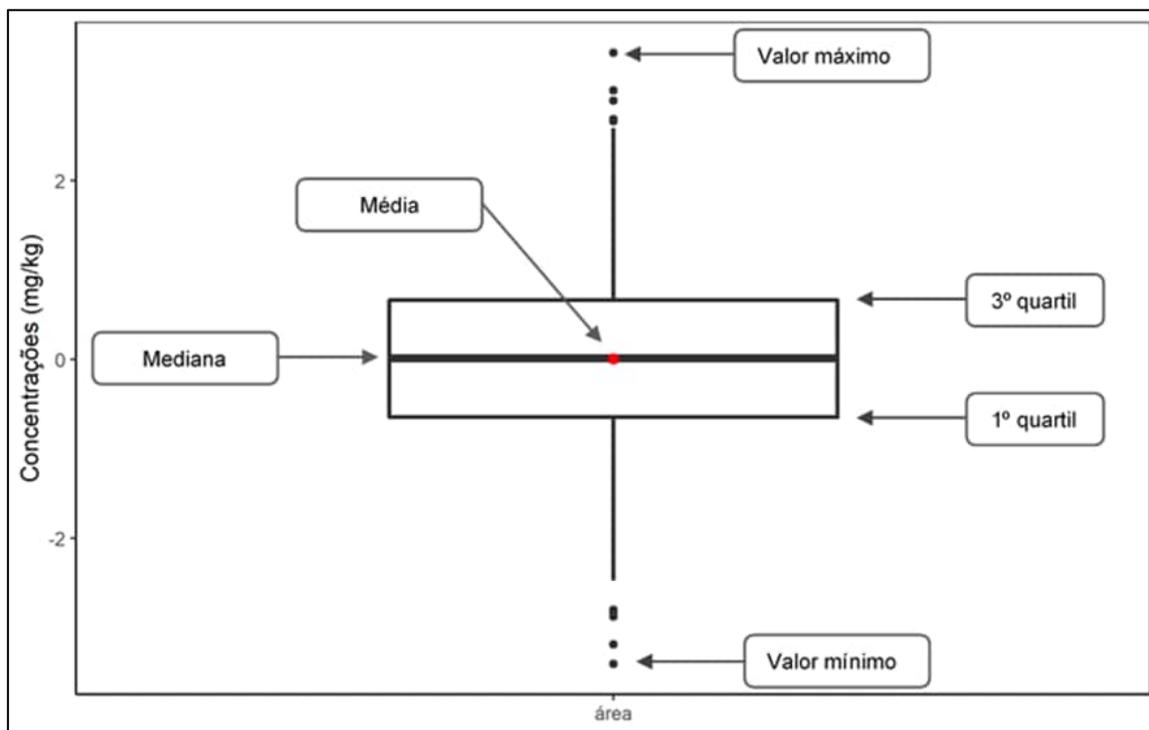


Figura 384. Ilustração dos elementos constitutivos de um gráfico do tipo *boxplot*.

Para os casos em que a média das concentrações da substância química na área de interesse foi maior que a média das concentrações da respectiva substância química na área controle, a equipe de perícia também realizou os testes *t de student*, análise de variância e teste de *Mann-Whitney* para avaliação da diferença entre as médias de cada área (quando possível).

Formalmente, o modelo para a avaliação da diferença entre as concentrações médias das substâncias químicas nas amostras das duas áreas é o seguinte: as variáveis aleatórias X_1, \dots, X_m representam os resultados de concentrações da substância química na área de interesse e são consideradas variáveis aleatórias independentes, com a mesma distribuição P_1 ; as variáveis aleatórias Y_1, \dots, Y_n representam os resultados de concentrações da substância química na área controle e são consideradas variáveis aleatórias independentes, com a mesma distribuição P_2 . Além disso, X_1, \dots, X_m e Y_1, \dots, Y_n são independentes entre si.

As hipóteses a serem testadas são:

- H_0 (hipótese nula): $P_1 = P_2$;
- H_1 (hipótese alternativa): $P_1 \neq P_2$.

Ou seja, objetiva-se testar se as amostras foram extraídas de populações homogêneas. Mais especificamente, pretende-se entender se uma das duas populações tende a ter valores maiores do que a outra, ou, ainda, se elas possuem a mesma média ou mediana. Por isso, a equipe de perícia optou por utilizar as seguintes hipóteses:

- H_0 (hipótese nula): as médias dos grupos são iguais;
- H_1 (hipótese alternativa): as médias dos grupos são diferentes.

Para determinar se a hipótese nula deveria ser rejeitada ou não, foi avaliado o p-valor resultante do teste estatístico e o nível de significância α considerado. O p-valor de um teste é o menor nível de significância que leva à rejeição da hipótese nula H_0 . Portanto, sempre que o p-valor é menor do que o nível de significância α considerado, a conclusão é a rejeição de H_0 . É costume chamar a estatística de teste de significativa quando a hipótese nula H_0 é rejeitada; portanto, foi possível considerar que a diferença entre as médias das áreas de interesse e controle era significativa sempre que o p-valor calculado era menor do que α .

No cenário analisado, a equipe de perícia considerou um nível de significância α de 0,1. Assim, um p-valor $> 0,1$ permitiu concluir que existiam evidências suficientes para inferir que as concentrações médias nas áreas de interesse e controle eram iguais; e um p-valor $\leq 0,1$ permitiu concluir que existiam evidências suficientes para inferir que as concentrações médias nas áreas de interesse e controle eram significativamente distintas.

10.3 Resultados da avaliação donexo de causalidade

A avaliação do nexo de causalidade foi executada em consonância com os resultados da segurança do alimento. Neste sentido, o nexo de causalidade foi direcionado aos grupos para os quais foi indicado preocupação, ou seja, comprometimento dos valores de segurança dos produtos agropecuários. O item 7.1 deste documento apresenta o resumo dos resultados da avaliação de segurança para as substâncias químicas que indicaram preocupação para cada grupo de alimentos avaliado.

10.3.1 Arsênio III + V

10.3.1.1 Leite

10.3.1.1.1 Leite de vaca

A Figura 385 apresenta as distribuições das concentrações de arsênio III + V para leite de vaca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 58 apresenta as concentrações médias de arsênio III + V no leite de vaca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do arsênio III + V para o leite de vaca.

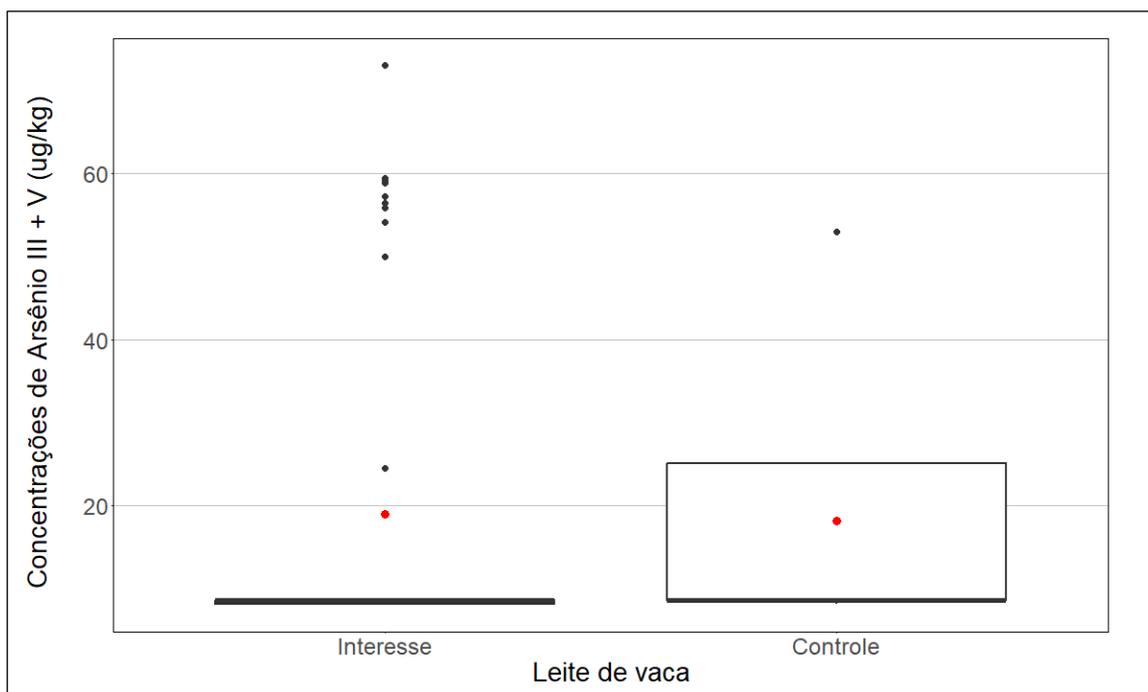


Figura 385. Boxplot da distribuição das concentrações de arsênio III + V verificadas no leite de vaca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
18,911	18,125	0,905	0,919	0,434

Tabela 58. Resultados das concentrações médias de arsênio III + V no leite de vaca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do arsênio III + V para o leite de vaca.

Conforme pode ser observado na Figura 385 e na Tabela 58, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 58). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de arsênio III + V encontradas no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2 Bário

10.3.2.1 Grupo frutas

10.3.2.1.1 Abacate

A Figura 386 apresenta as distribuições das concentrações de bário para abacate nas áreas de interesse e controle. A Tabela 59 apresenta as concentrações médias de bário no abacate nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o abacate.

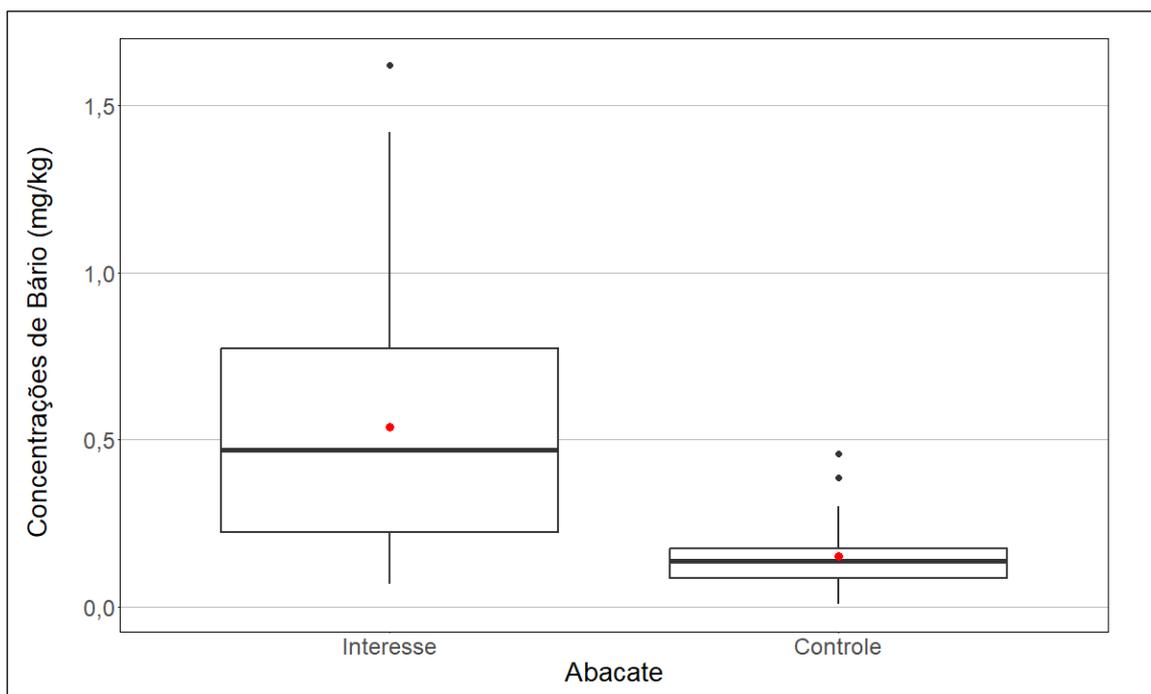


Figura 386. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas no abacate nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,537	0,150	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 59. Resultados das concentrações médias de bário no abacate para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o abacate.

Conforme pode ser observado na Figura 386 e na Tabela 59, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 59). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no abacate e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.2 Abacaxi

A Figura 387 apresenta as distribuições das concentrações de bário para abacaxi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 60 apresenta as concentrações médias de bário no abacaxi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o abacaxi.

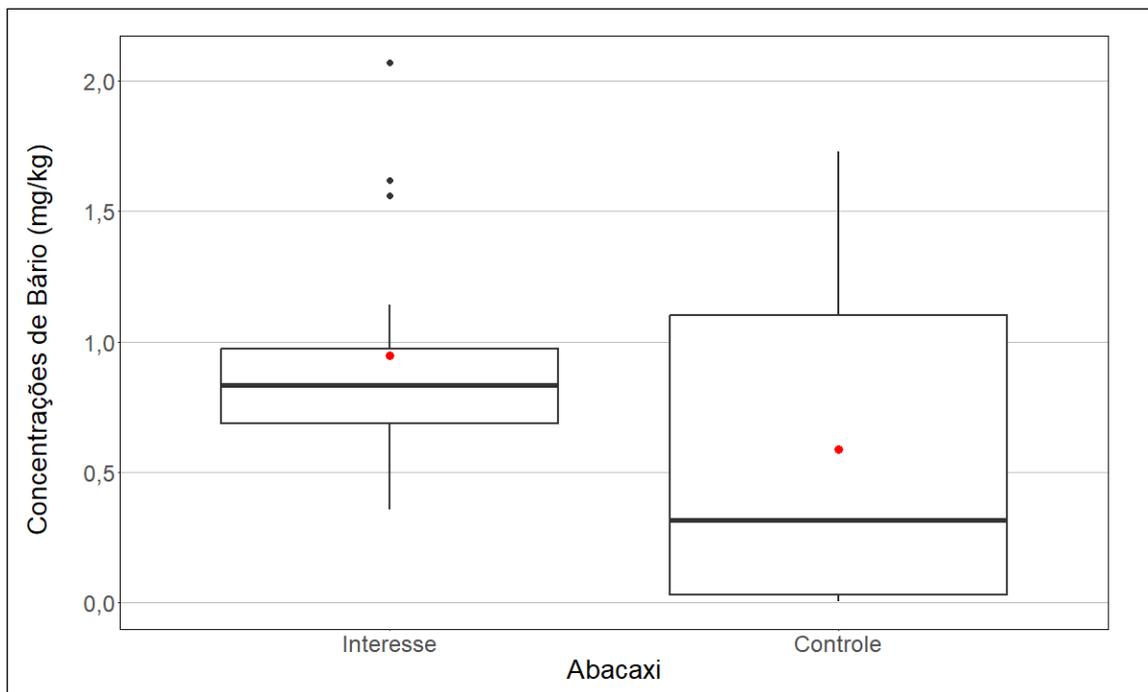


Figura 387. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas no abacaxi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,945	0,587	0,100	0,086	0,067

Tabela 60. Resultados das concentrações médias de bário no abacaxi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o abacaxi.

Conforme pode ser observado na Figura 387 e na Figura 60, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 59). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no abacaxi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.3 Acerola

A Figura 388 apresenta as distribuições das concentrações de bário para acerola nas áreas de interesse e controle. A Tabela 61 apresenta as concentrações médias de bário na acerola nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a acerola.

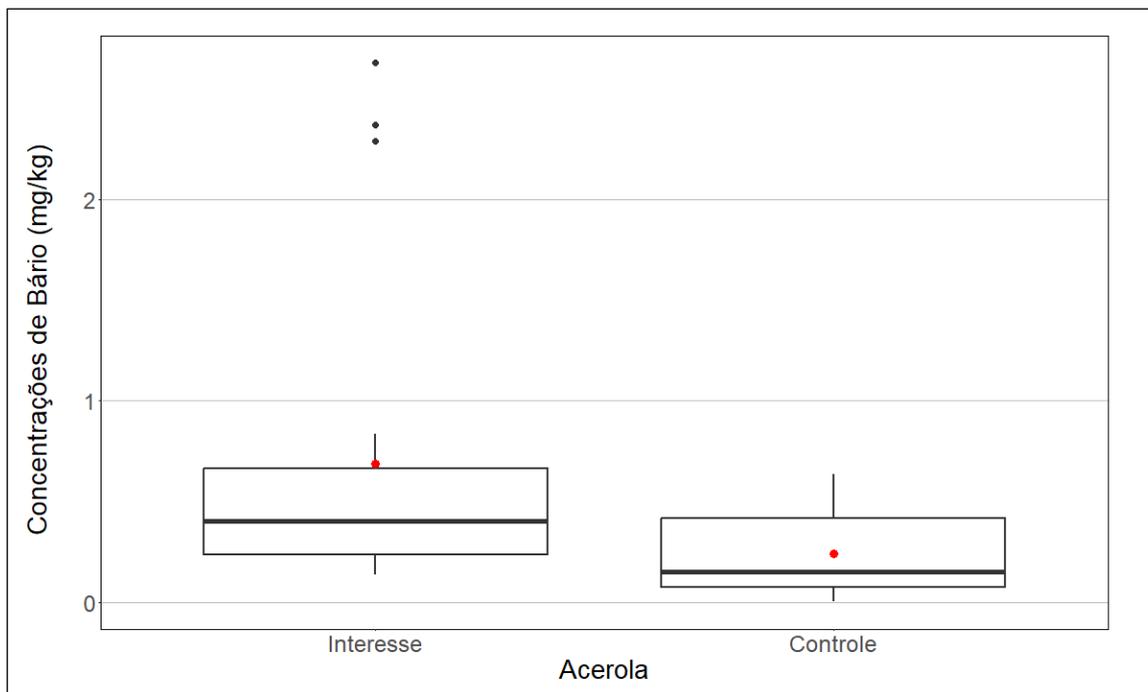


Figura 388. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na acerola nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,690	0,244	0,017	0,010	0,003

Tabela 61. Resultados das concentrações médias de bário na acerola para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a acerola.

Conforme pode ser observado na Figura 388 e na Tabela 61, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 61). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na acerola e o rompimento da barragem de Fundão**.

10.3.2.1.4 Banana

A Figura 389 apresenta as distribuições das concentrações de bário para banana nas áreas de interesse e controle. A Tabela 62 apresenta as concentrações médias de bário na banana nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a banana.

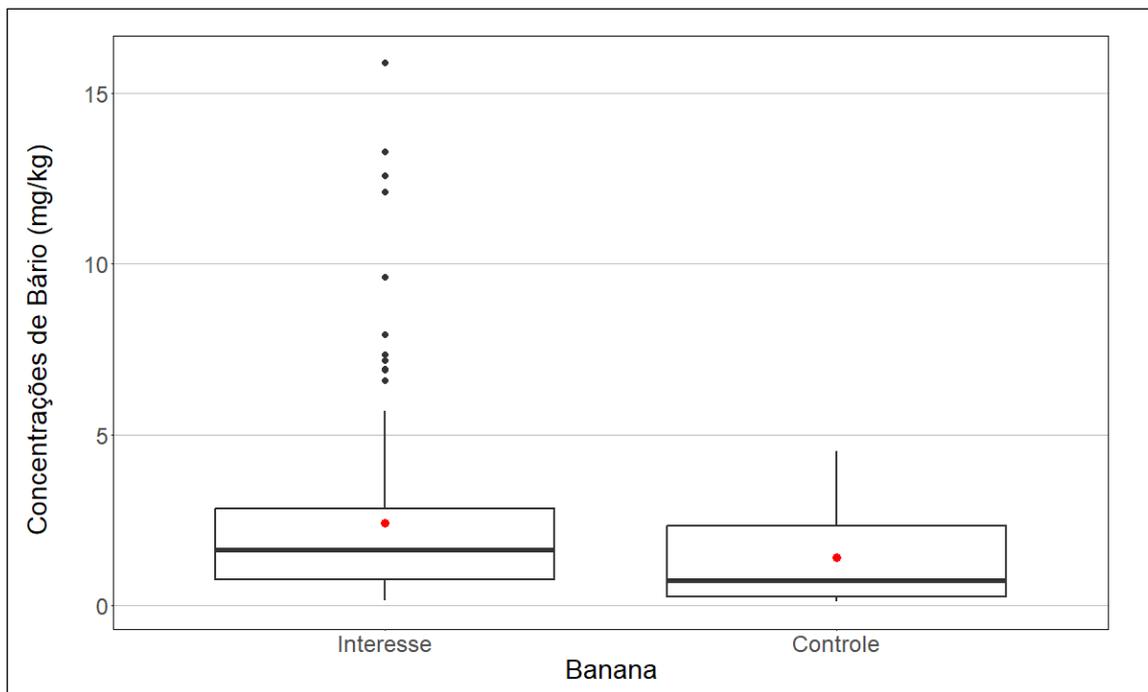


Figura 389. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na banana nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,405	1,398	0,001	0,017	0,007

Tabela 62. Resultados das concentrações médias de bário na banana para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a banana.

Conforme pode ser observado na Figura 389 e na Tabela 62, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 62). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na banana e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.5 Cacau

A Figura 390 apresenta as distribuições das concentrações de bário para cacau nas áreas de interesse e controle. A Tabela 63 apresenta as concentrações médias de bário no cacau nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o cacau.

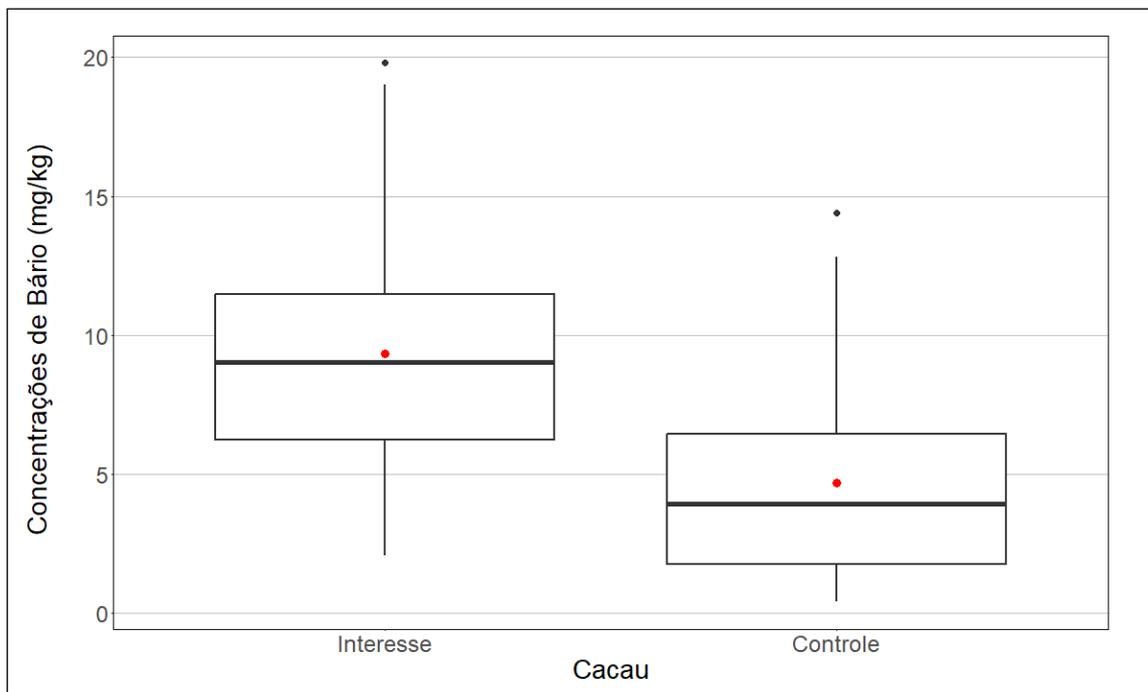


Figura 390. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas no cacau nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
9,326	4,704	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 63. Resultados das concentrações médias de bário no cacau para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o cacau.

Conforme pode ser observado na Figura 390 e na Tabela 63, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 63). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no cacau e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.6 Cana-de-açúcar

A Figura 391 apresenta as distribuições das concentrações de bário para cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle. A Tabela 64 apresenta as concentrações médias de bário na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a cana-de-açúcar.

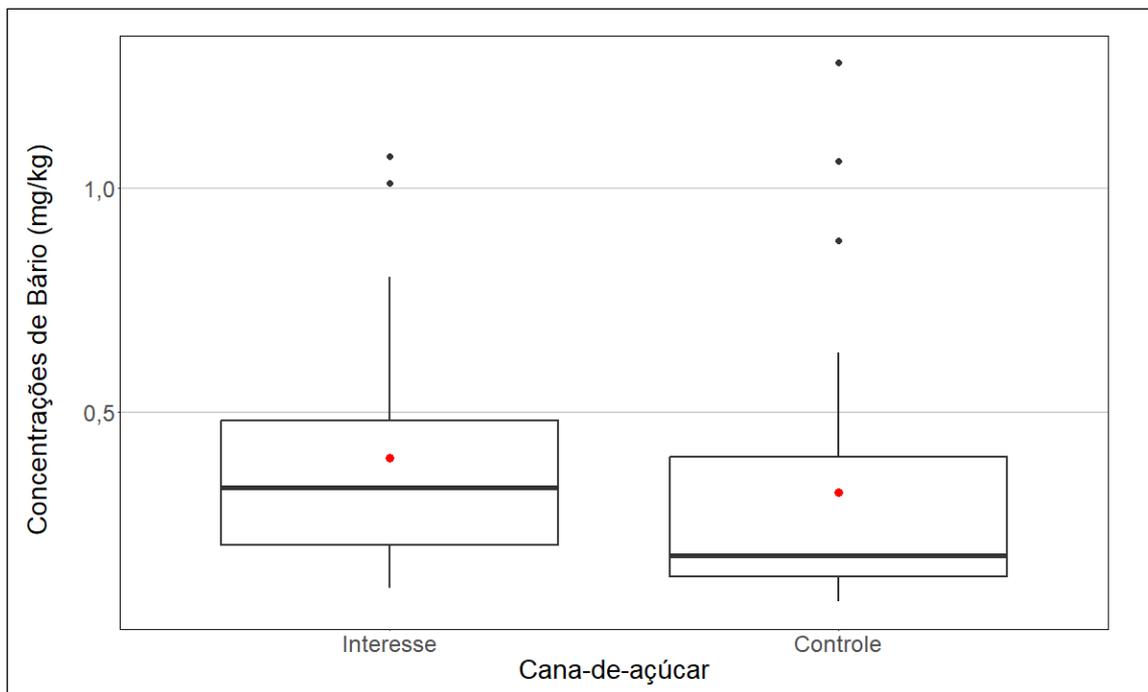


Figura 391. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,397	0,319	0,294	0,279	0,022

Tabela 64. Resultados das concentrações médias de bário na cana-de-açúcar para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a cana-de-açúcar.

Conforme pode ser observado na Figura 391 e na Tabela 64, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Ao aplicar o teste *t de student* e a análise de variância, ambos os testes apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle. Porém, o teste de *Mann-Whitney* apontou diferença significativa entre as médias dessas mesmas áreas (Tabela 64). Logo, os resultados dos três testes não fornecem evidências suficientes para fazer afirmações definitivas sobre a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexso de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na cana-de-açúcar e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.7 Água de coco-verde

A Figura 392 apresenta as distribuições das concentrações de bário para água de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 65 apresenta as concentrações médias de bário na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a água de coco-verde.

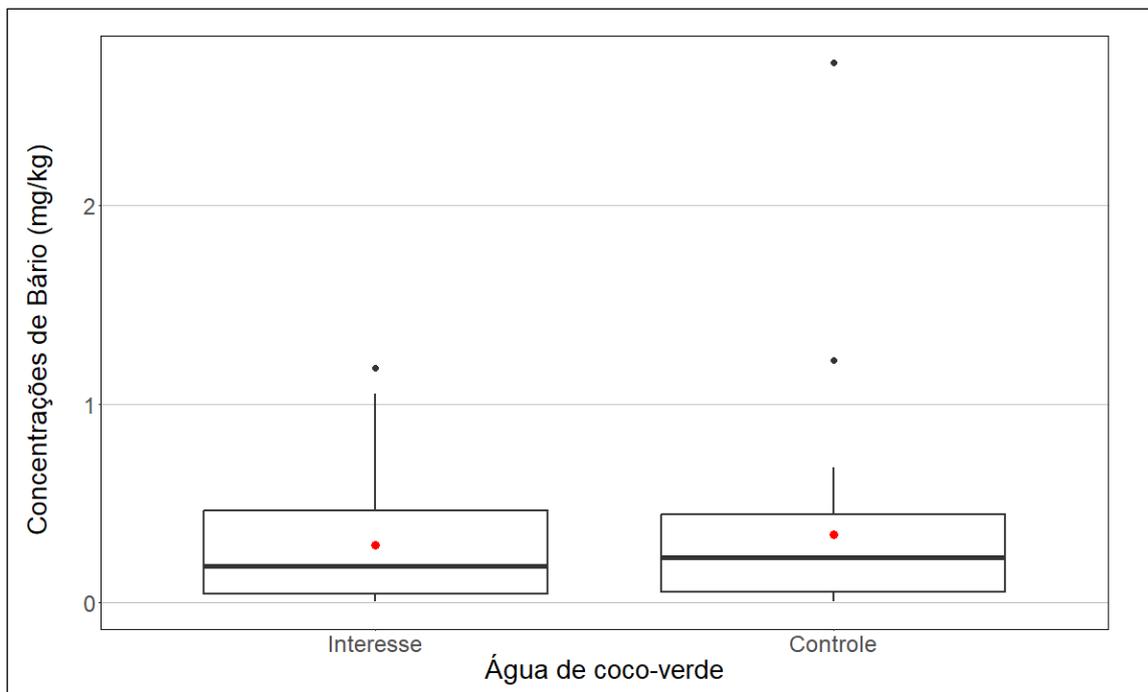


Figura 392. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,291	0,341	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 65. Resultados das concentrações médias de bário na água de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a água de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 392 e na Tabela 65, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na água de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.8 Polpa de coco-verde

A Figura 393 apresenta as distribuições das concentrações de bário para polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 66 apresenta as concentrações médias de bário na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a polpa de coco-verde.

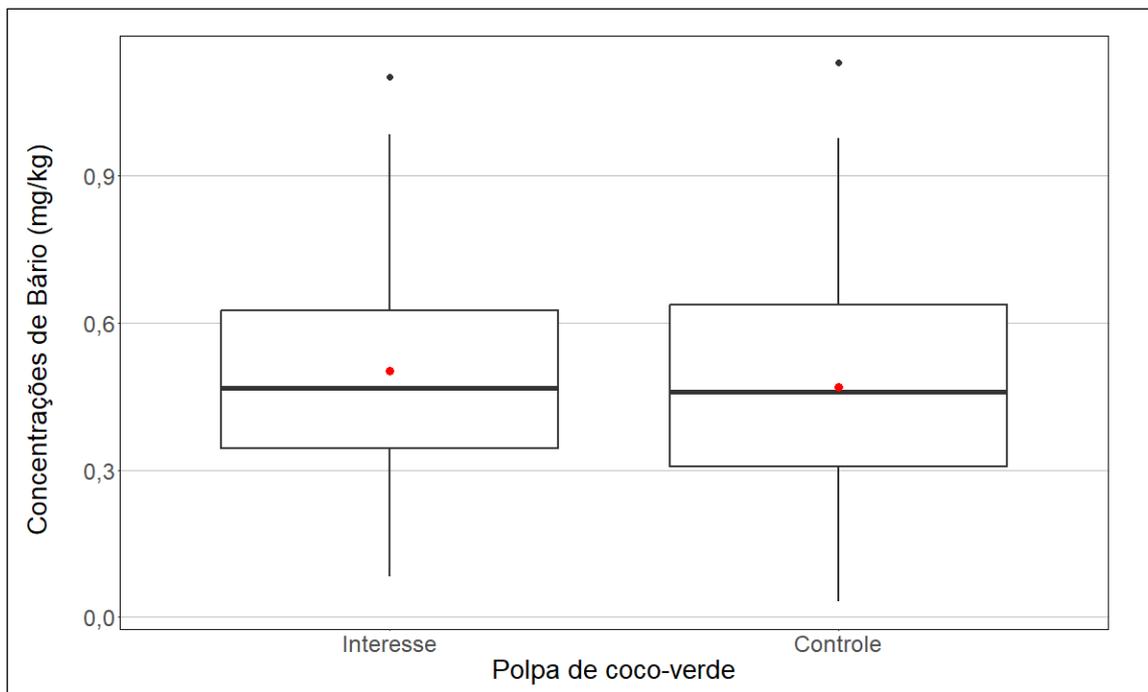


Figura 393. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,501	0,468	0,577	0,549	0,651

Tabela 66. Resultados das concentrações médias de bário na polpa de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a polpa de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 393 e na Tabela 66, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 66). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na polpa de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.9 Goiaba

A Figura 394 apresenta as distribuições das concentrações de bário para goiaba nas áreas de interesse e controle. A Tabela 67 apresenta as concentrações médias de bário na goiaba nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a goiaba.

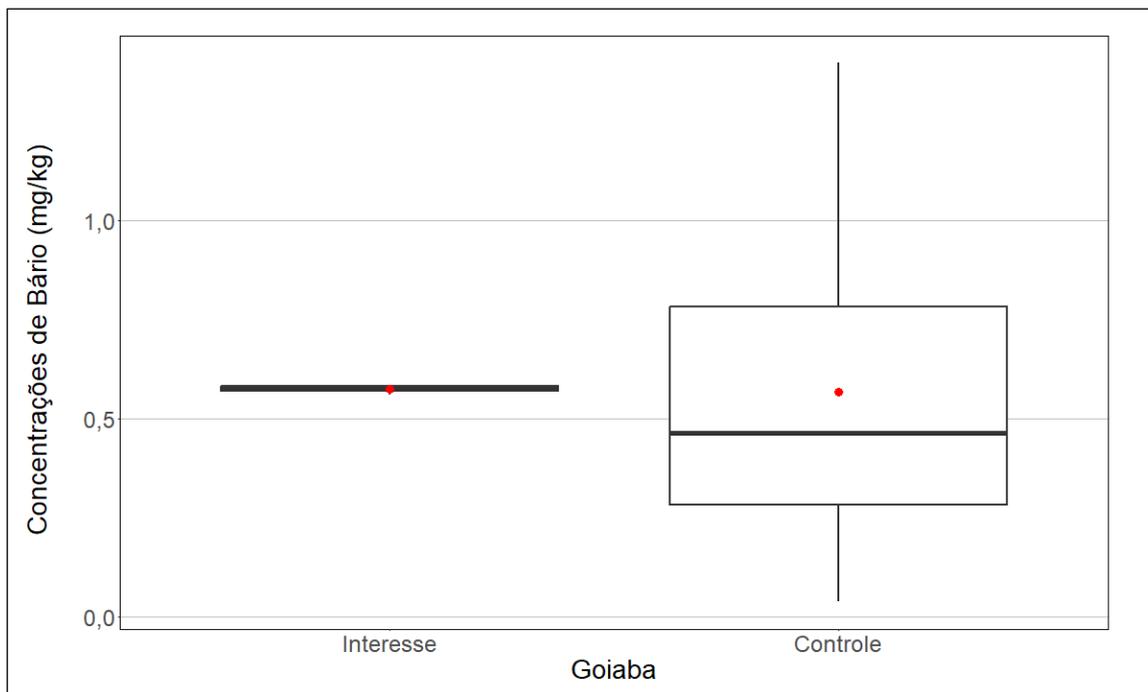


Figura 394. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na goiaba nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,575	0,568	0,928	0,974	0,844

Tabela 67. Resultados das concentrações médias de bário na goiaba para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a goiaba.

Conforme pode ser observado na Figura 394 e na Tabela 67, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 67). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na goiaba e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.10 Laranja

A Figura 395 apresenta as distribuições das concentrações de bário para laranja nas áreas de interesse e controle. A Tabela 68 apresenta as concentrações médias de bário na laranja nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a laranja.

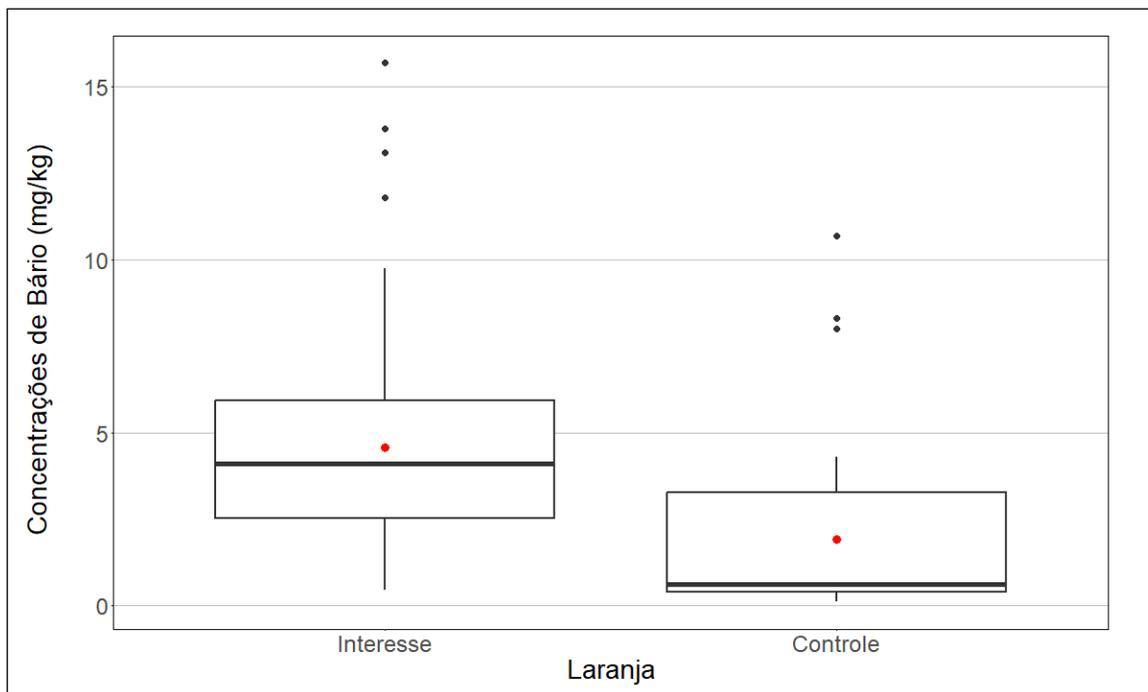


Figura 395. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na laranja nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,572	1,920	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 68. Resultados das concentrações médias de bário na laranja para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a laranja.

Conforme pode ser observado na Figura 395 e na Tabela 68, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 68). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na laranja e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.11 Limão

A Figura 396 apresenta as distribuições das concentrações de bário para limão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 69 apresenta as concentrações médias de bário no limão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o limão.

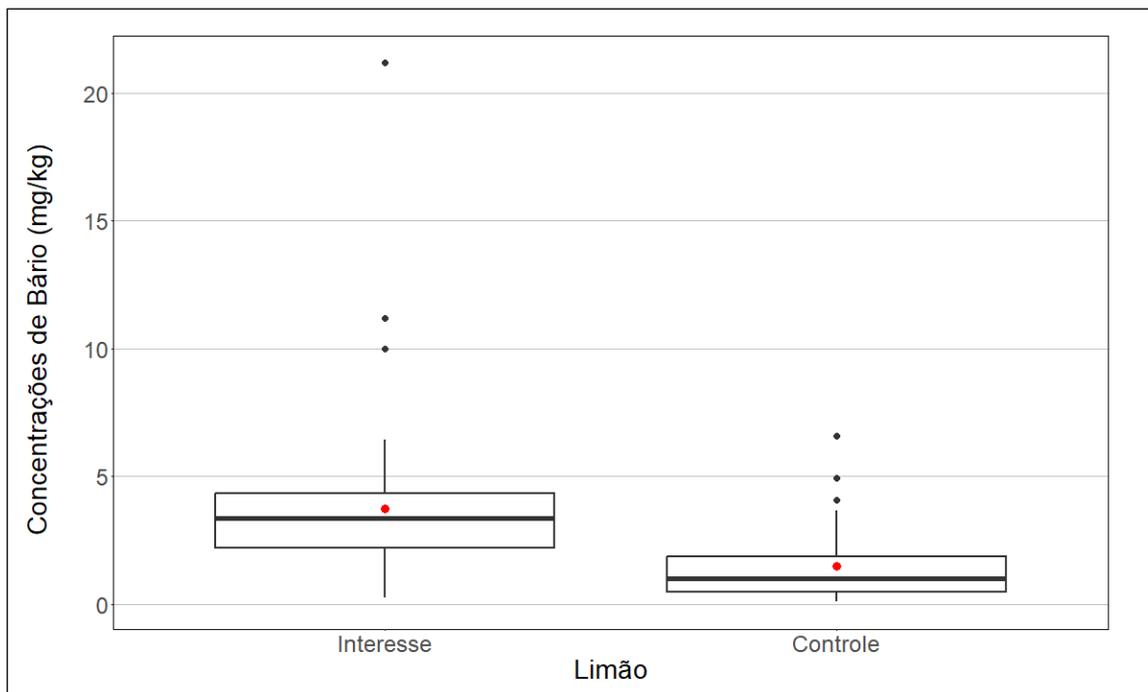


Figura 396. Boxplot da distribuição das concentrações de bário verificadas no limão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3,753	1,477	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 69. Resultados das concentrações médias de bário no limão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o limão.

Conforme pode ser observado na Figura 396 e na Tabela 69, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 69). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no limão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.12 Mamão

A Figura 397 apresenta as distribuições das concentrações de bário para mamão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 70 apresenta as concentrações médias de bário no mamão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o mamão.

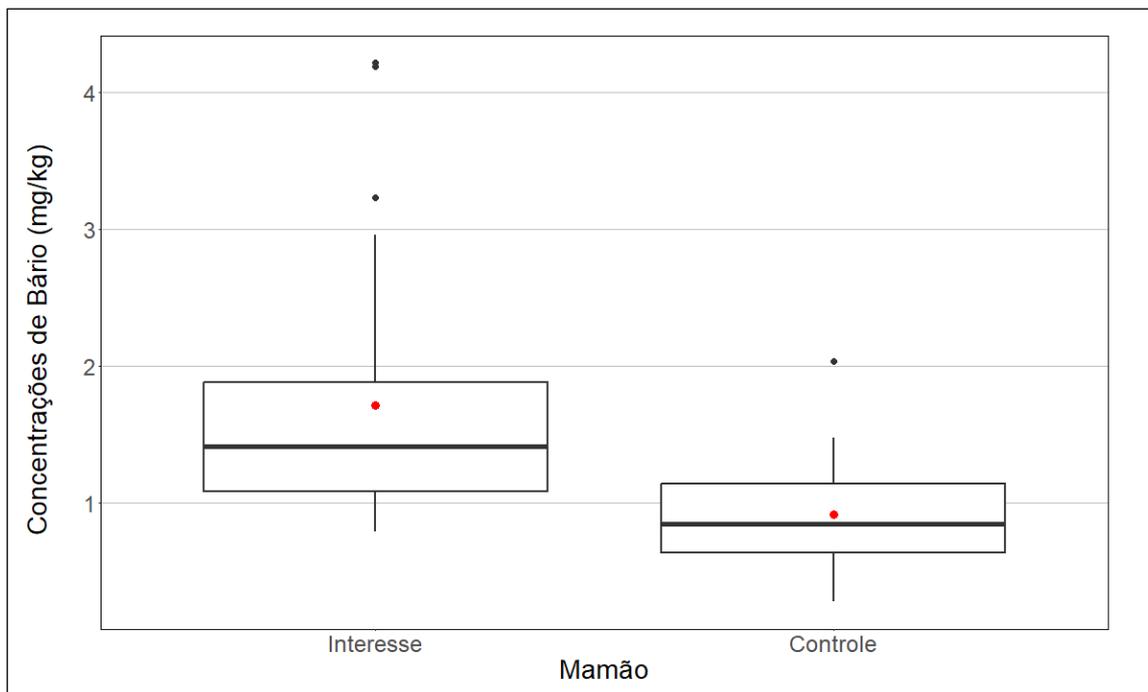


Figura 397. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas no mamão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,713	0,914	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 70. Resultados das concentrações médias de bário no mamão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o mamão.

Conforme pode ser observado na Figura 397 e na Tabela 70, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 70). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no mamão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.13 Manga

A Figura 398 apresenta as distribuições das concentrações de bário para manga nas áreas de interesse e controle. A Tabela 71 apresenta as concentrações médias de bário na manga nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a manga.

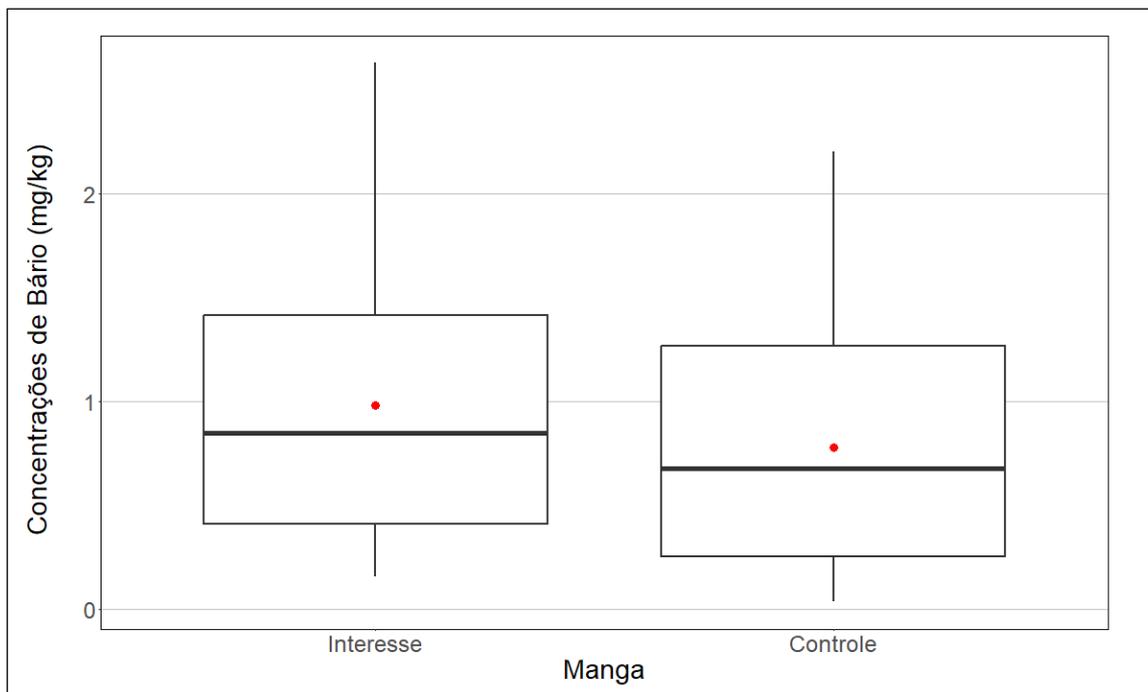


Figura 398. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas na manga nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,980	0,777	0,174	0,199	0,306

Tabela 71. Resultados das concentrações médias de bário na manga para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a manga.

Conforme pode ser observado na Figura 398 e na Tabela 71, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 71). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na manga e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.14 Maracujá

A Figura 399 apresenta as distribuições das concentrações de bário para maracujá nas áreas de interesse e controle. A Tabela 72 apresenta as concentrações médias de bário no maracujá nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o maracujá.

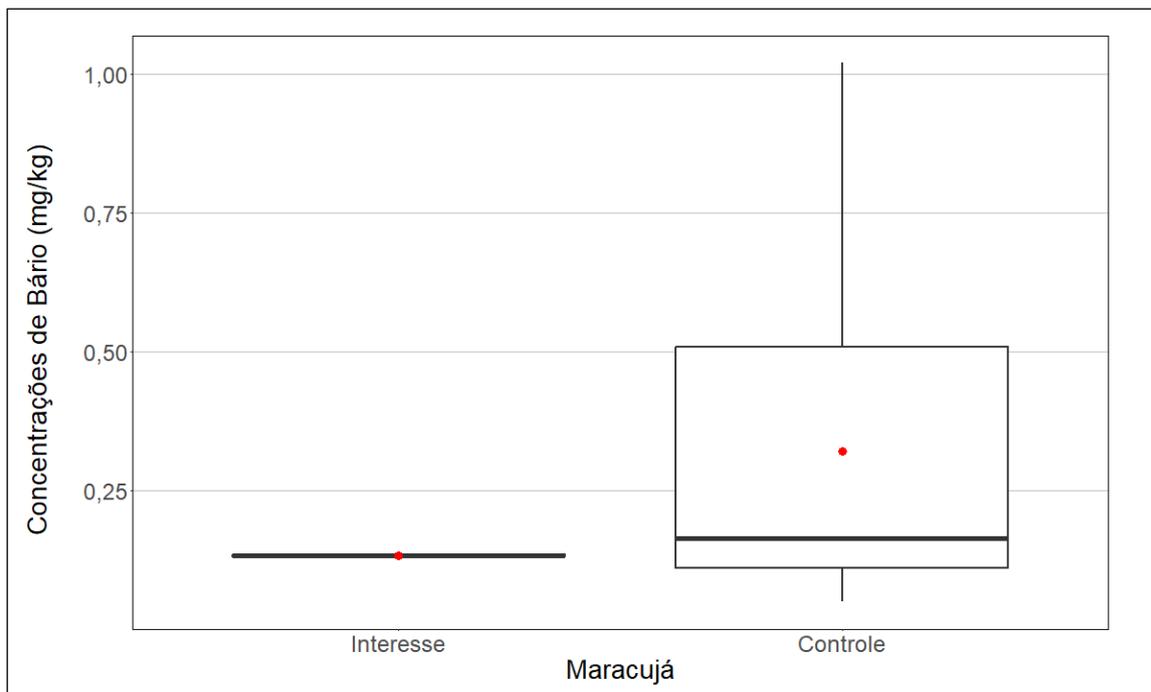


Figura 399. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas no maracujá nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,134	0,322	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 72. Resultados das concentrações médias de bário no maracujá para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o maracujá.

Conforme pode ser observado na Figura 399 e na Tabela 72, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no maracujá e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.1.15 Melancia

A Figura 400 apresenta as distribuições das concentrações de bário para melancia nas áreas de interesse e controle. A Tabela 73 apresenta as concentrações médias de bário na melancia nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a melancia.

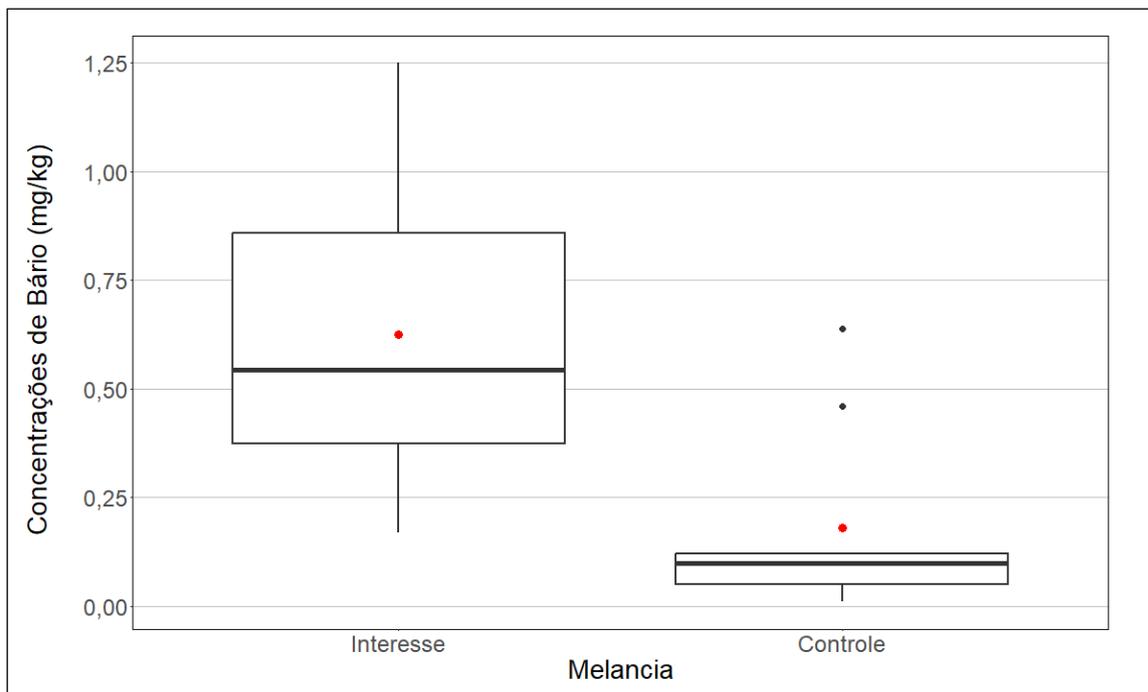


Figura 400. Boxplot da distribuição das concentrações de bário verificadas na melancia nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,625	0,180	0,009	0,008	0,006

Tabela 73. Resultados das concentrações médias de bário na melancia para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para a melancia.

Conforme pode ser observado na Figura 400 e na Tabela 73, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 73). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas na melancia e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.2 Grupo grãos

10.3.2.2.1 Café

A Figura 401 apresenta as distribuições das concentrações de bário para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 74 apresenta as concentrações médias de bário no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o café.

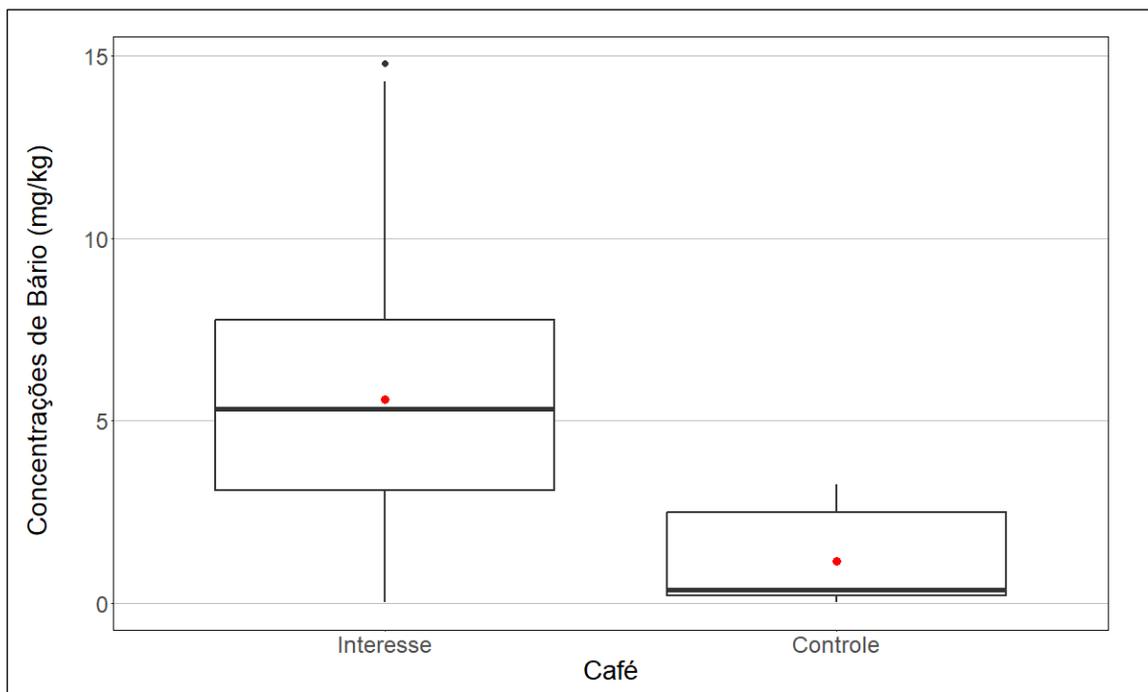


Figura 401. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
5,591	1,149	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 74. Resultados das concentrações médias de bário no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 401 e na Tabela 74, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 74). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência denexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.2.2 Feijão

A Figura 402 apresenta as distribuições das concentrações de bário para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 75 apresenta as concentrações médias de bário no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o feijão.

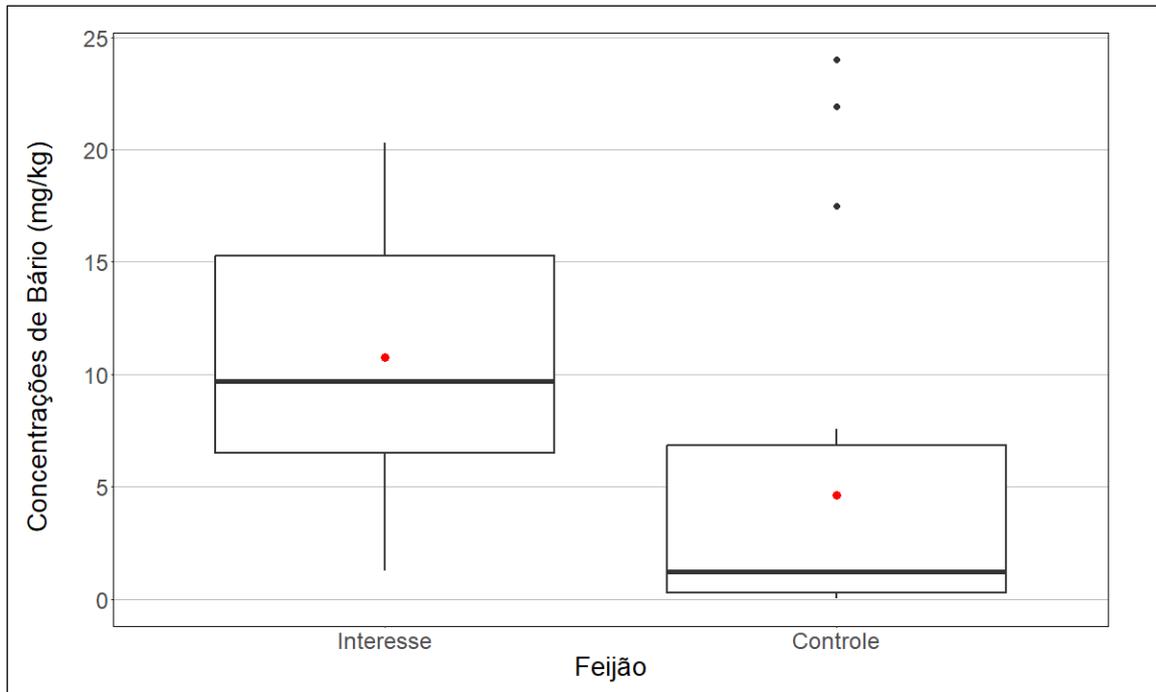


Figura 402. Boxplot da distribuição das concentrações de bário verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
10,755	4,612	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 75. Resultados das concentrações médias de bário no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 402 e na Tabela 75, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 75). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.2.2.3 Milho

A Figura 403 apresenta as distribuições das concentrações de bário para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 76 apresenta as concentrações médias de bário no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o milho.

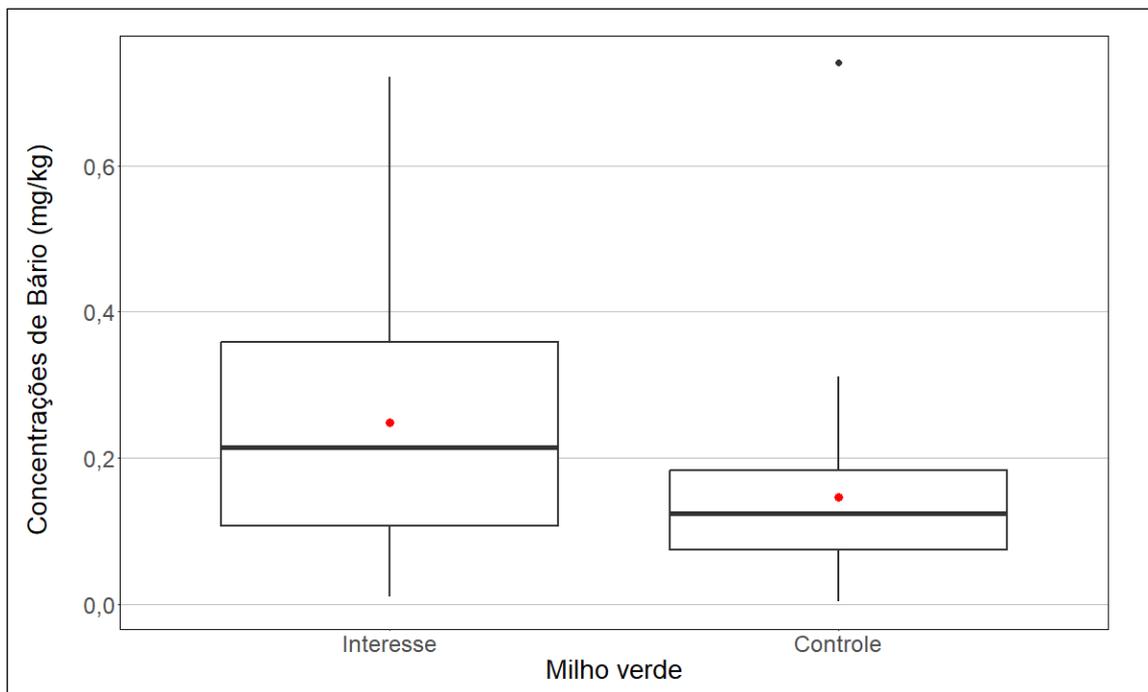


Figura 403. *Boxplot* da distribuição das concentrações de bário verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,248	0,147	< 0,001	0,002	0,001

Tabela 76. Resultados das concentrações médias de bário no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do bário para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 403 e na Tabela 76, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 76). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de bário encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.3 Boro

10.3.3.1 Grupo grãos

10.3.3.1.1 Café

A Figura 404 apresenta as distribuições das concentrações de boro para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 77 apresenta as concentrações médias de boro no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do boro para o café.

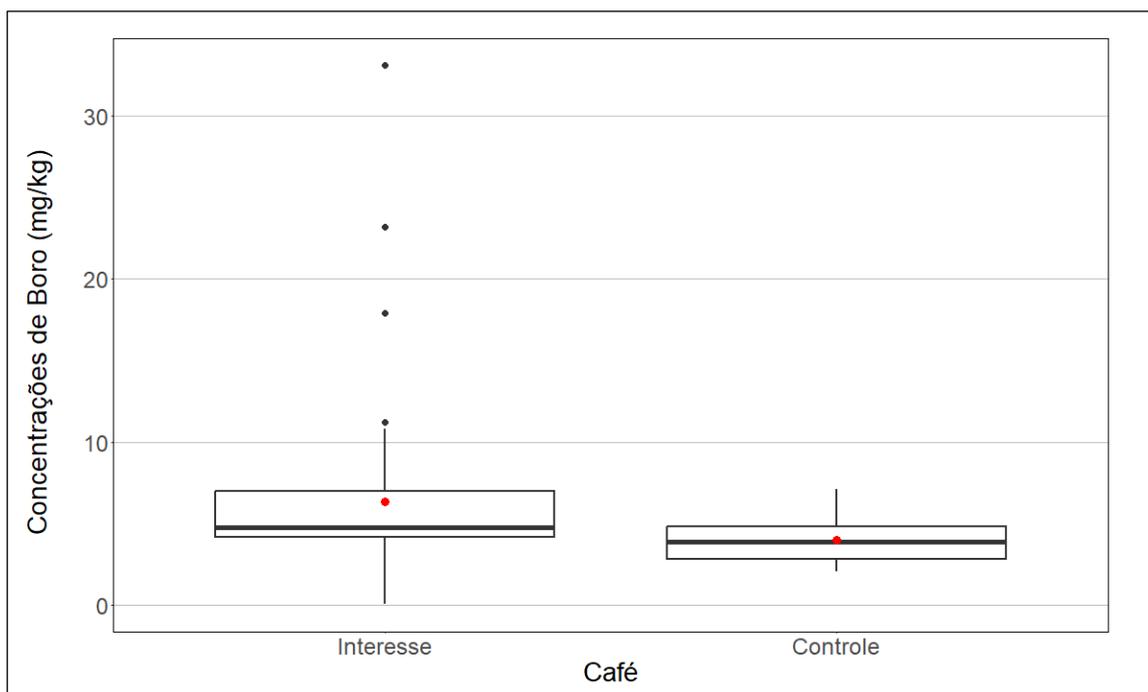


Figura 404. *Boxplot* da distribuição das concentrações de boro verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
6,313	3,987	0,003	0,035	0,003

Tabela 77. Resultados das concentrações médias de boro no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do boro para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 404 e na Tabela 77, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 77). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de boro encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.3.1.2 Feijão

A Figura 405 apresenta as distribuições das concentrações de boro para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 78 apresenta as concentrações médias de boro no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do boro para o feijão.

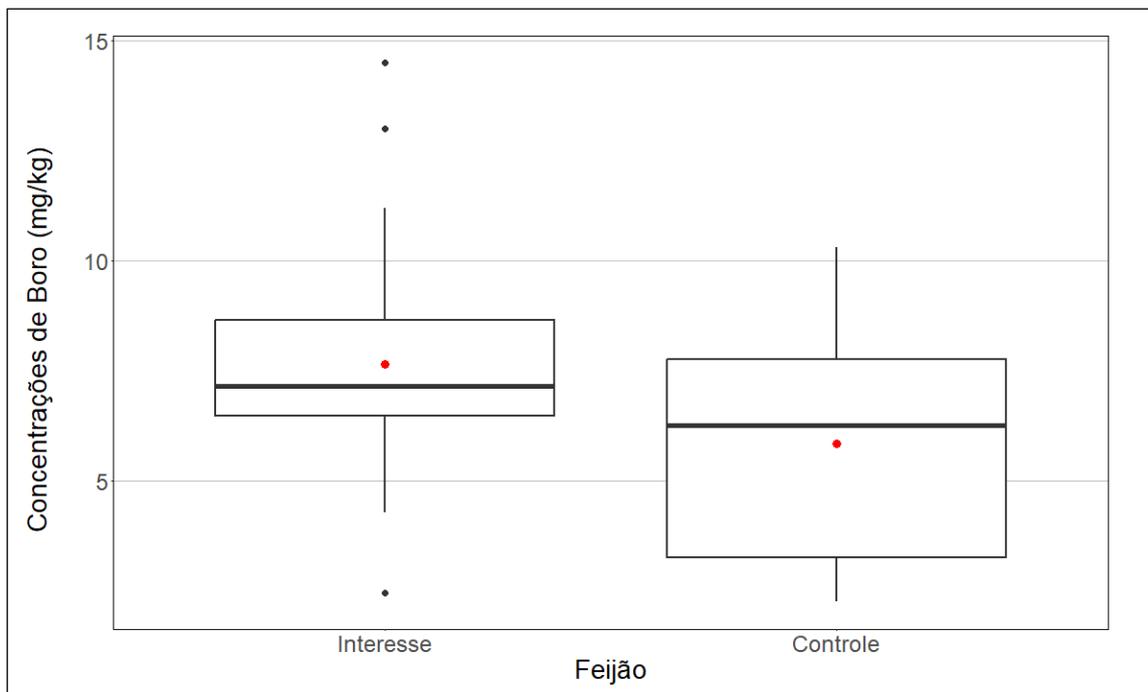


Figura 405. *Boxplot* da distribuição das concentrações de boro verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
7,649	5,838	0,015	0,015	0,037

Tabela 78. Resultados das concentrações médias de boro no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do boro para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 405 e na Tabela 78, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 78). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de boro encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.3.1.3 Milho

A Figura 406 apresenta as distribuições das concentrações de boro para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 79 apresenta as concentrações médias de boro no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do boro para o milho.

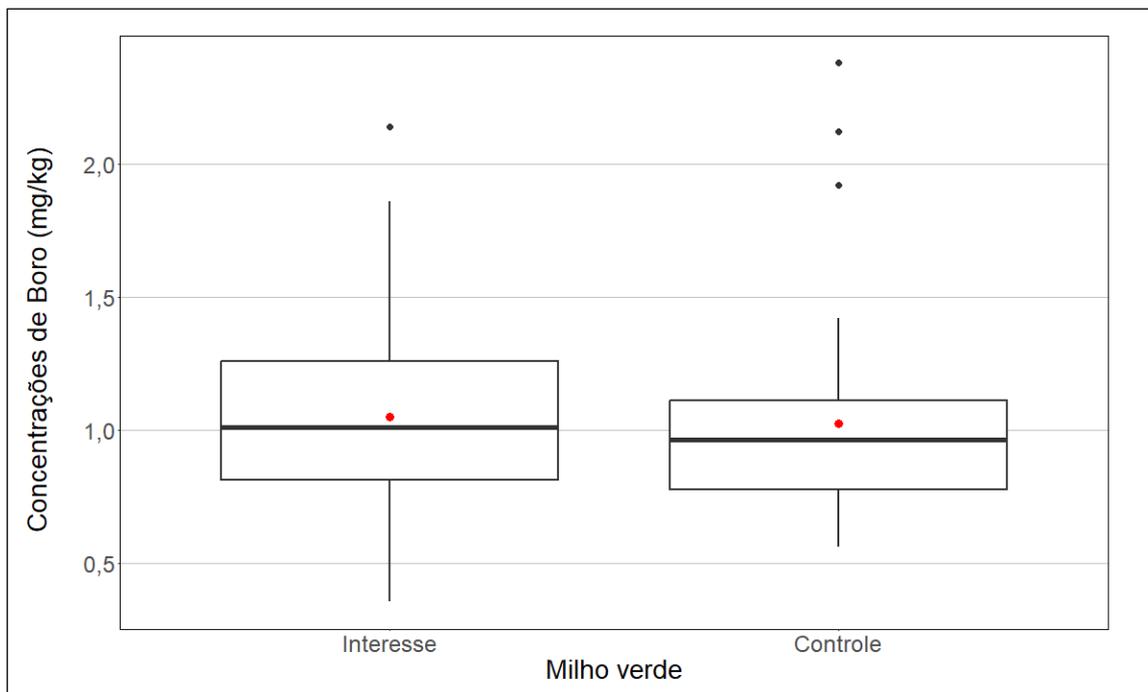


Figura 406. *Boxplot* da distribuição das concentrações de boro verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,050	1,025	0,750	0,733	0,278

Tabela 79. Resultados das concentrações médias de boro no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do boro para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 406 e na Tabela 79, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 79). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de boro encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4 Chumbo

10.3.4.1 Grupo frutas

10.3.4.1.1 Abacate

A Figura 407 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para abacate nas áreas de interesse e controle. A Tabela 80 apresenta as concentrações médias de chumbo no abacate nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o abacate.

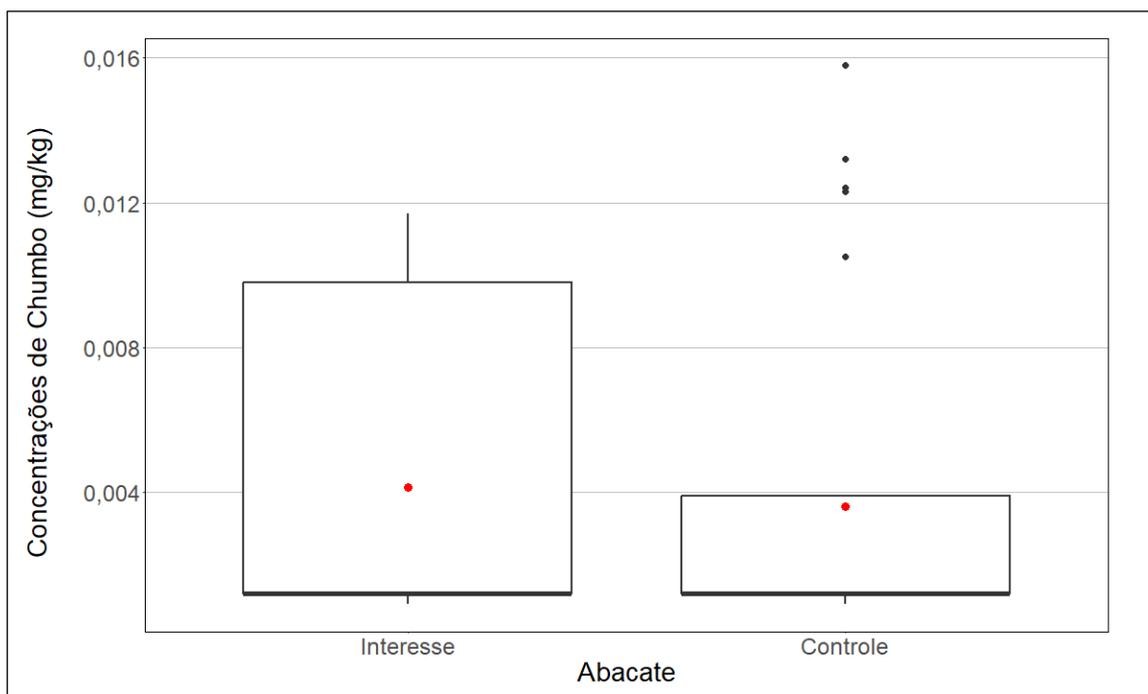


Figura 407. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no abacate nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,004	0,004	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 80. Resultados das concentrações médias de chumbo no abacate para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o abacate.

Conforme pode ser observado na Figura 407 e na Tabela 80, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no abacate e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.2 Abacaxi

A Figura 408 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para abacaxi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 81 apresenta as concentrações médias de chumbo no abacaxi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o abacaxi.

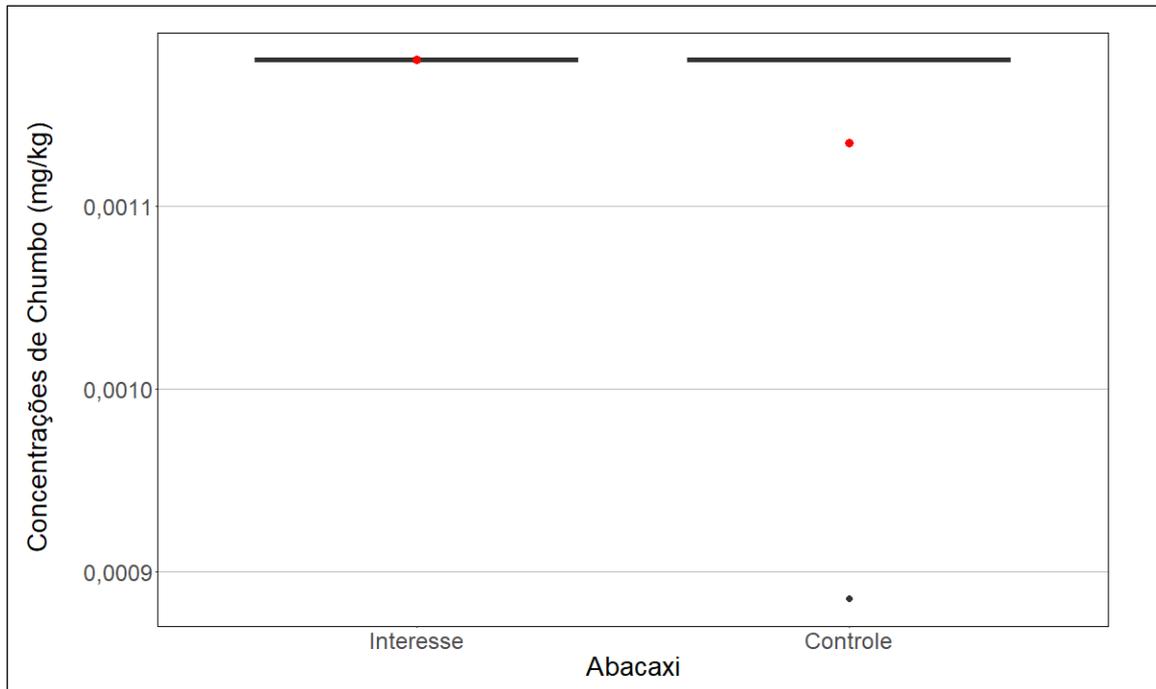


Figura 408. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no abacaxi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,001	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 81. Resultados das concentrações médias de chumbo no abacaxi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o abacaxi.

Conforme pode ser observado na Figura 407 e na Tabela 81, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no abacaxi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.3 Acerola

A Figura 409 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para acerola nas áreas de interesse e controle. A Tabela 82 apresenta as concentrações médias de chumbo na acerola nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a acerola.

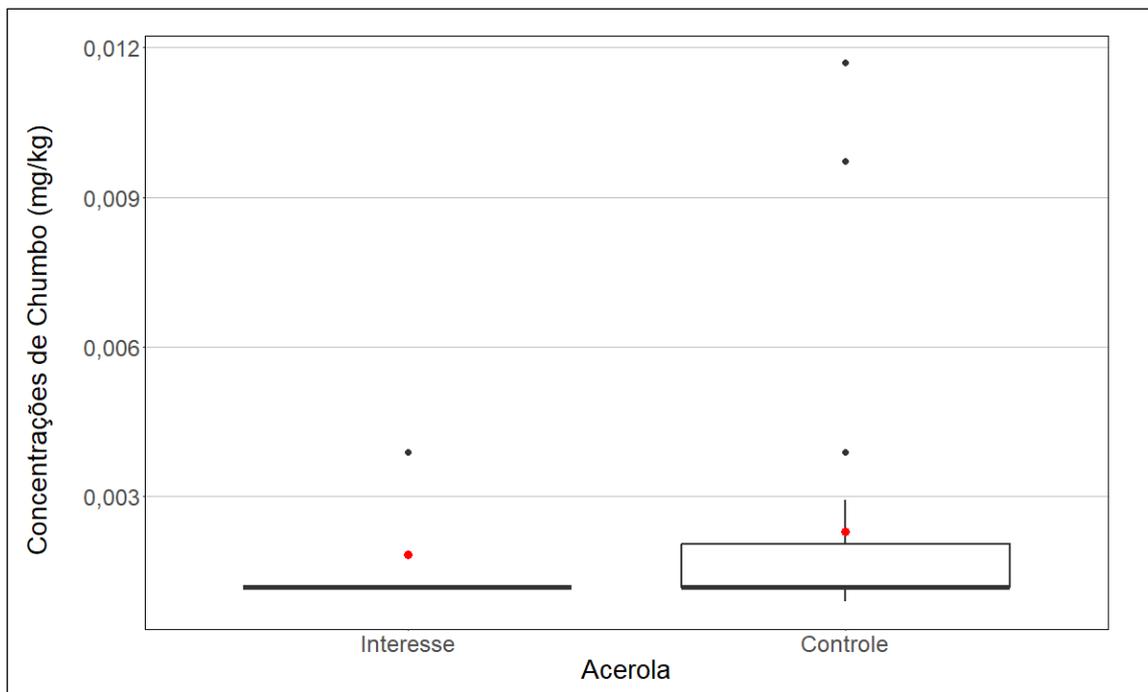


Figura 409. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na acerola nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,002	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 82. Resultados das concentrações médias de chumbo na acerola para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a acerola.

Conforme pode ser observado na Figura 409 e na Tabela 82, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na acerola e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.4 Banana

A Figura 410 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para banana nas áreas de interesse e controle. A Tabela 83 apresenta as concentrações médias de chumbo na banana nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a banana.

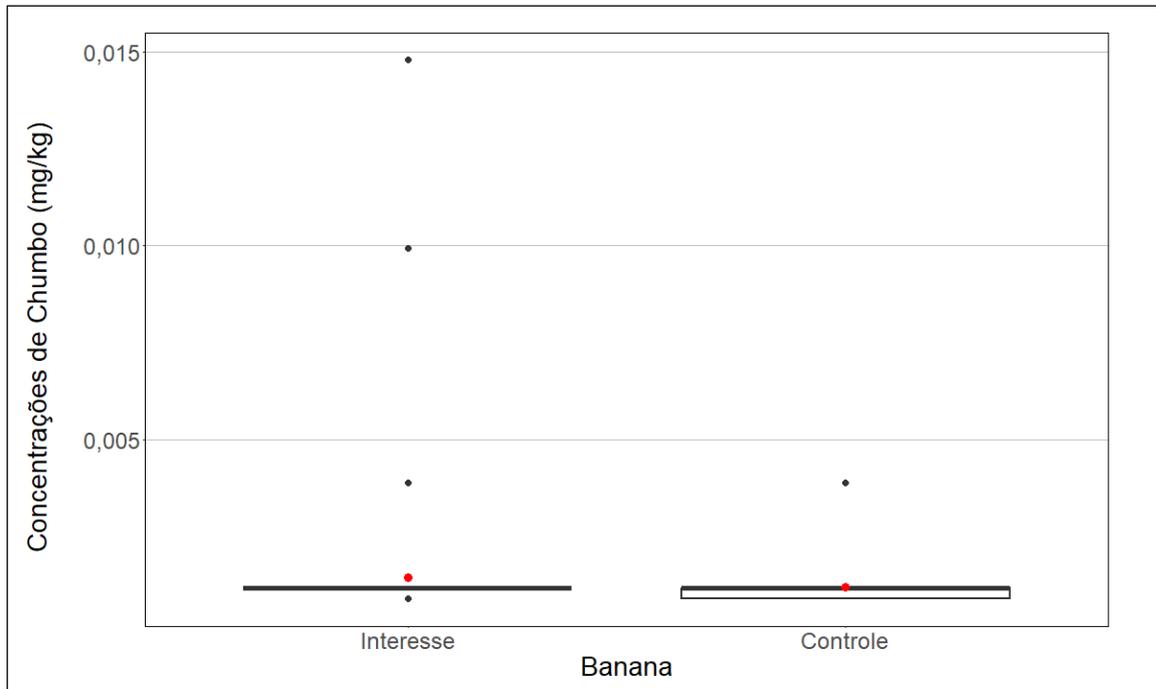


Figura 410. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na banana nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,001	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 83. Resultados das concentrações médias de chumbo na banana para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a banana.

Conforme pode ser observado na Figura 410 e na Tabela 83, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na banana e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.5 Cacau

A Figura 411 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para cacau nas áreas de interesse e controle. A Tabela 84 apresenta as concentrações médias de chumbo no cacau nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o cacau.

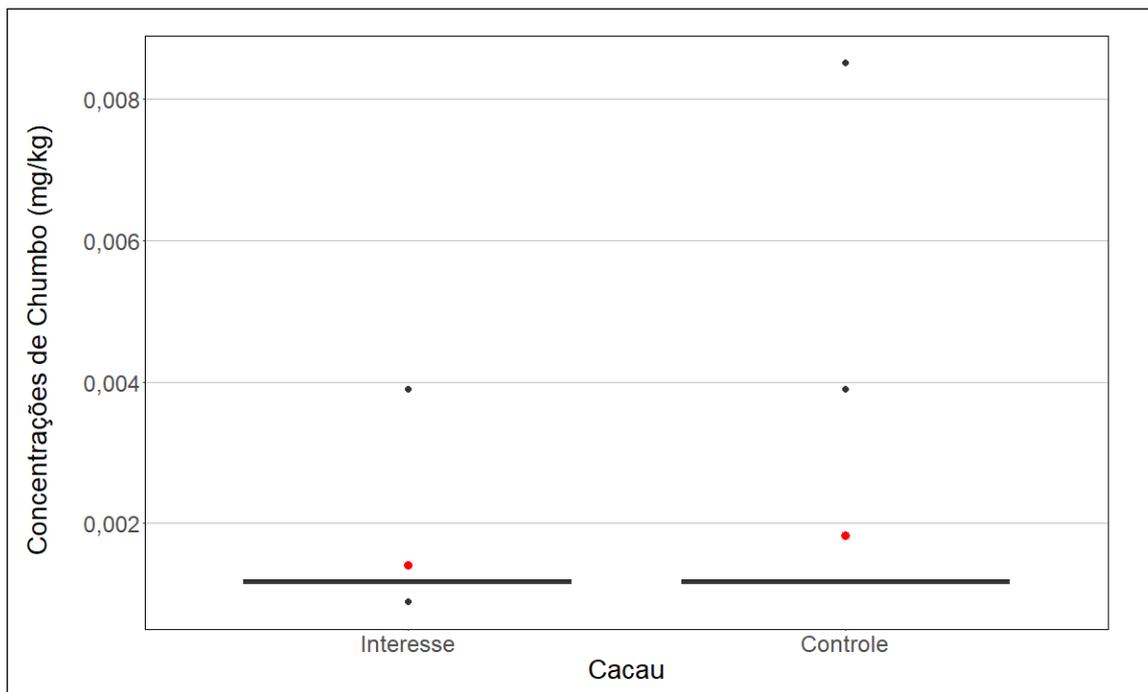


Figura 411. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no cacau nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,002	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 84. Resultados das concentrações médias de chumbo no cacau para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o cacau.

Conforme pode ser observado na Figura 411 e na Tabela 84, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no cacau e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.6 Cana-de-açúcar

A Figura 412 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle. A Tabela 85 apresenta as concentrações médias de chumbo na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a cana-de-açúcar.

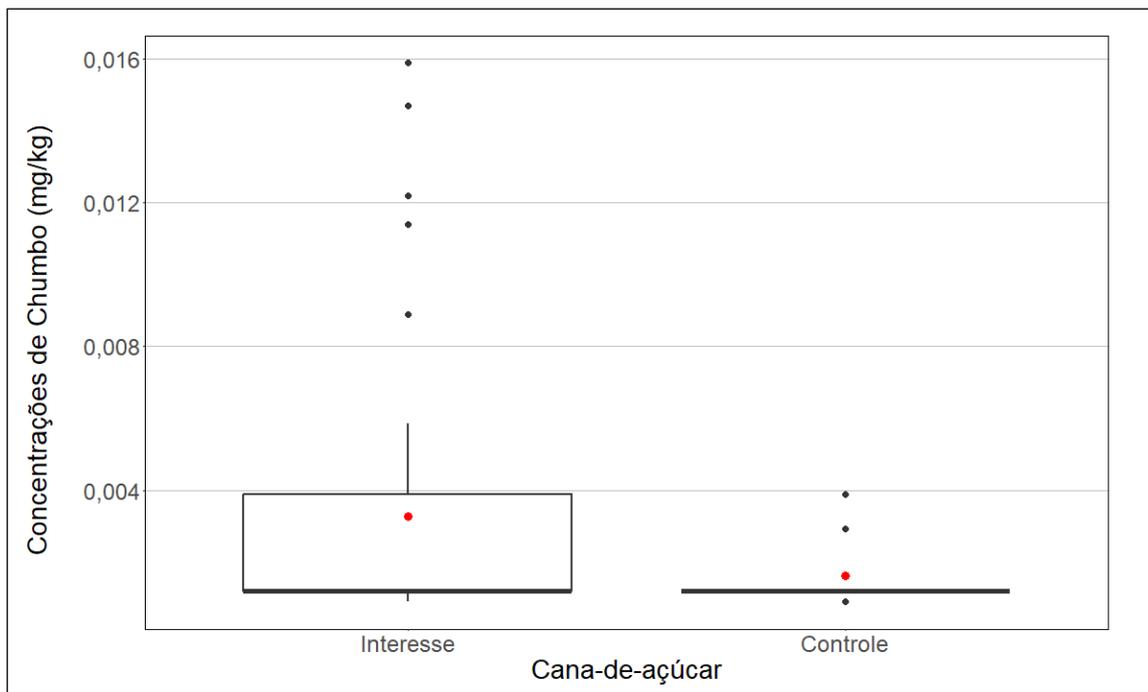


Figura 412. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,003	0,002	0,025	0,044	0,152

Tabela 85. Resultados das concentrações médias de chumbo na cana-de-açúcar para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a cana-de-açúcar.

Conforme pode ser observado na Figura 412 e na Tabela 85, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Ao aplicar o teste *t de student* e a análise de variância, os resultados indicaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle. Porém, o teste de *Mann-Whitney* apontou diferença não significativa entre as médias dessas mesmas áreas (Tabela 85). Logo, os resultados dos três testes não fornecem evidências suficientes para fazer afirmações definitivas sobre a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na cana-de-açúcar e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.7 Água de coco-verde

A Figura 413 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para água de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 86 apresenta as concentrações médias de chumbo na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a água de coco-verde.

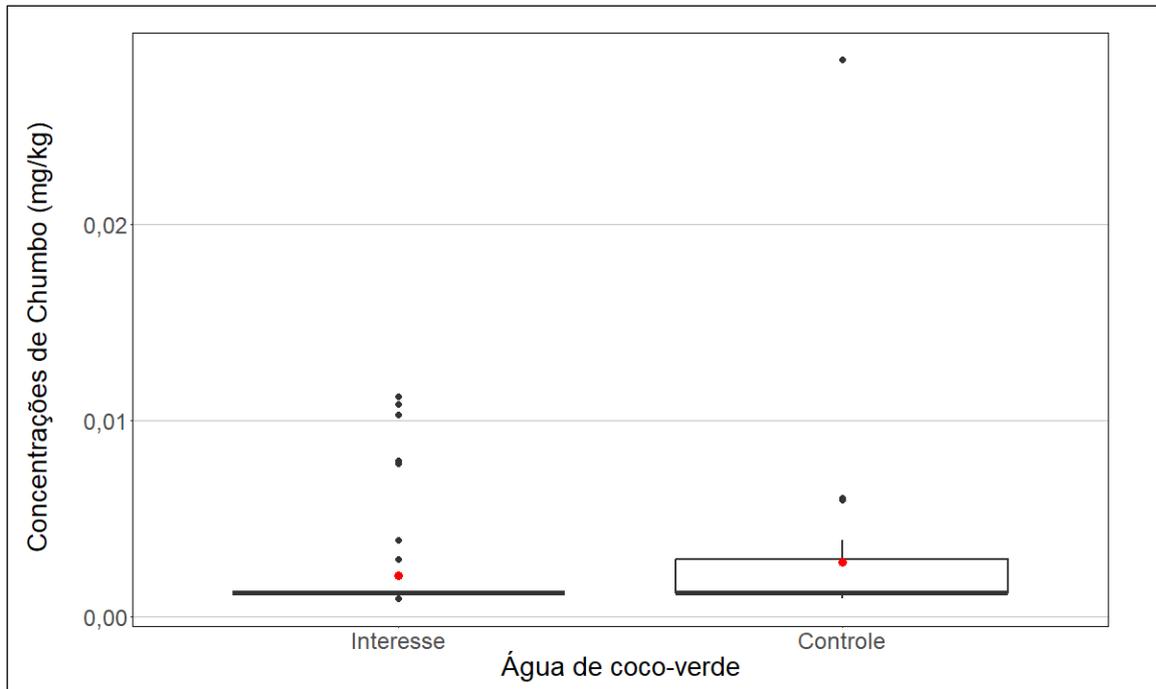


Figura 413. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,003	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 86. Resultados das concentrações médias de chumbo na água de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a água de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 413 e na Tabela 86, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na água de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.8 Polpa de coco-verde

A Figura 414 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 87 apresenta as concentrações médias de chumbo na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a polpa de coco-verde.

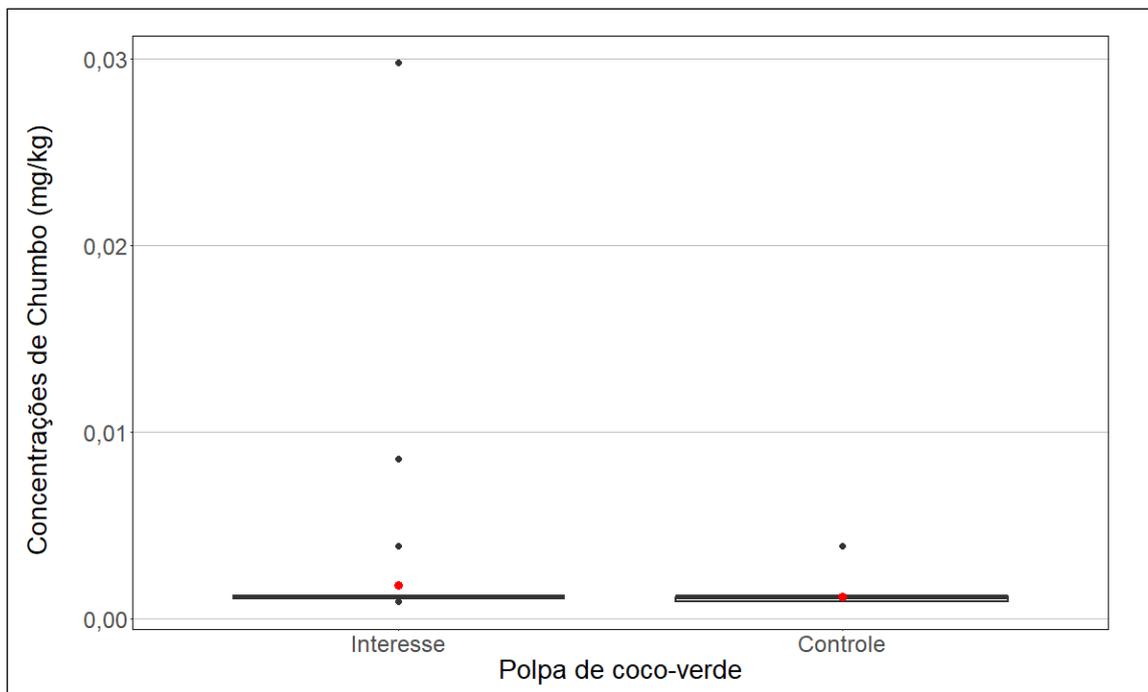


Figura 414. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,001	0,196	0,359	0,038

Tabela 87. Resultados das concentrações médias de chumbo na polpa de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a polpa de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 414 e na Tabela 87, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Ao aplicar o teste *t de student* e a análise de variância, os resultados indicaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle. Porém, o teste de *Mann-Whitney* apontou diferença significativa entre as médias dessas mesmas áreas (Tabela 87). Logo, os resultados dos três testes não fornecem evidências suficientes para fazer afirmações definitivas sobre a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na polpa de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.9 Goiaba

A Figura 415 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para goiaba nas áreas de interesse e controle. A Tabela 88 apresenta as concentrações médias de chumbo na goiaba nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a goiaba.

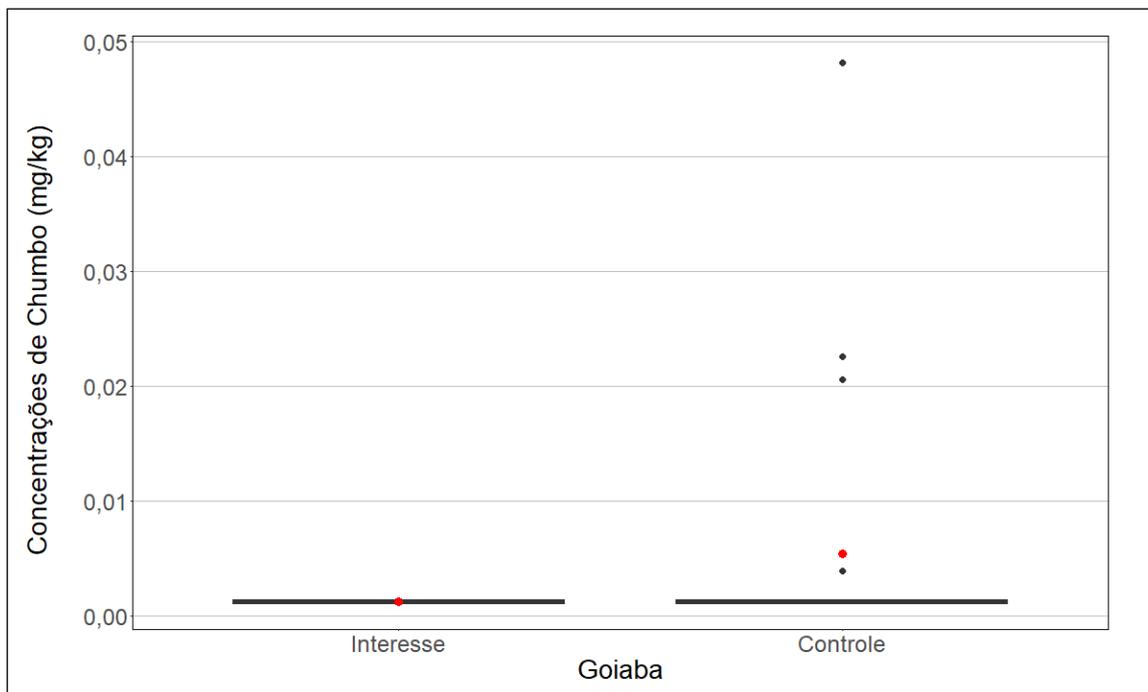


Figura 415. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na goiaba nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,005	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 88. Resultados das concentrações médias de chumbo na goiaba para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a goiaba.

Conforme pode ser observado na Figura 415 e na Tabela 88, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na goiaba e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.11 Limão

A Figura 417 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para limão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 90 apresenta as concentrações médias de chumbo no limão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o limão.

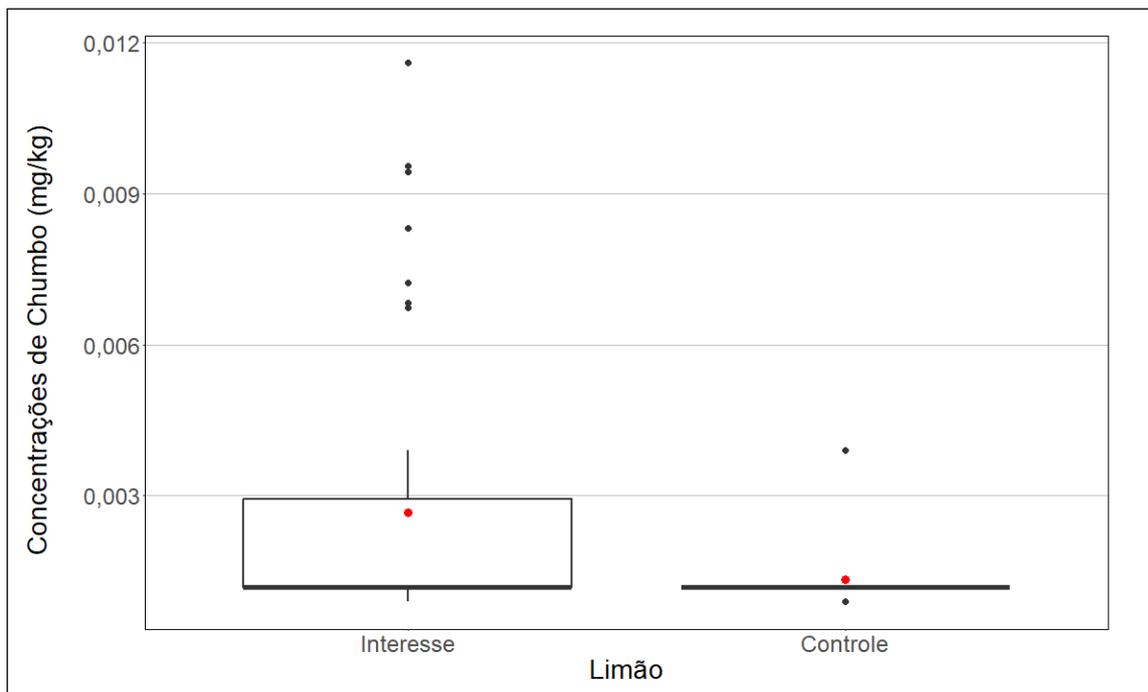


Figura 417. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no limão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,003	0,001	< 0,001	0,003	< 0,001

Tabela 90. Resultados das concentrações médias de chumbo no limão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o limão.

Conforme pode ser observado na Figura 417 e na Tabela 90, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 90). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no limão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.12 Mamão

A Figura 418 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para mamão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 91 apresenta as concentrações médias de chumbo no mamão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o mamão.

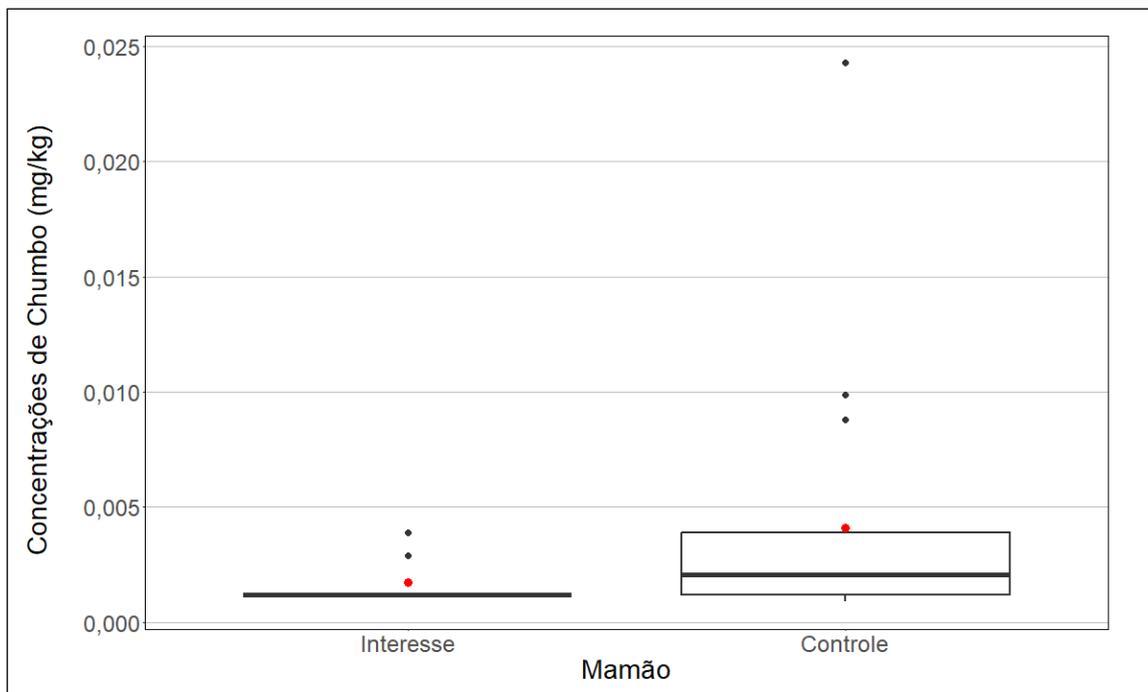


Figura 418. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no mamão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,004	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 91. Resultados das concentrações médias de chumbo no mamão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o mamão.

Conforme pode ser observado na Figura 418 e na Tabela 91, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no mamão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.13 Manga

A Figura 419 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para manga nas áreas de interesse e controle. A Tabela 92 apresenta as concentrações médias de chumbo na manga nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a manga.

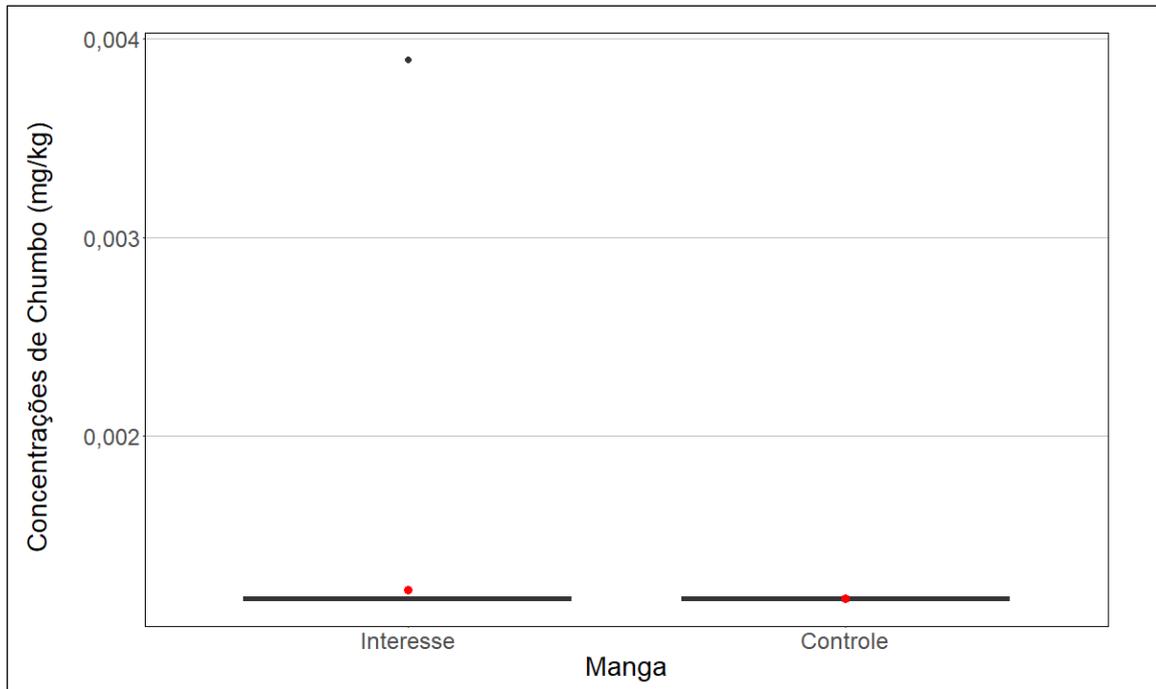


Figura 419. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na manga nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,001	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 92. Resultados das concentrações médias de chumbo na manga para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a manga.

Conforme pode ser observado na Figura 419 e na Tabela 92, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na manga e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.14 Maracujá

A Figura 420 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para maracujá nas áreas de interesse e controle. A Tabela 93 apresenta as concentrações médias de chumbo no maracujá nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o maracujá.

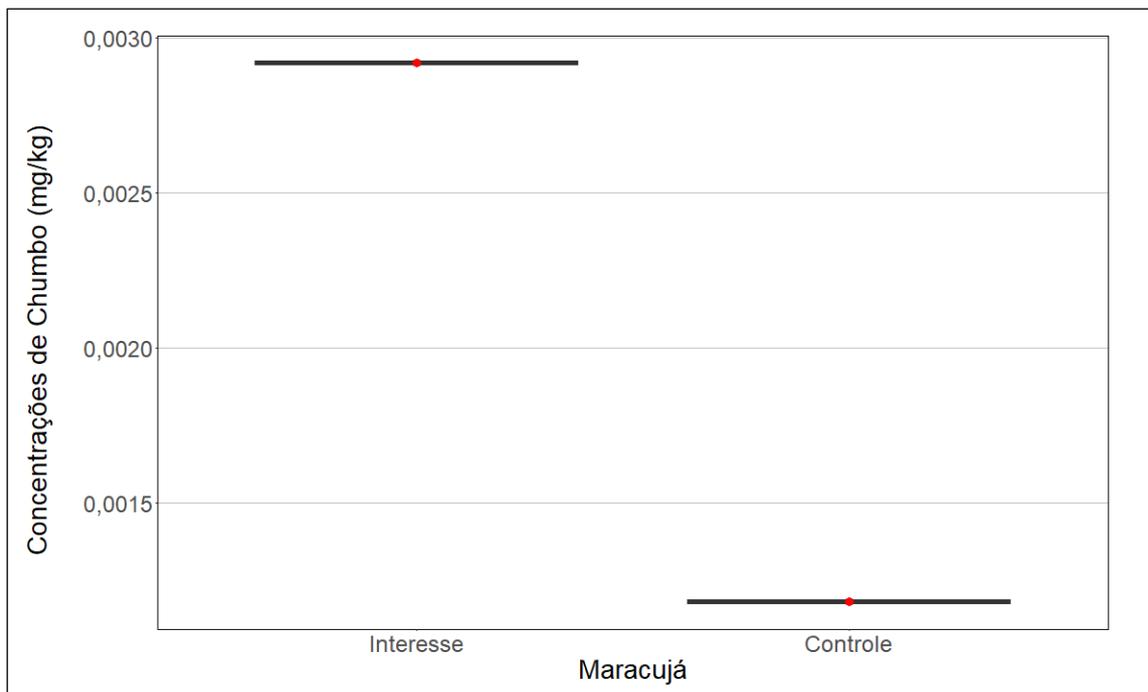


Figura 420. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no maracujá nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,003	0,001	-	-	0,002

Tabela 93. Resultados das concentrações médias de chumbo no maracujá para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o maracujá.

Conforme pode ser observado na Figura 420 e na Tabela 93, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. A equipe de perícia salienta que, especificamente no caso da substância chumbo no maracujá, todos os resultados da área de interesse foram detectados e imputados com o valor de LOQ/2 e todos os resultados da área controle foram não detectados e imputados com o valor de LD/2. Devido a essa não variação dos dados na área de interesse e na área controle, não foi possível realizar o teste *t de student* e nem a análise de variância para avaliação donexo de causalidade. O único teste possível de se realizar foi o teste de *Mann-Whitney*, cujo resultado apontou diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 93). Logo, o resultado do teste de *Mann-Whitney* fornece evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexode causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no maracujá e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.1.15 Melancia

A Figura 421 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para melancia nas áreas de interesse e controle. A Tabela 94 apresenta as concentrações médias de chumbo na melancia nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a melancia.

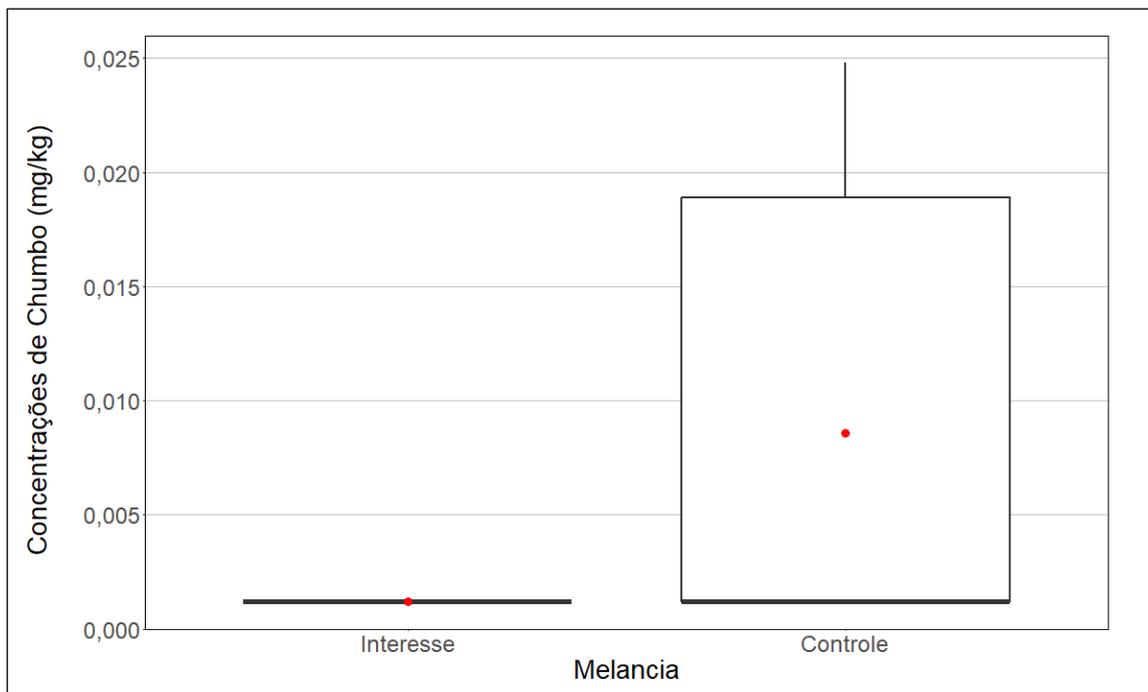


Figura 421. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na melancia nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,009	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 94. Resultados das concentrações médias de chumbo na melancia para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a melancia.

Conforme pode ser observado na Figura 421 e na Tabela 94, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na melancia e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.2 Grupo legumes

10.3.4.2.1 Abóbora

A Figura 422 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para abóbora nas áreas de interesse e controle. A Tabela 95 apresenta as concentrações médias de chumbo na abóbora nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a abóbora.

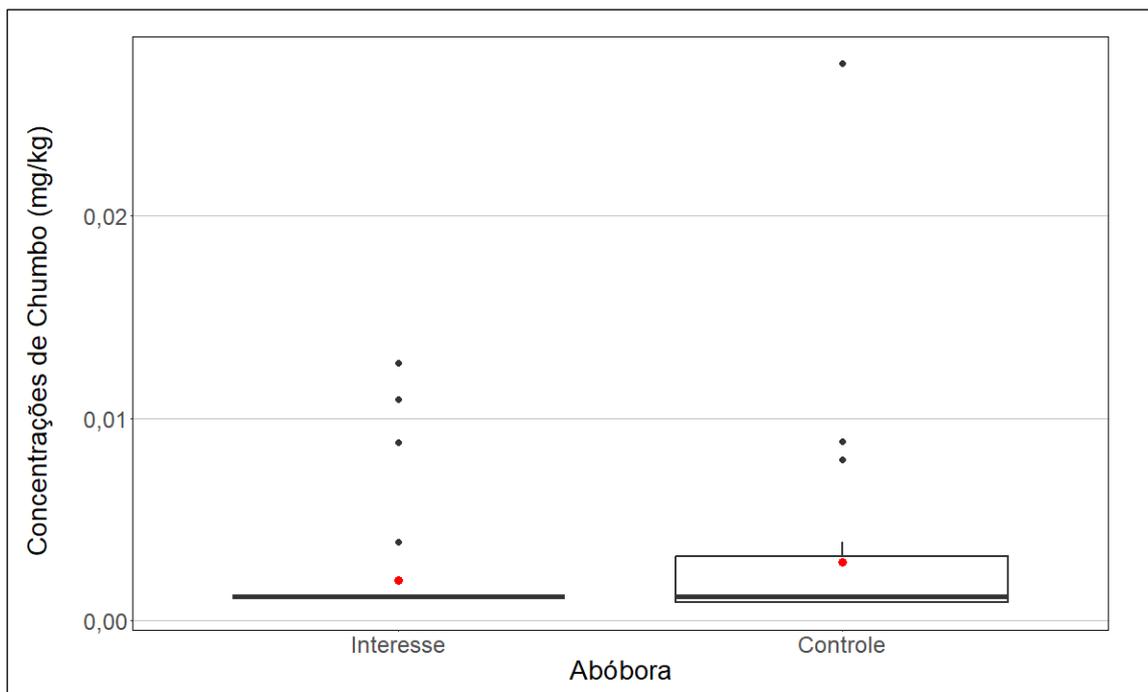


Figura 422. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na abóbora nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,003	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 95. Resultados das concentrações médias de chumbo na abóbora para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a abóbora.

Conforme pode ser observado na Figura 422 e na Tabela 95, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na abóbora e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.2.2 Abobrinha

A Figura 423 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para abobrinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 96 apresenta as concentrações médias de chumbo na abobrinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a abobrinha.

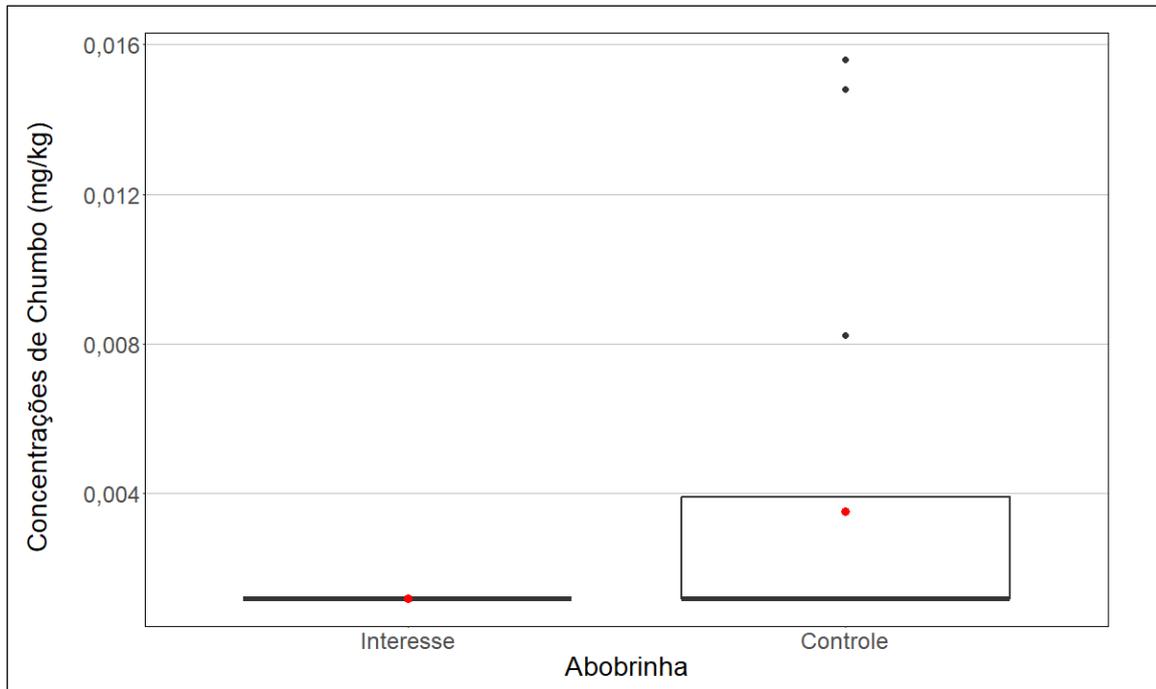


Figura 423. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na abobrinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,004	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 96. Resultados das concentrações médias de chumbo na abobrinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a abobrinha.

Conforme pode ser observado na Figura 423 e na Tabela 96, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na abobrinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.2.3 Jiló

A Figura 424 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para jiló nas áreas de interesse e controle. A Tabela 97 apresenta as concentrações médias de chumbo no jiló nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o jiló.

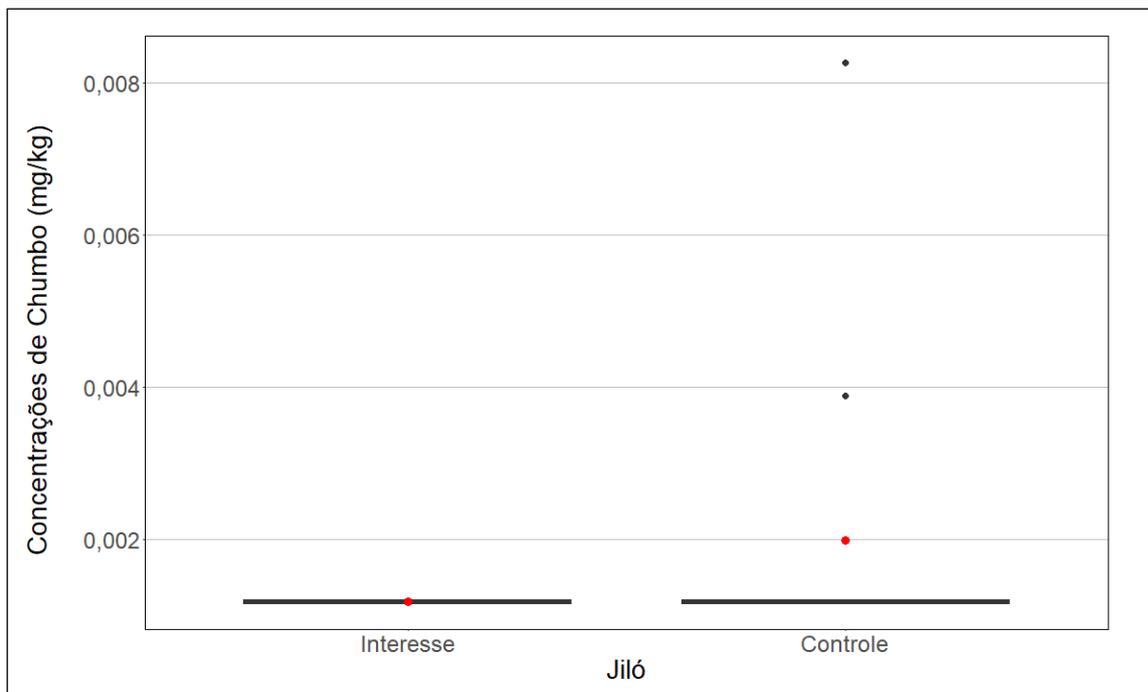


Figura 424. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no jiló nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,002	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 97. Resultados das concentrações médias de chumbo no jiló para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o jiló.

Conforme pode ser observado na Figura 424 e na Tabela 97, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no jiló e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.2.4 Pepino

A Figura 425 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para pepino nas áreas de interesse e controle. A Tabela 98 apresenta as concentrações médias de chumbo no pepino nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o pepino.

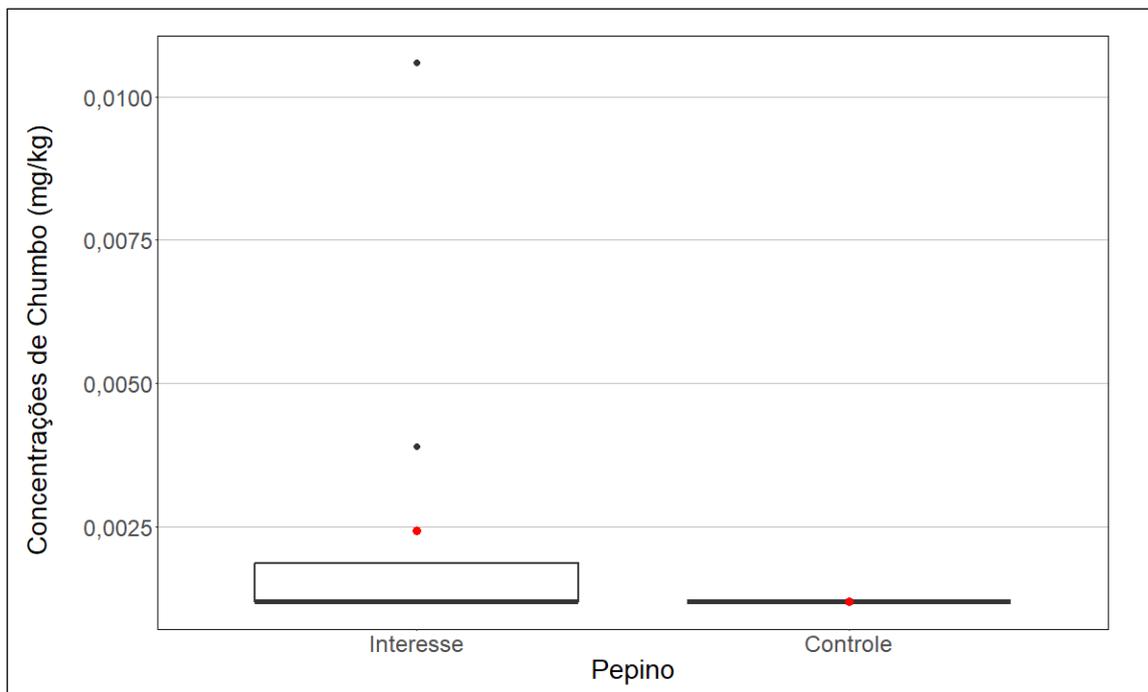


Figura 425. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no pepino nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,001	0,152	0,228	0,242

Tabela 98. Resultados das concentrações médias de chumbo no pepino para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o pepino.

Conforme pode ser observado na Figura 425 e na Tabela 98, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 98). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no pepino e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.2.5 Pimentão

A Figura 426 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para pimentão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 99 apresenta as concentrações médias de chumbo no pimentão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o pimentão.

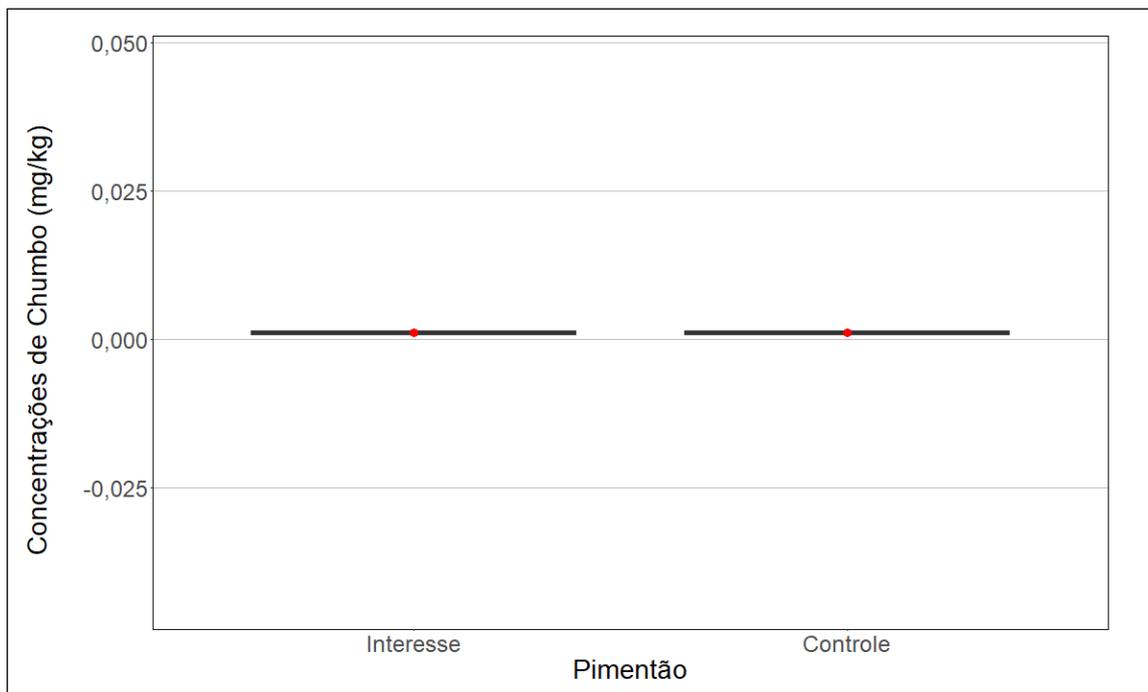


Figura 426. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no pimentão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,001	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 99. Resultados das concentrações médias de chumbo no pimentão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o pimentão.

Conforme pode ser observado na Figura 426 e na Tabela 99, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no pimentão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.2.6 Quiabo

A Figura 427 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para quiabo nas áreas de interesse e controle. A Tabela 100 apresenta as concentrações médias de chumbo no quiabo nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o quiabo.

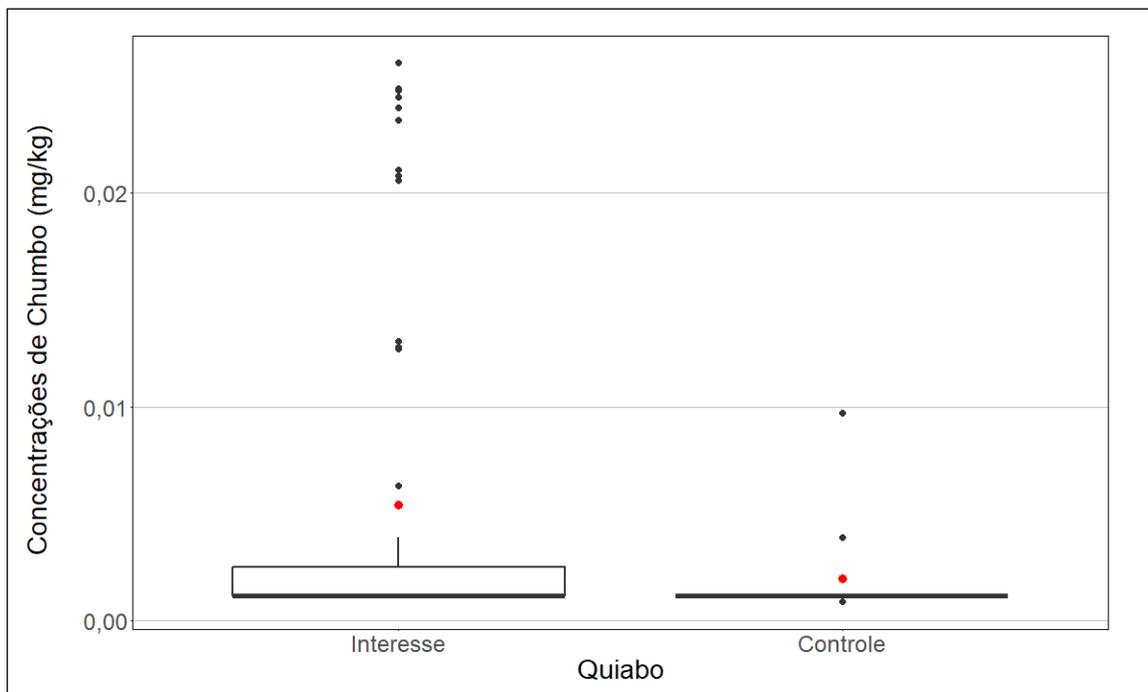


Figura 427. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no quiabo nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,005	0,002	0,003	0,036	0,197

Tabela 100. Resultados das concentrações médias de chumbo no quiabo para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o quiabo.

Conforme pode ser observado na Figura 427 e na Tabela 100, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Ao aplicar o teste *t de student* e a análise de variância, os resultados indicaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle. Porém, o teste de *Mann-Whitney* apontou diferença não significativa entre as médias dessas mesmas áreas (Tabela 100). Logo, os resultados dos três testes não fornecem evidências suficientes para fazer afirmações definitivas sobre a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no quiabo e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.2.7 Tomate

A Figura 428 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para tomate nas áreas de interesse e controle. A Tabela 101 apresenta as concentrações médias de chumbo no tomate nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o tomate.

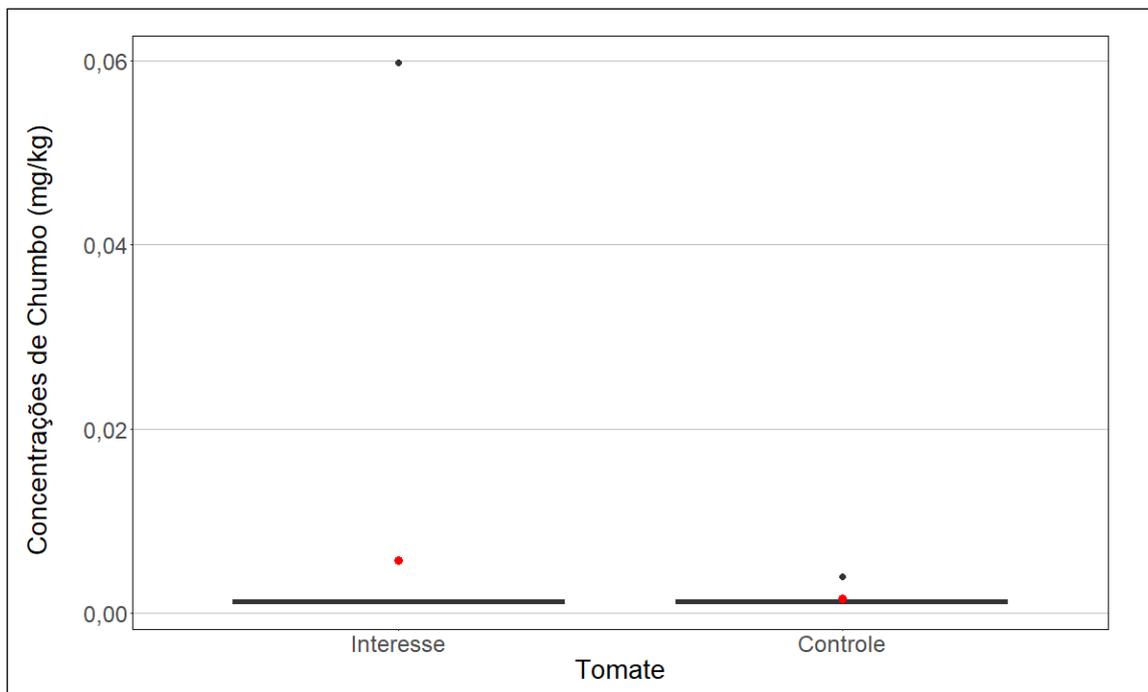


Figura 428. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no tomate nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,006	0,002	0,380	0,517	1,000

Tabela 101. Resultados das concentrações médias de chumbo no tomate para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o tomate.

Conforme pode ser observado na Figura 428 e na Tabela 101, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 101). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no tomate e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.3 Grupo raízes e tubérculos

10.3.4.3.1 Batata-doce

A Figura 429 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para batata-doce nas áreas de interesse e controle. A Tabela 102 apresenta as concentrações médias de chumbo na batata-doce nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a batata-doce.

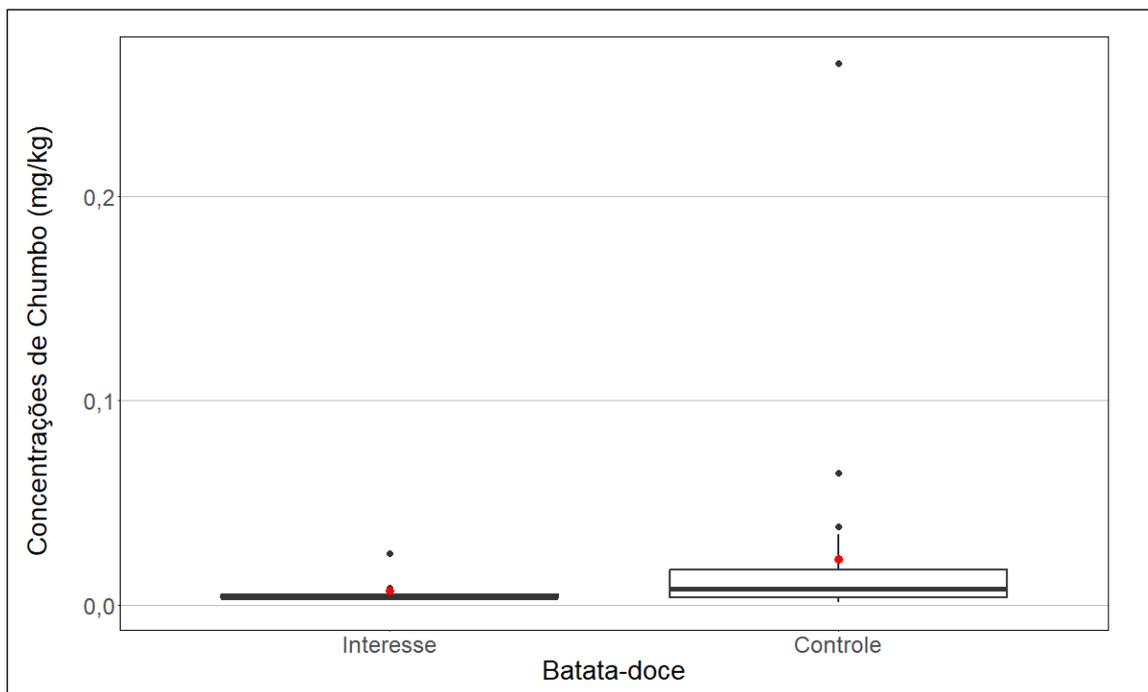


Figura 429. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na batata-doce nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,007	0,023	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 102. Resultados das concentrações médias de chumbo na batata-doce para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a batata-doce.

Conforme pode ser observado na Figura 429 e na Tabela 102, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na batata-doce e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.3.2 Beterraba

A Figura 430 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para beterraba nas áreas de interesse e controle. A Tabela 103 apresenta as concentrações médias de chumbo na beterraba nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a beterraba.

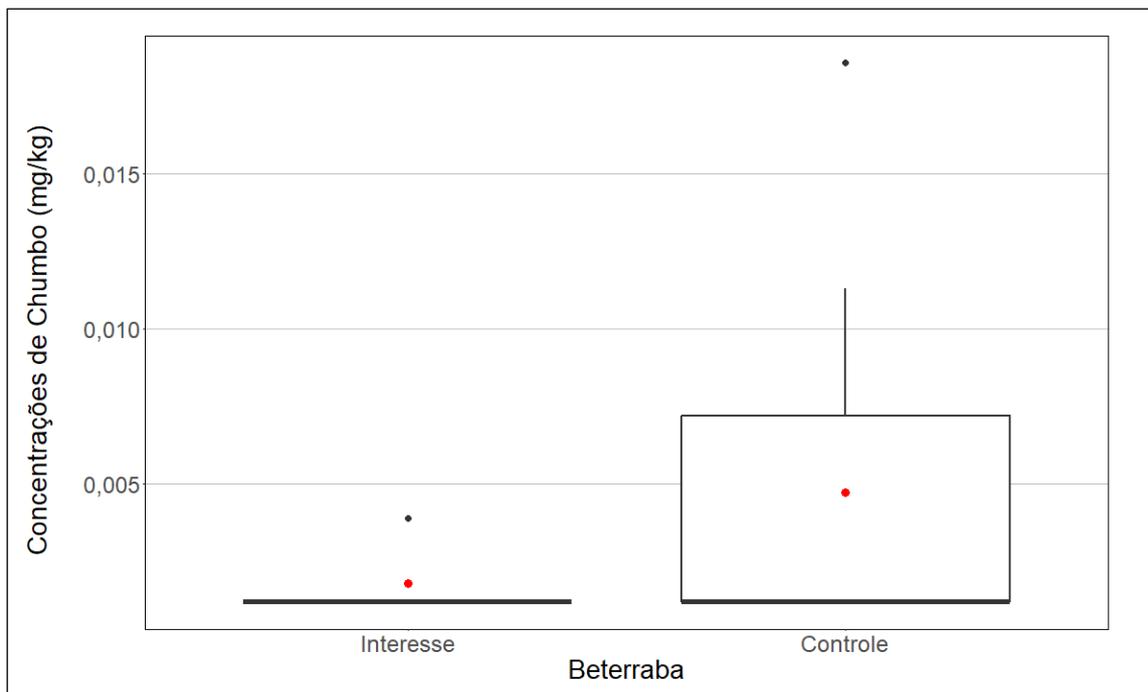


Figura 430. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na beterraba nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,005	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 103. Resultados das concentrações médias de chumbo na beterraba para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a beterraba.

Conforme pode ser observado na Figura 430 e na Tabela 103, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na beterraba e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.3.3 Cenoura

A Figura 431 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para cenoura nas áreas de interesse e controle. A Tabela 104 apresenta as concentrações médias de chumbo na cenoura nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a cenoura.

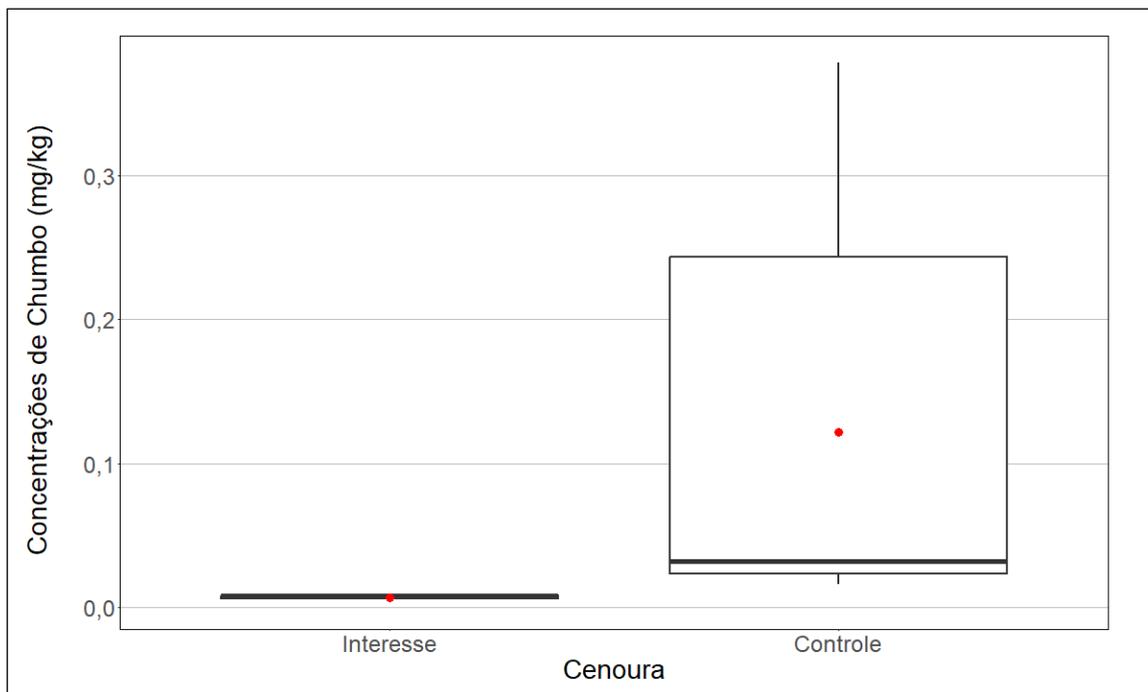


Figura 431. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na cenoura nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,007	0,122	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 104. Resultados das concentrações médias de chumbo na cenoura para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a cenoura.

Conforme pode ser observado na Figura 431 e na Tabela 104, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na cenoura e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.3.4 Inhame

A Figura 432 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para inhame nas áreas de interesse e controle. A Tabela 105 apresenta as concentrações médias de chumbo no inhame nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o inhame.

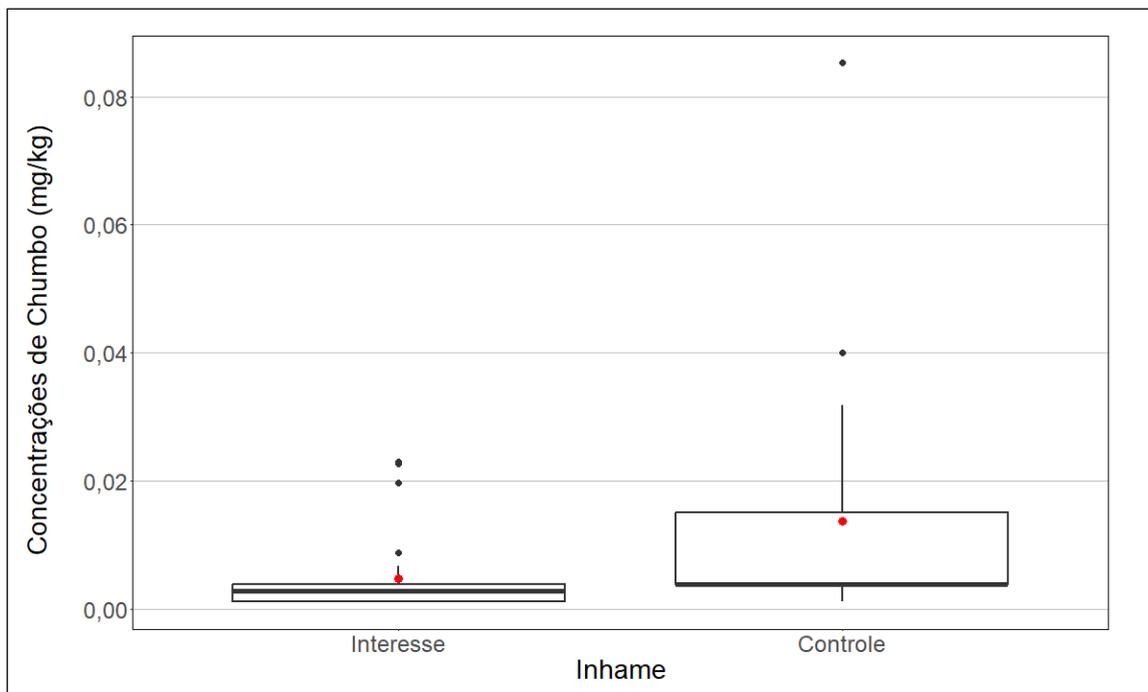


Figura 432. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no inhame nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,005	0,014	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 105. Resultados das concentrações médias de chumbo no inhame para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o inhame.

Conforme pode ser observado na Figura 432 e na Tabela 105, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no inhame e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.3.5 Mandioca

A Figura 433 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para mandioca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 106 apresenta as concentrações médias de chumbo na mandioca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a mandioca.

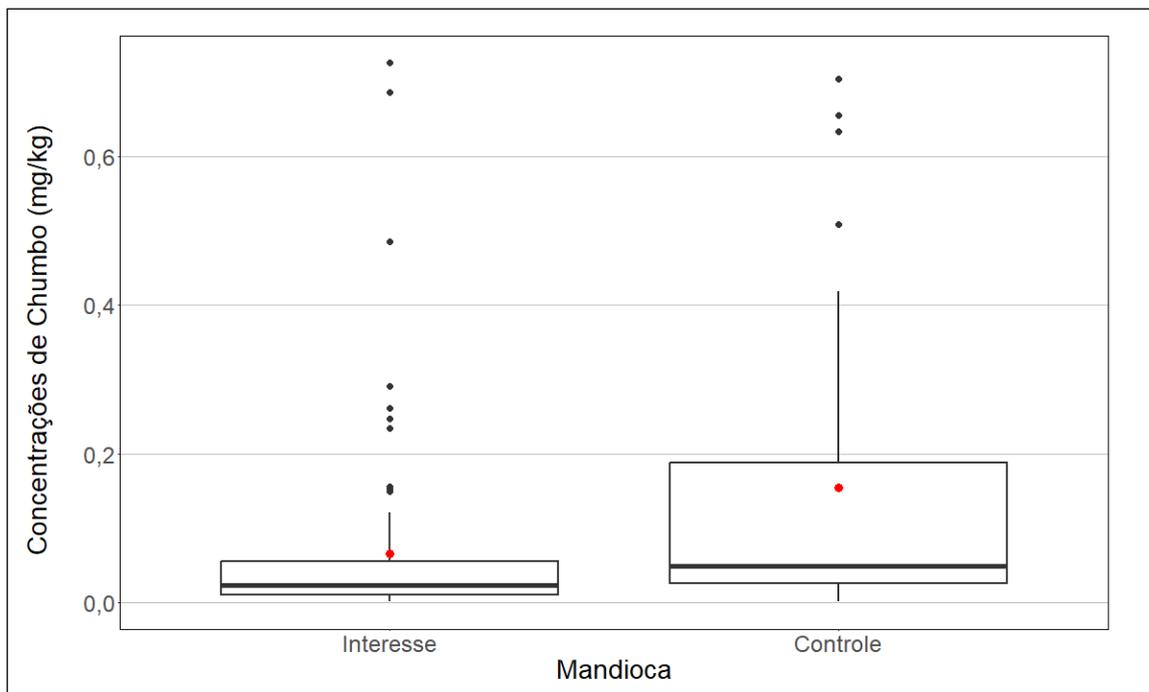


Figura 433. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na mandioca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,067	0,154	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 106. Resultados das concentrações médias de chumbo na mandioca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a mandioca.

Conforme pode ser observado na Figura 433 e na Tabela 106, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na mandioca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.4 Grupo grãos

10.3.4.4.1 Café

A Figura 434 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 107 apresenta as concentrações médias de chumbo no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o café.

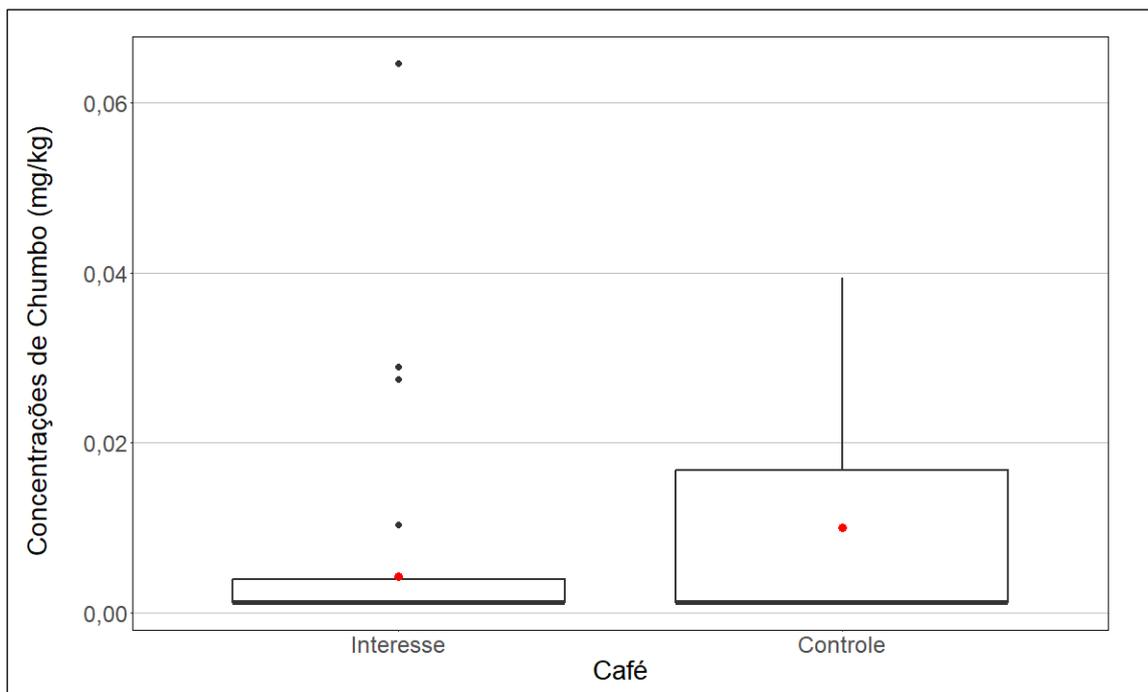


Figura 434. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,004	0,010	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 107. Resultados das concentrações médias de chumbo no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 434 e na Tabela 107, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.4.2 Feijão

A Figura 435 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 108 apresenta as concentrações médias de chumbo no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o feijão.

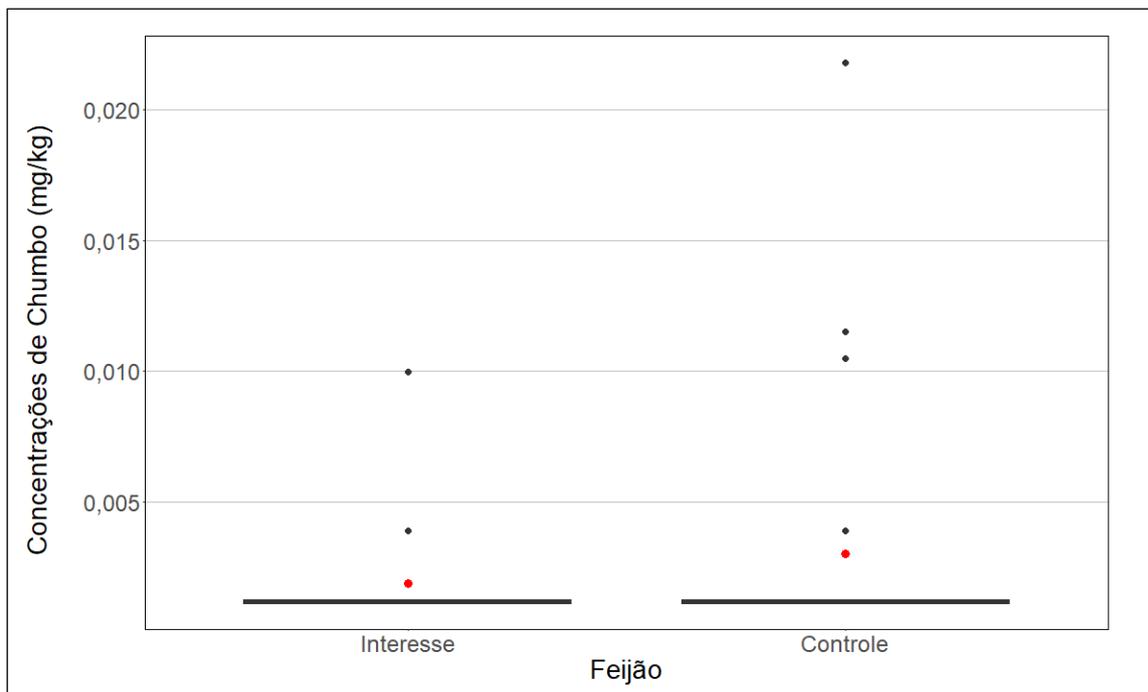


Figura 435. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,003	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 108. Resultados das concentrações médias de chumbo no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 435 e na Tabela 108, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.4.3 Milho

A Figura 436 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 109 apresenta as concentrações médias de chumbo no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o milho.

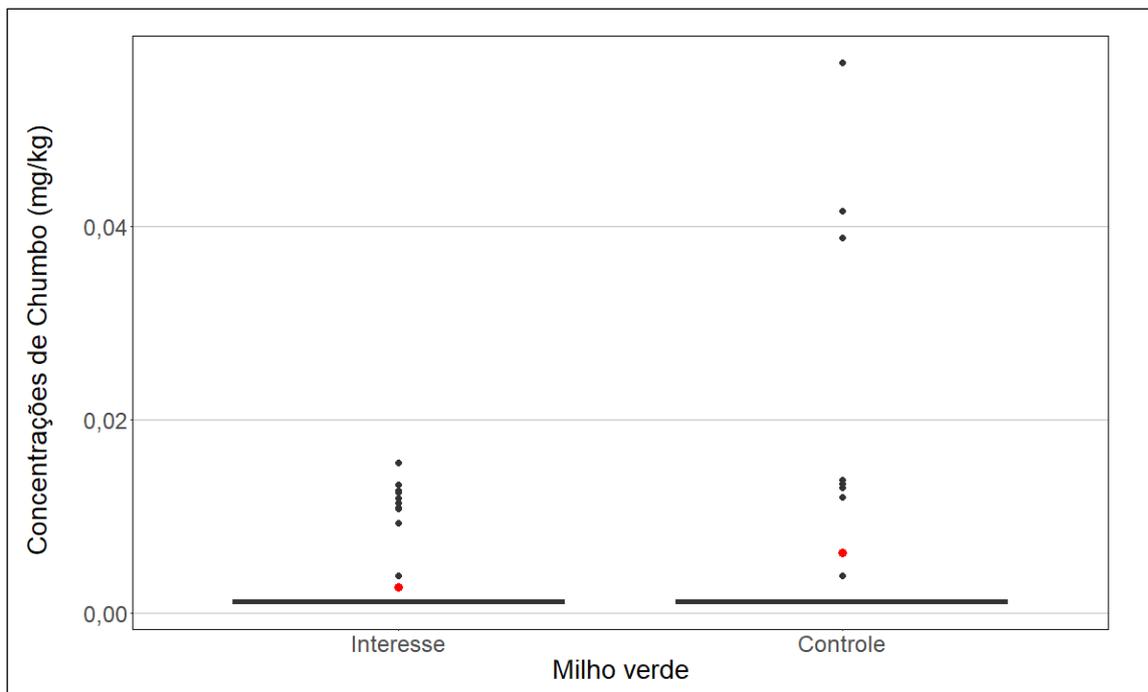


Figura 436. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,003	0,006	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 109. Resultados das concentrações médias de chumbo no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 436 e na Tabela 109, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.5 Leite

10.3.4.5.1 Leite de cabra

A Figura 437 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para leite de cabra nas áreas de interesse e controle. A Tabela 110 apresenta as concentrações médias de chumbo no leite de cabra nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o leite de cabra.

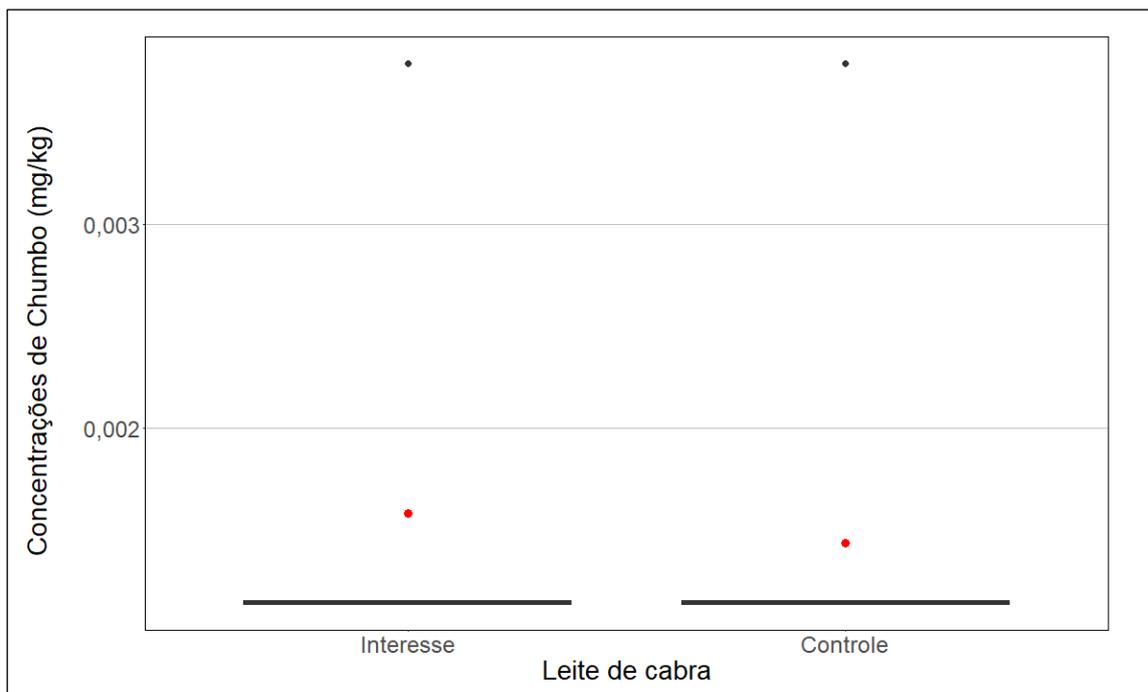


Figura 437. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no leite de cabra nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,001	0,788	0,777	1,000

Tabela 110. Resultados das concentrações médias de chumbo no leite de cabra para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o leite de cabra.

Conforme pode ser observado na Figura 437 e na Tabela 110, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 110). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no leite de cabra e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.5.2 Leite de vaca

A Figura 438 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para leite de vaca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 111 apresenta as concentrações médias de chumbo no leite de vaca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o leite de vaca.

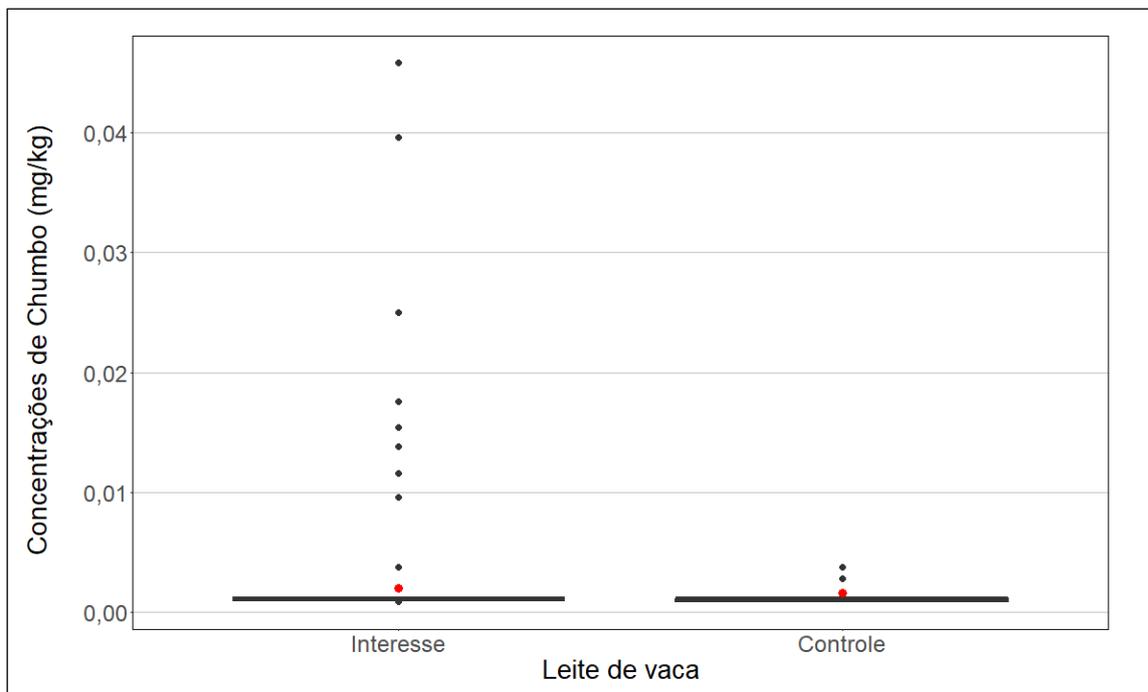


Figura 438. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no leite de vaca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,002	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 111. Resultados das concentrações médias de chumbo no leite de vaca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o leite de vaca.

Conforme pode ser observado na Figura 438 e na Tabela 111, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.6 Ovos

10.3.4.6.1 Ovo de galinha

A Figura 439 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para ovo de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 112 apresenta as concentrações médias de chumbo no ovo de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o ovo de galinha.

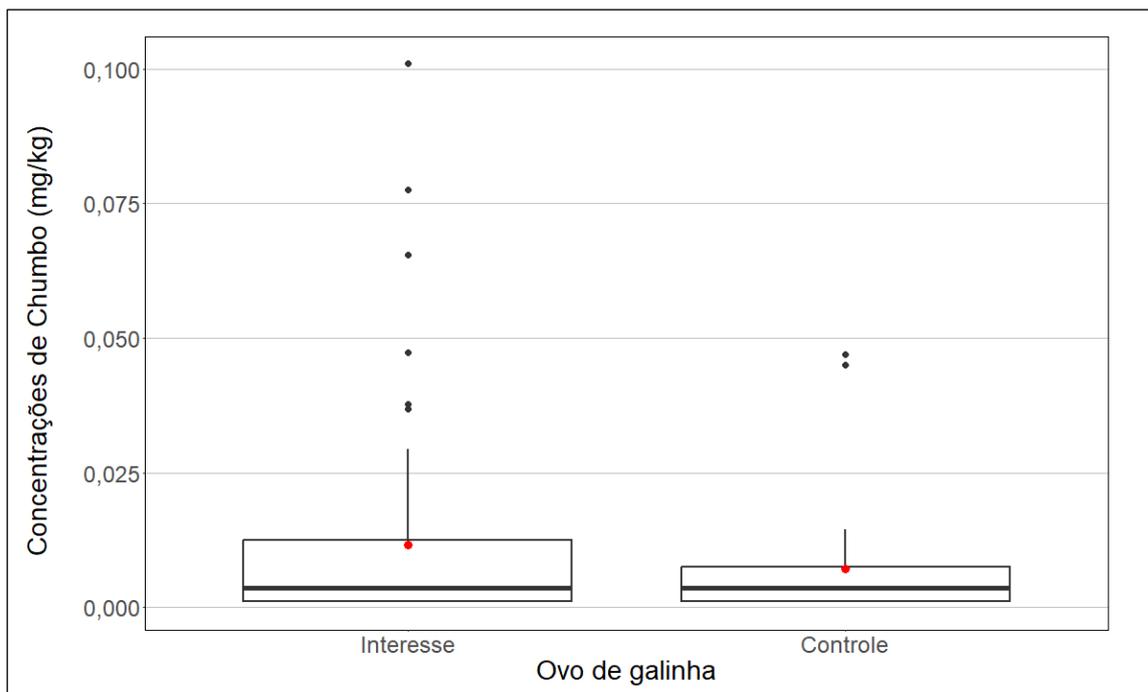


Figura 439. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no ovo de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,012	0,007	0,196	0,273	0,770

Tabela 112. Resultados das concentrações médias de chumbo no ovo de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o ovo de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 439 e na Tabela 112, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 112). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no ovo de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.7 Grupo vísceras

10.3.4.7.1 Coração de boi

A Figura 440 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para coração de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 113 apresenta as concentrações médias de chumbo no coração de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o coração de boi.

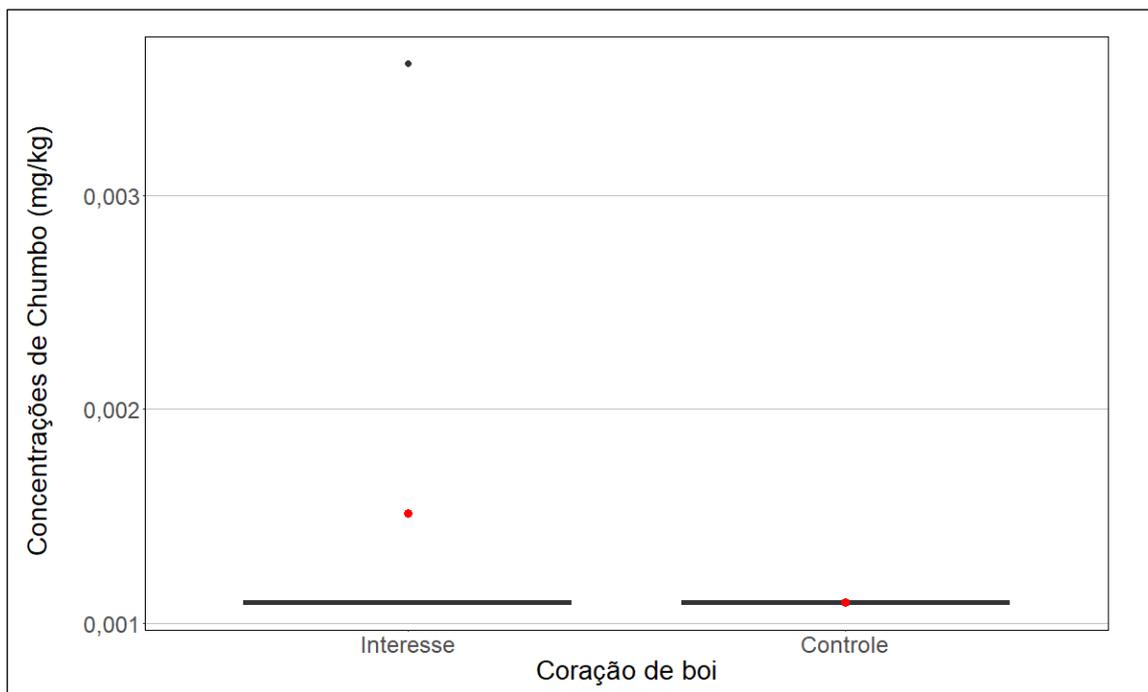


Figura 440. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no coração de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,002	0,001	0,166	0,317	0,529

Tabela 113. Resultados das concentrações médias de chumbo no coração de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o coração de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 440 e na Tabela 113, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 113). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no coração de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.7.2 Fígado de boi

A Figura 441 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para fígado de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 114 apresenta as concentrações médias de chumbo no fígado de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o fígado de boi.

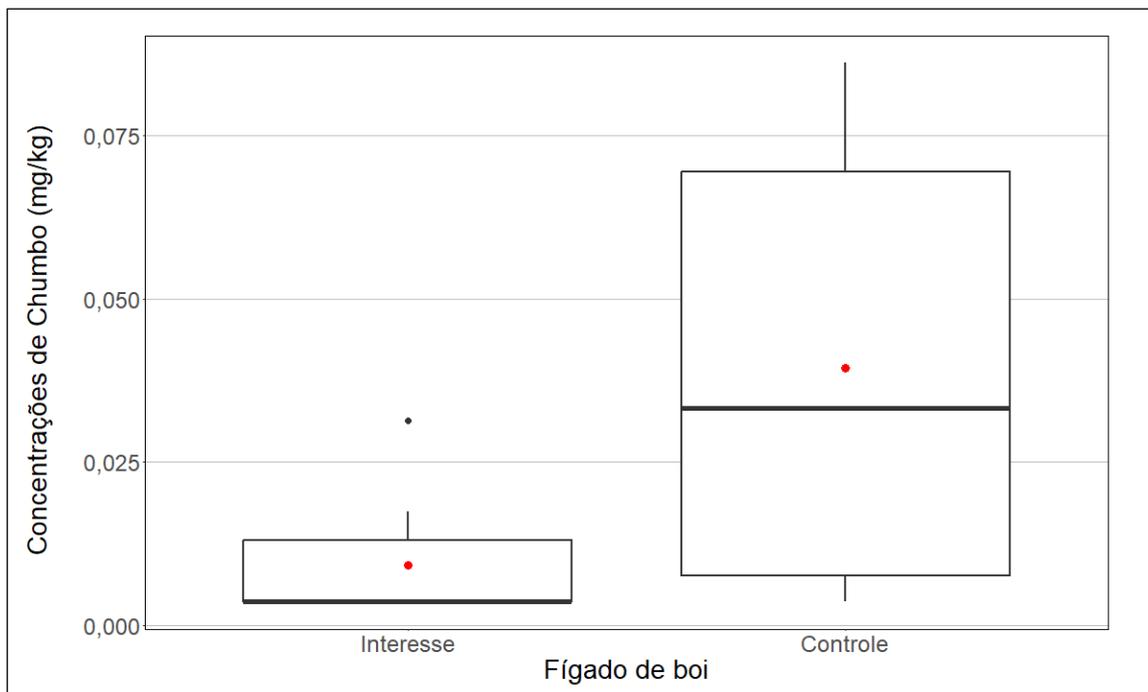


Figura 441. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no fígado de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,009	0,039	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 114. Resultados das concentrações médias de chumbo no fígado de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o fígado de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 441 e na Tabela 114, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no fígado de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.7.3 Estômago de boi

A Figura 442 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para estômago de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 115 apresenta as concentrações médias de chumbo no estômago de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o estômago de boi.

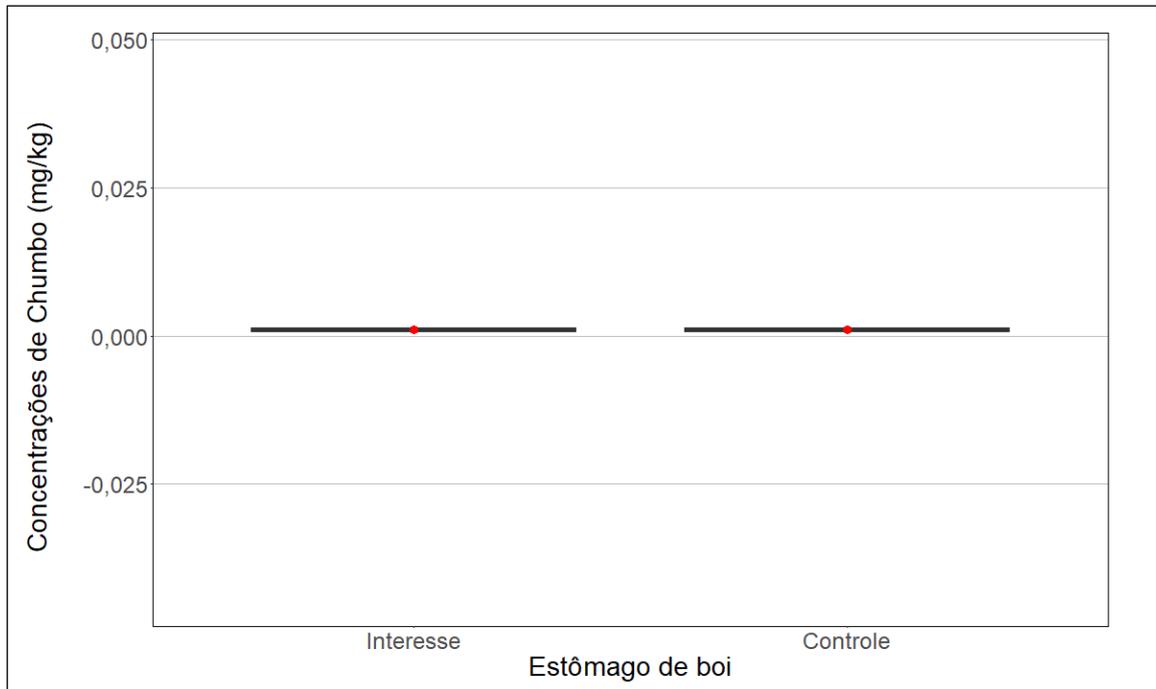


Figura 442. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no estômago de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,001	0,001	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 115. Resultados das concentrações médias de chumbo no estômago de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o estômago de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 442 e na Tabela 115, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no estômago de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.7.4 Coração de galinha

A Figura 443 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para coração de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 116 apresenta as concentrações médias de chumbo no coração de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o coração de galinha.

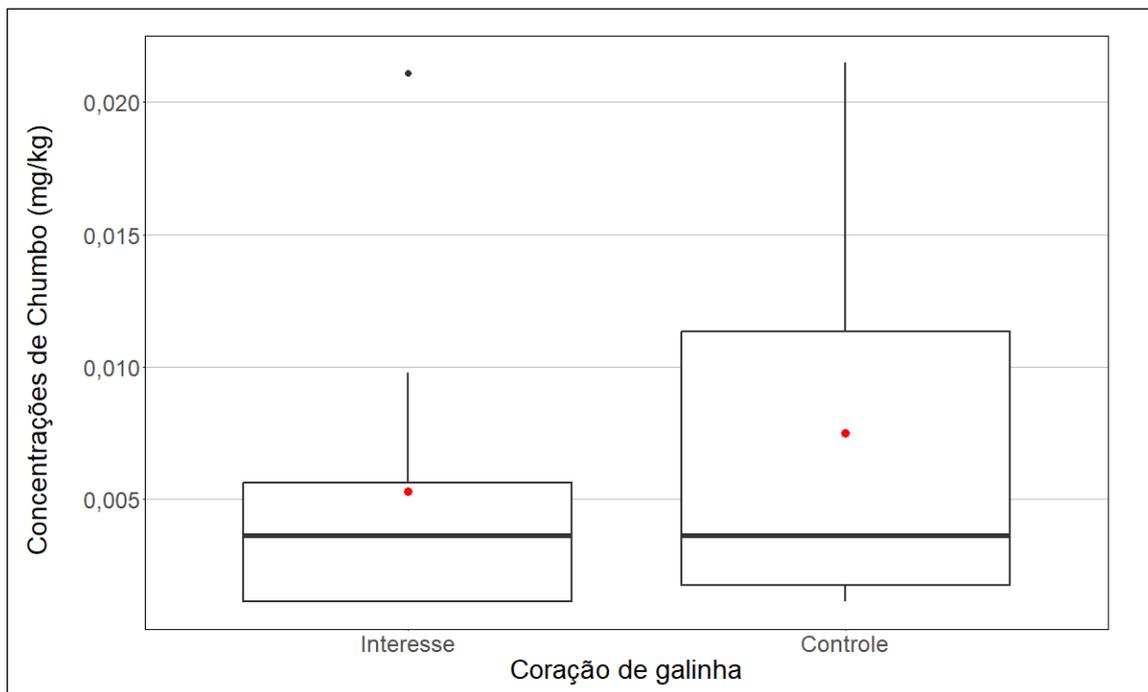


Figura 443. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no coração de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,005	0,007	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 116. Resultados das concentrações médias de chumbo no coração de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o coração de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 443 e na Tabela 116, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no coração de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.7.5 Fígado de galinha

A Figura 444 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para fígado de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 117 apresenta as concentrações médias de chumbo no fígado de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o fígado de galinha.

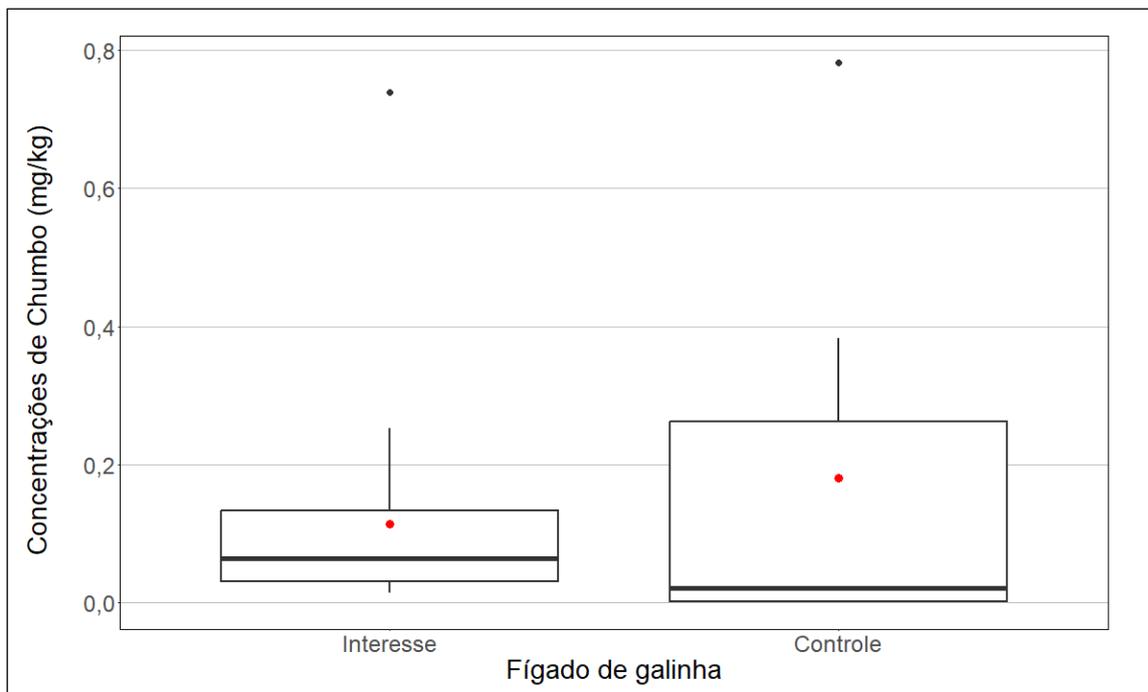


Figura 444. Boxplot da distribuição das concentrações de chumbo verificadas no fígado de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,114	0,180	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 117. Resultados das concentrações médias de chumbo no fígado de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para o fígado de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 444 e na Tabela 117, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no fígado de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.4.7.6 Moela de galinha

A Figura 445 apresenta as distribuições das concentrações de chumbo para moela de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 118 apresenta as concentrações médias de chumbo na moela de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a moela de galinha.

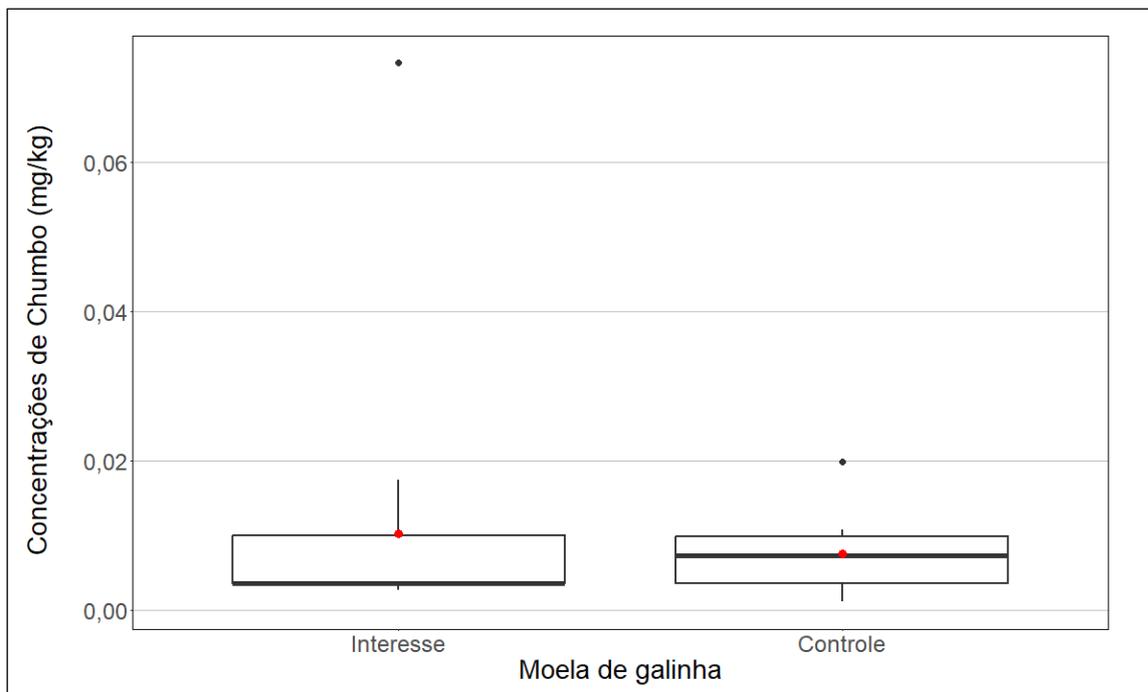


Figura 445. *Boxplot* da distribuição das concentrações de chumbo verificadas na moela de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,010	0,008	0,483	0,610	0,973

Tabela 118. Resultados das concentrações médias de chumbo na moela de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do chumbo para a moela de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 445 e na Tabela 118, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 118). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas na moela de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.5 Cianeto

10.3.5.1 Grupo frutas

10.3.5.1.1 Banana

A Figura 446 apresenta as distribuições das concentrações de cianeto para banana nas áreas de interesse e controle. A Tabela 119 apresenta as concentrações médias de cianeto na banana nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cianeto para a banana.

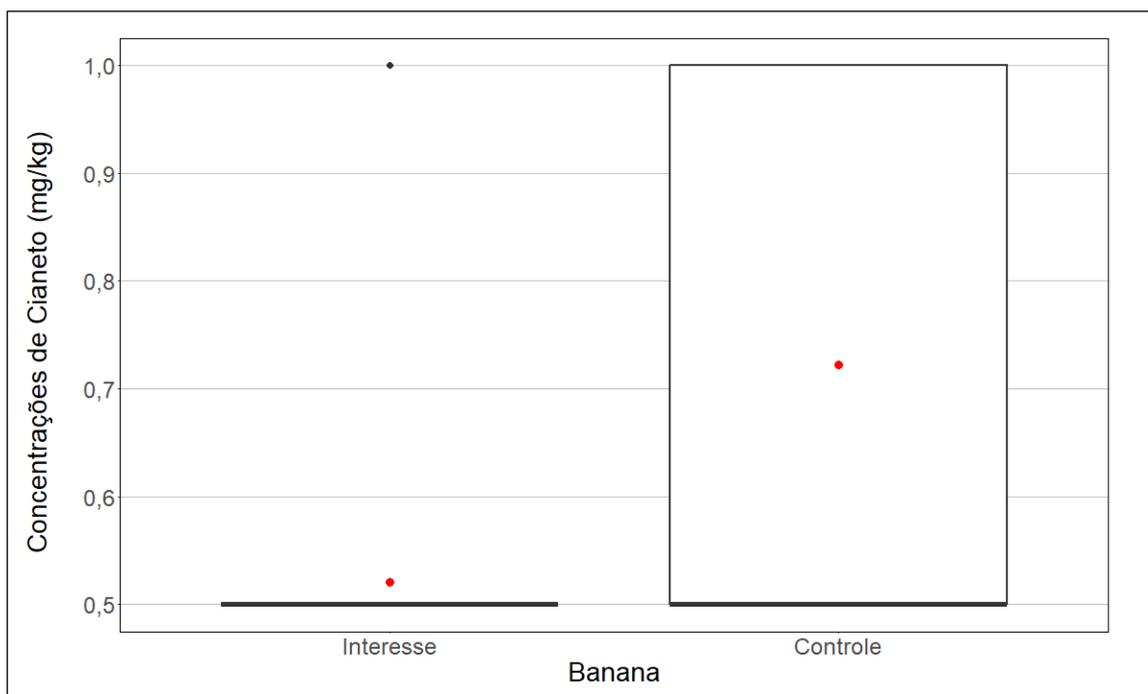


Figura 446. Boxplot da distribuição das concentrações de cianeto verificadas na banana nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,521	0,722	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 119. Resultados das concentrações médias de cianeto na banana para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cianeto para a banana.

Conforme pode ser observado na Figura 446 e na Tabela 119, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de cianeto encontradas na banana e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.5.2 Grupo grãos

10.3.5.2.1 Feijão

A Figura 447 apresenta as distribuições das concentrações de cianeto para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 120 apresenta as concentrações médias de cianeto no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cianeto para o feijão.

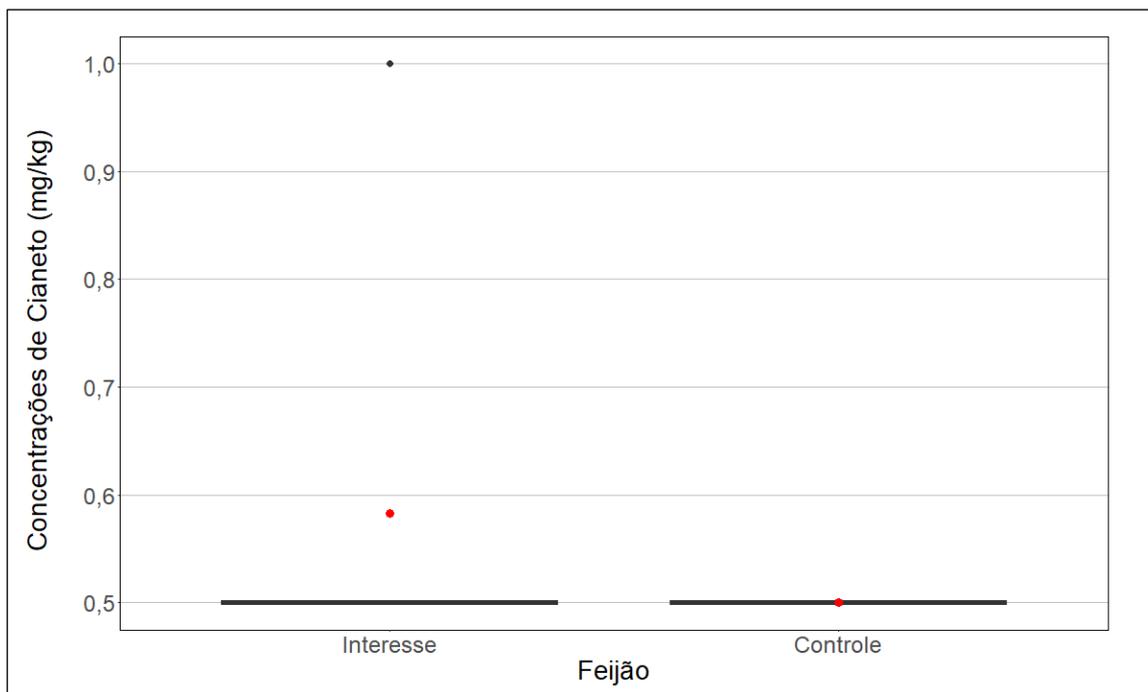


Figura 447. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cianeto verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,583	0,500	0,363	0,264	0,429

Tabela 120. Resultados das concentrações médias de cianeto no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cianeto para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 447 e na Tabela 120, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 120). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de cianeto encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6 Cobre

10.3.6.1 Grupo grãos

10.3.6.1.1 Café

A Figura 448 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 121 apresenta as concentrações médias de cobre no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o café.

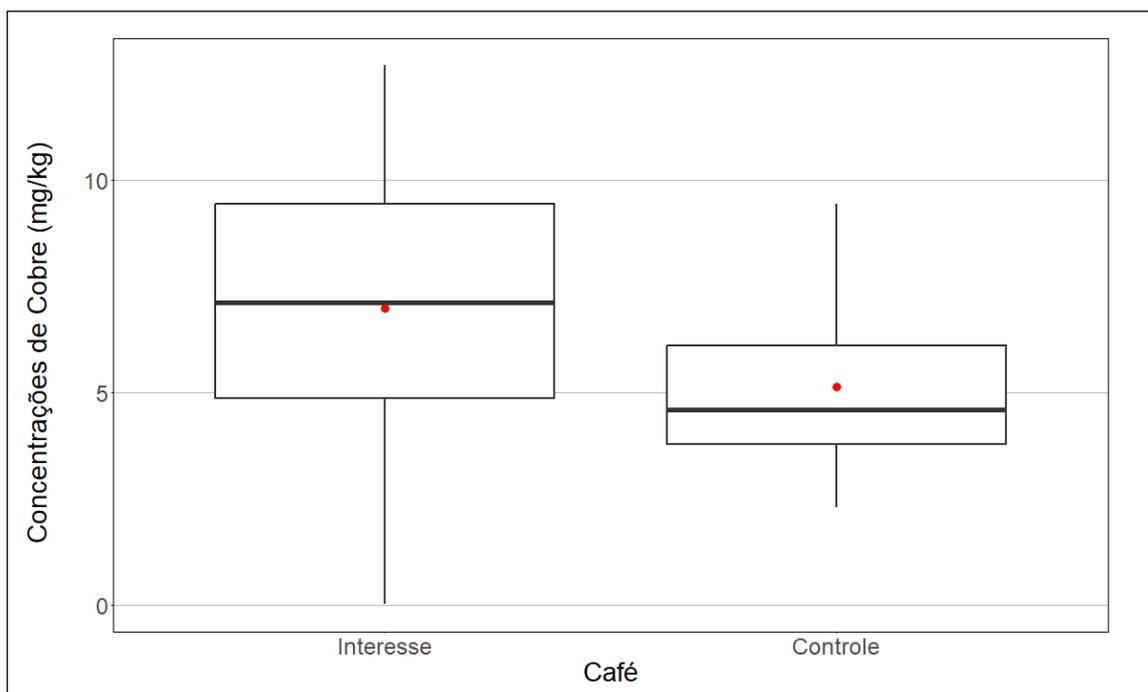


Figura 448. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
6,981	5,135	0,002	0,006	0,002

Tabela 121. Resultados das concentrações médias de cobre no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 448 e na Tabela 121, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 121). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.1.2 Feijão

A Figura 449 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 122 apresenta as concentrações médias de cobre no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o feijão.

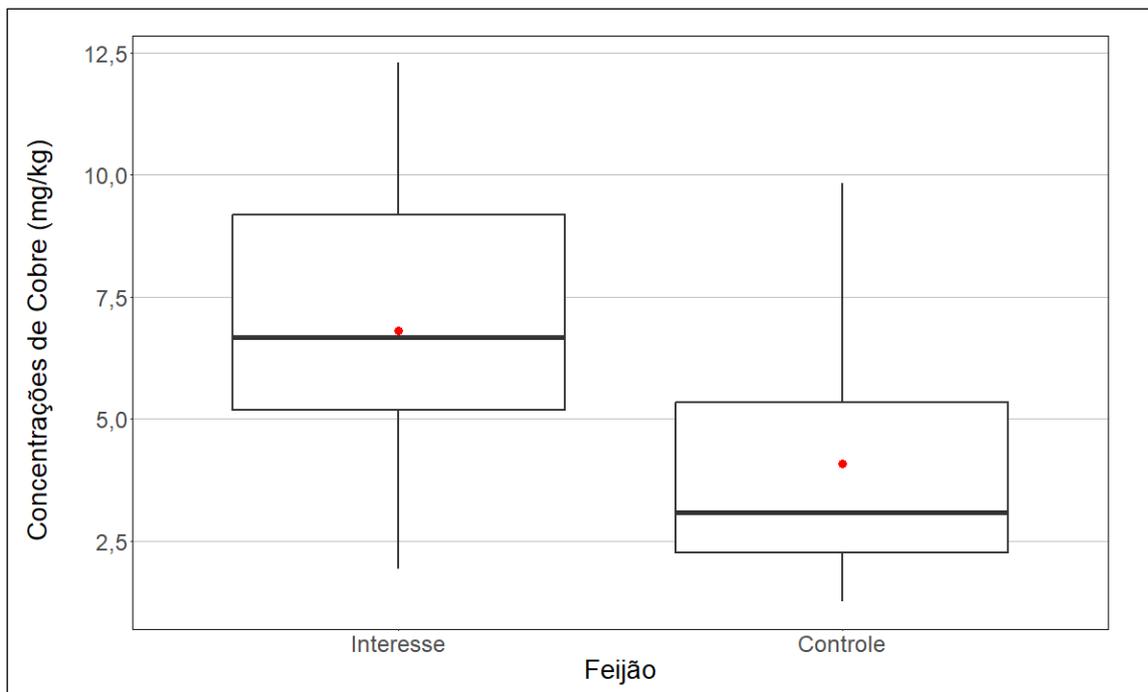


Figura 449. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
6,814	4,078	< 0,001	< 0,001	0,001

Tabela 122. Resultados das concentrações médias de cobre no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 449 e na Tabela 122, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 122). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.1.3 Milho

A Figura 450 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 123 apresenta as concentrações médias de cobre no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o milho.

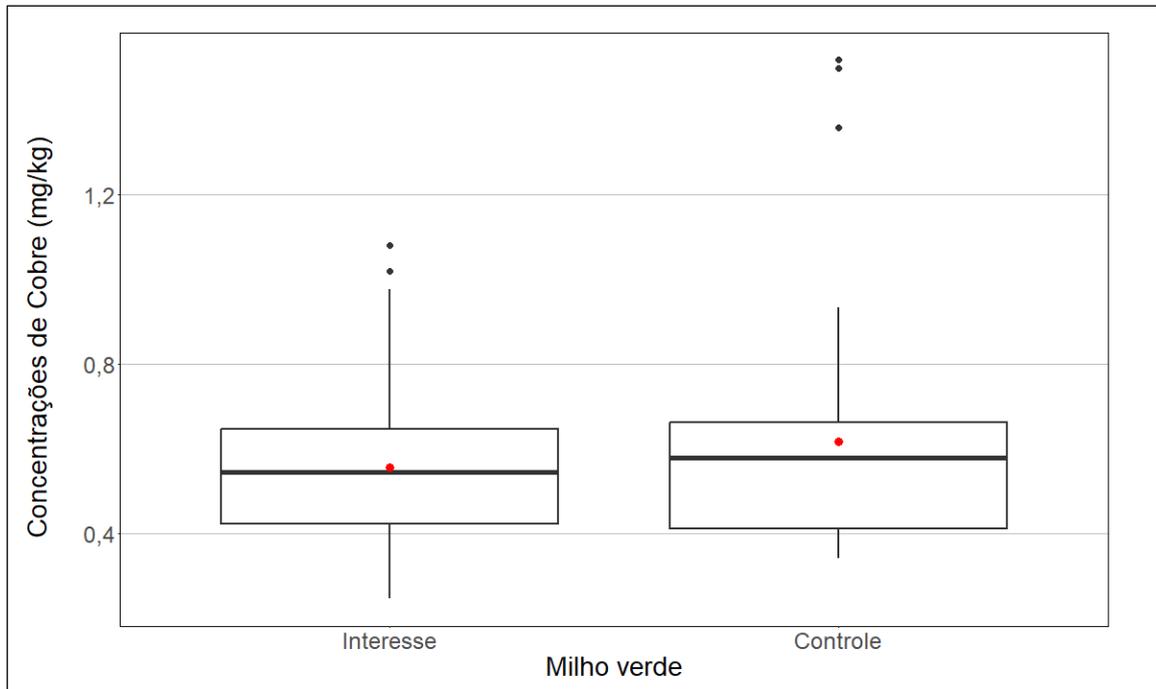


Figura 450. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,556	0,617	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 123. Resultados das concentrações médias de cobre no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 450 e na Tabela 123, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.2 Grupo vísceras

10.3.6.2.1 Coração de boi

A Figura 451 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para coração de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 124 apresenta as concentrações médias de cobre no coração de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o coração de boi.

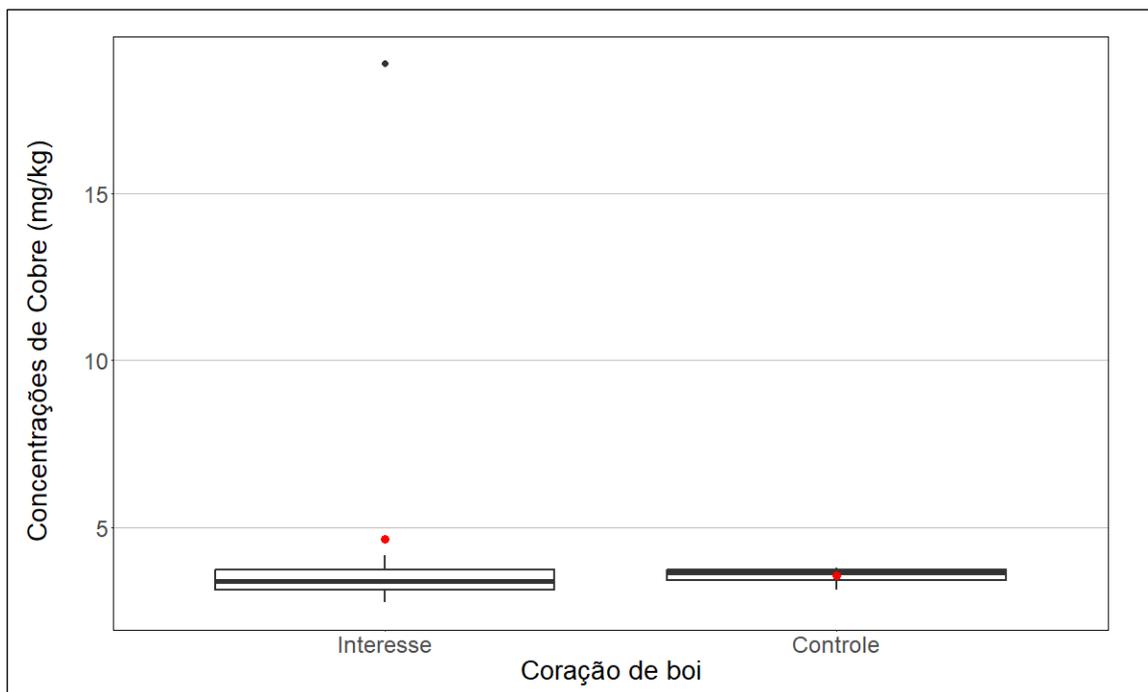


Figura 451. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no coração de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,642	3,555	0,423	0,569	0,479

Tabela 124. Resultados das concentrações médias de cobre no coração de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o coração de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 451 e na Tabela 124, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 124). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no coração de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.2.2 Fígado de boi

A Figura 452 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para fígado de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 125 apresenta as concentrações médias de cobre no fígado de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o fígado de boi.

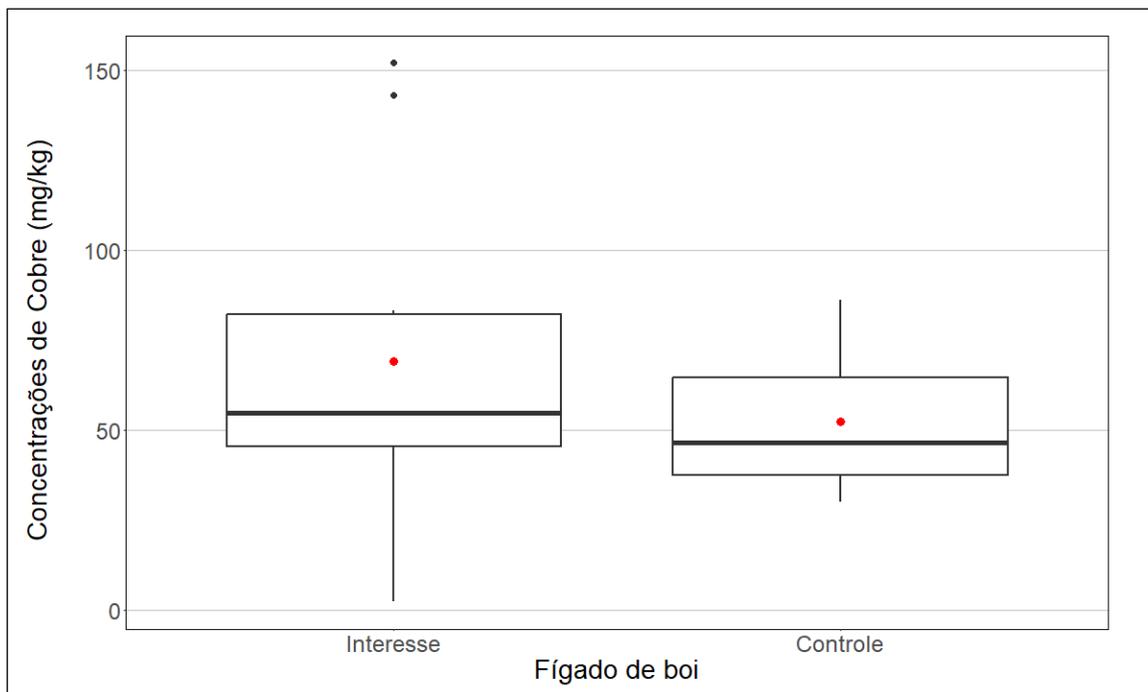


Figura 452. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no fígado de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
69,040	52,433	0,289	0,388	0,385

Tabela 125. Resultados das concentrações médias de cobre no fígado de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o fígado de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 452 e na Tabela 125, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 125). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no fígado de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.2.3 Estômago de boi

A Figura 453 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para estômago de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 126 apresenta as concentrações médias de cobre no estômago de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o estômago de boi.

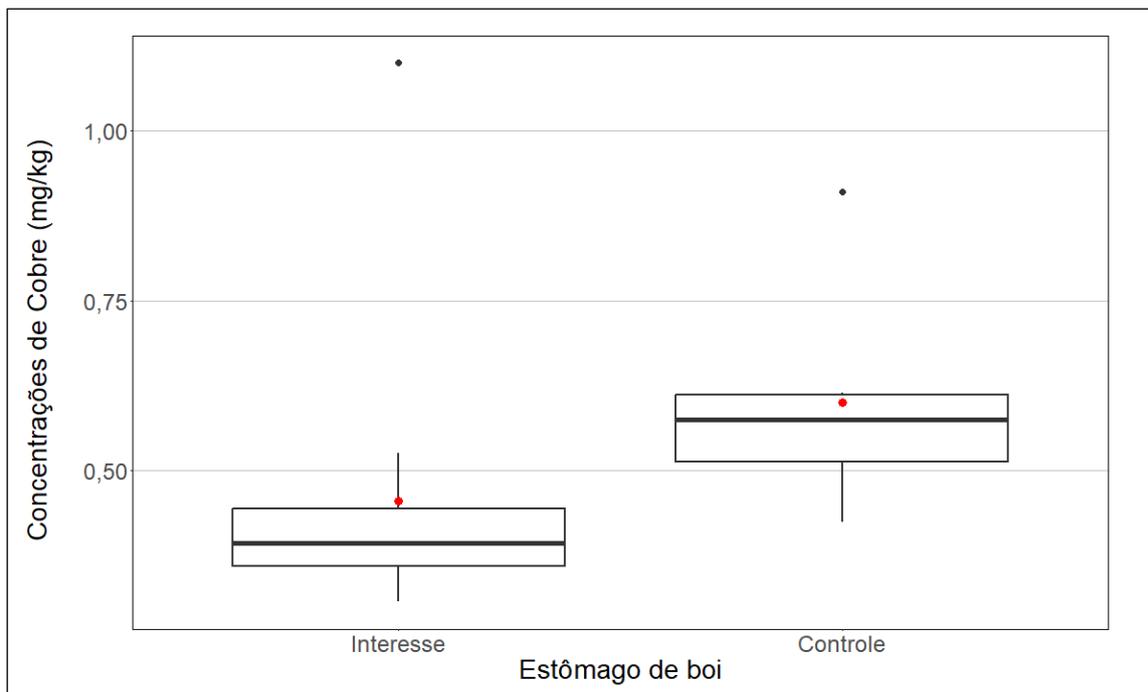


Figura 453. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no estômago de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,455	0,600	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 126. Resultados das concentrações médias de cobre no estômago de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o estômago de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 453 e na Tabela 126, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no estômago de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.2.4 Coração de galinha

A Figura 454 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para coração de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 127 apresenta as concentrações médias de cobre no coração de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o coração de galinha.

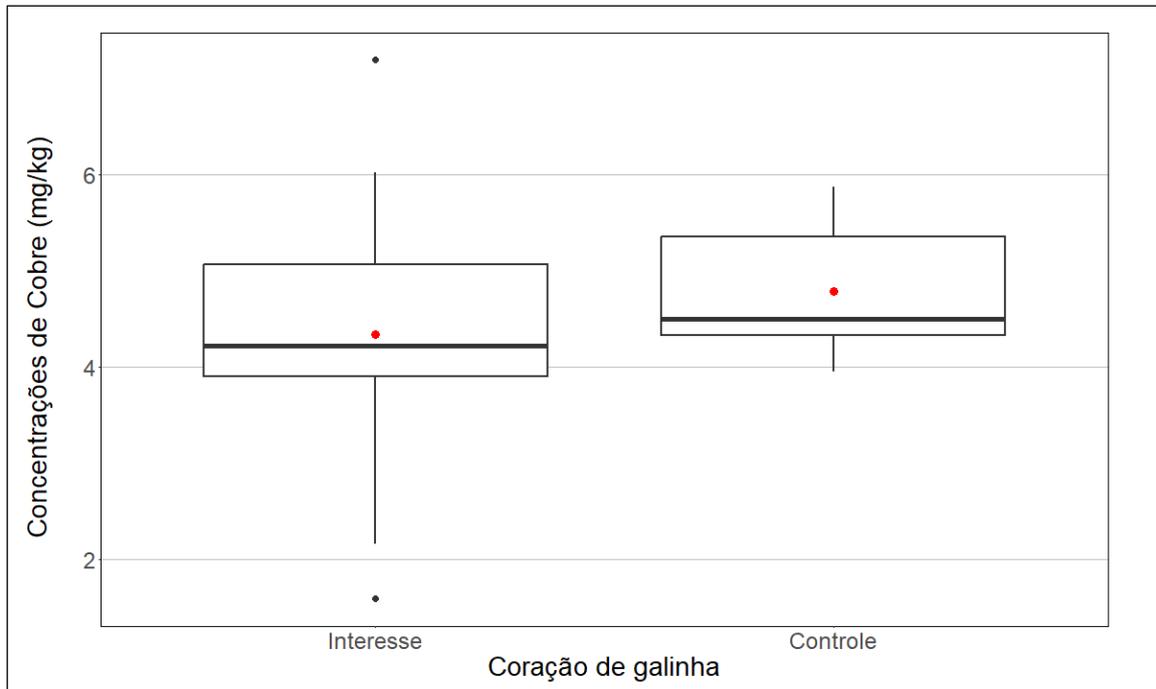


Figura 454. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no coração de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,335	4,787	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 127. Resultados das concentrações médias de cobre no coração de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o coração de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 454 e na Tabela 127, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no coração de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.2.5 Fígado de galinha

A Figura 455 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para fígado de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 128 apresenta as concentrações médias de cobre no fígado de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o fígado de galinha.

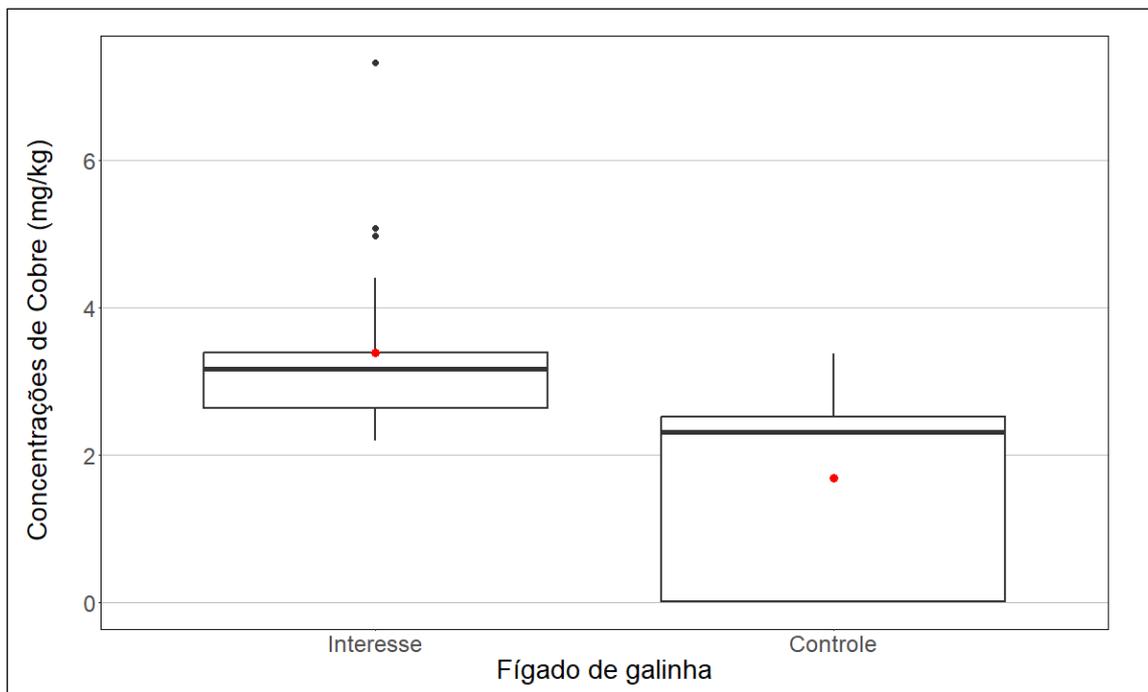


Figura 455. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas no fígado de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3,393	1,683	0,005	0,002	0,004

Tabela 128. Resultados das concentrações médias de cobre no fígado de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para o fígado de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 455 e na Tabela 128, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 128). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no fígado de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.6.2.6 Moela de galinha

A Figura 456 apresenta as distribuições das concentrações de cobre para moela de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 129 apresenta as concentrações médias de cobre na moela de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para a moela de galinha.

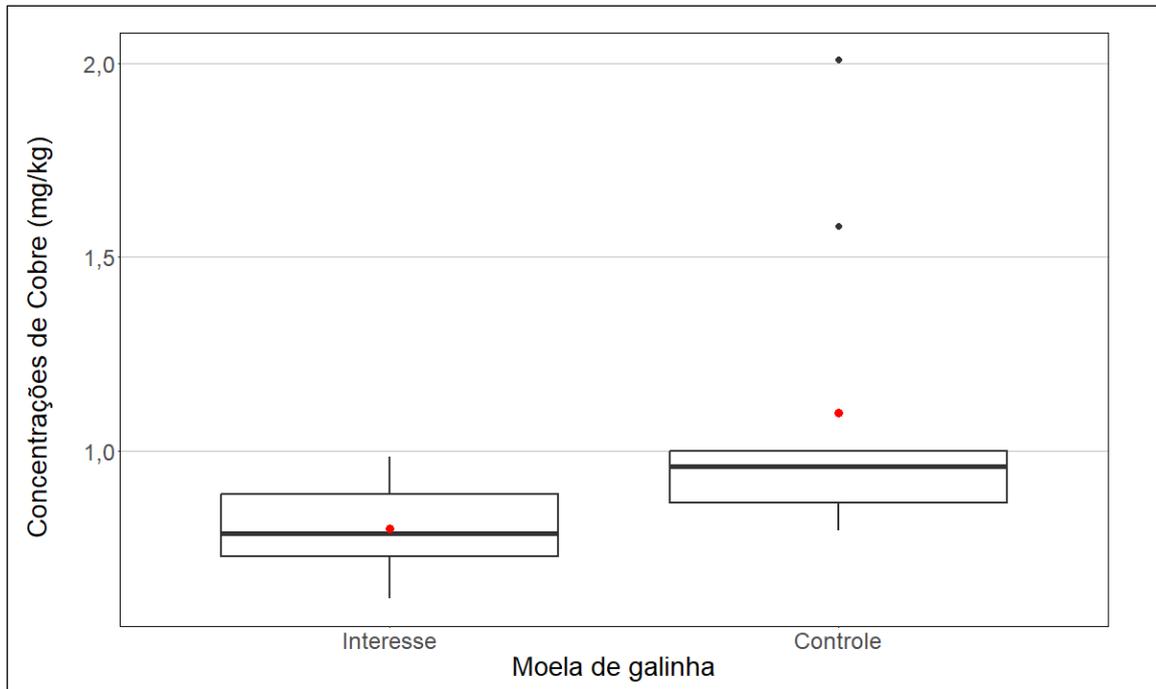


Figura 456. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cobre verificadas na moela de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,799	1,097	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 129. Resultados das concentrações médias de cobre na moela de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cobre para a moela de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 456 e na Tabela 129, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas na moela de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.7 Cromo inorgânico VI

10.3.7.1 Grupo raízes e tubérculos

10.3.7.1.1 Batata-doce

A Figura 457 apresenta as distribuições das concentrações de cromo VI para batata-doce nas áreas de interesse e controle. A Tabela 130 apresenta as concentrações médias de cromo VI na batata-doce nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a batata-doce.

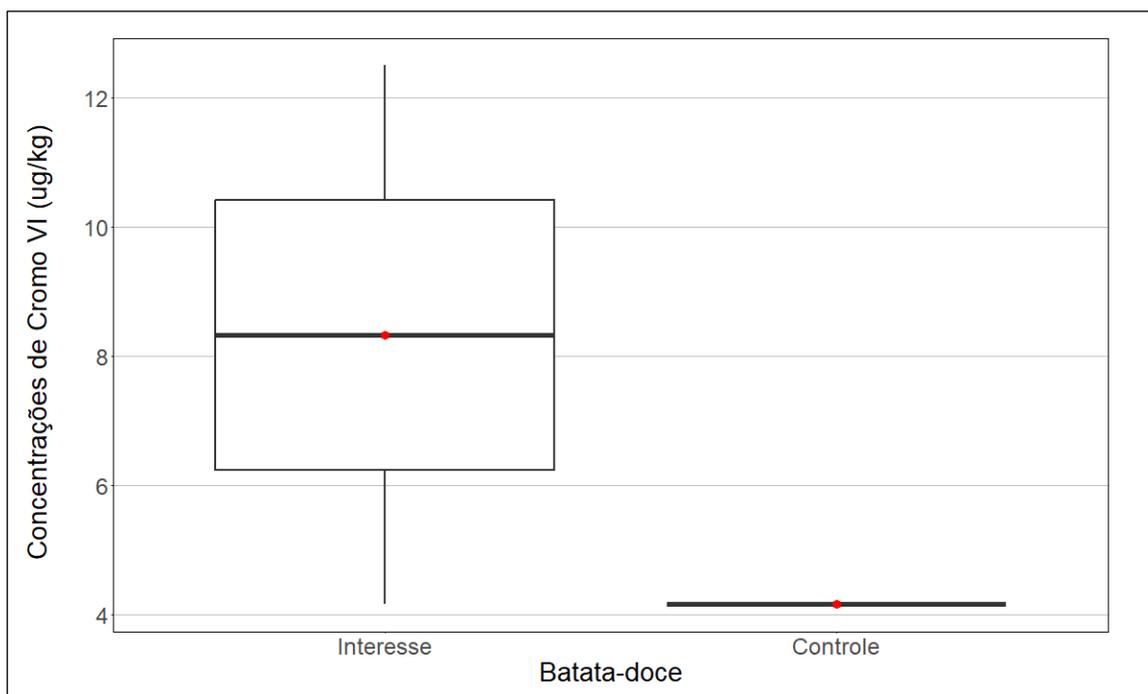


Figura 457. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cromo VI verificadas na batata-doce nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
8,325	4,150	0,500	0,178	0,333

Tabela 130. Resultados das concentrações médias de cromo VI na batata-doce para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a batata-doce.

Conforme pode ser observado na Figura 457 e na Tabela 130, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 130). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de cromo VI encontradas na batata-doce e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.7.2 Leite

10.3.7.2.1 Leite de vaca

A Figura 458 apresenta as distribuições das concentrações de cromo VI para leite de vaca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 131 apresenta as concentrações médias de cromo VI no leite de vaca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para o leite de vaca.

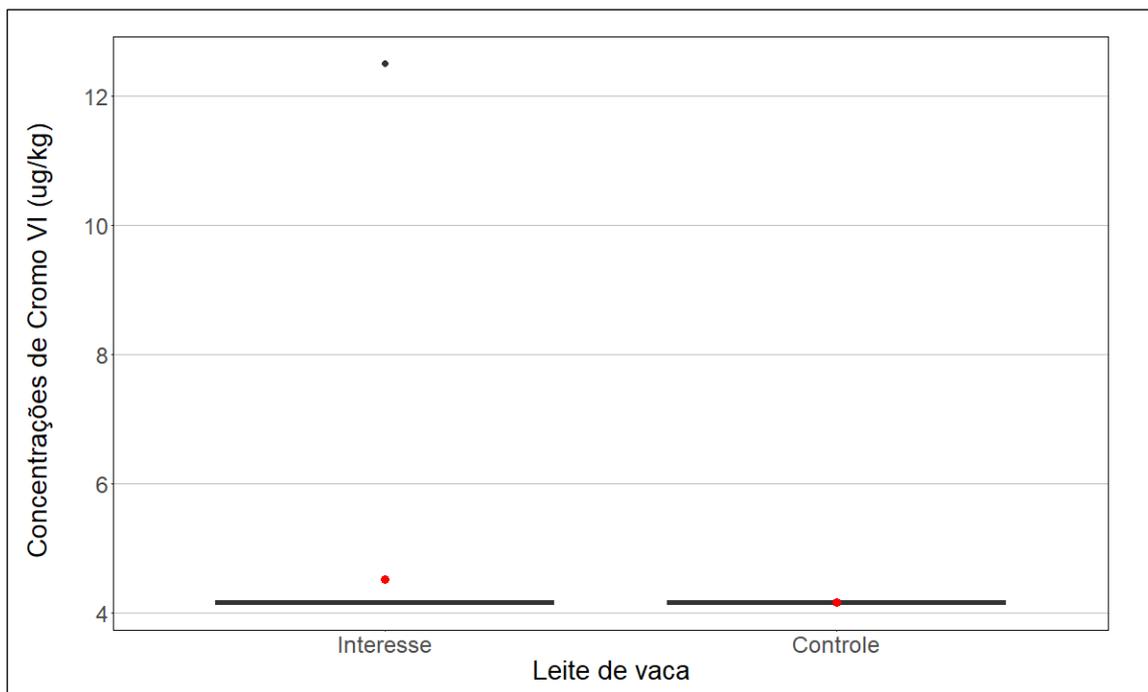


Figura 458. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cromo VI verificadas no leite de vaca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,513	4,150	0,160	0,533	1,000

Tabela 131. Resultados das concentrações médias de cromo VI no leite de vaca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para o leite de vaca.

Conforme pode ser observado na Figura 458 e na Tabela 131, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 131). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de cromo VI encontradas no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.7.3 Grupo carnes

10.3.7.3.1 Carne de boi

A Figura 459 apresenta as distribuições das concentrações de cromo VI para carne de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 132 apresenta as concentrações médias de cromo VI na carne de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a carne de boi.

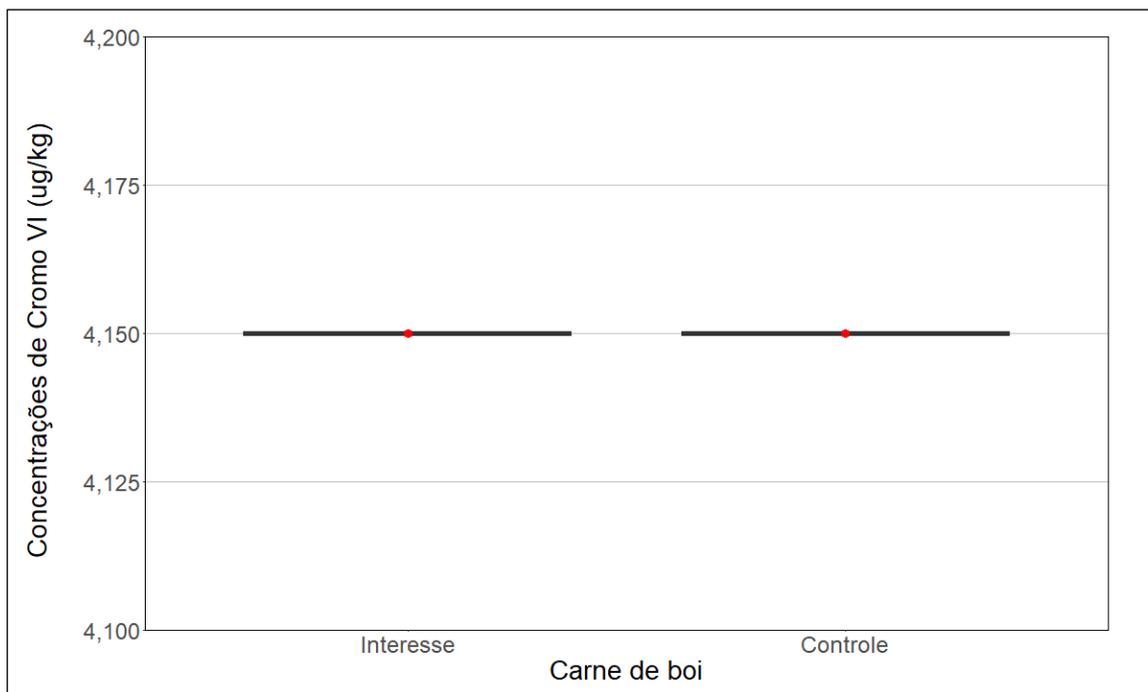


Figura 459. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cromo VI verificadas na carne de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,150	4,150	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 132. Resultados das concentrações médias de cromo VI na carne de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a carne de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 459 e na Tabela 132, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de cromo VI encontradas na carne de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.7.3.2 Carne de galinha

A Figura 460 apresenta as distribuições das concentrações de cromo VI para carne de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 133 apresenta as concentrações médias de cromo VI na carne de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a carne de galinha.

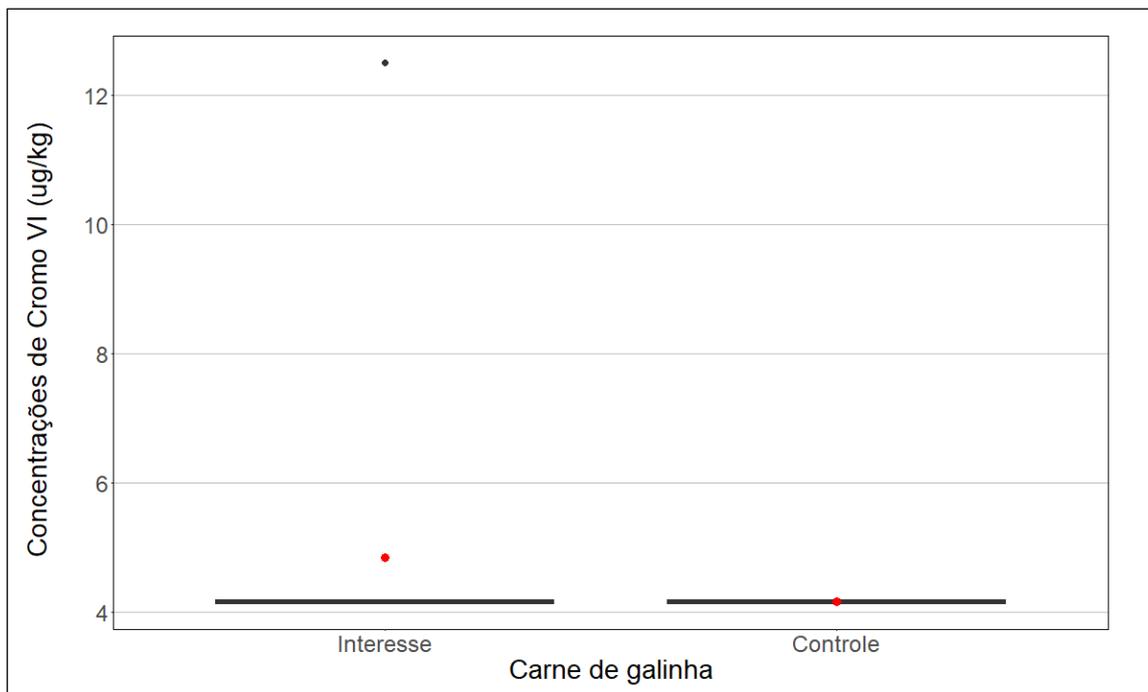


Figura 460. Boxplot da distribuição das concentrações de cromo VI verificadas na carne de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,846	4,150	0,339	0,536	1,000

Tabela 133. Resultados das concentrações médias de cromo VI na carne de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a carne de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 460 e na Tabela 133, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 133). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de cromo VI encontradas na carne de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.7.3.3 Carne de porco

A Figura 461 apresenta as distribuições das concentrações de cromo VI para carne de porco nas áreas de interesse e controle. A Tabela 134 apresenta as concentrações médias de cromo VI na carne de porco nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a carne de porco.

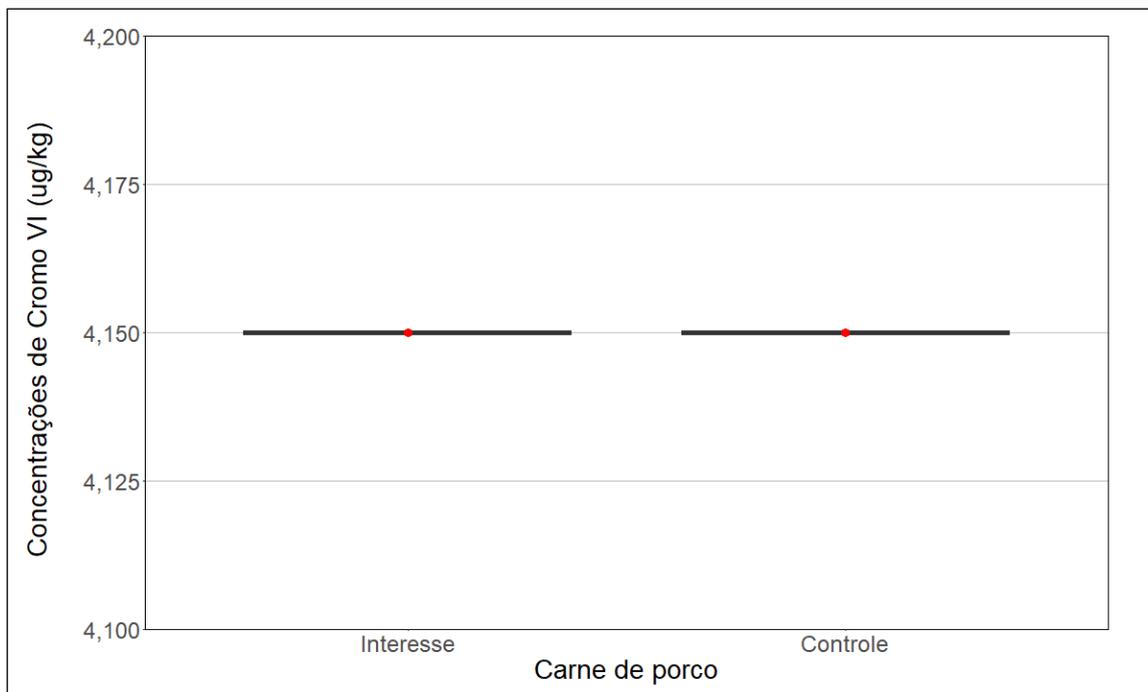


Figura 461. *Boxplot* da distribuição das concentrações de cromo VI verificadas na carne de porco nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,150	4,150	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 134. Resultados das concentrações médias de cromo VI na carne de porco para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do cromo VI para a carne de porco.

Conforme pode ser observado na Figura 461 e na Tabela 134, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de cromo VI encontradas na carne de porco e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8 Magnésio

10.3.8.1 Grupo frutas

10.3.8.1.1 Abacate

A Figura 462 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para abacate nas áreas de interesse e controle. A Tabela 135 apresenta as concentrações médias de magnésio no abacate nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o abacate.

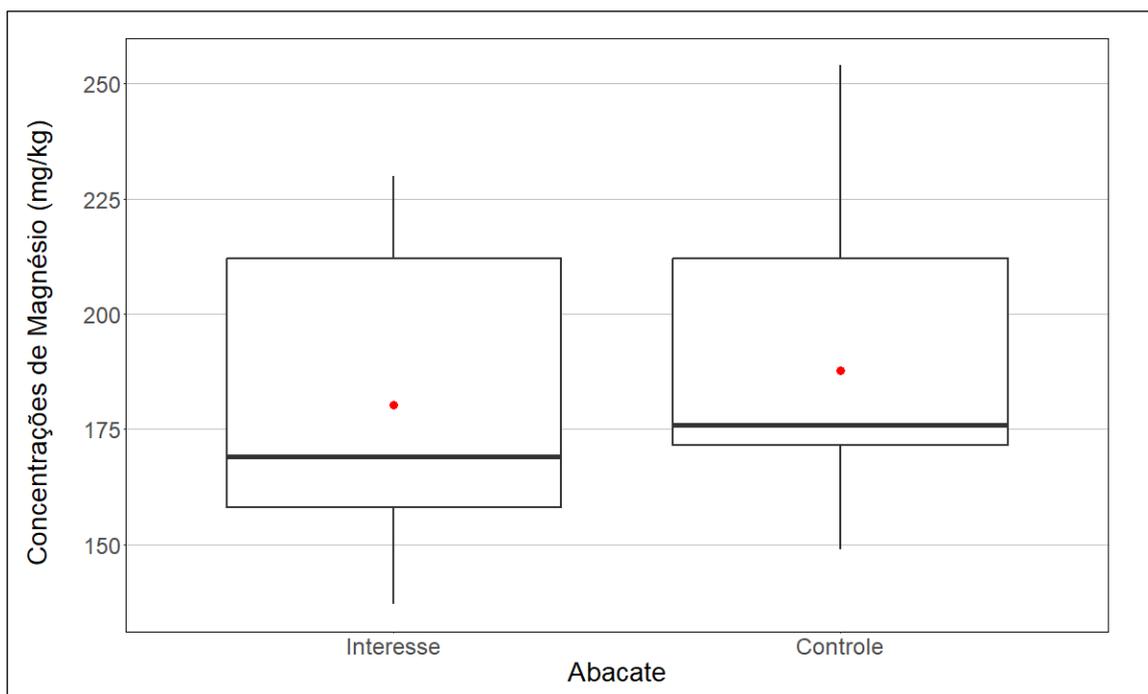


Figura 462. Boxplot da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no abacate nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
180,385	187,667	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 135. Resultados das concentrações médias de magnésio no abacate para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o abacate.

Conforme pode ser observado na Figura 462 e na Tabela 135, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no abacate e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.2 Abacaxi

A Figura 463 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para abacaxi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 136 apresenta as concentrações médias de magnésio no abacaxi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o abacaxi.

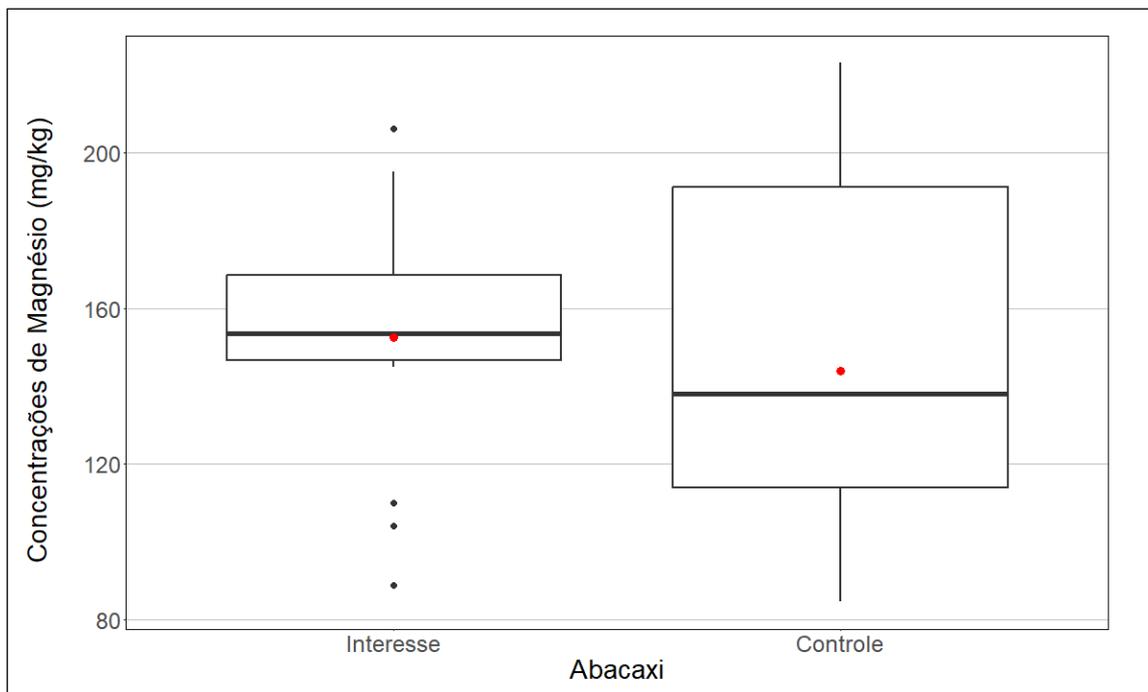


Figura 463. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no abacaxi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
152,438	144,000	0,571	0,555	0,323

Tabela 136. Resultados das concentrações médias de magnésio no abacaxi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o abacaxi.

Conforme pode ser observado na Figura 463 e na Tabela 136, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 136). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no abacaxi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.3 Acerola

A Figura 464 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para acerola nas áreas de interesse e controle. A Tabela 137 apresenta as concentrações médias de magnésio na acerola nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a acerola.

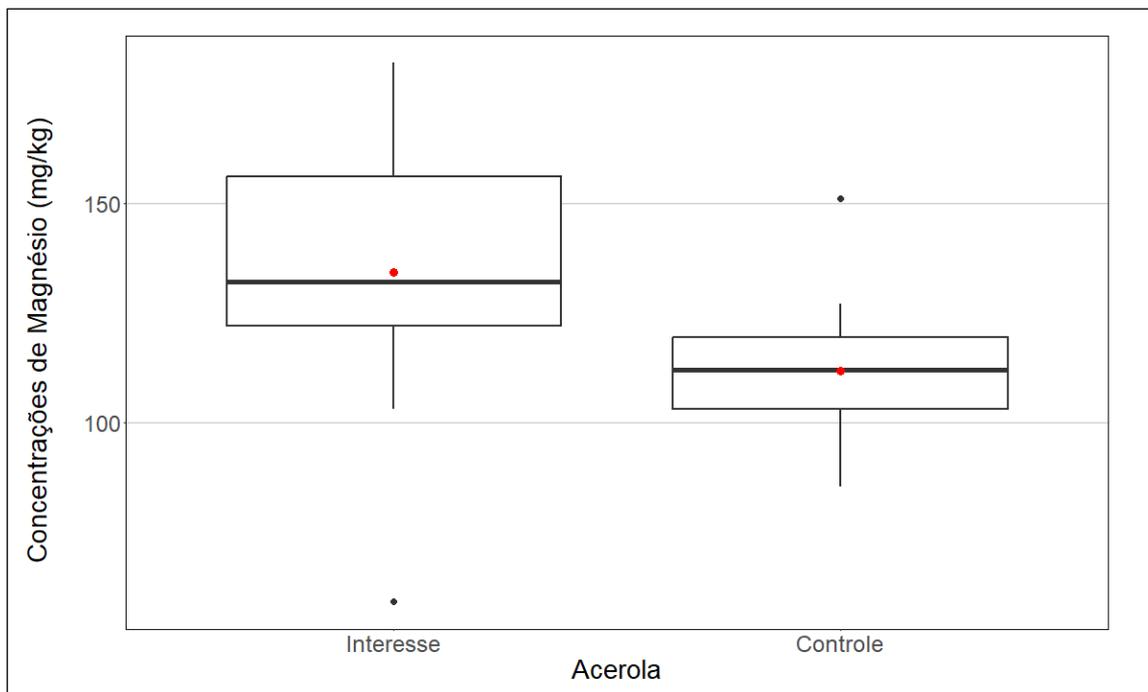


Figura 464. Boxplot da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na acerola nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
134,338	111,752	0,004	0,003	0,001

Tabela 137. Resultados das concentrações médias de magnésio na acerola para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a acerola.

Conforme pode ser observado na Figura 464 e na Tabela 137, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 137). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na acerola e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.4 Banana

A Figura 465 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para banana nas áreas de interesse e controle. A Tabela 138 apresenta as concentrações médias de magnésio na banana nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a banana.

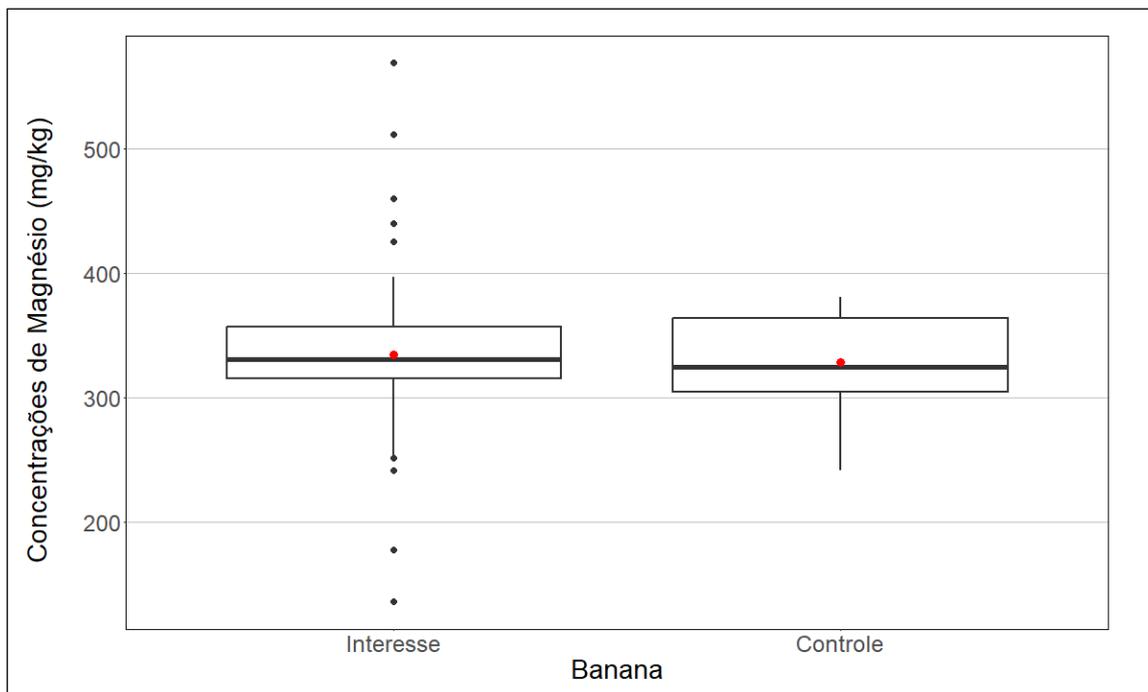


Figura 465. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na banana nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
334,694	328,778	0,379	0,458	0,453

Tabela 138. Resultados das concentrações médias de magnésio na banana para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a banana.

Conforme pode ser observado na Figura 465 e na Tabela 138, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 138). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na banana e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.5 Cacau

A Figura 466 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para cacau nas áreas de interesse e controle. A Tabela 139 apresenta as concentrações médias de magnésio no cacau nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o cacau.

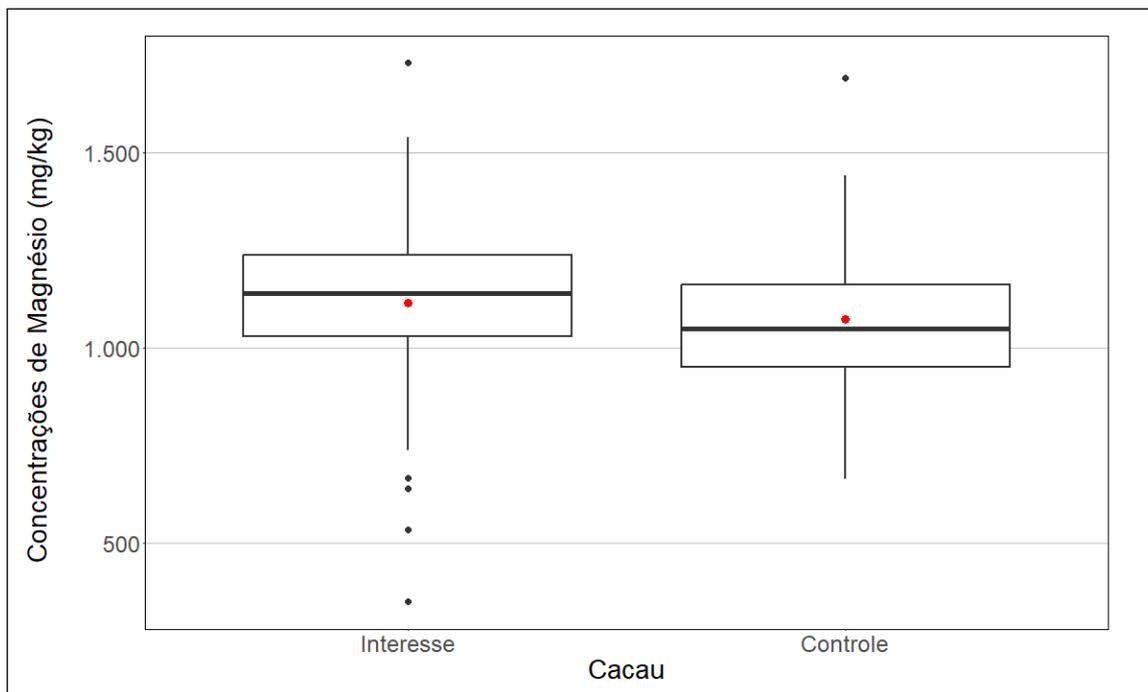


Figura 466. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no cacau nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.115,782	1.073,625	0,432	0,405	0,111

Tabela 139. Resultados das concentrações médias de magnésio no cacau para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o cacau.

Conforme pode ser observado na Figura 466 e na Tabela 139, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 139). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no cacau e o rompimento da barragem de Fundão**.

10.3.8.1.6 Cana-de-açúcar

A Figura 467 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle. A Tabela 140 apresenta as concentrações médias de magnésio na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a cana-de-açúcar.

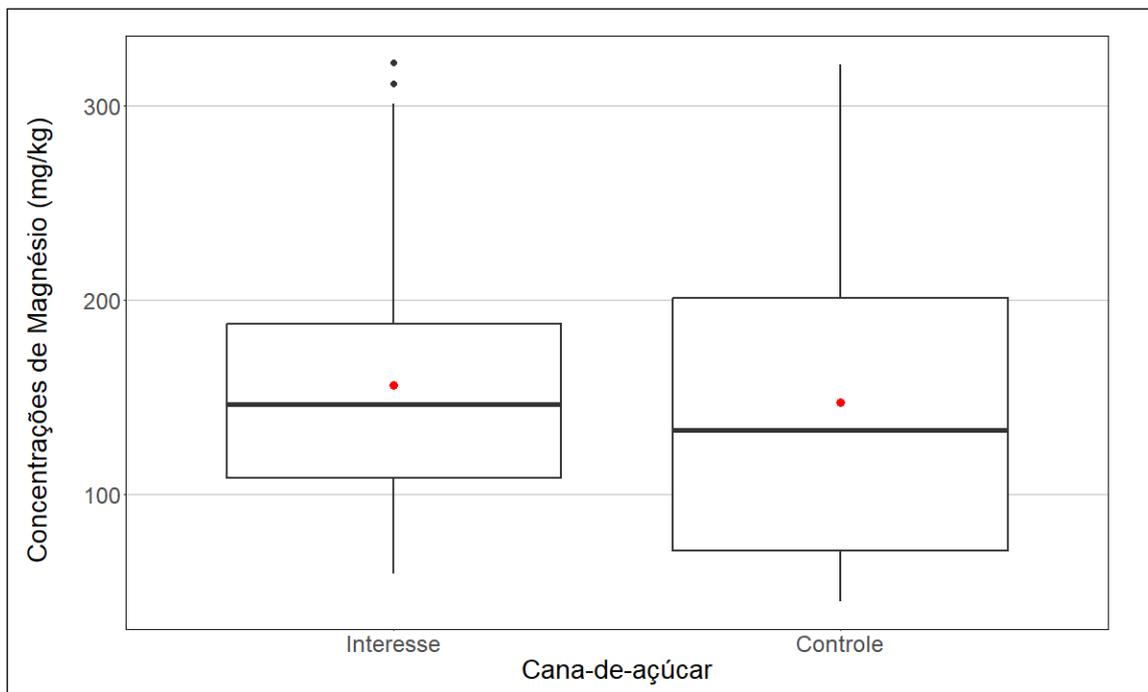


Figura 467. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
156,078	147,282	0,657	0,645	0,405

Tabela 140. Resultados das concentrações médias de magnésio na cana-de-açúcar para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a cana-de-açúcar.

Conforme pode ser observado na Figura 467 e na Tabela 140, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 140). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na cana-de-açúcar e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.7 Água de coco-verde

A Figura 468 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para água de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 141 apresenta as concentrações médias de magnésio na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a água de coco-verde.

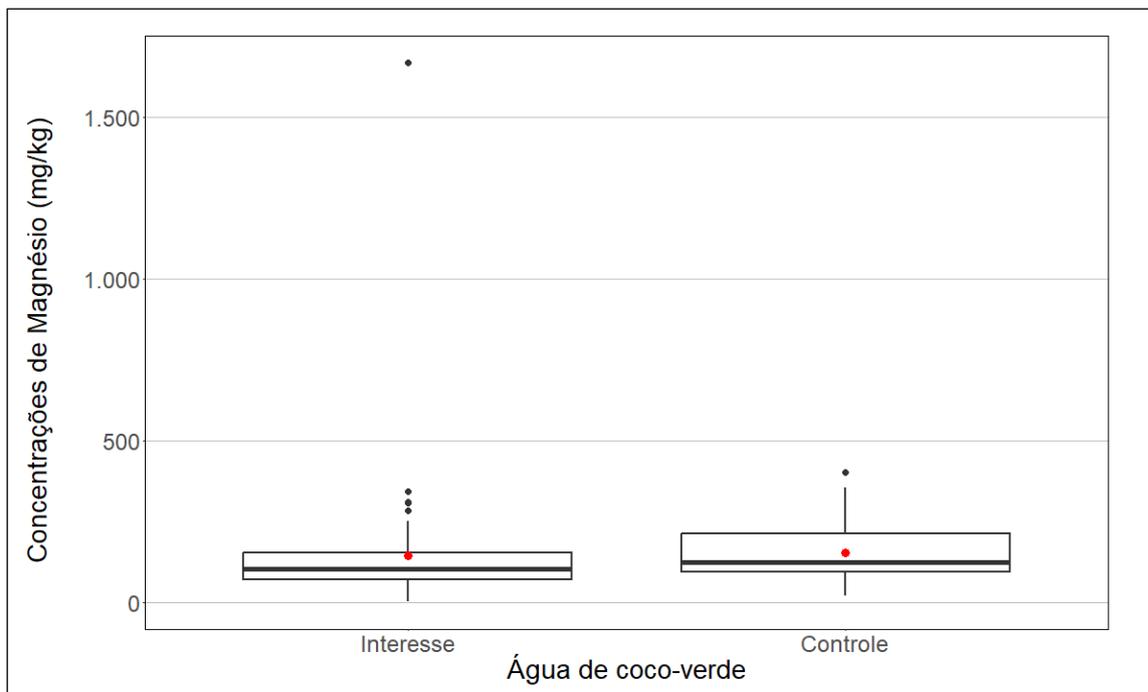


Figura 468. Boxplot da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
145,257	155,928	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 141. Resultados das concentrações médias de magnésio na água de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a água de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 468 e na Tabela 141, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na água de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.8 Polpa de coco-verde

A Figura 469 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 142 apresenta as concentrações médias de magnésio na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a polpa de coco-verde.

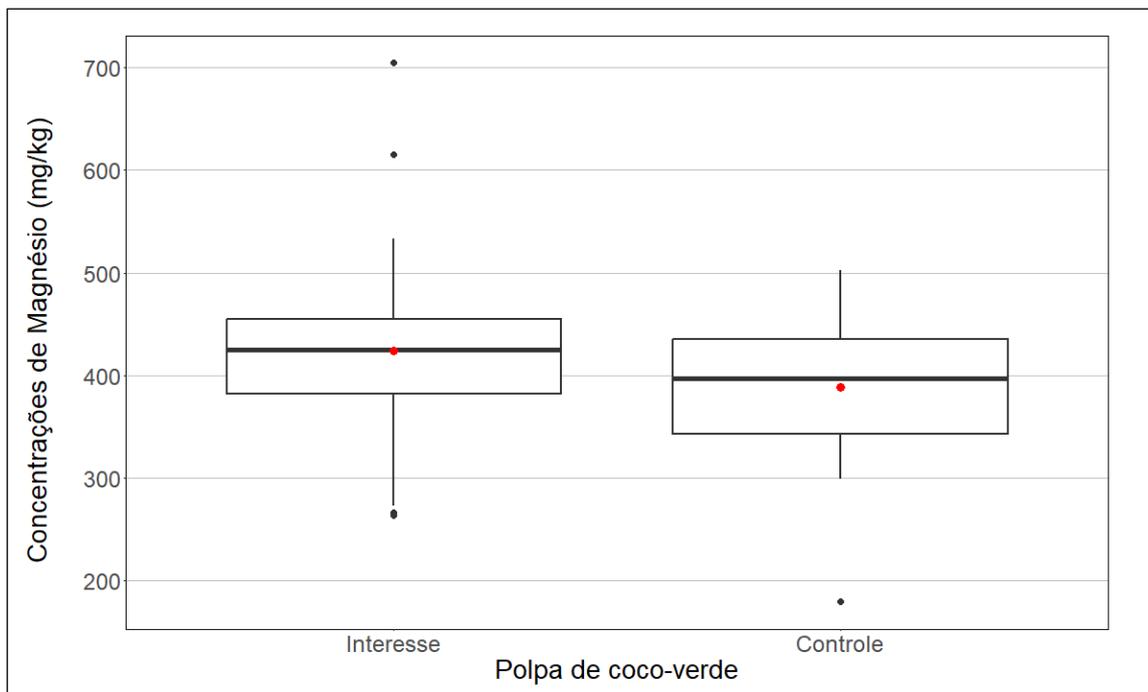


Figura 469. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
423,797	388,677	0,023	0,027	0,031

Tabela 142. Resultados das concentrações médias de magnésio na polpa de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a polpa de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 469 e na Tabela 142, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 142). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na polpa de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.9 Goiaba

A Figura 470 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para goiaba nas áreas de interesse e controle. A Tabela 143 apresenta as concentrações médias de magnésio na goiaba nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a goiaba.

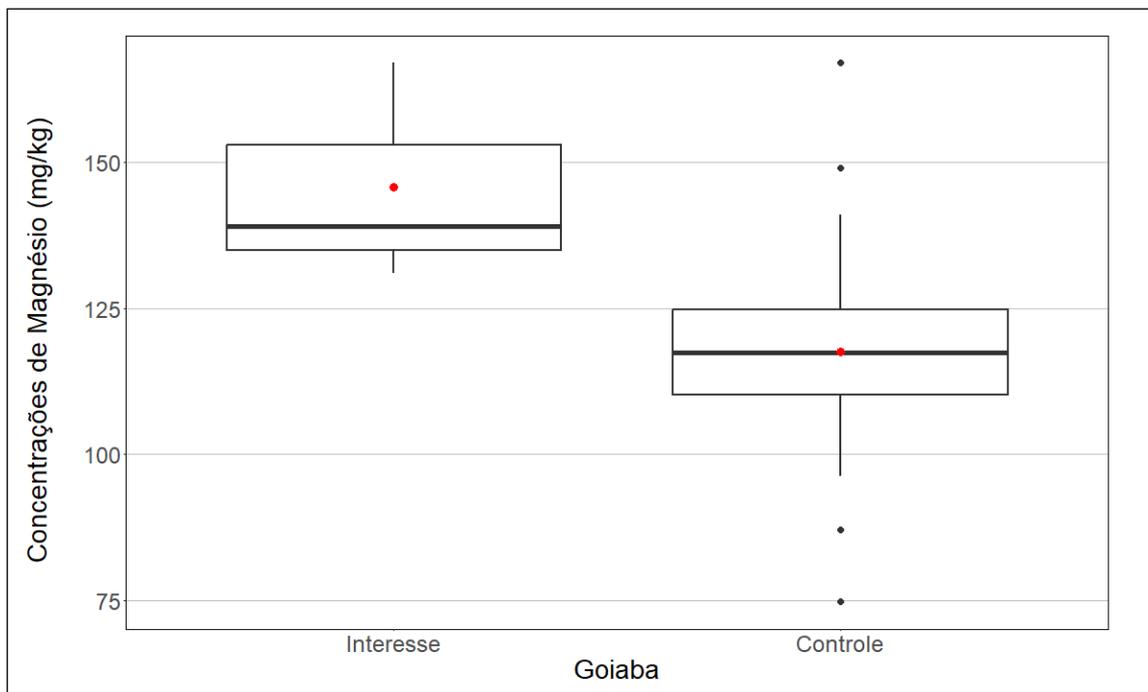


Figura 470. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na goiaba nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
145,667	117,646	0,108	0,029	0,021

Tabela 143. Resultados das concentrações médias de magnésio na goiaba para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a goiaba.

Conforme pode ser observado na Figura 470 e na Tabela 143, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Ao aplicar o teste *t de student*, o resultado indicou diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle. Porém, e a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias dessas mesmas áreas (Tabela 143). Logo, os resultados dos três testes não fornecem evidências suficientes para fazer afirmações definitivas sobre a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na goiaba e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.10 Laranja

A Figura 471 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para laranja nas áreas de interesse e controle. A Tabela 144 apresenta as concentrações médias de magnésio na laranja nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a laranja.

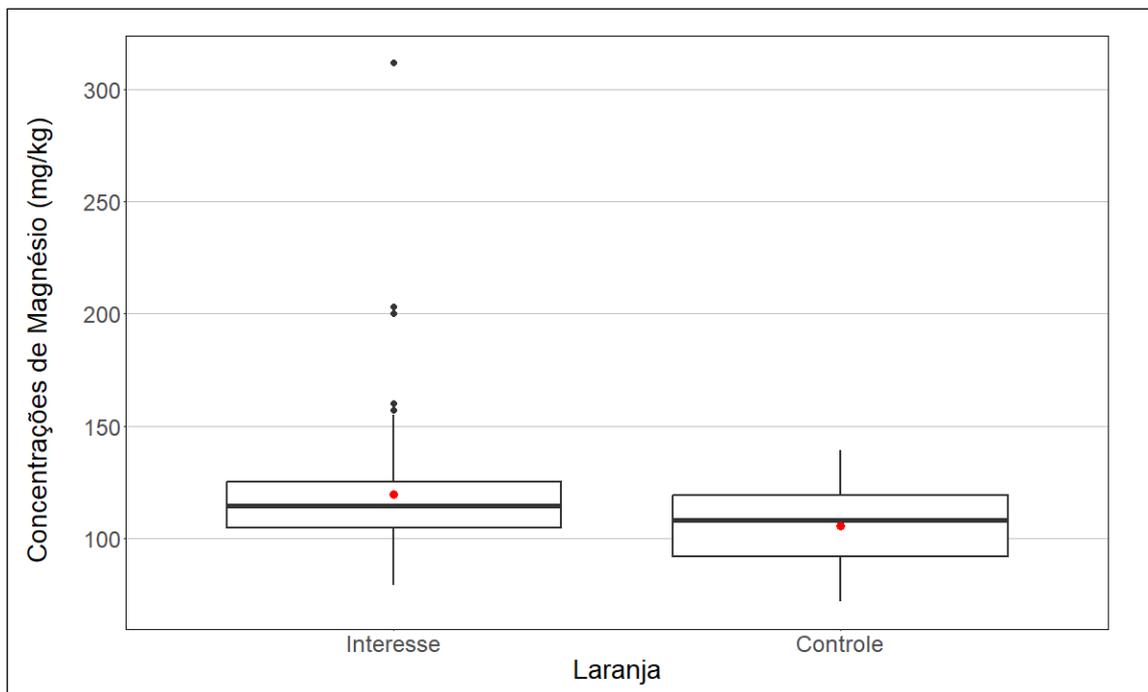


Figura 471. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na laranja nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
119,329	105,545	0,005	0,020	0,026

Tabela 144. Resultados das concentrações médias de magnésio na laranja para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a laranja.

Conforme pode ser observado na Figura 471 e na Tabela 144, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 144). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na laranja e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.11 Limão

A Figura 472 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para limão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 145 apresenta as concentrações médias de magnésio no limão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o limão.

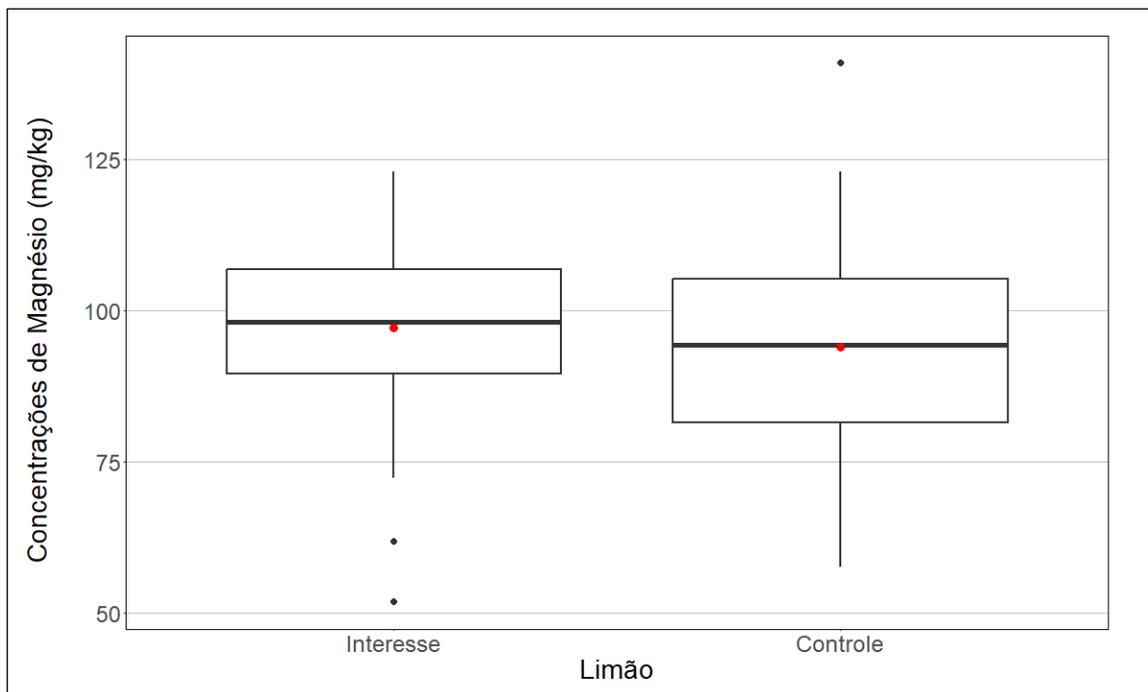


Figura 472. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no limão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
97,183	94,003	0,322	0,289	0,243

Tabela 145. Resultados das concentrações médias de magnésio no limão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o limão.

Conforme pode ser observado na Figura 472 e na Tabela 145, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 145). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no limão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.12 Mamão

A Figura 473 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para mamão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 146 apresenta as concentrações médias de magnésio no mamão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o mamão.

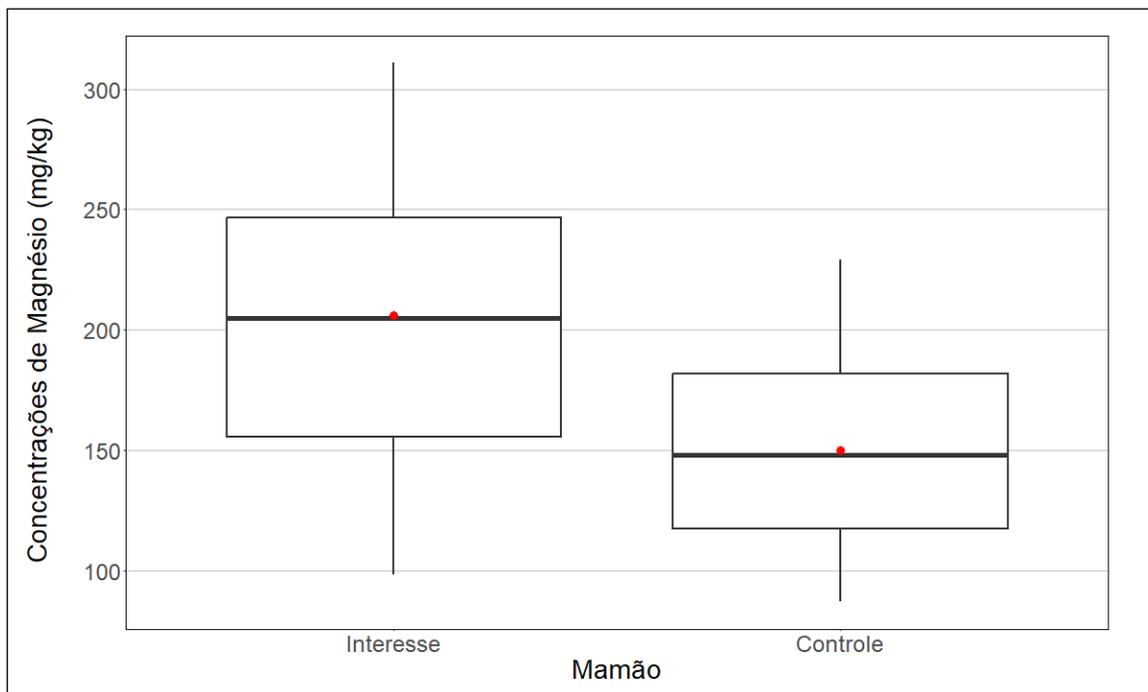


Figura 473. Boxplot da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no mamão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
205,880	149,861	< 0,001	0,001	0,003

Tabela 146. Resultados das concentrações médias de magnésio no mamão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o mamão.

Conforme pode ser observado na Figura 473 e na Tabela 146, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 146). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no mamão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.13 Manga

A Figura 474 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para manga nas áreas de interesse e controle. A Tabela 147 apresenta as concentrações médias de magnésio na manga nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a manga.

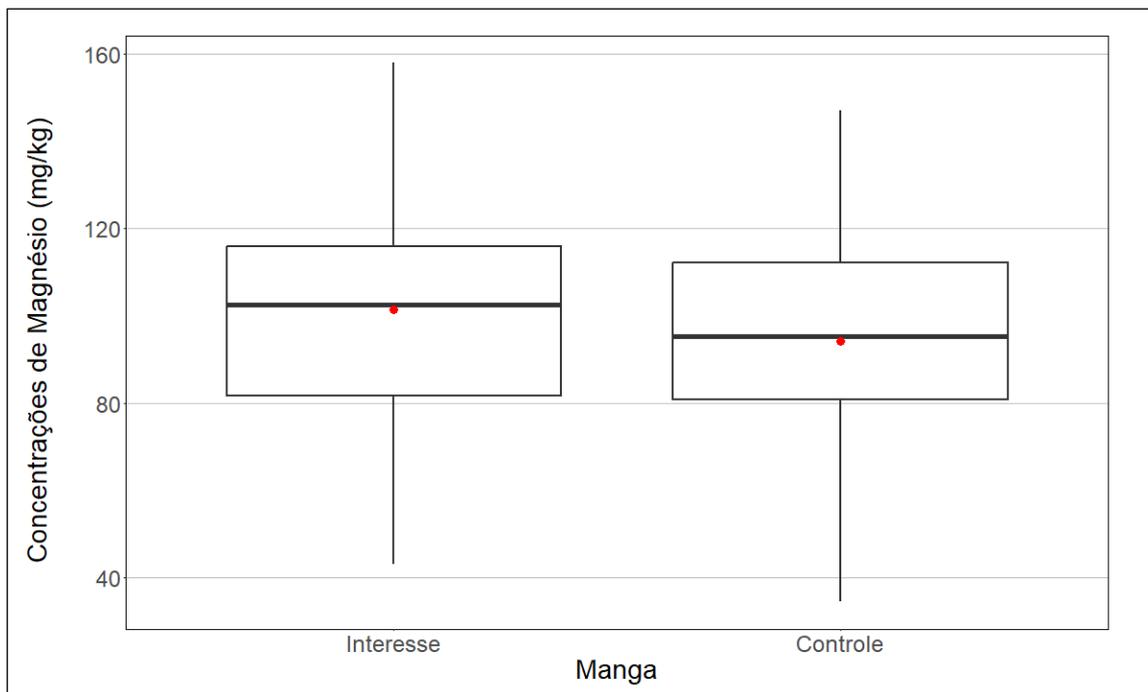


Figura 474. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na manga nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
101,507	94,225	0,306	0,261	0,355

Tabela 147. Resultados das concentrações médias de magnésio na manga para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a manga.

Conforme pode ser observado na Figura 474 e na Tabela 147, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 147). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na manga e o rompimento da barragem de Fundão**.

10.3.8.1.14 Maracujá

A Figura 475 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para maracujá nas áreas de interesse e controle. A Tabela 148 apresenta as concentrações médias de magnésio no maracujá nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o maracujá.

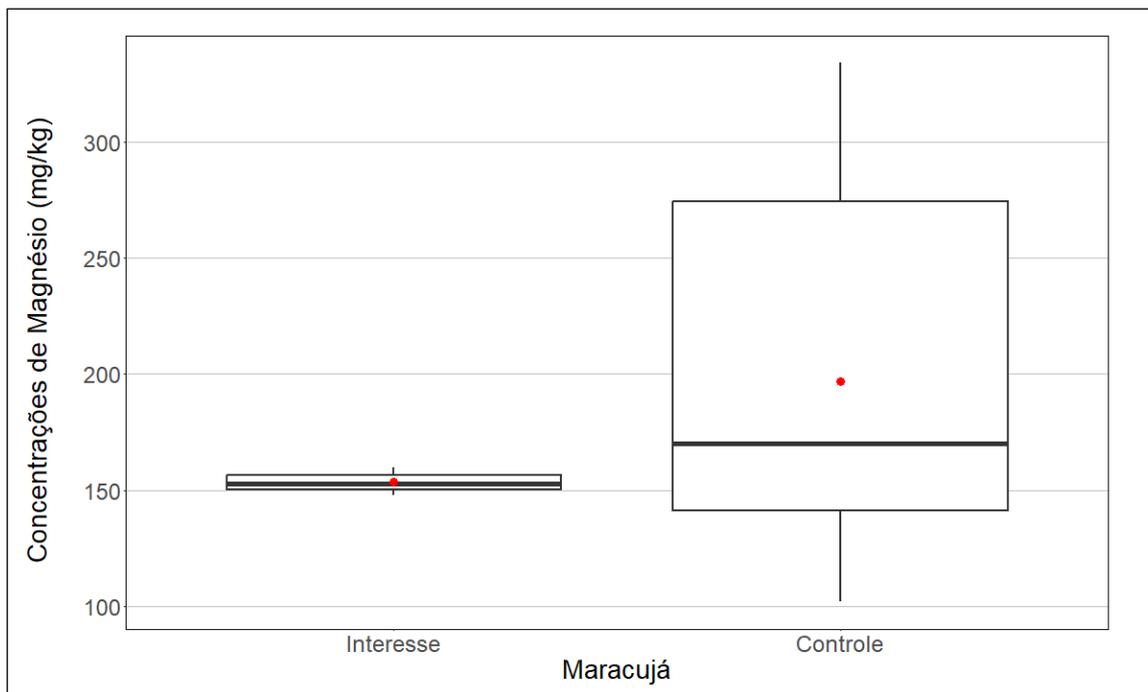


Figura 475. Boxplot da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no maracujá nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
153,667	197,071	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 148. Resultados das concentrações médias de magnésio no maracujá para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o maracujá.

Conforme pode ser observado na Figura 475 e na Tabela 148, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no maracujá e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.1.15 Melancia

A Figura 476 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para melancia nas áreas de interesse e controle. A Tabela 149 apresenta as concentrações médias de magnésio na melancia nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a melancia.

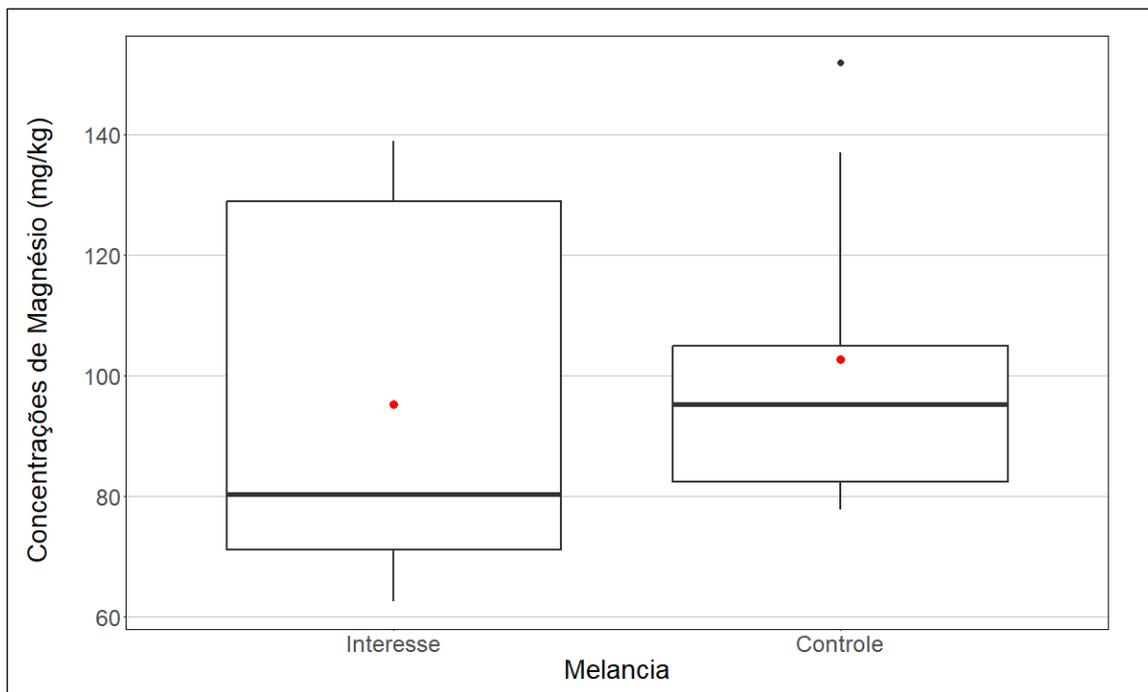


Figura 476. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas na melancia nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
95,300	102,778	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 149. Resultados das concentrações médias de magnésio na melancia para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para a melancia.

Conforme pode ser observado na Figura 476 e na Tabela 149, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas na melancia e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.2 Grupo grãos

10.3.8.2.1 Café

A Figura 477 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 150 apresenta as concentrações médias de magnésio no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o café.

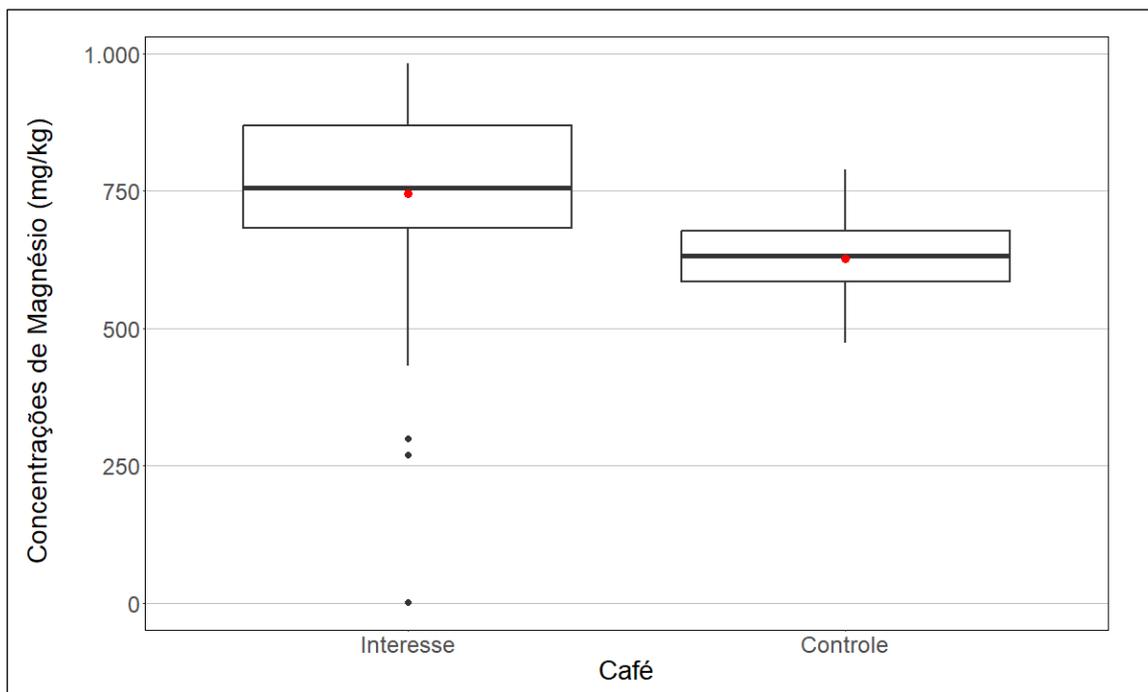


Figura 477. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
744,280	627,375	< 0,001	0,003	< 0,001

Tabela 150. Resultados das concentrações médias de magnésio no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 477 e na Tabela 150, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 150). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.2.2 Feijão

A Figura 478 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 151 apresenta as concentrações médias de magnésio no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o feijão.

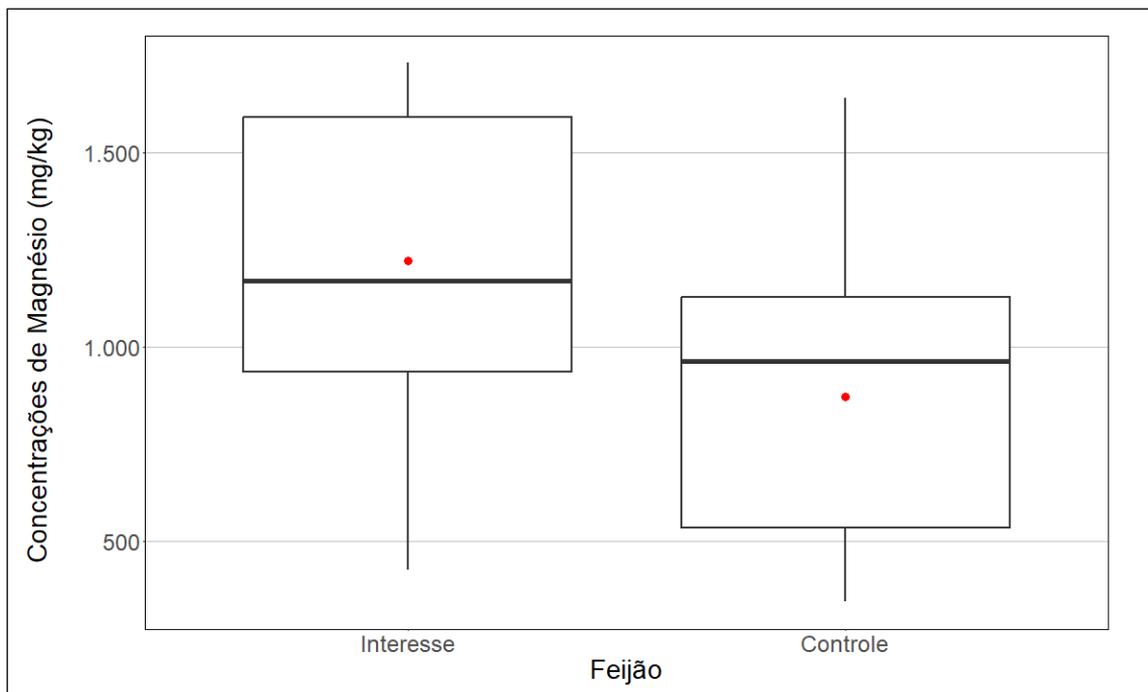


Figura 478. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.221,179	871,808	0,001	0,001	0,004

Tabela 151. Resultados das concentrações médias de magnésio no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 478 e na Tabela 151, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 151). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.2.3 Milho

A Figura 479 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 152 apresenta as concentrações médias de magnésio no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o milho.

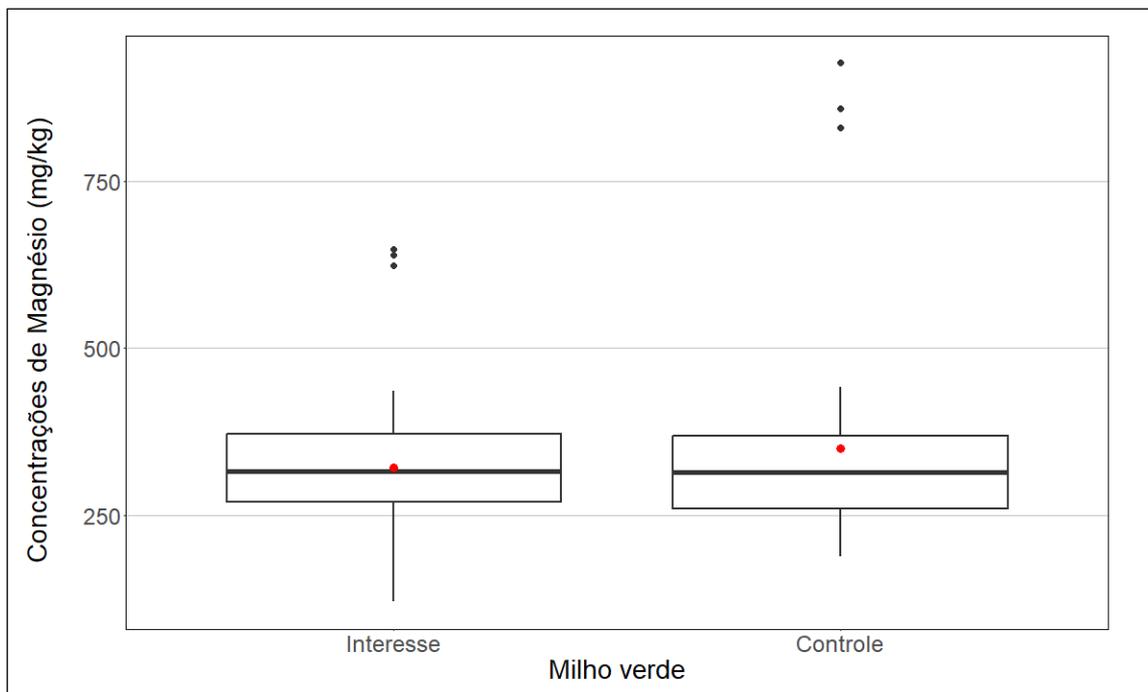


Figura 479. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
321,414	350,222	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 152. Resultados das concentrações médias de magnésio no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 479 e na Tabela 152, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.3 Leite

10.3.8.3.1 Leite de cabra

A Figura 480 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para leite de cabra nas áreas de interesse e controle. A Tabela 153 apresenta as concentrações médias de magnésio no leite de cabra nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o leite de cabra.

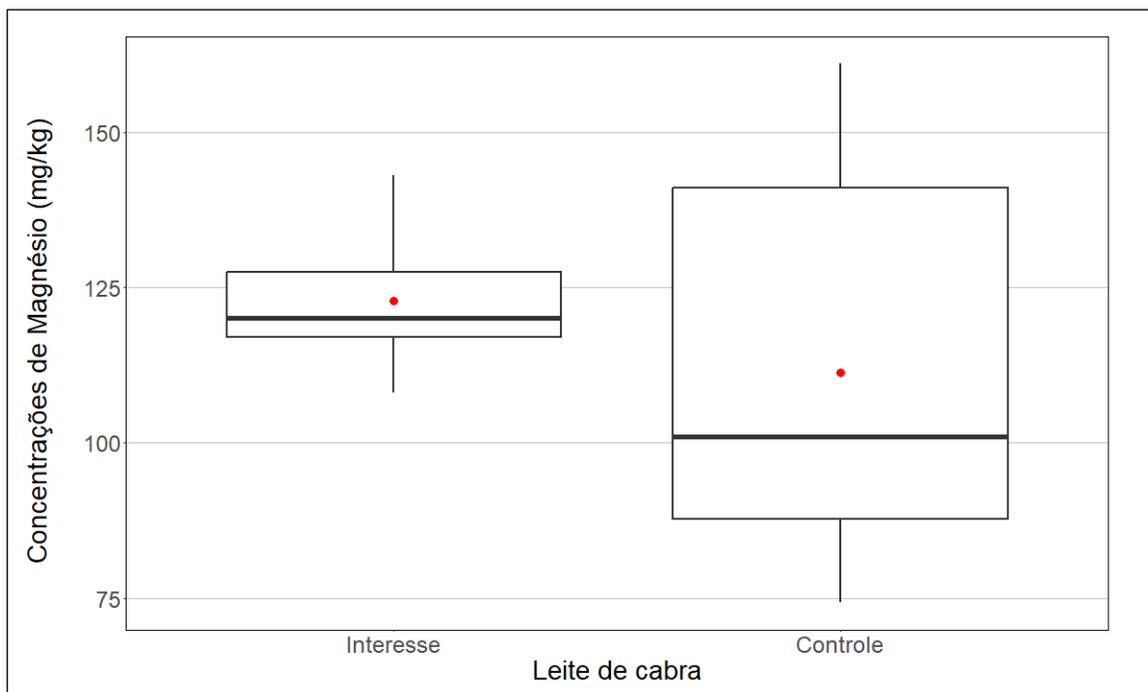


Figura 480. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no leite de cabra nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
122,833	111,367	0,369	0,441	0,259

Tabela 153. Resultados das concentrações médias de magnésio no leite de cabra para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o leite de cabra.

Conforme pode ser observado na Figura 480 e na Tabela 153, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 153). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no leite de cabra e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.8.3.2 Leite de vaca

A Figura 481 apresenta as distribuições das concentrações de magnésio para leite de vaca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 154 apresenta as concentrações médias de magnésio no leite de vaca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o leite de vaca.

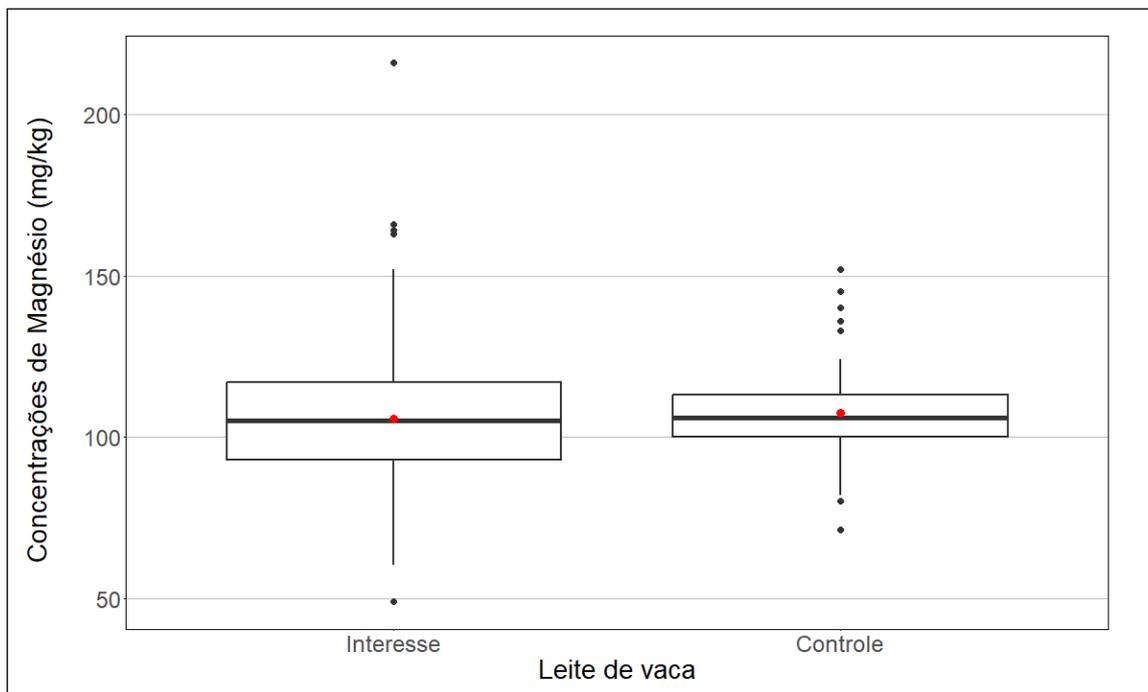


Figura 481. *Boxplot* da distribuição das concentrações de magnésio verificadas no leite de vaca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
105,804	107,458	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 154. Resultados das concentrações médias de magnésio no leite de vaca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do magnésio para o leite de vaca.

Conforme pode ser observado na Figura 481 e na Tabela 154, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de magnésio encontradas no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9 Manganês

10.3.9.1 Grupo frutas

10.3.9.1.1 Abacate

A Figura 482 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para abacate nas áreas de interesse e controle. A Tabela 155 apresenta as concentrações médias de manganês no abacate nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o abacate.

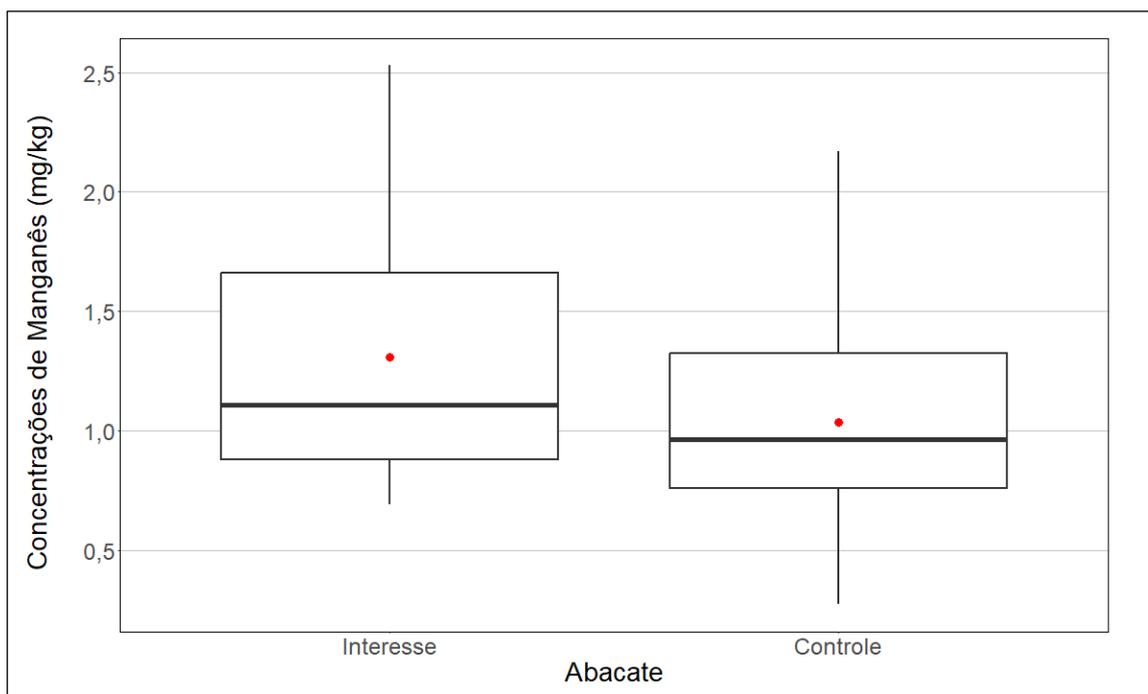


Figura 482. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no abacate nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,311	1,038	0,034	0,035	0,037

Tabela 155. Resultados das concentrações médias de manganês no abacate para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o abacate.

Conforme pode ser observado na Figura 482 e na Tabela 155, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 155). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no abacate e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.2 Abacaxi

A Figura 483 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para abacaxi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 156 apresenta as concentrações médias de manganês no abacaxi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o abacaxi.

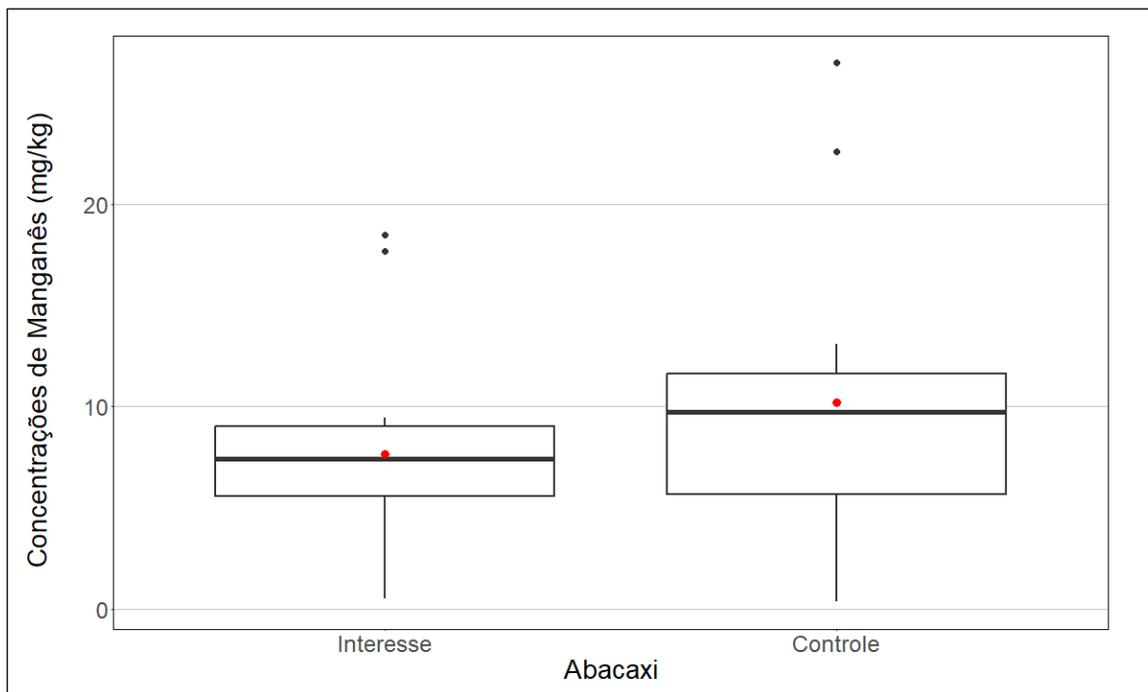


Figura 483. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no abacaxi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
7,669	10,204	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 156. Resultados das concentrações médias de manganês no abacaxi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o abacaxi.

Conforme pode ser observado na Figura 483 e na Tabela 156, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no abacaxi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.3 Acerola

A Figura 484 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para acerola nas áreas de interesse e controle. A Tabela 157 apresenta as concentrações médias de manganês na acerola nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a acerola.

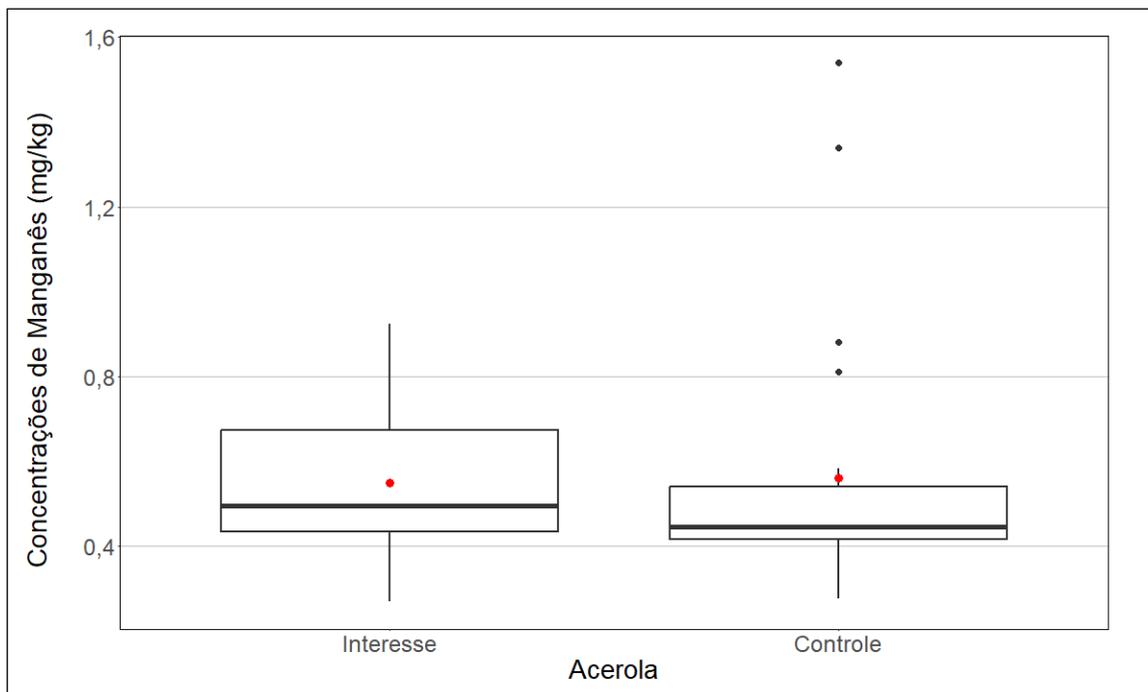


Figura 484. Boxplot da distribuição das concentrações de manganês verificadas na acerola nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,548	0,560	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 157. Resultados das concentrações médias de manganês na acerola para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a acerola.

Conforme pode ser observado na Figura 484 e na Tabela 157, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na acerola e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.4 Banana

A Figura 485 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para banana nas áreas de interesse e controle. A Tabela 158 apresenta as concentrações médias de manganês na banana nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a banana.

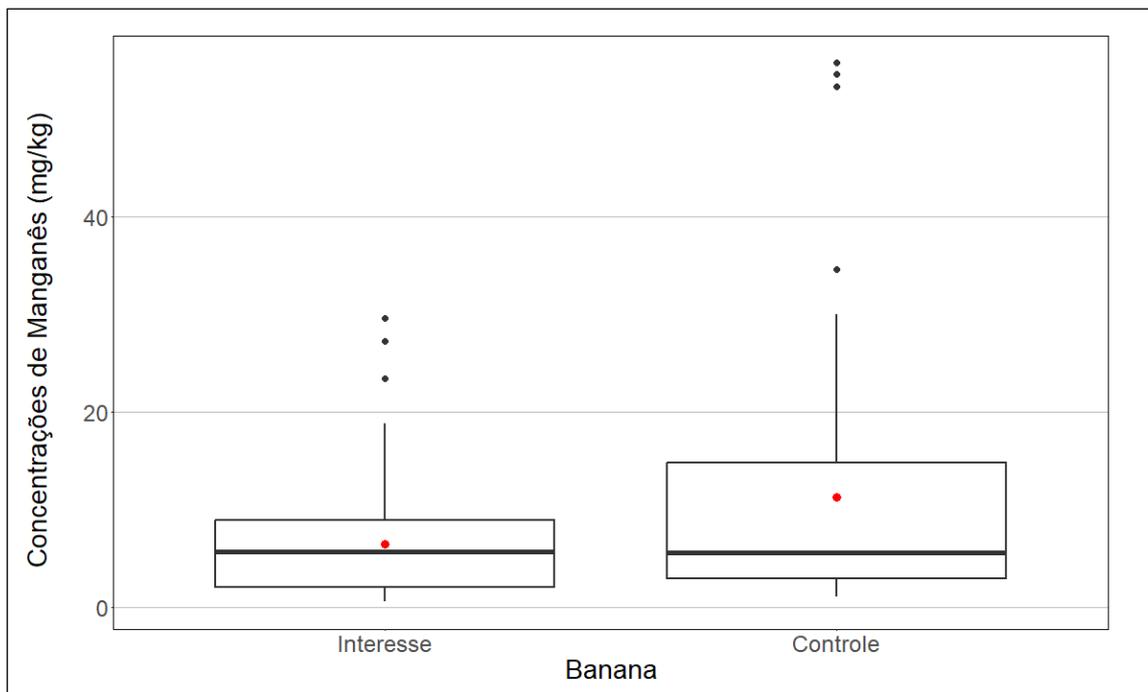


Figura 485. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na banana nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
6,474	11,264	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 158. Resultados das concentrações médias de manganês na banana para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a banana.

Conforme pode ser observado na Figura 485 e na Tabela 158, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na banana e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.5 Cacau

A Figura 486 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para cacau nas áreas de interesse e controle. A Tabela 159 apresenta as concentrações médias de manganês no cacau nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o cacau.

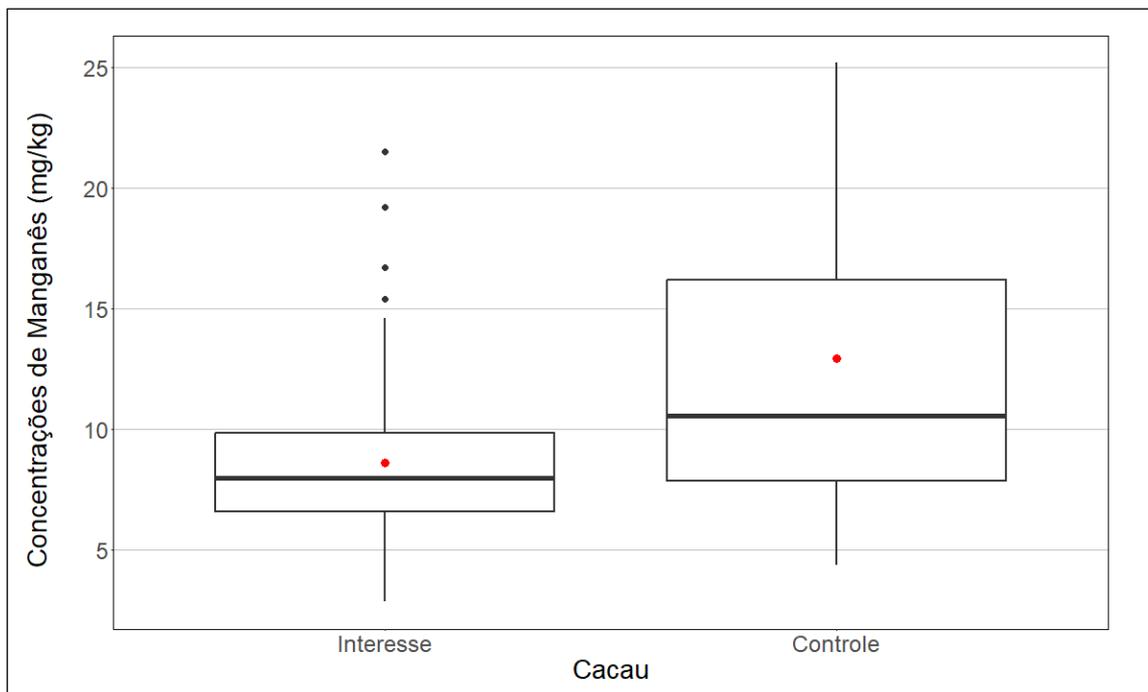


Figura 486. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no cacau nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
8,608	12,921	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 159. Resultados das concentrações médias de manganês no cacau para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o cacau.

Conforme pode ser observado na Figura 486 e na Tabela 159, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no cacau e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.6 Cana-de-açúcar

A Figura 487 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle. A Tabela 160 apresenta as concentrações médias de manganês na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a cana-de-açúcar.

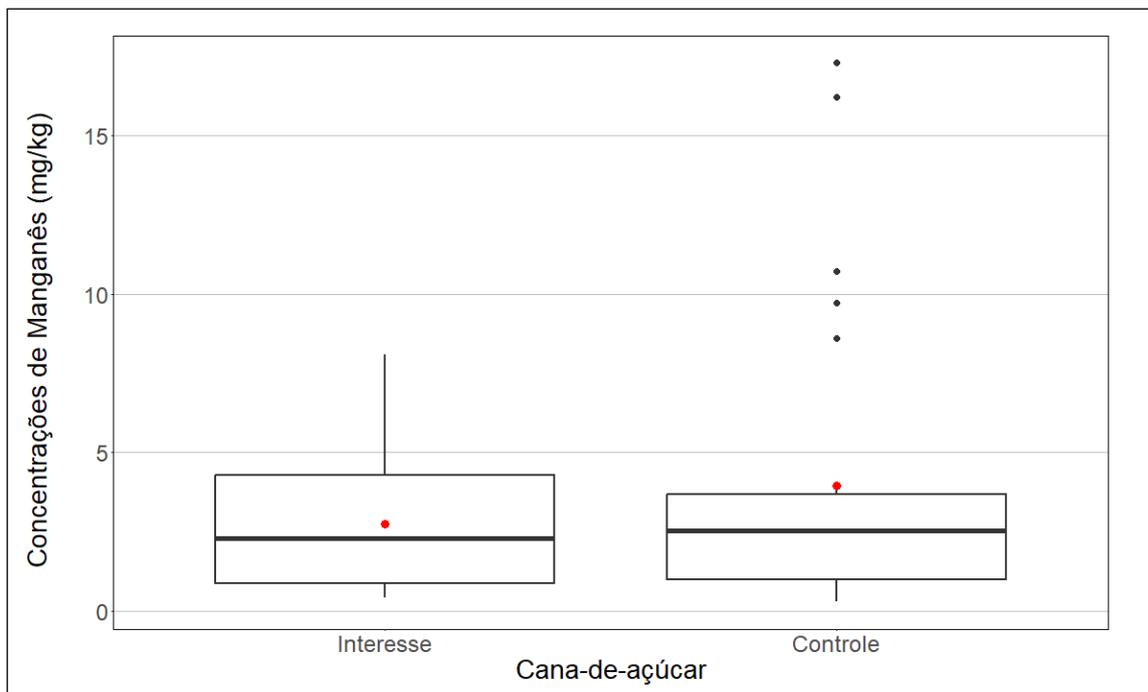


Figura 487. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,725	3,944	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 160. Resultados das concentrações médias de manganês na cana-de-açúcar para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a cana-de-açúcar.

Conforme pode ser observado na Figura 487 e na Tabela 160, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na cana-de-açúcar e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.7 Água de coco-verde

A Figura 488 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para água de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 161 apresenta as concentrações médias de manganês na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a água de coco-verde.

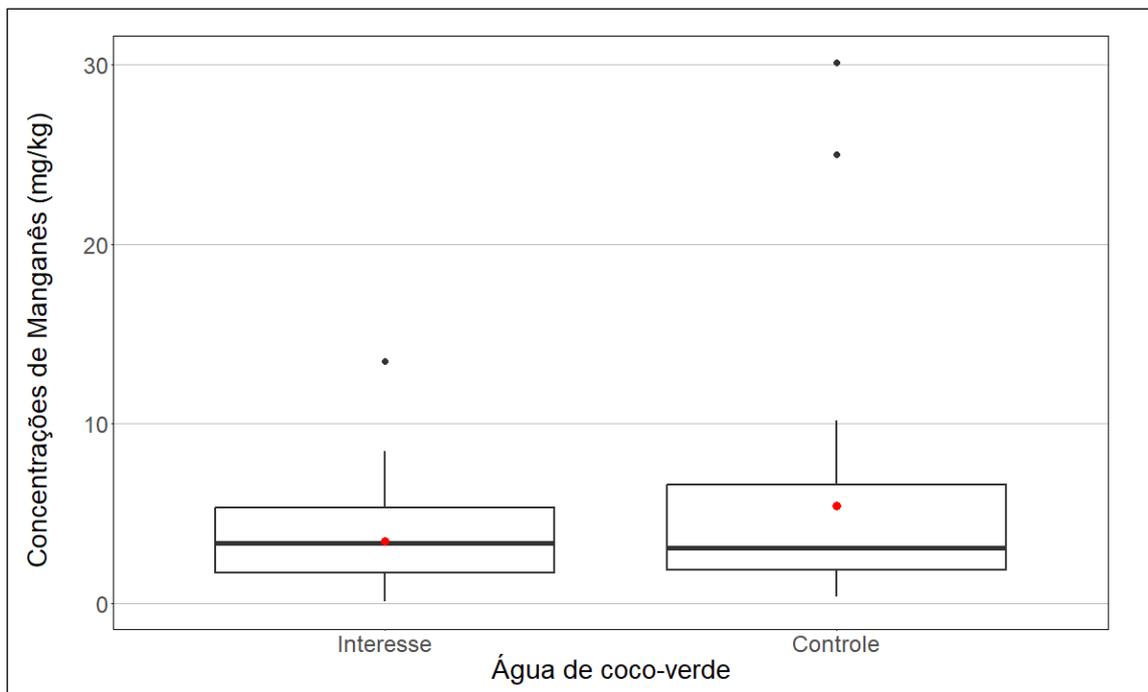


Figura 488. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3,486	5,465	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 161. Resultados das concentrações médias de manganês na água de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a água de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 488 e na Tabela 161, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na água de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.8 Polpa de coco-verde

A Figura 489 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 162 apresenta as concentrações médias de manganês na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a polpa de coco-verde.

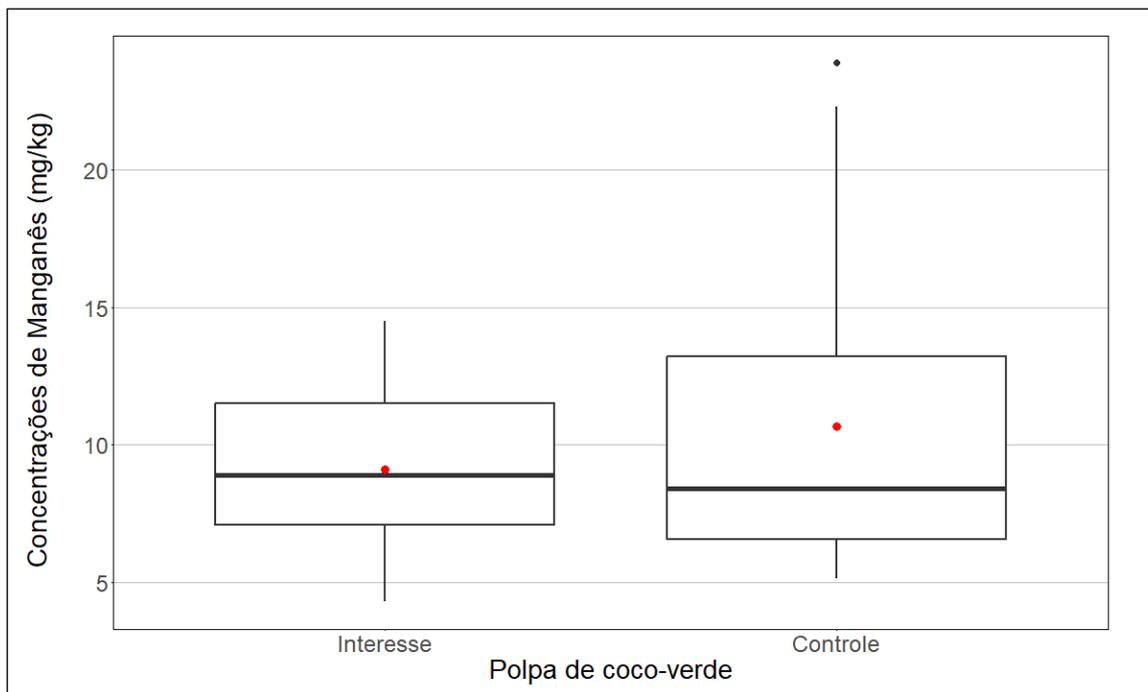


Figura 489. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
9,115	10,663	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 162. Resultados das concentrações médias de manganês na polpa de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a polpa de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 489 e na Tabela 162, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na polpa de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.9 Goiaba

A Figura 490 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para goiaba nas áreas de interesse e controle. A Tabela 163 apresenta as concentrações médias de manganês na goiaba nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a goiaba.

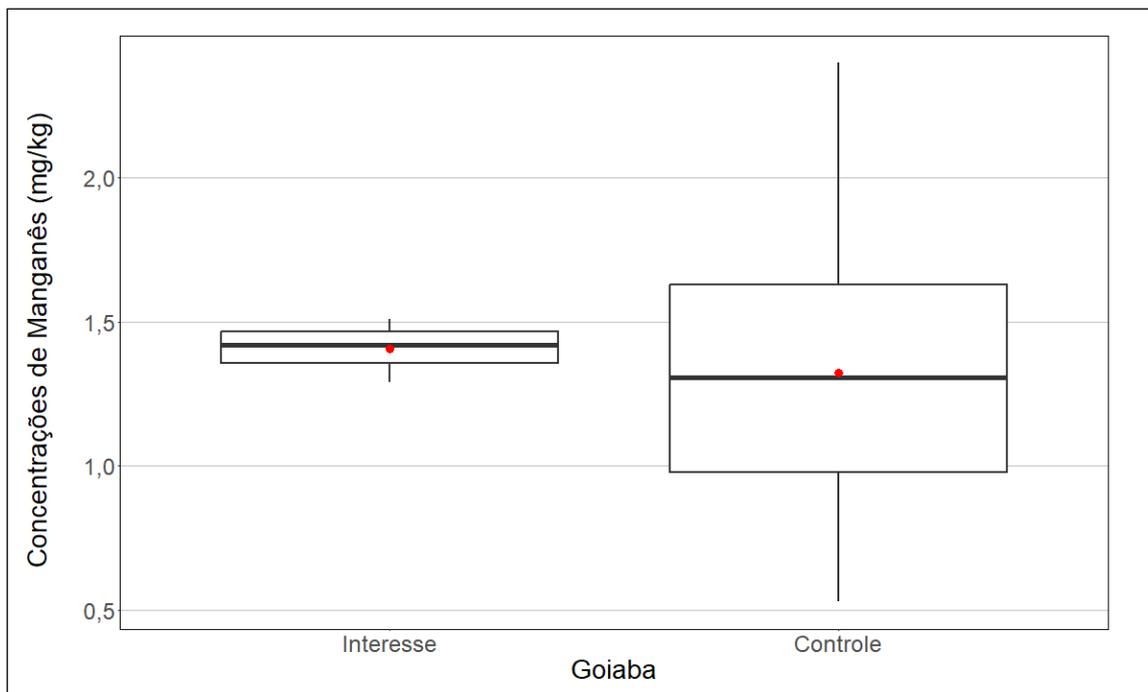


Figura 490. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na goiaba nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,407	1,323	0,521	0,787	0,737

Tabela 163. Resultados das concentrações médias de manganês na goiaba para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a goiaba.

Conforme pode ser observado na Figura 490 e na Tabela 163, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 163). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na goiaba e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.10 Laranja

A Figura 491 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para laranja nas áreas de interesse e controle. A Tabela 164 apresenta as concentrações médias de manganês na laranja nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a laranja.

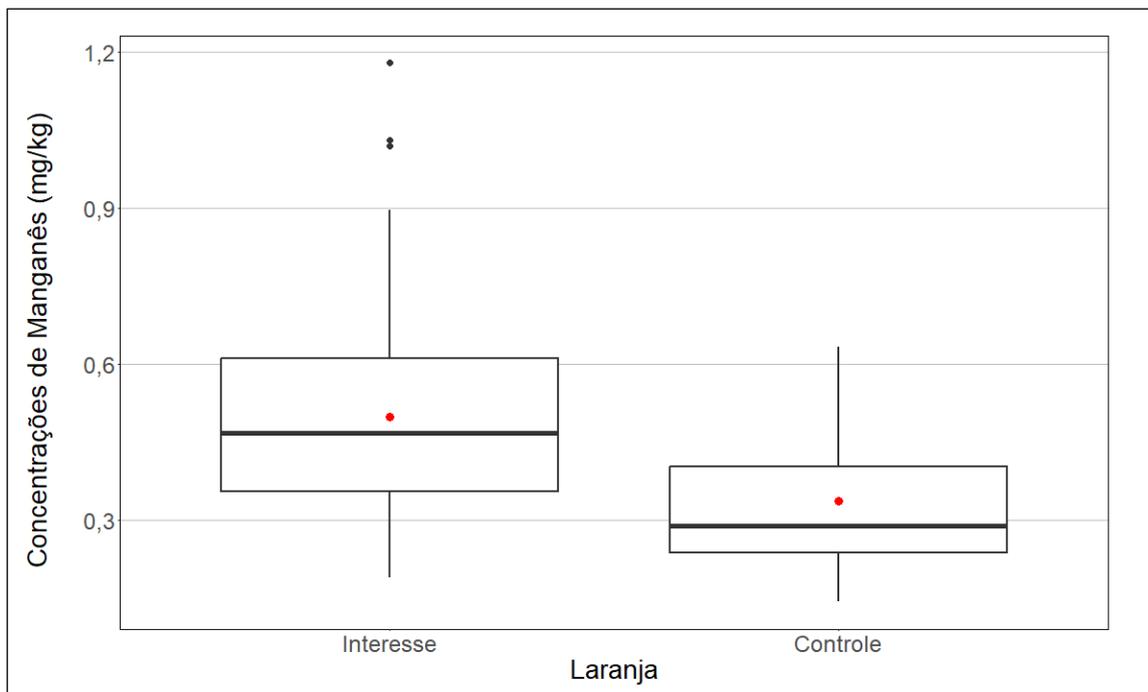


Figura 491. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na laranja nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,498	0,336	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 164. Resultados das concentrações médias de manganês na laranja para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a laranja.

Conforme pode ser observado na Figura 491 e na Tabela 164, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 164). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na laranja e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.11 Limão

A Figura 492 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para limão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 165 apresenta as concentrações médias de manganês no limão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o limão.

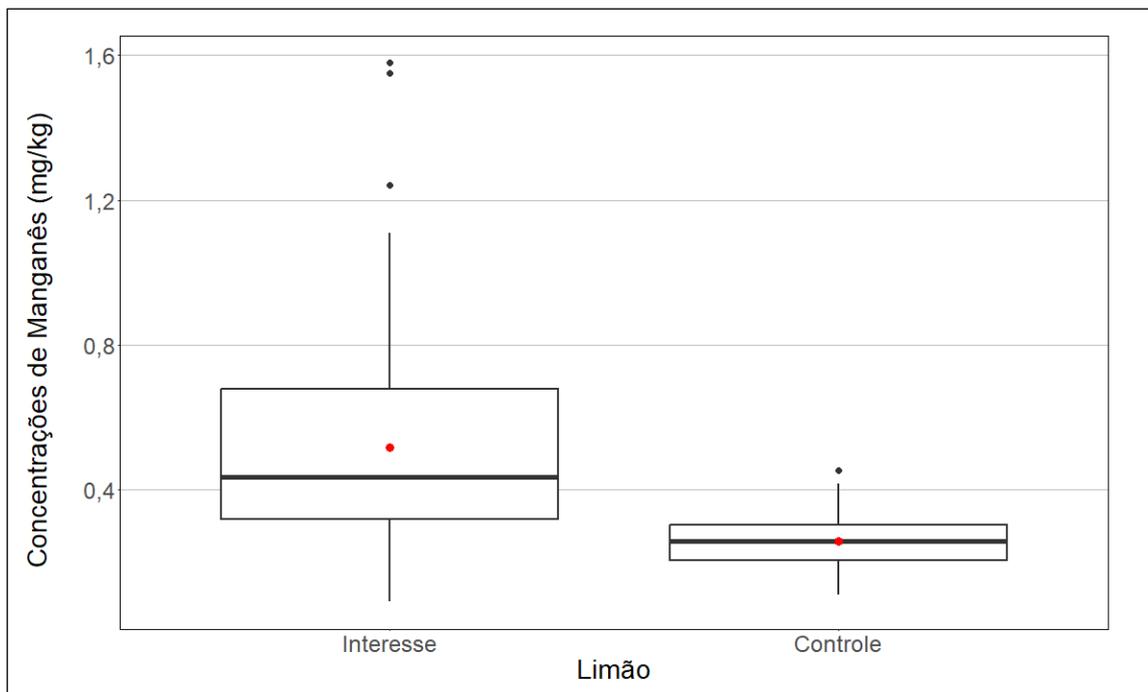


Figura 492. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas em limão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,515	0,256	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 165. Resultados das concentrações médias de manganês no limão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o limão.

Conforme pode ser observado na Figura 492 e na Tabela 165, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 165). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no limão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.12 Mamão

A Figura 493 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para mamão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 166 apresenta as concentrações médias de manganês no mamão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o mamão.

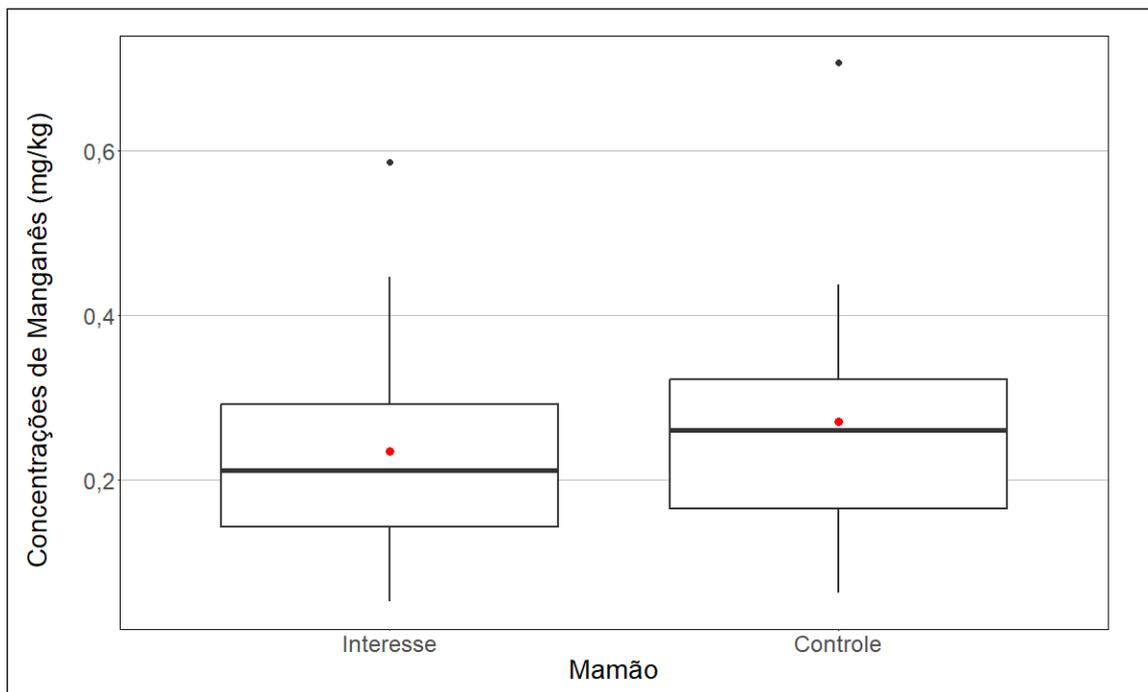


Figura 493. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no mamão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,235	0,271	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 166. Resultados das concentrações médias de manganês no mamão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o mamão.

Conforme pode ser observado na Figura 493 e na Tabela 166, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no mamão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.13 Manga

A Figura 494 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para manga nas áreas de interesse e controle. A Tabela 167 apresenta as concentrações médias de manganês na manga nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a manga.

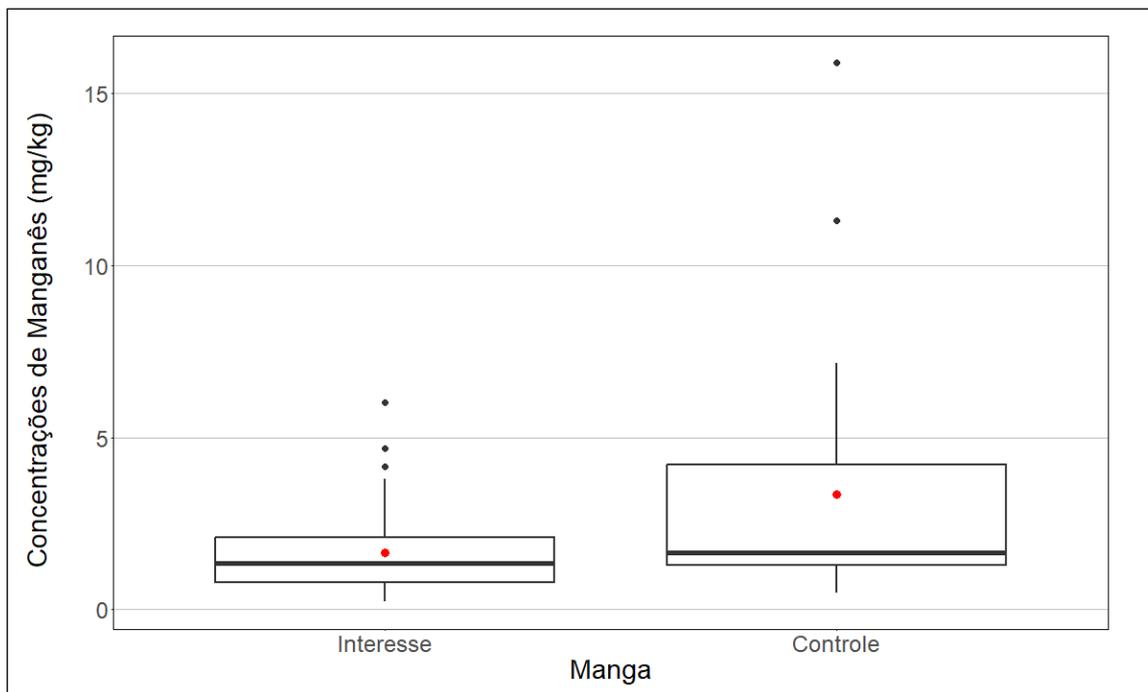


Figura 494. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na manga nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,664	3,339	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 167. Resultados das concentrações médias de manganês na manga para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a manga.

Conforme pode ser observado na Figura 494 e na Tabela 167, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na manga e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.14 Maracujá

A Figura 495 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para maracujá nas áreas de interesse e controle. A Tabela 168 apresenta as concentrações médias de manganês no maracujá nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o maracujá.

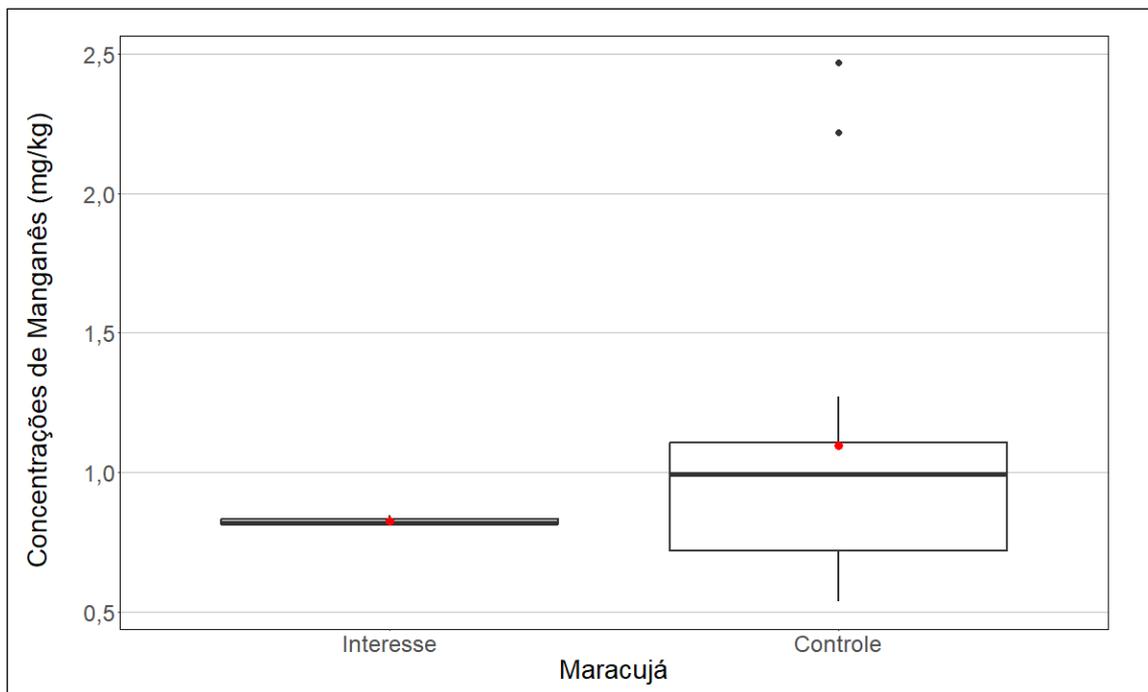


Figura 495. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no maracujá nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,824	1,097	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 168. Resultados das concentrações médias de manganês no maracujá para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o maracujá.

Conforme pode ser observado na Figura 495 e na Tabela 168, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no maracujá e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.1.15 Melancia

A Figura 496 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para melancia nas áreas de interesse e controle. A Tabela 169 apresenta as concentrações médias de manganês na melancia nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a melancia.

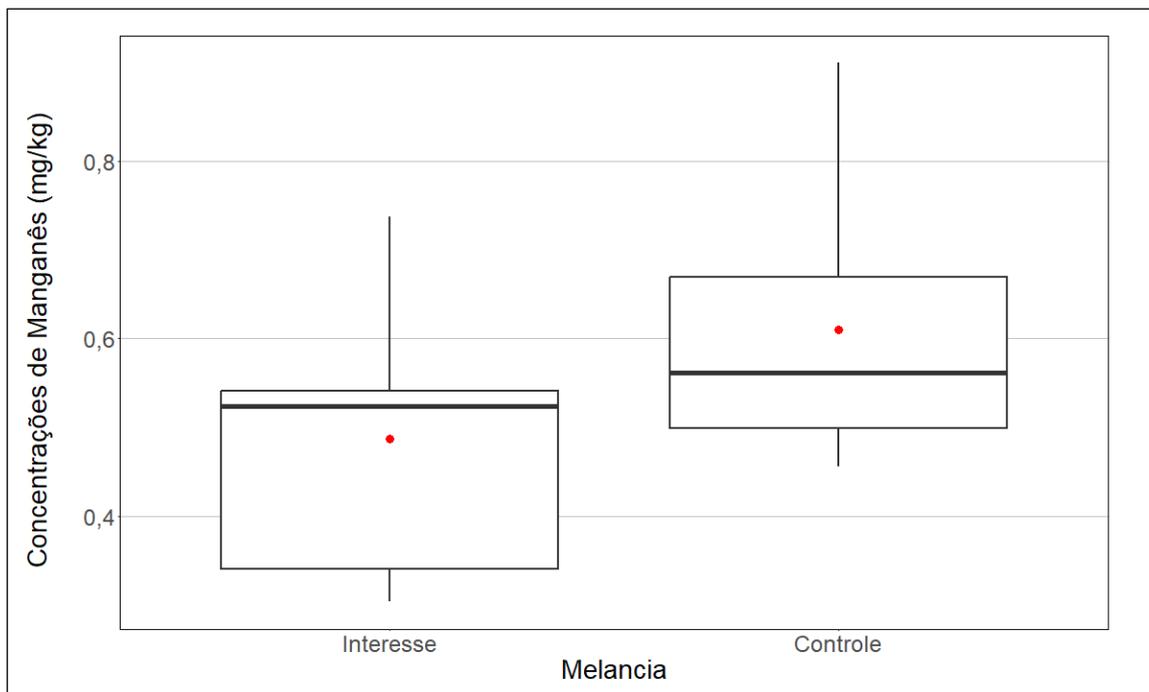


Figura 496. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas na melancia nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,487	0,610	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 169. Resultados das concentrações médias de manganês na melancia para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para a melancia.

Conforme pode ser observado na Figura 496 e na Tabela 169, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas na melancia e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.2 Grupo grãos

10.3.9.2.1 Café

A Figura 497 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 170 apresenta as concentrações médias de manganês no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o café.

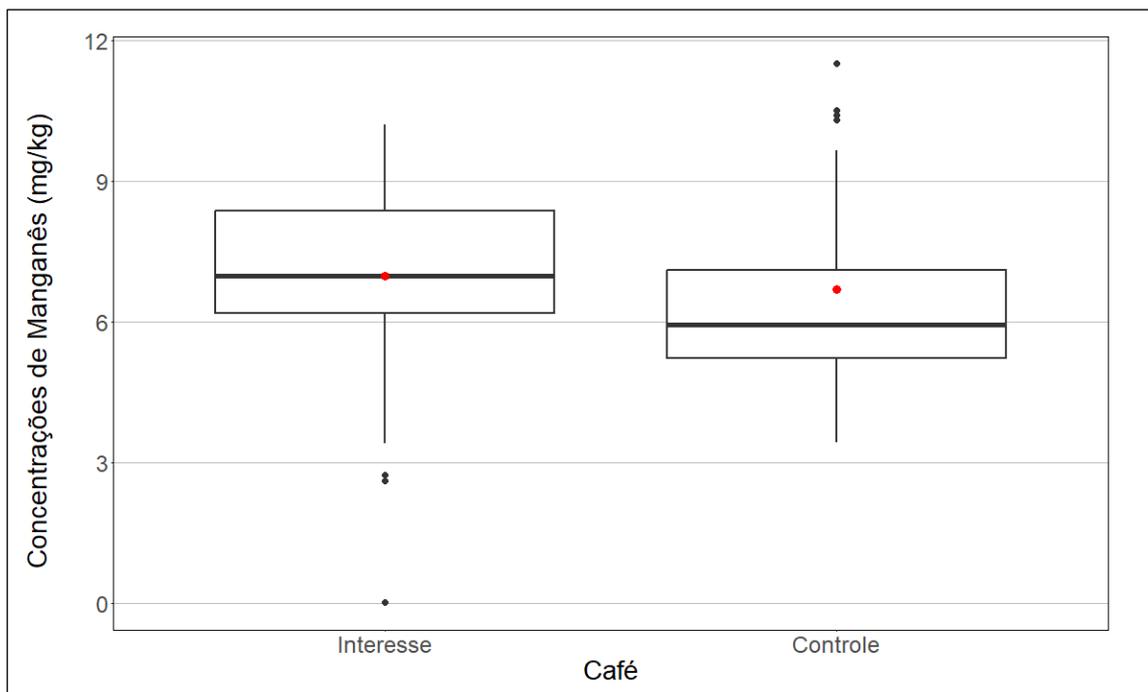


Figura 497. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
6,969	6,684	0,592	0,577	0,078

Tabela 170. Resultados das concentrações médias de manganês no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 497 e na Tabela 170, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Ao aplicar o teste *t de student* e a análise de variância, os resultados indicaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle. Porém, o teste de *Mann-Whitney* apontou diferença significativa entre as médias dessas mesmas áreas (Tabela 170). Logo, os resultados dos três testes não fornecem evidências suficientes para fazer afirmações definitivas sobre a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.2.2 Feijão

A Figura 498 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 171 apresenta as concentrações médias de manganês no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o feijão.

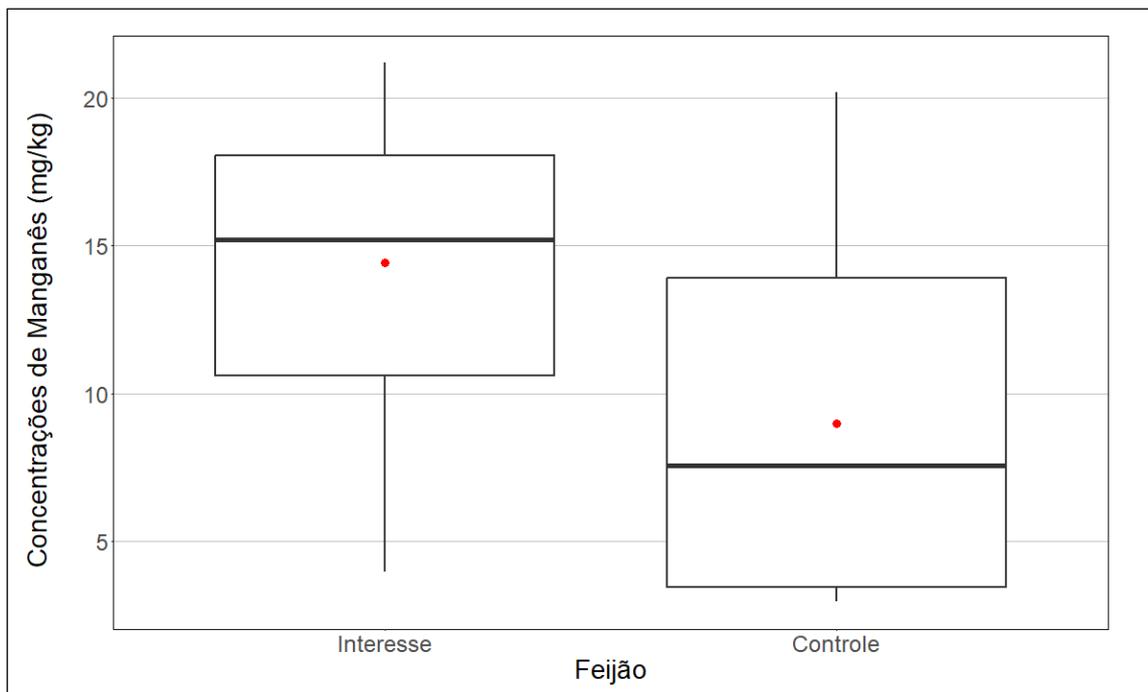


Figura 498. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
14,445	8,975	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 171. Resultados das concentrações médias de manganês no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 498 e na Tabela 171, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 171). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.9.2.3 Milho

A Figura 499 apresenta as distribuições das concentrações de manganês para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 172 apresenta as concentrações médias de manganês no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o milho.

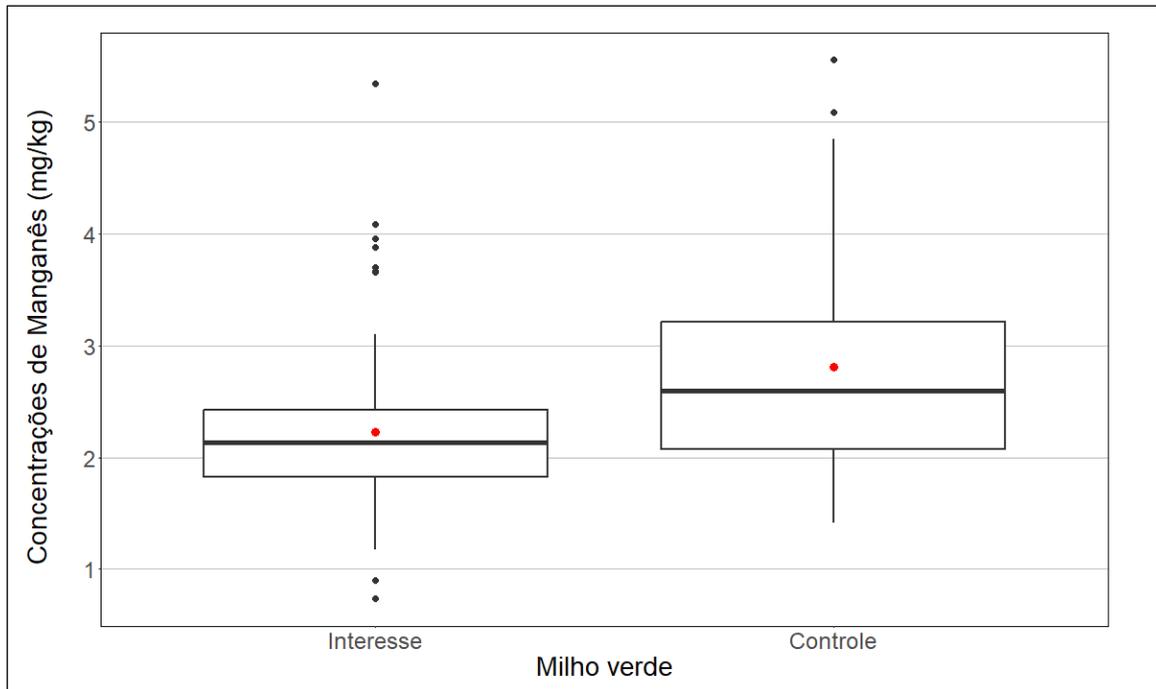


Figura 499. *Boxplot* da distribuição das concentrações de manganês verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,225	2,808	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 172. Resultados das concentrações médias de manganês no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do manganês para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 499 e na Tabela 172, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de manganês encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.10 Metilmercúrio

10.3.10.1 Grupo frutas

10.3.10.1.1 Banana

A Figura 500 apresenta as distribuições das concentrações de metilmercúrio para banana nas áreas de interesse e controle. A Tabela 173 apresenta as concentrações médias de metilmercúrio na banana nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do metilmercúrio para a banana.

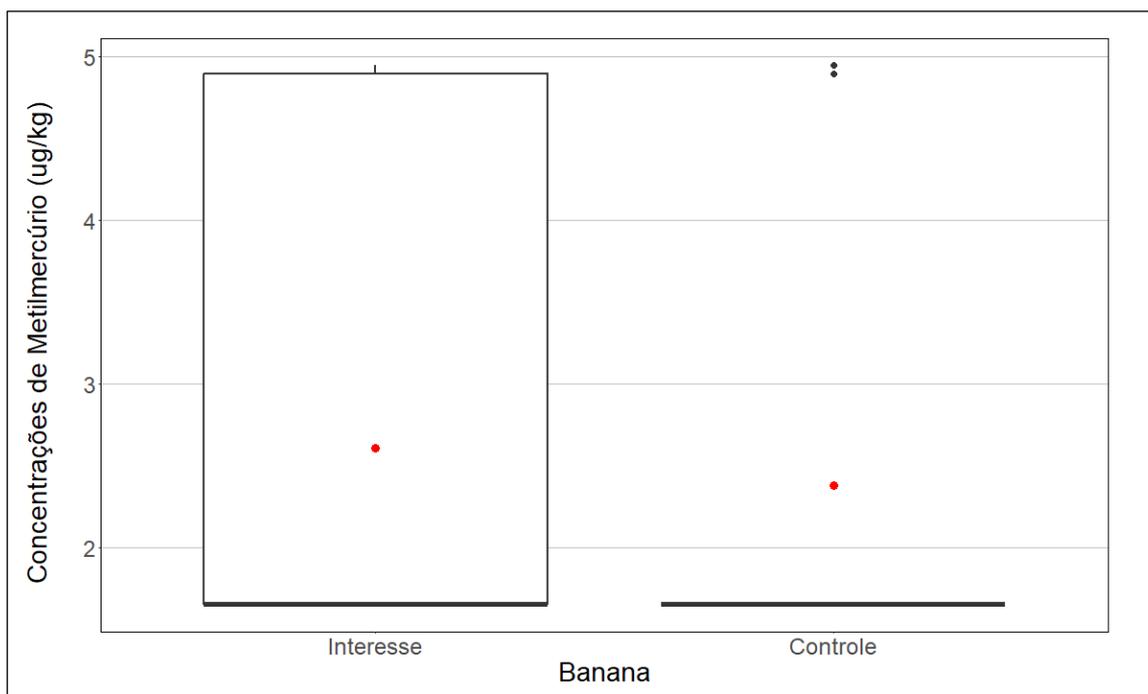


Figura 500. *Boxplot* da distribuição das concentrações de metilmercúrio verificadas na banana nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,608	2,378	0,693	0,698	0,799

Tabela 173. Resultados das concentrações médias de metilmercúrio na banana para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do metilmercúrio para a banana.

Conforme pode ser observado na Figura 500 e na Tabela 173, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 173). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de metilmercúrio encontradas na banana e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.10.2 Leite

10.3.10.2.1 Leite de vaca

A Figura 501 apresenta as distribuições das concentrações de metilmercúrio para leite de vaca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 174 apresenta as concentrações médias de metilmercúrio no leite de vaca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do metilmercúrio para o leite de vaca.

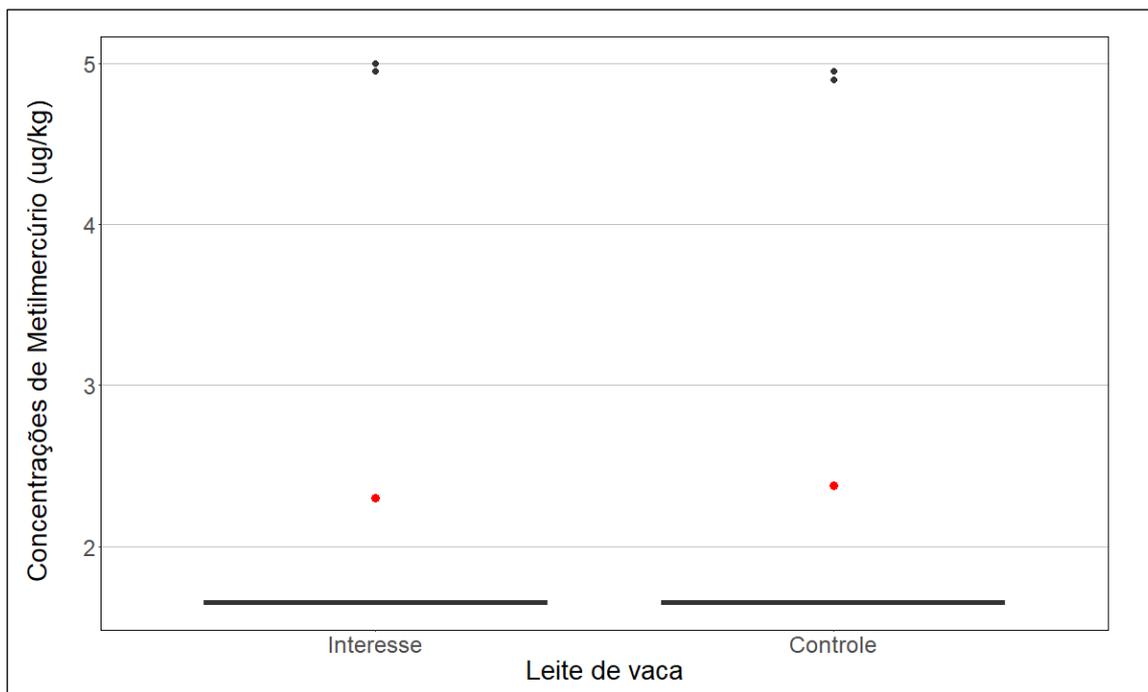


Figura 501. *Boxplot* da distribuição das concentrações de metilmercúrio verificadas no leite de vaca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,300	2,378	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 174. Resultados das concentrações médias de metilmercúrio no leite de vaca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do metilmercúrio para o leite de vaca.

Conforme pode ser observado na Figura 501 e na Tabela 174, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de metilmercúrio encontradas no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.11 Níquel

10.3.11.1 Grupo grãos

10.3.11.1.1 Café

A Figura 502 apresenta as distribuições das concentrações de níquel para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 175 apresenta as concentrações médias de níquel no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do níquel para o café.

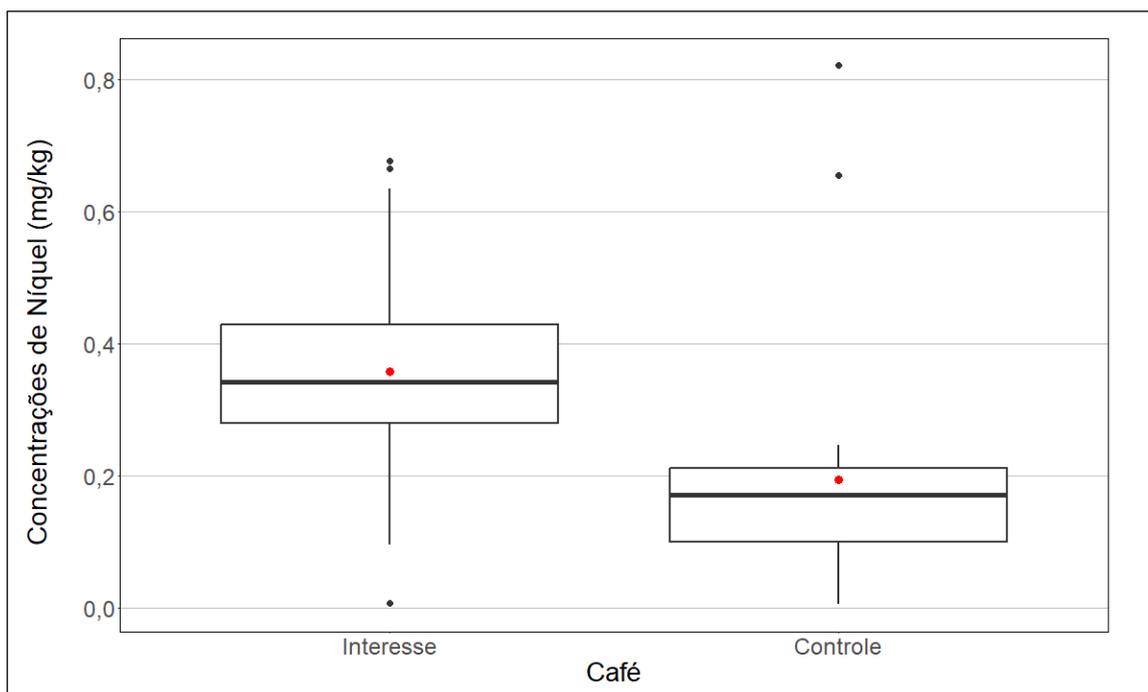


Figura 502. *Boxplot* da distribuição das concentrações de níquel verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,358	0,194	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 175. Resultados das concentrações médias de níquel no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do níquel para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 502 e na Tabela 175, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 175). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de níquel encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.11.1.2 Feijão

A Figura 503 apresenta as distribuições das concentrações de níquel para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 176 apresenta as concentrações médias de níquel no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do níquel para o feijão.

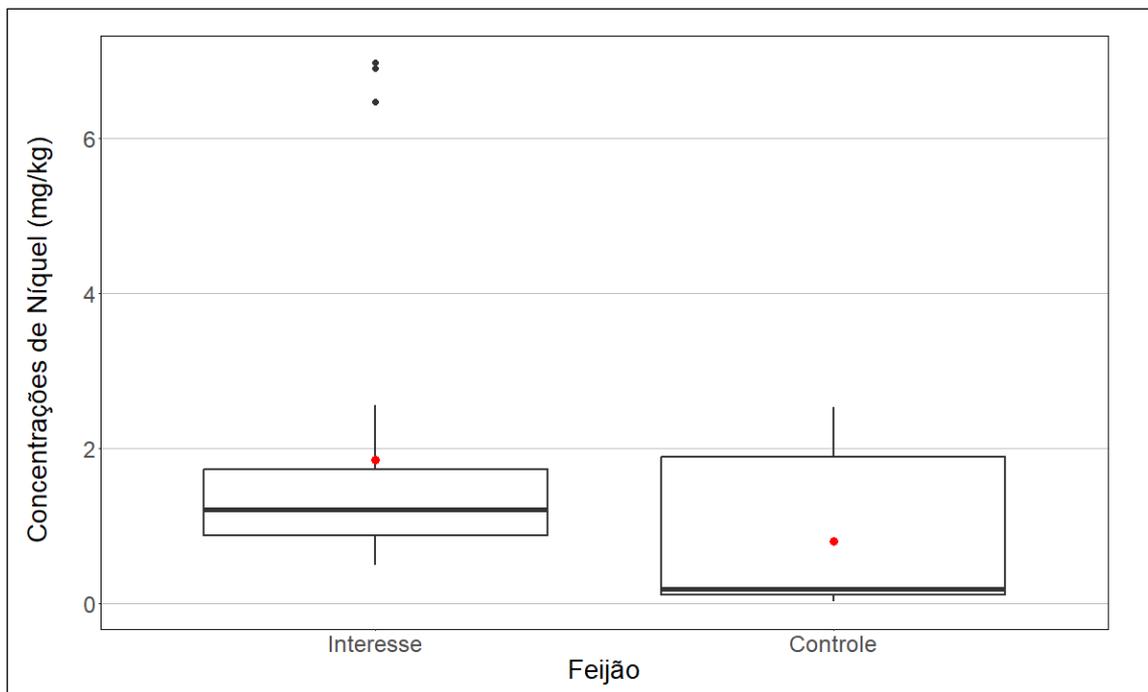


Figura 503. *Boxplot* da distribuição das concentrações de níquel verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,850	0,800	0,011	0,011	0,004

Tabela 176. Resultados das concentrações médias de níquel no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do níquel para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 503 e na Tabela 176, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 176). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de níquel encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.11.1.3 Milho

A Figura 504 apresenta as distribuições das concentrações de níquel para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 177 apresenta as concentrações médias de níquel no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do níquel para o milho.

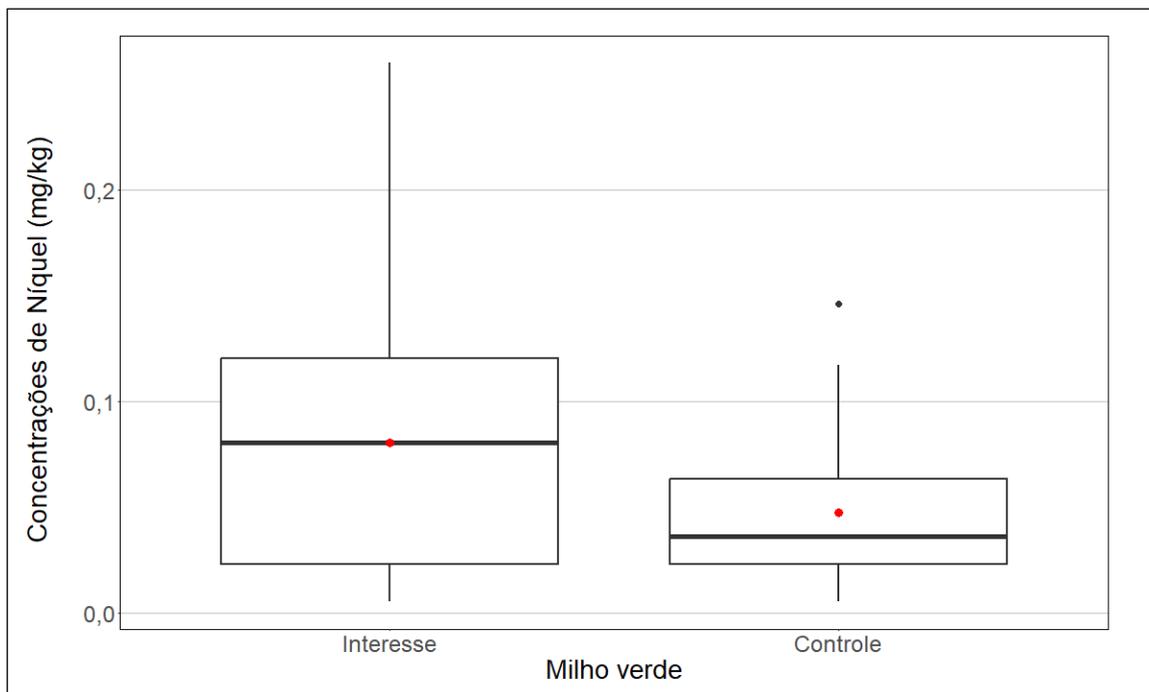


Figura 504. *Boxplot* da distribuição das concentrações de níquel verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
0,081	0,047	< 0,001	0,002	0,005

Tabela 177. Resultados das concentrações médias de níquel no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do níquel para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 504 e na Tabela 177, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 177). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de níquel encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.12 PCBs

10.3.12.1 Grupo carnes

10.3.12.1.1 Carne de boi

A Figura 505 apresenta as distribuições das concentrações de PCB para carne de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 178 apresenta as concentrações médias de PCB na carne de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do PCB para a carne de boi.

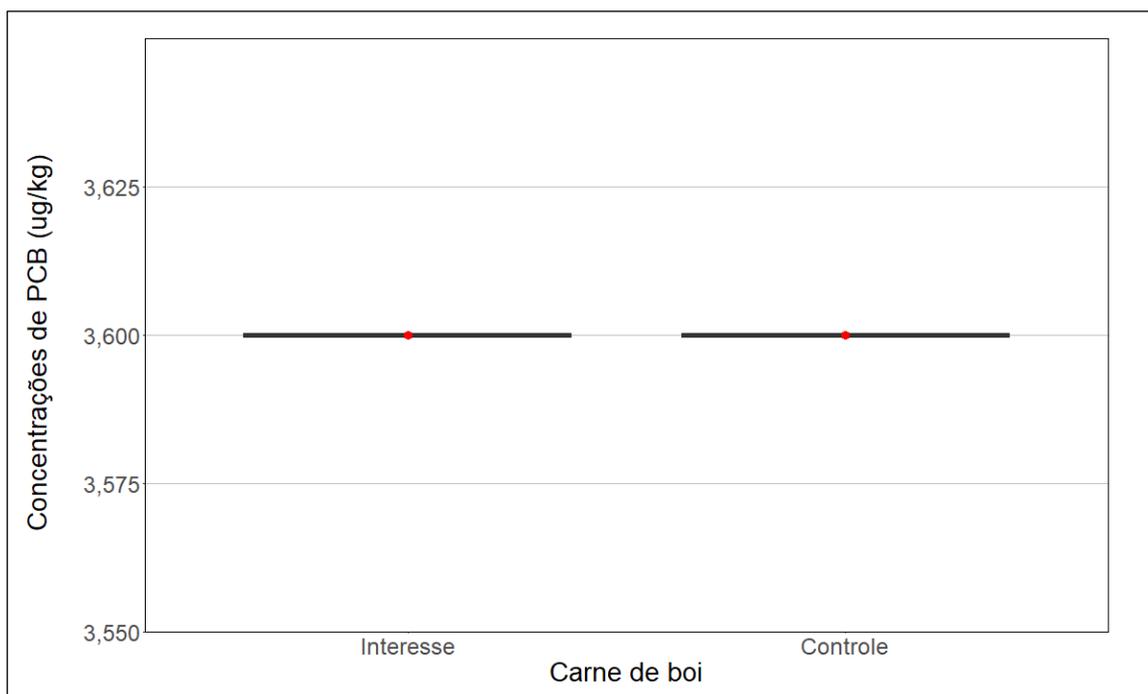


Figura 505. *Boxplot* da distribuição das concentrações de PCB verificadas na carne de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3,600	3,600	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 178. Resultados das concentrações médias de PCB na carne de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do PCB para a carne de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 505 e na Tabela 178, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de PCB encontradas na carne de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.12.1.2 Carne de galinha

A Figura 506 apresenta as distribuições das concentrações de PCB para carne de galinha nas áreas de interesse e controle. A Tabela 179 apresenta as concentrações médias de PCB na carne de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do PCB para a carne de galinha.

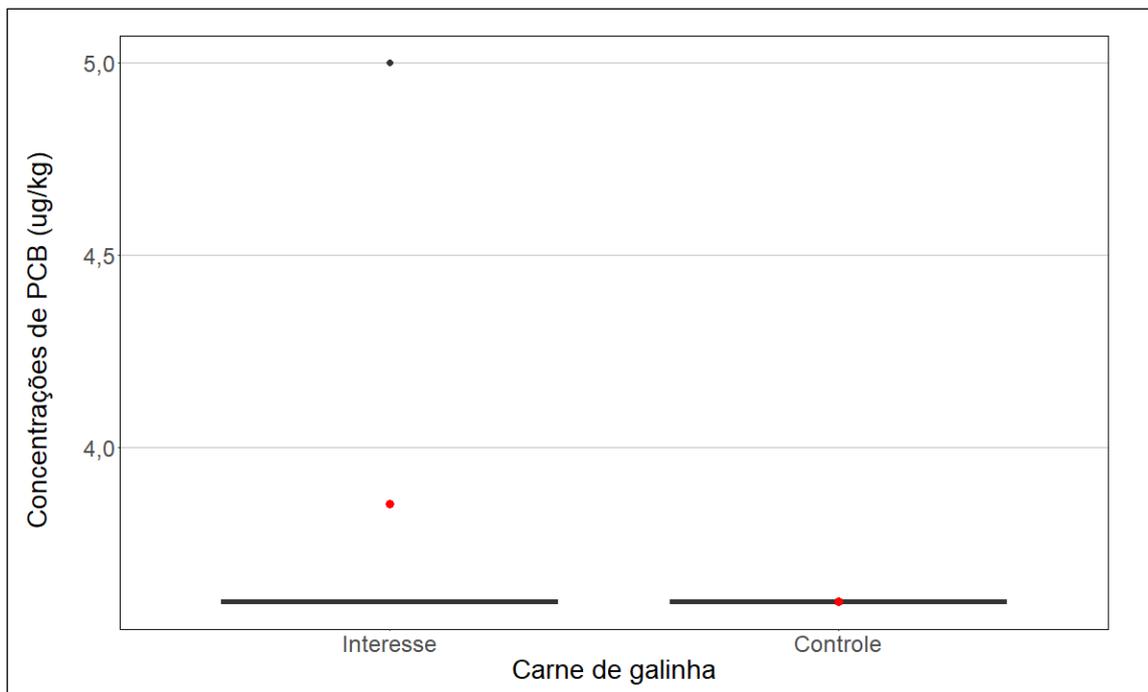


Figura 506. *Boxplot* da distribuição das concentrações de PCB verificadas na carne de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3,855	3,600	0,167	0,341	0,542

Tabela 179. Resultados das concentrações médias de PCB na carne de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do PCB para a carne de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 506 e na Tabela 179, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 179). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência denexo de causalidade entre as concentrações de PCB encontradas na carne de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.12.1.3 Carne de porco

A Figura 507 apresenta as distribuições das concentrações de PCB para carne de porco nas áreas de interesse e controle. A Tabela 180 apresenta as concentrações médias de PCB na carne de porco nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do PCB para a carne de porco.

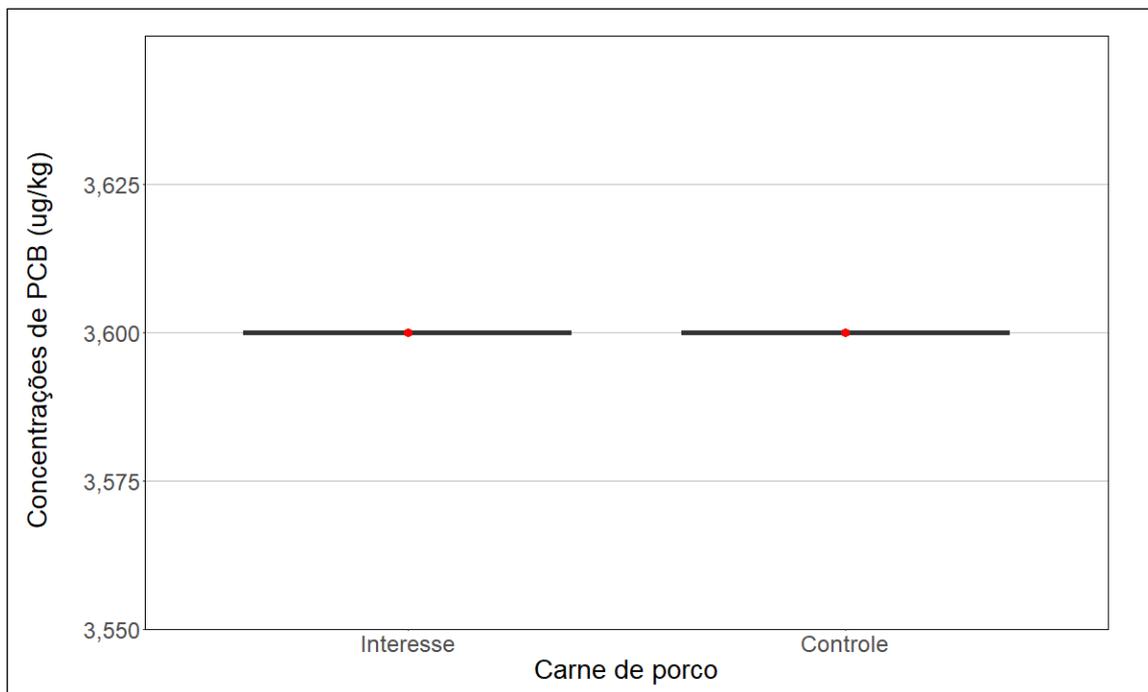


Figura 507. *Boxplot* da distribuição das concentrações de PCB verificadas na carne de porco nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3,600	3,600	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 180. Resultados das concentrações médias de PCB na carne de porco para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do PCB para a carne de porco.

Conforme pode ser observado na Figura 507 e na Tabela 180, as concentrações médias das áreas de interesse e controle são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de PCB encontradas na carne de porco e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13 Potássio

10.3.13.1 Grupo frutas

10.3.13.1.1 Abacate

A Figura 508 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para abacate nas áreas de interesse e controle. A Tabela 181 apresenta as concentrações médias de potássio no abacate nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o abacate.

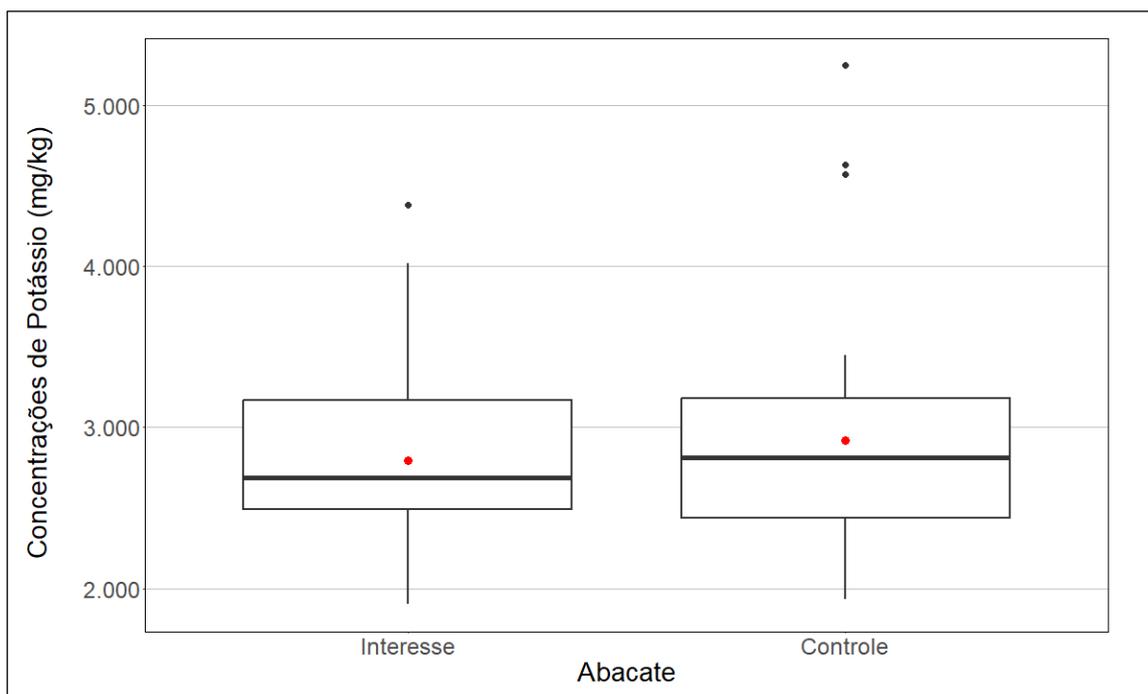


Figura 508. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no abacate nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2.794,615	2.919,259	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 181. Resultados das concentrações médias de potássio no abacate para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o abacate.

Conforme pode ser observado na Figura 508 e na Tabela 181, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no abacate e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.2 Abacaxi

A Figura 509 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para abacaxi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 182 apresenta as concentrações médias de potássio no abacaxi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o abacaxi.

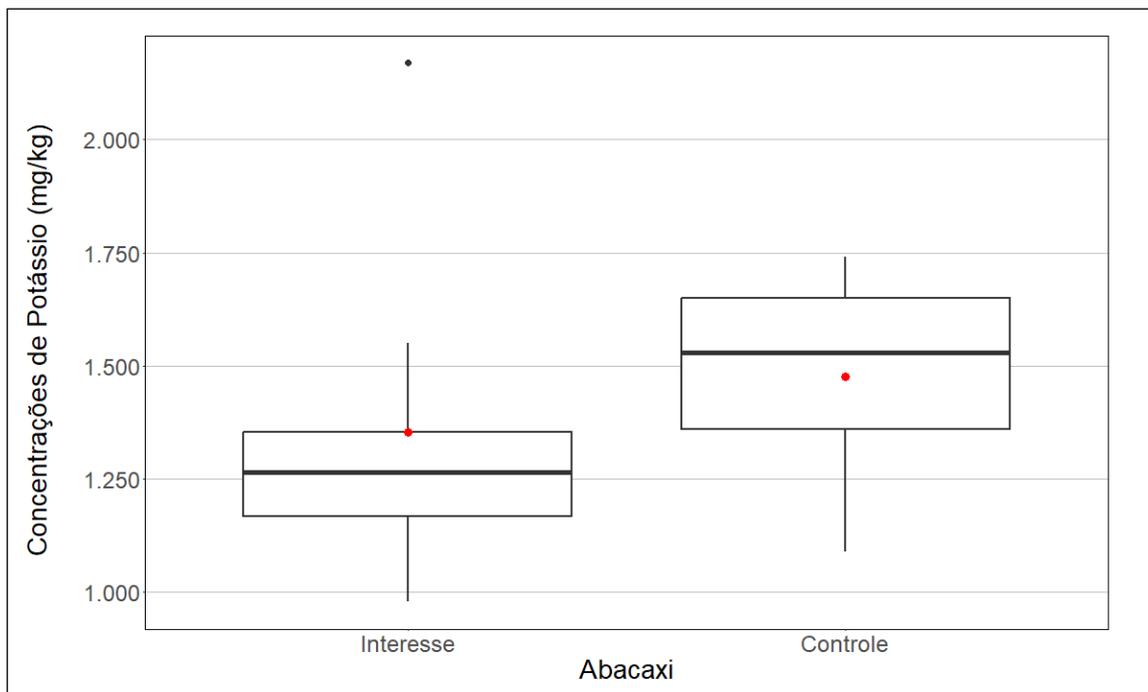


Figura 509. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no abacaxi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.354,250	1.476,154	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 182. Resultados das concentrações médias de potássio no abacaxi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o abacaxi.

Conforme pode ser observado na Figura 509 e na Tabela 182, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no abacaxi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.3 Acerola

A Figura 510 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para acerola nas áreas de interesse e controle. A Tabela 183 apresenta as concentrações médias de potássio na acerola nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a acerola.

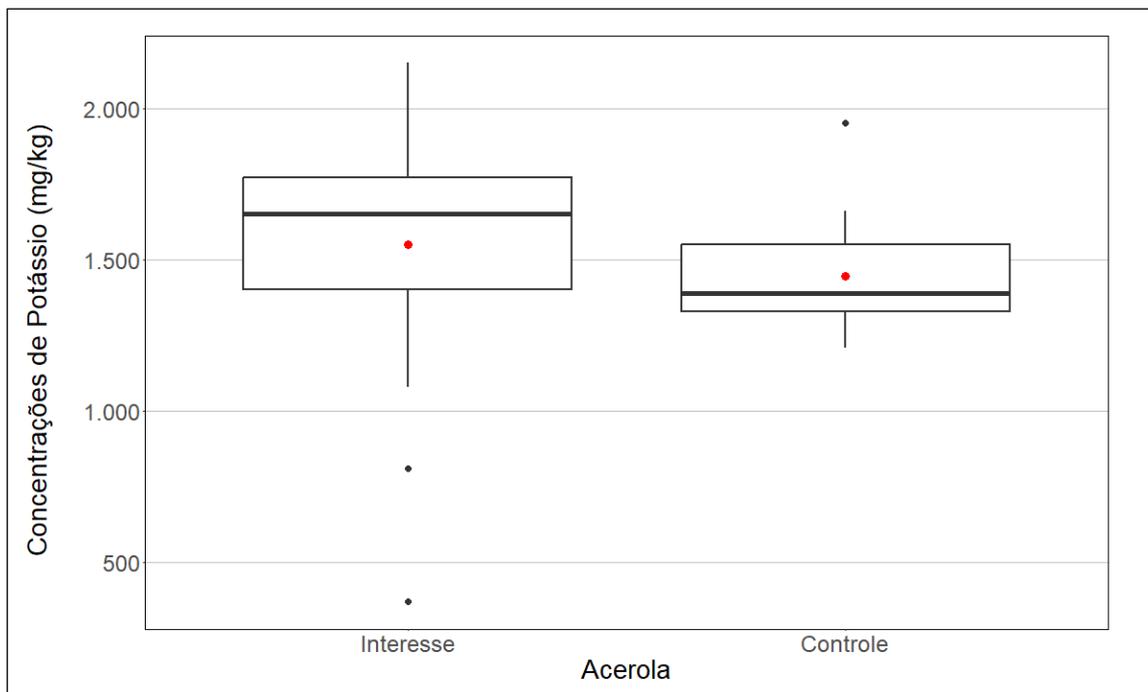


Figura 510. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na acerola nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.549,143	1.446,957	0,298	0,279	0,028

Tabela 183. Resultados das concentrações médias de potássio na acerola para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a acerola.

Conforme pode ser observado na Figura 510 e na Tabela 183, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Ao aplicar o teste *t de student* e a análise de variância, os resultados indicaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle. Porém, o teste de *Mann-Whitney* apontou diferença significativa entre as médias dessas mesmas áreas (Tabela 183). Logo, os resultados dos três testes não fornecem evidências suficientes para fazer afirmações definitivas sobre a hipótese nula de que as médias são iguais. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na acerola e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.4 Banana

A Figura 511 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para banana nas áreas de interesse e controle. A Tabela 184 apresenta as concentrações médias de potássio na banana nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a banana.

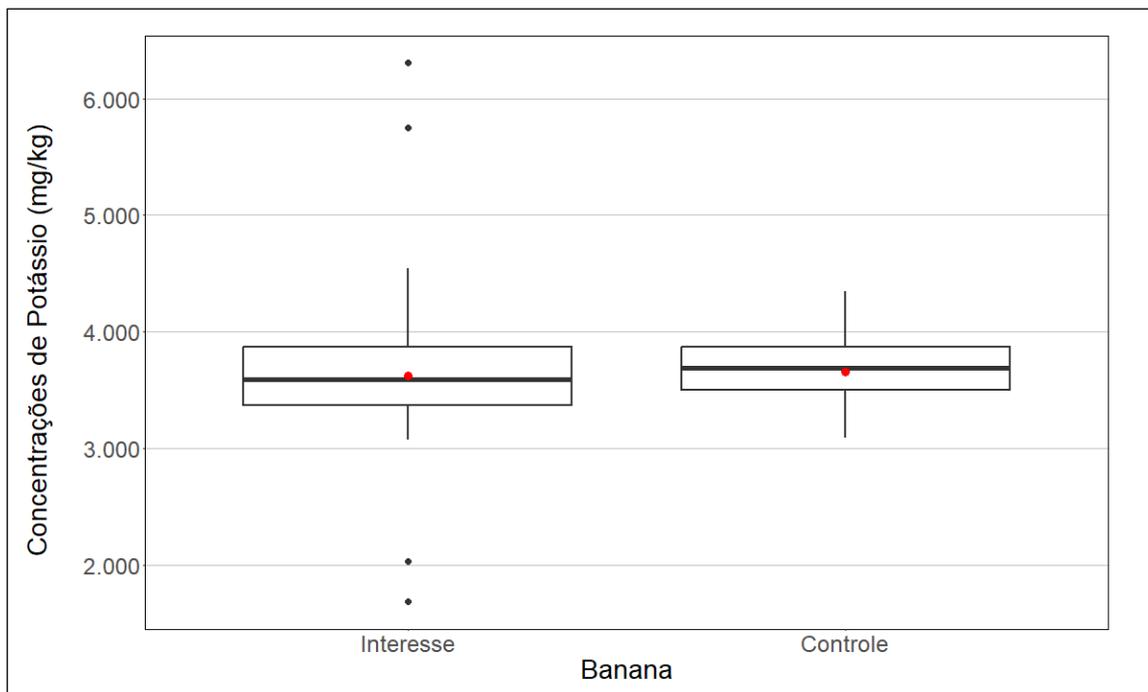


Figura 511. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na banana nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3.627,239	3.659,778	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 184. Resultados das concentrações médias de potássio na banana para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a banana.

Conforme pode ser observado na Figura 511 e na Tabela 184, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na banana e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.5 Cacau

A Figura 512 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para cacau nas áreas de interesse e controle. A Tabela 185 apresenta as concentrações médias de potássio no cacau nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o cacau.

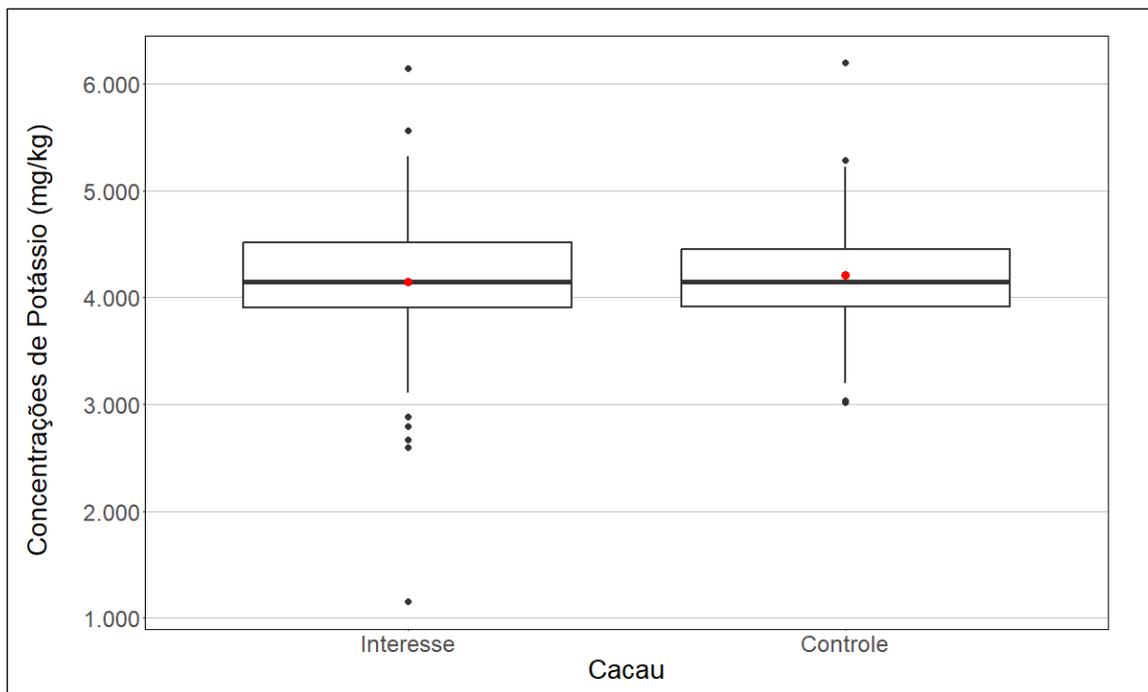


Figura 512. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no cacau nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4.148,333	4.210,833	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 185. Resultados das concentrações médias de potássio no cacau para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o cacau.

Conforme pode ser observado na Figura 512 e na Tabela 185, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no cacau e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.6 Cana-de-açúcar

A Figura 513 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle. A Tabela 186 apresenta as concentrações médias de potássio na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a cana-de-açúcar.

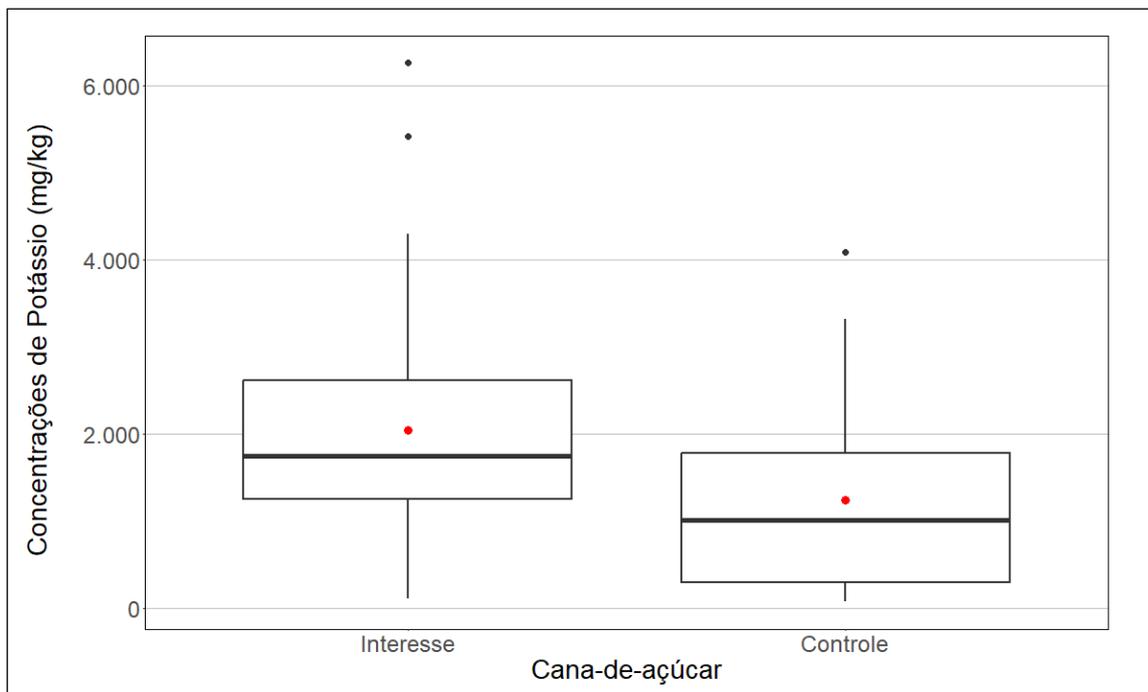


Figura 513. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na cana-de-açúcar nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2.041,250	1.247,478	0,016	0,018	0,009

Tabela 186. Resultados das concentrações médias de potássio na cana-de-açúcar para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para cana-de-açúcar.

Conforme pode ser observado na Figura 513 e na Tabela 186, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 186). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na cana-de-açúcar e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.7 Água de coco-verde

A Figura 514 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para água de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 187 apresenta as concentrações médias de potássio na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a água de coco-verde.

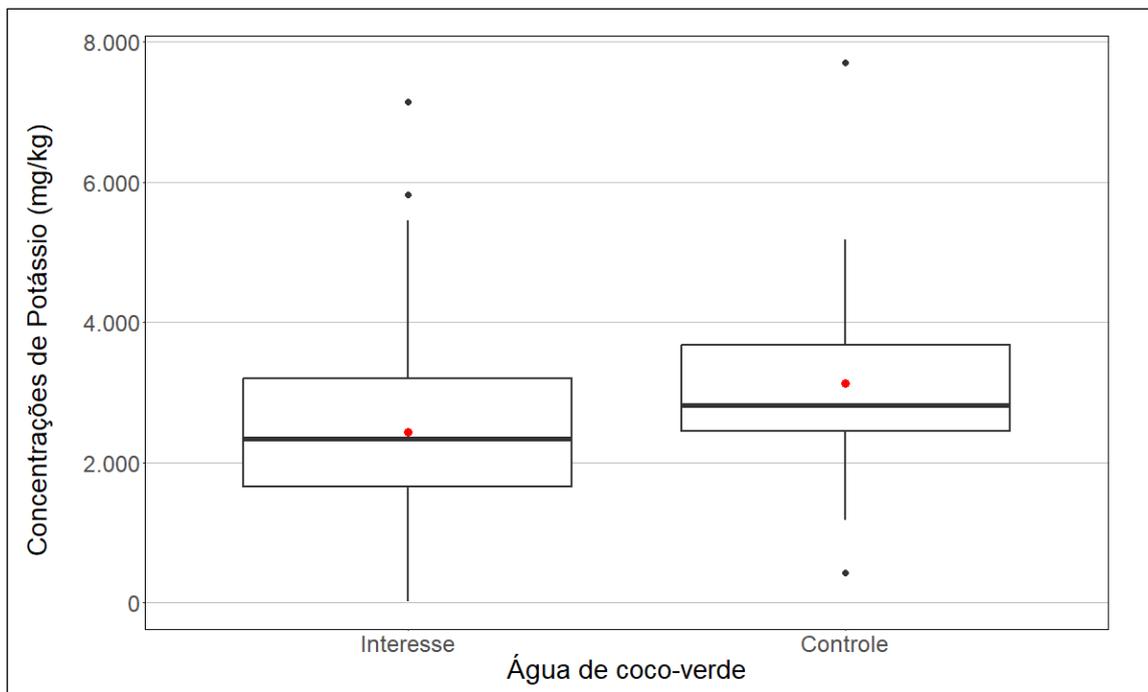


Figura 514. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na água de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2.426,488	3.129,719	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 187. Resultados das concentrações médias de potássio na água de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a água de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 514 e na Tabela 187, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na água de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.8 Polpa de coco-verde

A Figura 515 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle. A Tabela 188 apresenta as concentrações médias de potássio na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a polpa de coco-verde.

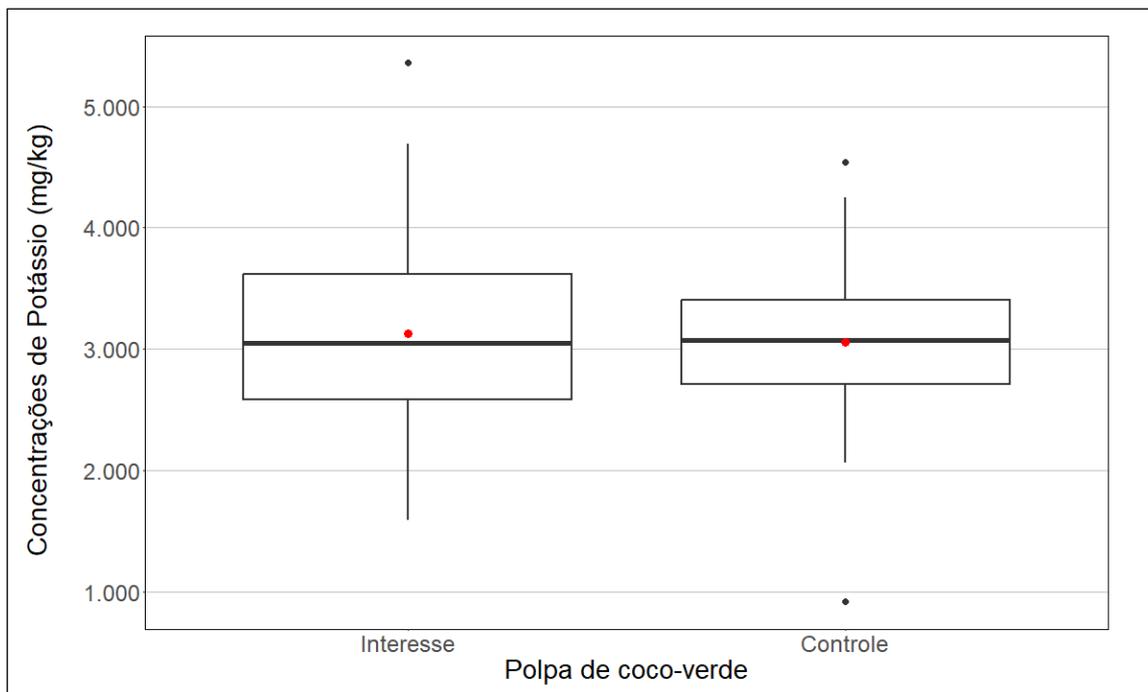


Figura 515. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na polpa de coco-verde nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3.123,906	3.058,194	0,676	0,678	0,902

Tabela 188. Resultados das concentrações médias de potássio na polpa de coco-verde para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a polpa de coco-verde.

Conforme pode ser observado na Figura 515 e na Tabela 188, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 188). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na polpa de coco-verde e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.9 Goiaba

A Figura 516 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para goiaba nas áreas de interesse e controle. A Tabela 189 apresenta as concentrações médias de potássio na goiaba nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a goiaba.

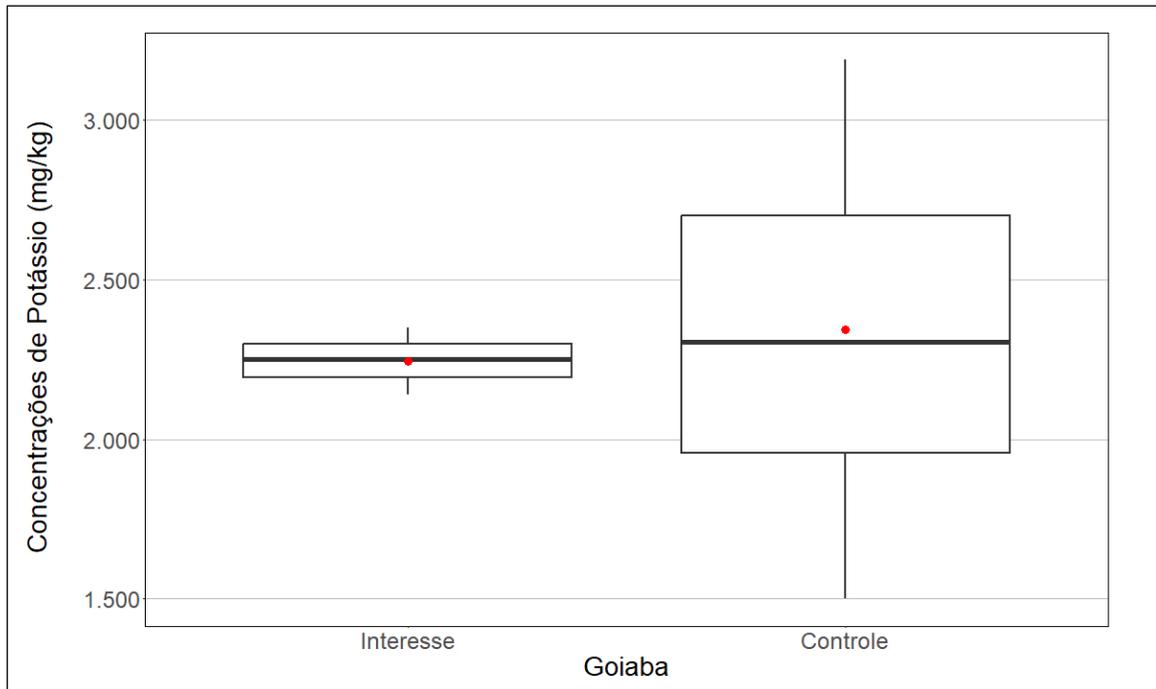


Figura 516. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na goiaba nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2.246,667	2.344,091	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 189. Resultados das concentrações médias de potássio na goiaba para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a goiaba.

Conforme pode ser observado na Figura 516 e na Tabela 189, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na goiaba e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.10 Laranja

A Figura 517 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para laranja nas áreas de interesse e controle. A Tabela 190 apresenta as concentrações médias de potássio na laranja nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a laranja.

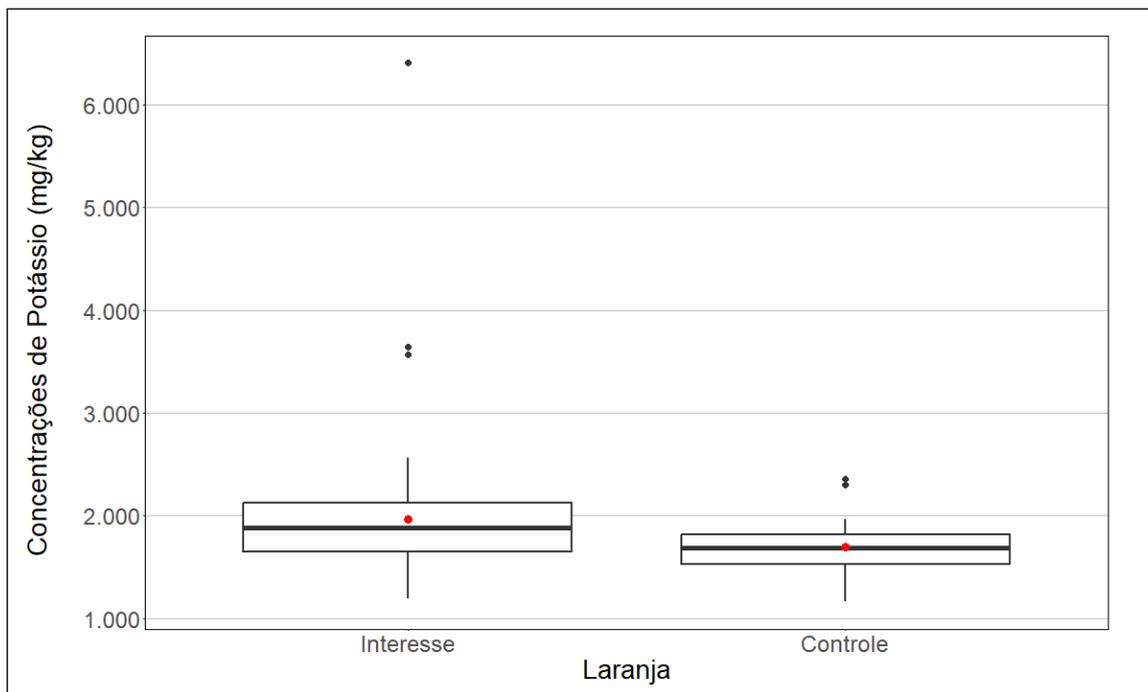


Figura 517. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na laranja nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.967,625	1.693,939	0,002	0,021	0,003

Tabela 190. Resultados das concentrações médias de potássio na laranja para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a laranja.

Conforme pode ser observado na Figura 517 e na Tabela 190, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 190). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na laranja e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.11 Limão

A Figura 518 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para limão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 191 apresenta as concentrações médias de potássio no limão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o limão.

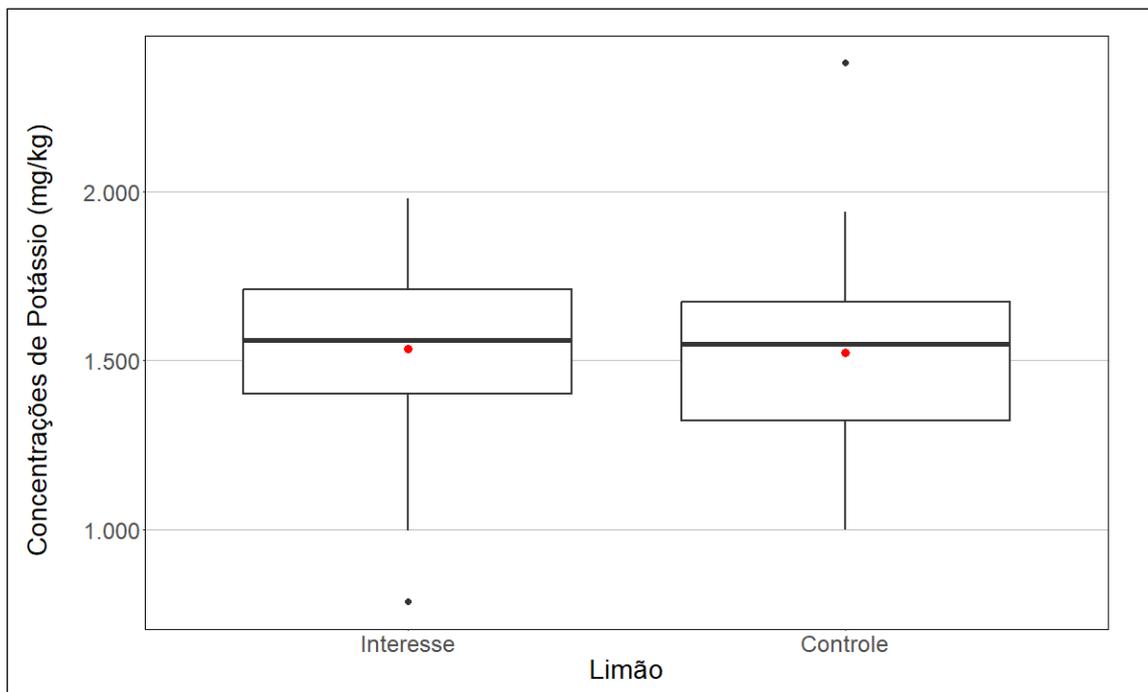


Figura 518. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no limão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.536,455	1.525,250	0,829	0,824	0,531

Tabela 191. Resultados das concentrações médias de potássio no limão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o limão.

Conforme pode ser observado na Figura 518 e na Tabela 191, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 191). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no limão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.12 Mamão

A Figura 519 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para mamão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 192 apresenta as concentrações médias de potássio no mamão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o mamão.

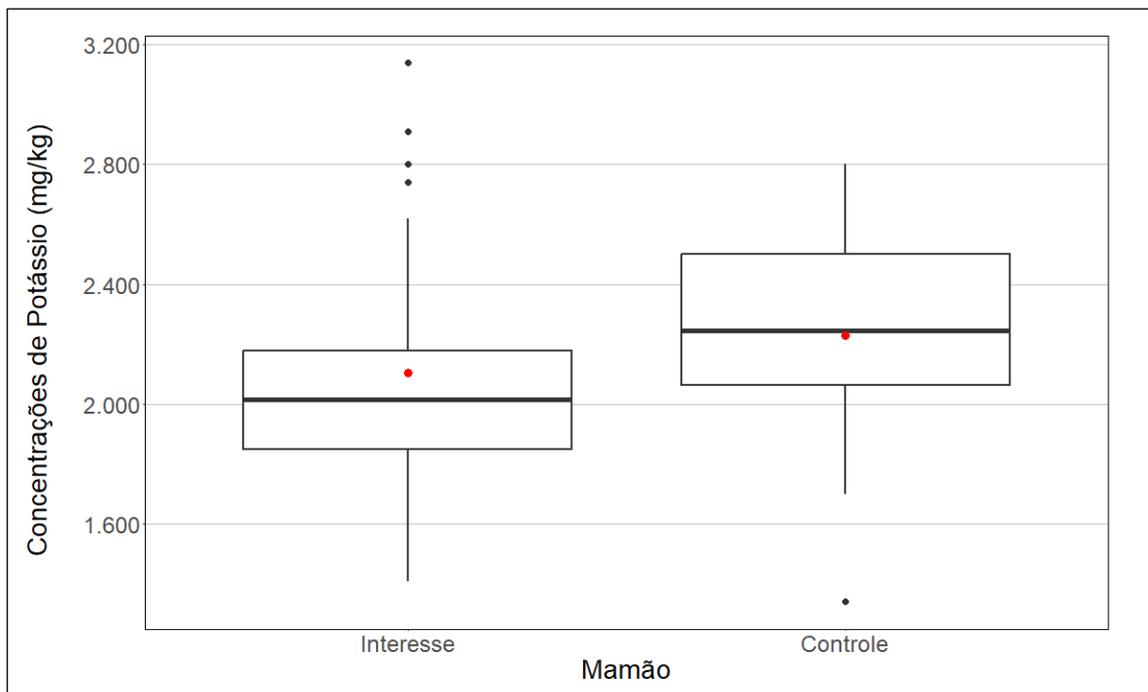


Figura 519. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no mamão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2.104,000	2.228,889	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 192. Resultados das concentrações médias de potássio no mamão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o mamão.

Conforme pode ser observado na Figura 519 e na Tabela 192, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no mamão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.13 Manga

A Figura 520 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para manga nas áreas de interesse e controle. A Tabela 193 apresenta as concentrações médias de potássio na manga nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a manga.

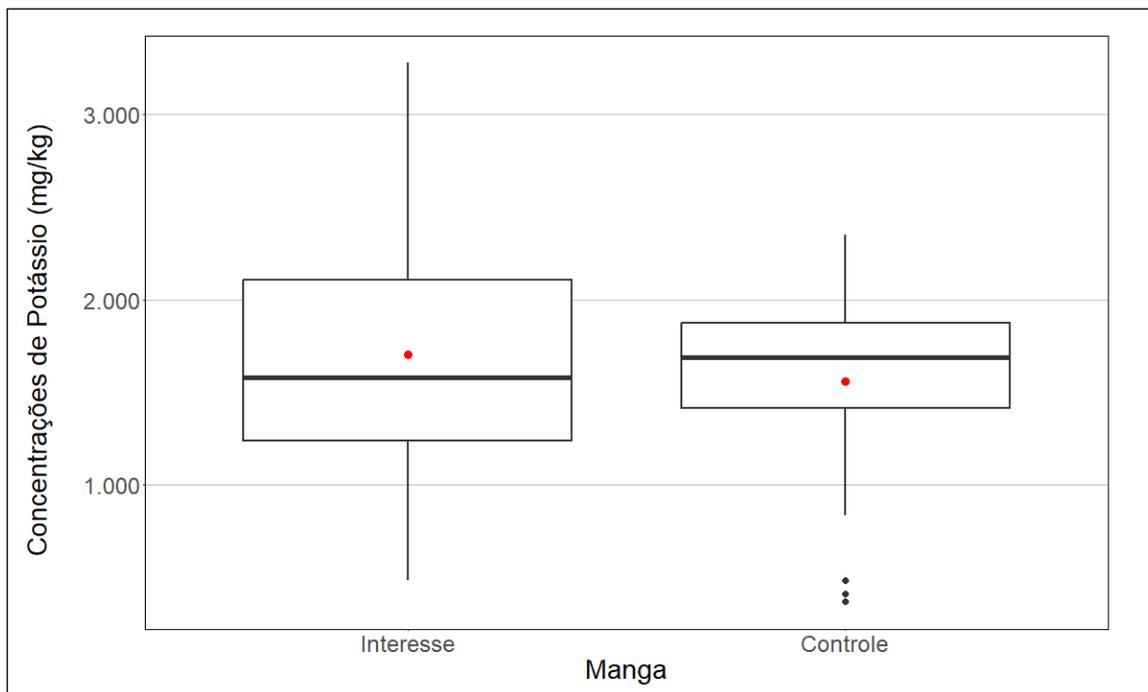


Figura 520. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na manga nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.703,300	1.557,000	0,317	0,338	0,805

Tabela 193. Resultados das concentrações médias de potássio na manga para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a manga.

Conforme pode ser observado na Figura 520 e na Tabela 193, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 193). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na manga e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.14 Maracujá

A Figura 521 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para maracujá nas áreas de interesse e controle. A Tabela 194 apresenta as concentrações médias de potássio no maracujá nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o maracujá.

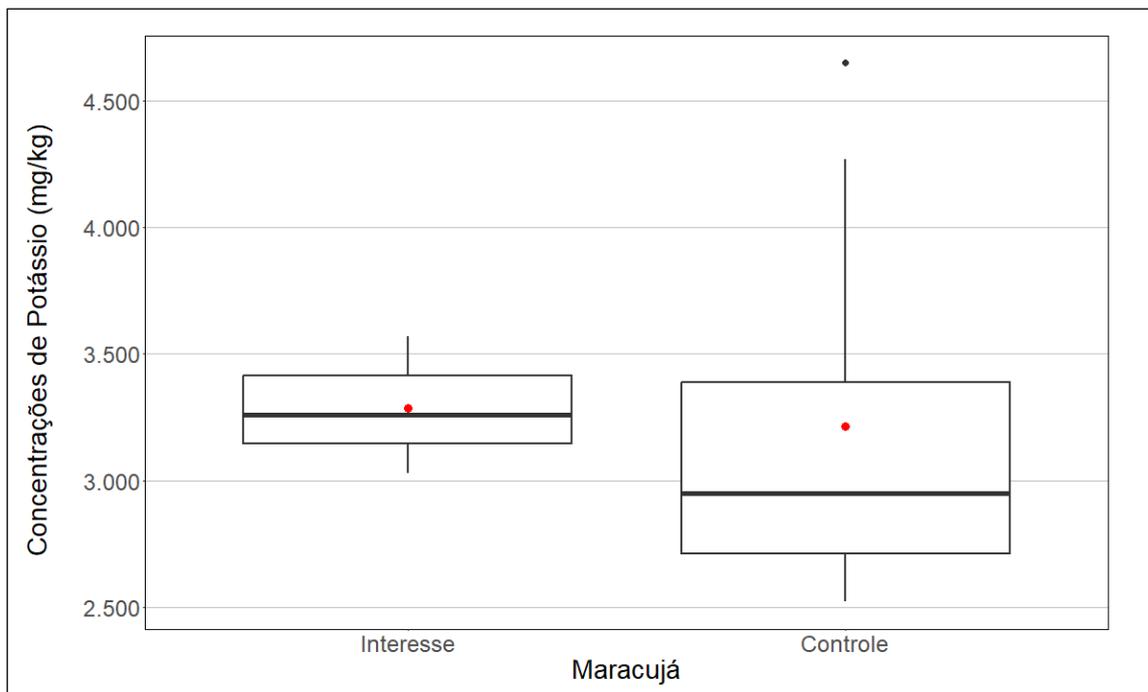


Figura 521. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no maracujá nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
3.286,667	3.212,143	0,765	0,860	0,509

Tabela 194. Resultados das concentrações médias de potássio no maracujá para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o maracujá.

Conforme pode ser observado na Figura 521 e na Tabela 194, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 194). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no maracujá e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.1.15 Melancia

A Figura 522 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para melancia nas áreas de interesse e controle. A Tabela 195 apresenta as concentrações médias de potássio na melancia nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a melancia.

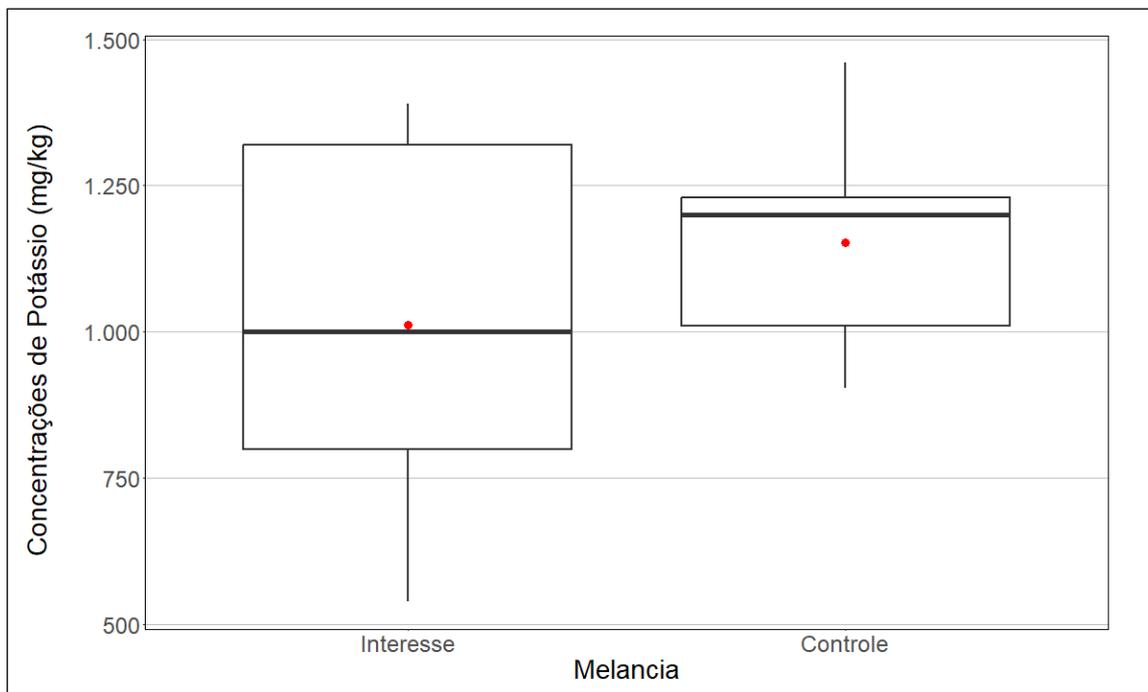


Figura 522. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas na melancia nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.011,667	1.153,000	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 195. Resultados das concentrações médias de potássio na melancia para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para a melancia.

Conforme pode ser observado na Figura 522 e na Tabela 195, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas na melancia e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.2 Grupo grãos

10.3.13.2.1 Café

A Figura 523 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 196 apresenta as concentrações médias de potássio no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o café.

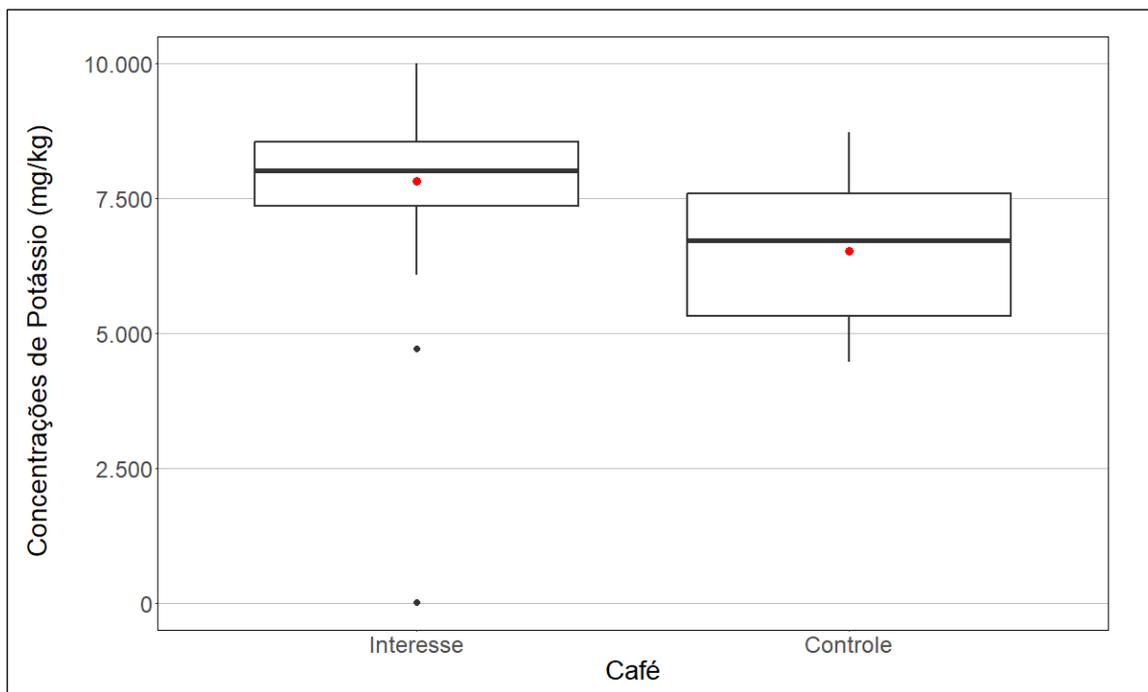


Figura 523. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
7.823,306	6.532,083	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 196. Resultados das concentrações médias de potássio no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 523 e na Tabela 196, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 196). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.2.2 Feijão

A Figura 524 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 197 apresenta as concentrações médias de potássio no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o feijão.

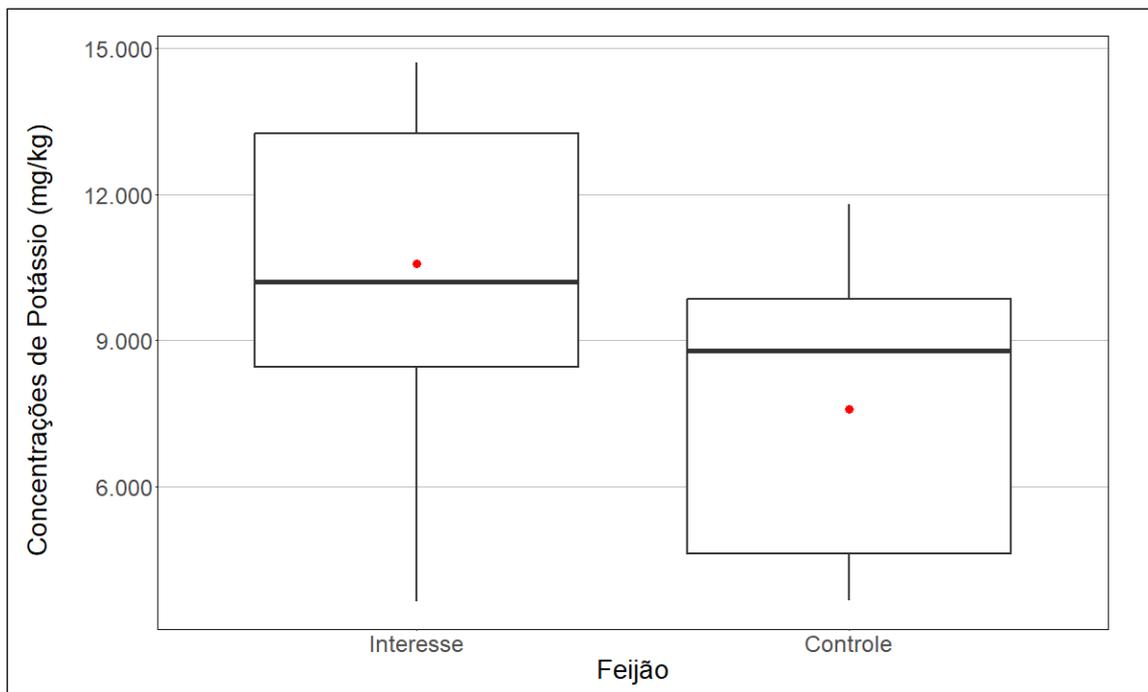


Figura 524. Boxplot da distribuição das concentrações de potássio verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
10.580,357	7.600,769	< 0,001	< 0,001	0,005

Tabela 197. Resultados das concentrações médias de potássio no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 524 e na Tabela 197, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 197). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.2.3 Milho

A Figura 525 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 198 apresenta as concentrações médias de potássio no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o milho.

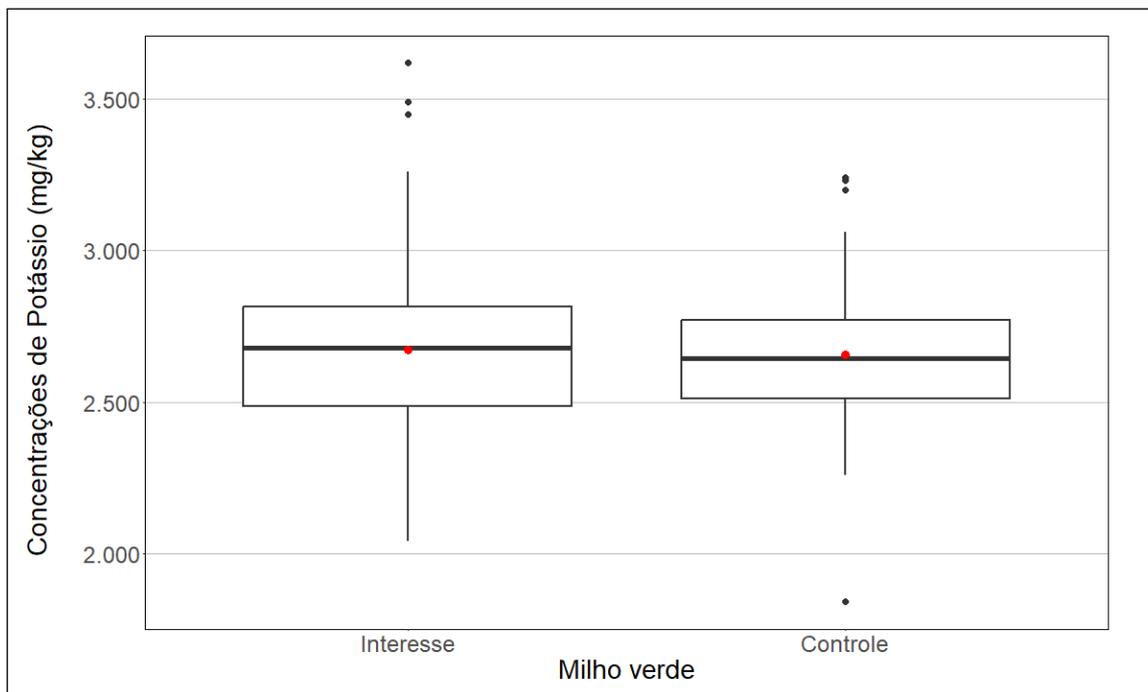


Figura 525. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2.671,111	2.656,111	0,783	0,783	0,763

Tabela 198. Resultados das concentrações médias de potássio no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 525 e na Tabela 198, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 198). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.3 Leite

10.3.13.3.1 Leite de cabra

A Figura 526 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para leite de cabra nas áreas de interesse e controle. A Tabela 199 apresenta as concentrações médias de potássio no leite de cabra nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o leite de cabra.

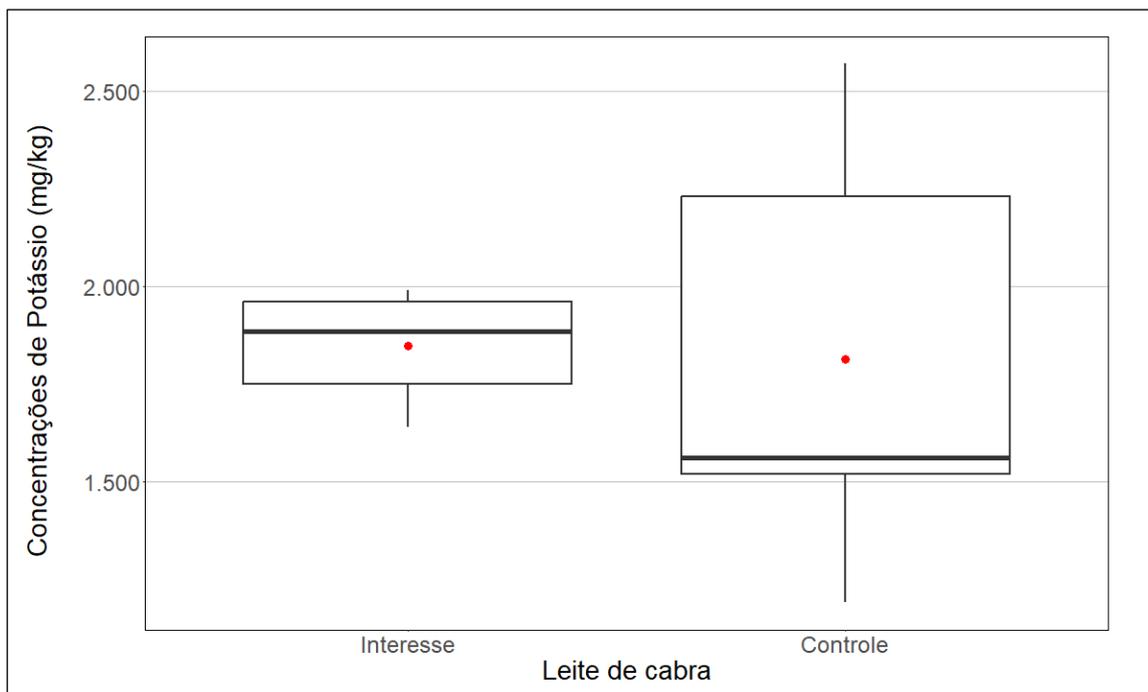


Figura 526. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no leite de cabra nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.848,333	1.814,444	0,852	0,876	0,405

Tabela 199. Resultados das concentrações médias de potássio no leite de cabra para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o leite de cabra.

Conforme pode ser observado na Figura 526 e na Tabela 199, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 199). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no leite de cabra e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.13.3.2 Leite de vaca

A Figura 527 apresenta as distribuições das concentrações de potássio para leite de vaca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 200 apresenta as concentrações médias de potássio no leite de vaca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o leite de vaca.

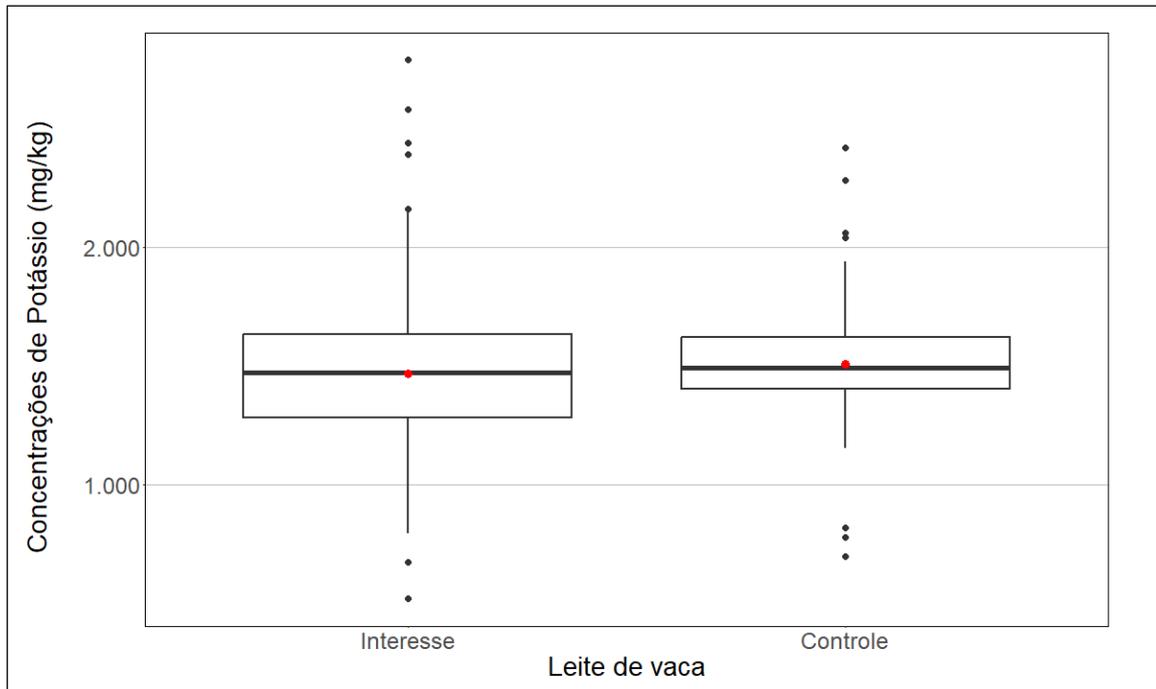


Figura 527. *Boxplot* da distribuição das concentrações de potássio verificadas no leite de vaca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1.467,651	1.504,911	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 200. Resultados das concentrações médias de potássio no leite de vaca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do potássio para o leite de vaca.

Conforme pode ser observado na Figura 527 e na Tabela 200, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de potássio encontradas no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14 Titânio

10.3.14.1 Grupo grãos

10.3.14.1.1 Café

A Figura 528 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 201 apresenta as concentrações médias de titânio no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o café.

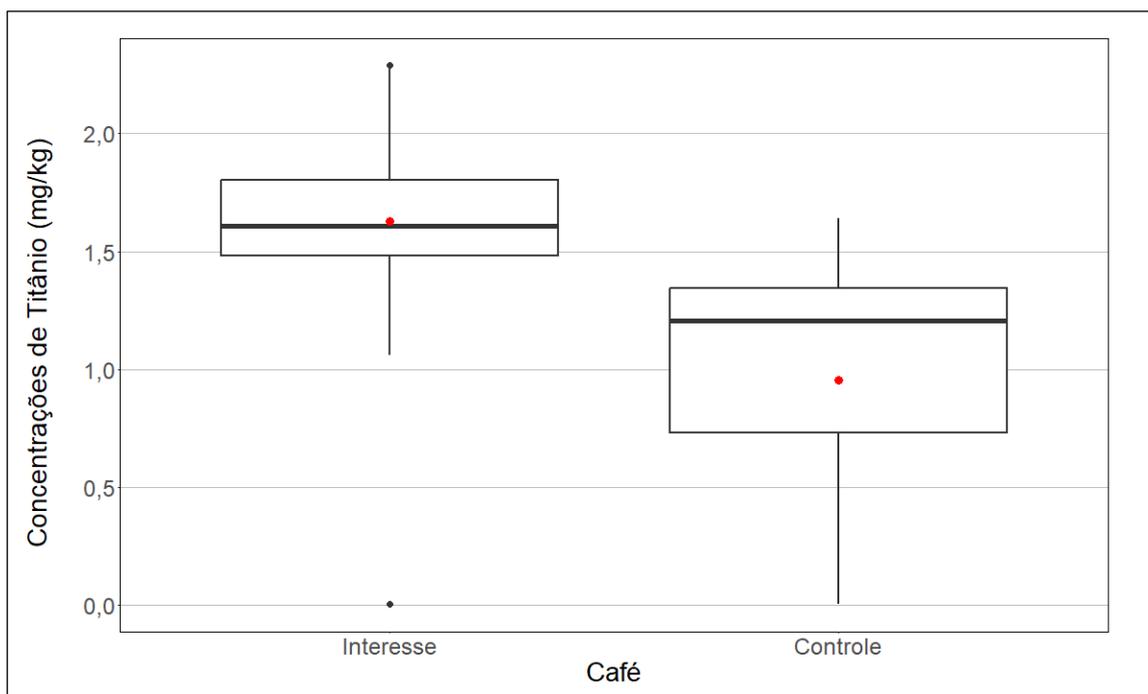


Figura 528. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,630	0,956	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 201. Resultados das concentrações médias de titânio no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 528 e na Tabela 201, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 201). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14.1.2 Feijão

A Figura 529 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 202 apresenta as concentrações médias de titânio no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o feijão.

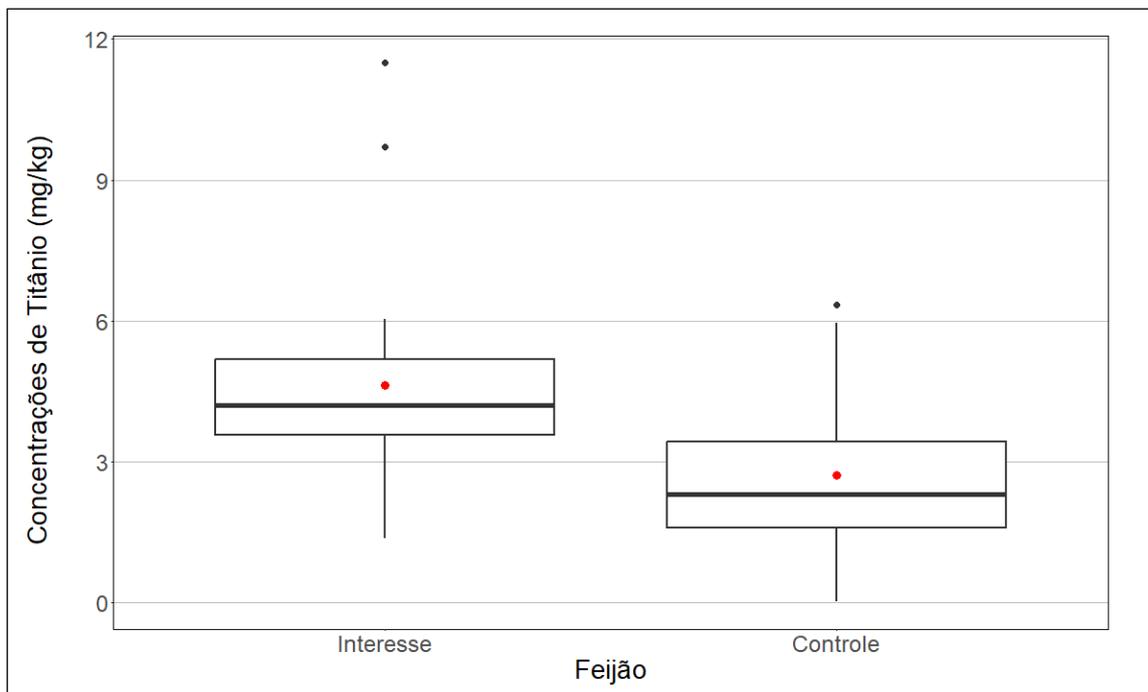


Figura 529. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
4,619	2,707	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 202. Resultados das concentrações médias de titânio no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 529 e na Tabela 202, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 202). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14.1.3 Milho

A Figura 530 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 203 apresenta as concentrações médias de titânio no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o milho.

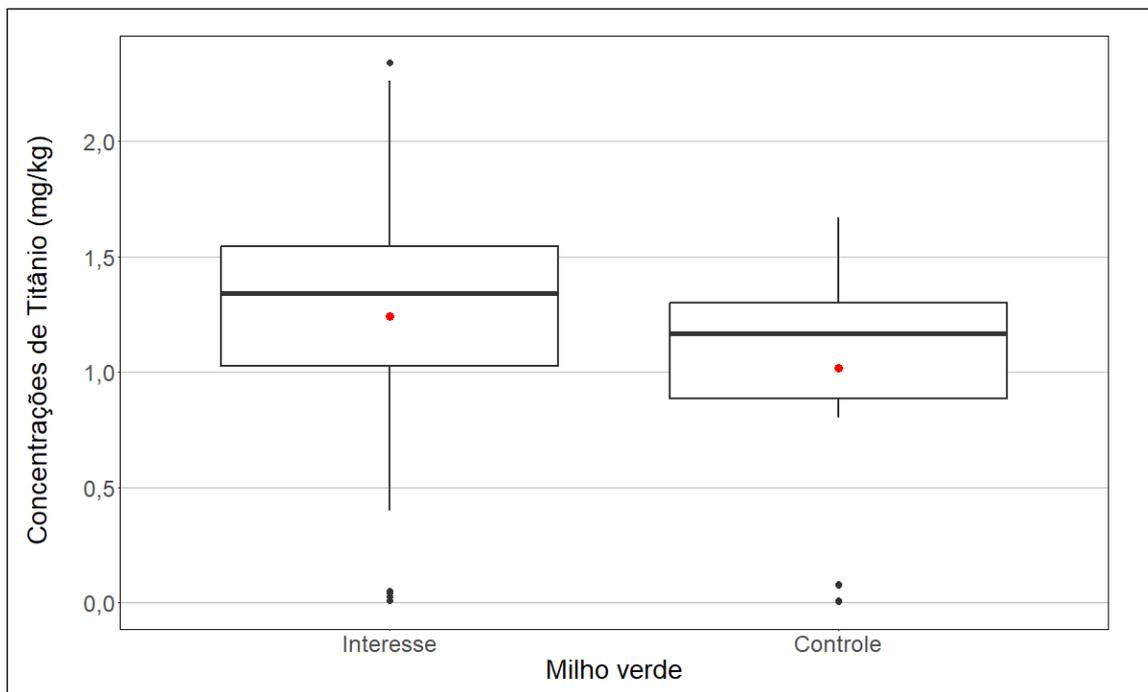


Figura 530. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,243	1,016	0,026	0,033	0,012

Tabela 203. Resultados das concentrações médias de titânio no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 530 e na Tabela 203, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 203). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14.2 Leite

10.3.14.2.1 Leite de cabra

A Figura 531 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para leite de cabra nas áreas de interesse e controle. A Tabela 204 apresenta as concentrações médias de titânio no leite de cabra nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o leite de cabra.

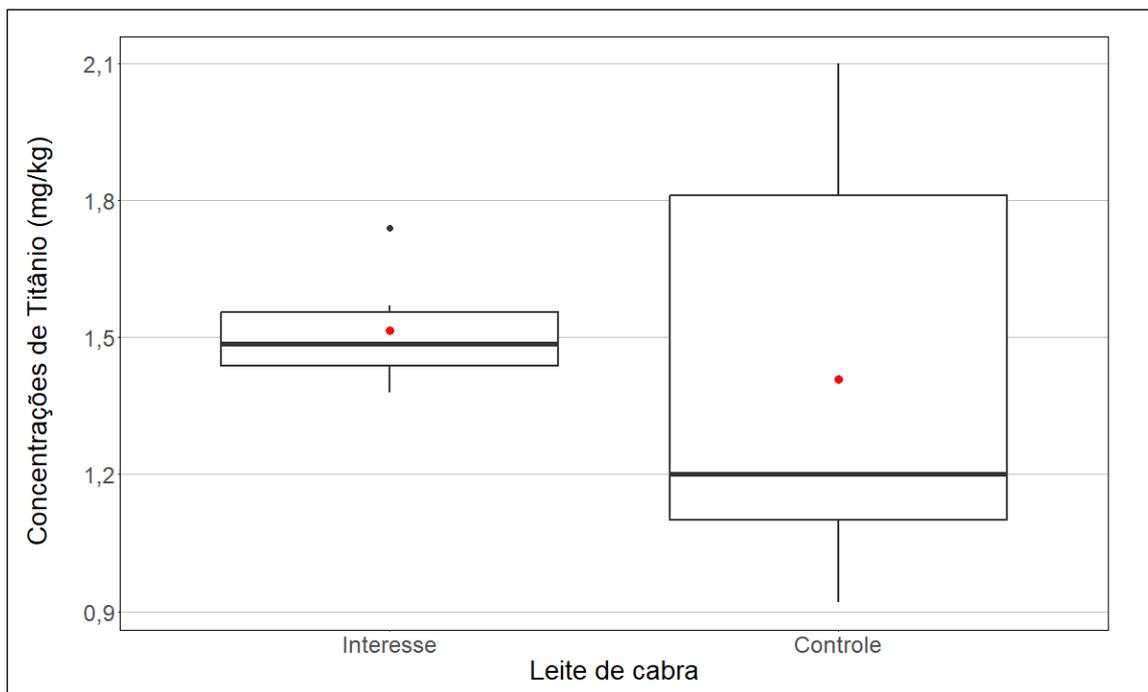


Figura 531. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas no leite de cabra nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,515	1,409	0,539	0,606	0,405

Tabela 204. Resultados das concentrações médias de titânio no leite de cabra para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o leite de cabra.

Conforme pode ser observado na Figura 531 e na Tabela 204, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 204). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas no leite de cabra e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14.2.2 Leite de vaca

A Figura 532 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para leite de vaca nas áreas de interesse e controle. A Tabela 205 apresenta as concentrações médias de titânio no leite de vaca nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o leite de vaca.

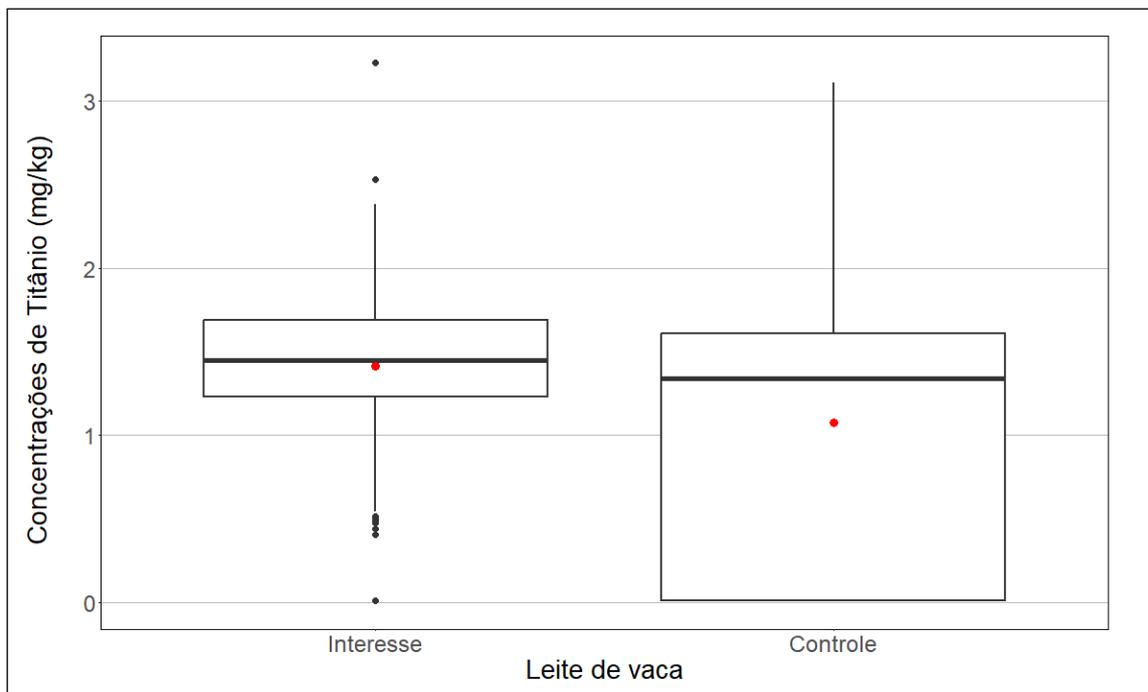


Figura 532. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas no leite de vaca nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
1,417	1,077	0,013	< 0,001	0,012

Tabela 205. Resultados das concentrações médias de titânio no leite de vaca para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para o leite de vaca.

Conforme pode ser observado na Figura 532 e na Tabela 205, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 205). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14.3 Grupo carnes

10.3.14.3.1 Carne de boi

A Figura 533 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para carne de boi nas áreas de interesse e controle. A Tabela 206 apresenta as concentrações médias de titânio na carne de boi nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para a carne de boi.

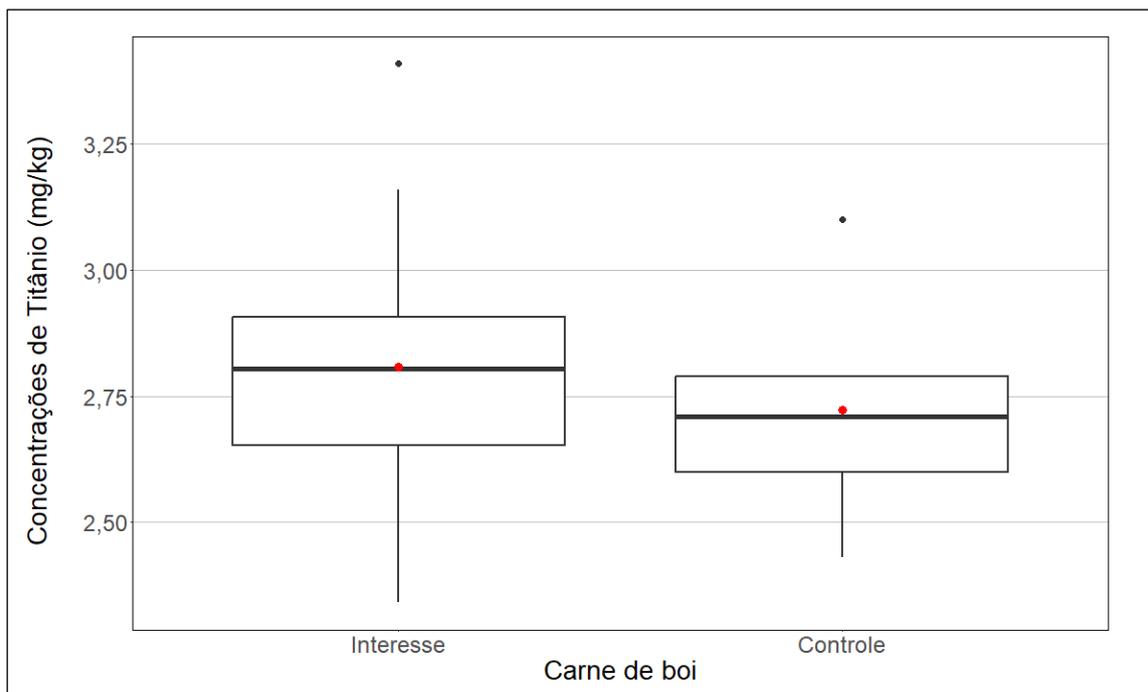


Figura 533. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas na carne de boi nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,808	2,722	0,504	0,535	0,451

Tabela 206. Resultados das concentrações médias de titânio na carne de boi para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para a carne de boi.

Conforme pode ser observado na Figura 533 e na Tabela 206, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 206). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas na carne de boi e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14.3.2 Carne de galinha

A Figura 534 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para carne de galinha nas áreas de interesse e controle. A Figura 534 apresenta as concentrações médias de titânio na carne de galinha nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para a carne de galinha.

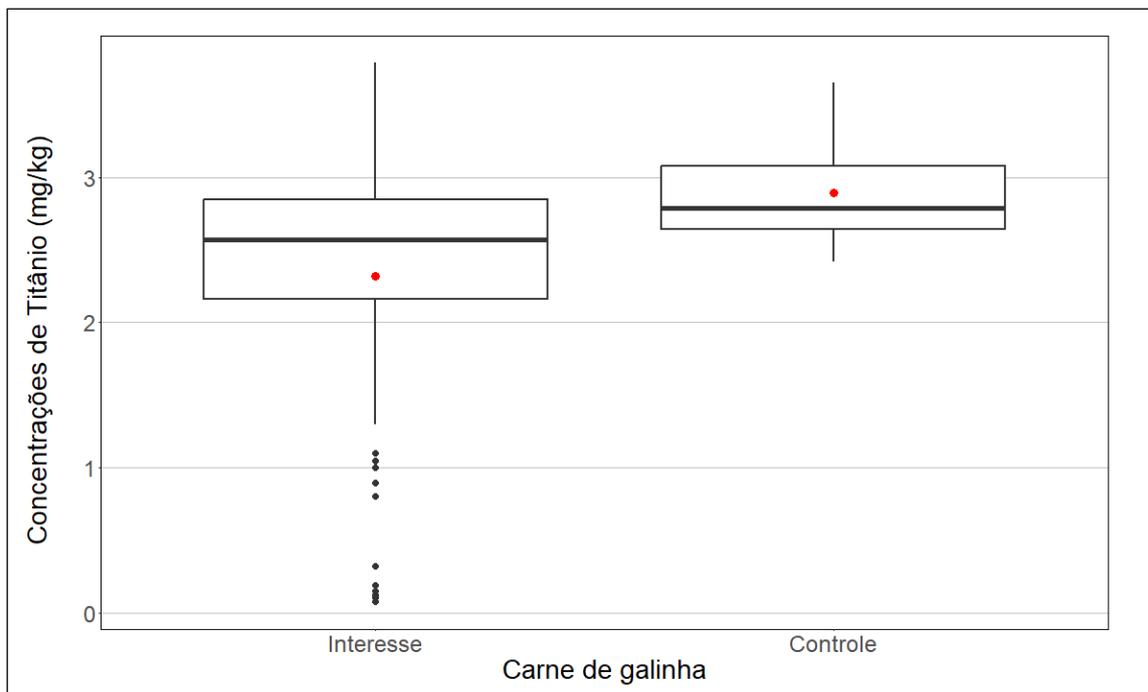


Figura 534. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas na carne de galinha nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,318	2,896	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 207. Resultados das concentrações médias de titânio na carne de galinha para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para a carne de galinha.

Conforme pode ser observado na Figura 534 e na Tabela 207, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas na carne de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.14.3.3 Carne de porco

A Figura 535 apresenta as distribuições das concentrações de titânio para carne de porco nas áreas de interesse e controle. A Tabela 208 apresenta as concentrações médias de titânio na carne de porco nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para a carne de porco.

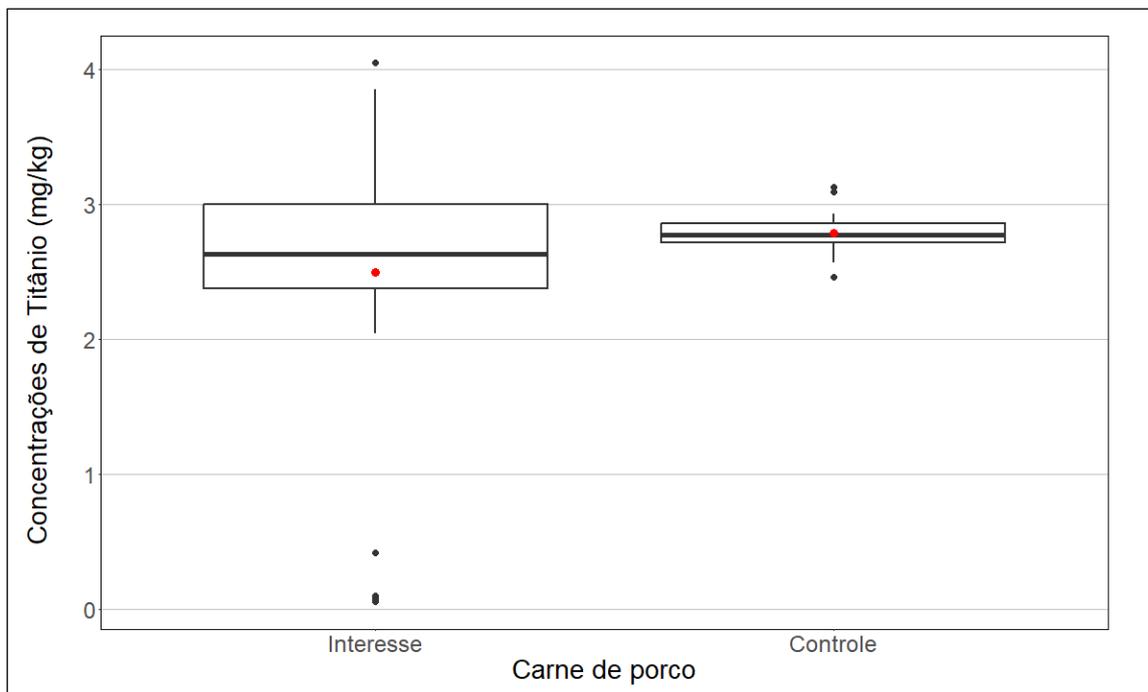


Figura 535. *Boxplot* da distribuição das concentrações de titânio verificadas na carne de porco nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,499	2,789	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 208. Resultados das concentrações médias de titânio na carne de porco para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do titânio para a carne de porco.

Conforme pode ser observado na Figura 535 e na Tabela 208, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de titânio encontradas na carne de porco e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.15 Zinco

10.3.15.1 Grupo grãos

10.3.15.1.1 Café

A Figura 536 apresenta as distribuições das concentrações de zinco para café nas áreas de interesse e controle. A Tabela 209 apresenta as concentrações médias de zinco no café nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do zinco para o café.

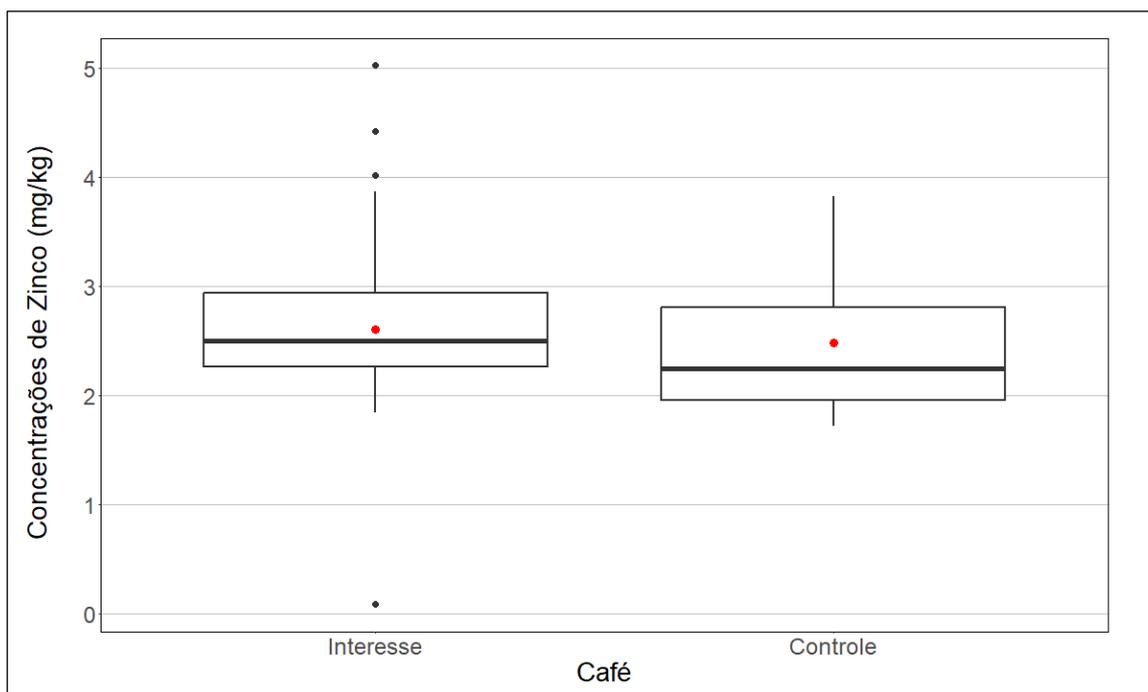


Figura 536. *Boxplot* da distribuição das concentrações de zinco verificadas no café nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
2,604	2,483	0,461	0,478	0,174

Tabela 209. Resultados das concentrações médias de zinco no café para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do zinco para o café.

Conforme pode ser observado na Figura 536 e na Tabela 209, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença não significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 209). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para não rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexos de causalidade entre as concentrações de zinco encontradas no café e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.15.1.2 Feijão

A Figura 537 apresenta as distribuições das concentrações de zinco para feijão nas áreas de interesse e controle. A Tabela 210 apresenta as concentrações médias de zinco no feijão nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do zinco para o feijão.

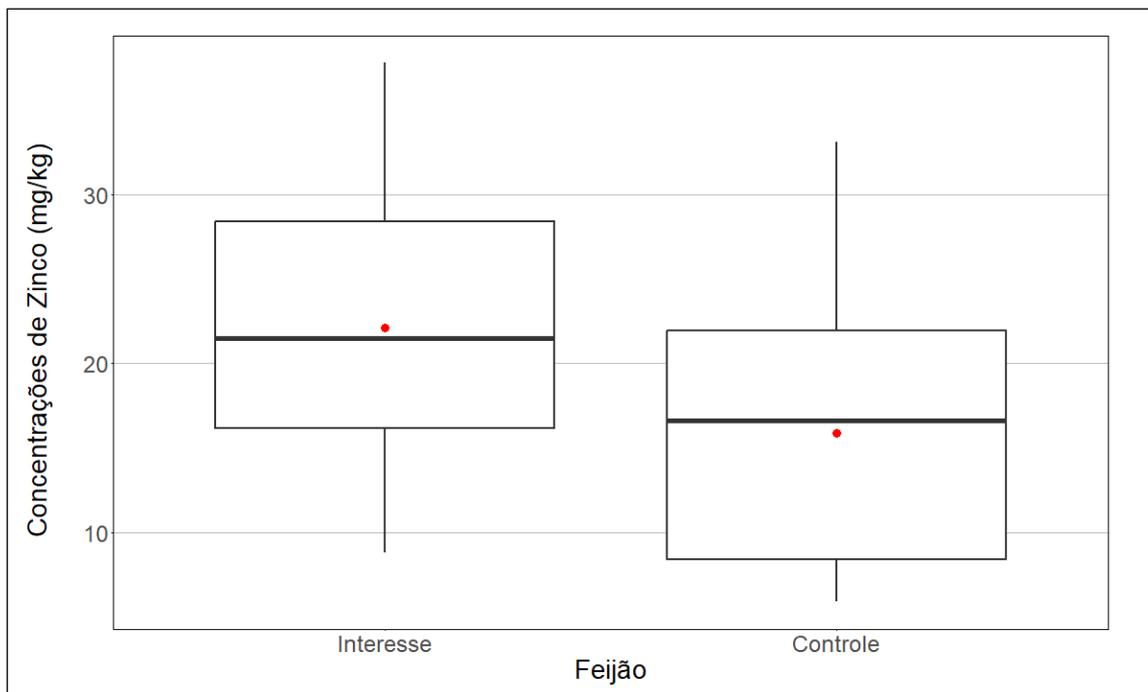


Figura 537. Boxplot da distribuição das concentrações de zinco verificadas no feijão nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
22,121	15,890	0,004	0,004	0,017

Tabela 210. Resultados das concentrações médias de zinco no feijão para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do zinco para o feijão.

Conforme pode ser observado na Figura 537 e na Tabela 210, os dados da área de interesse apresentam média superior à média da área controle. Tanto o teste *t de student*, quanto a análise de variância e o teste de *Mann-Whitney* apontaram diferença significativa entre as médias das áreas de interesse e controle (Tabela 210). Logo, os resultados dos três testes fornecem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são iguais nas duas áreas. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **existência de nexos de causalidade entre as concentrações de zinco encontradas no feijão e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.3.15.1.3 Milho

A Figura 538 apresenta as distribuições das concentrações de zinco para milho nas áreas de interesse e controle. A Tabela 211 apresenta as concentrações médias de zinco no milho nas áreas de interesse e controle e os resultados dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do zinco para o milho.

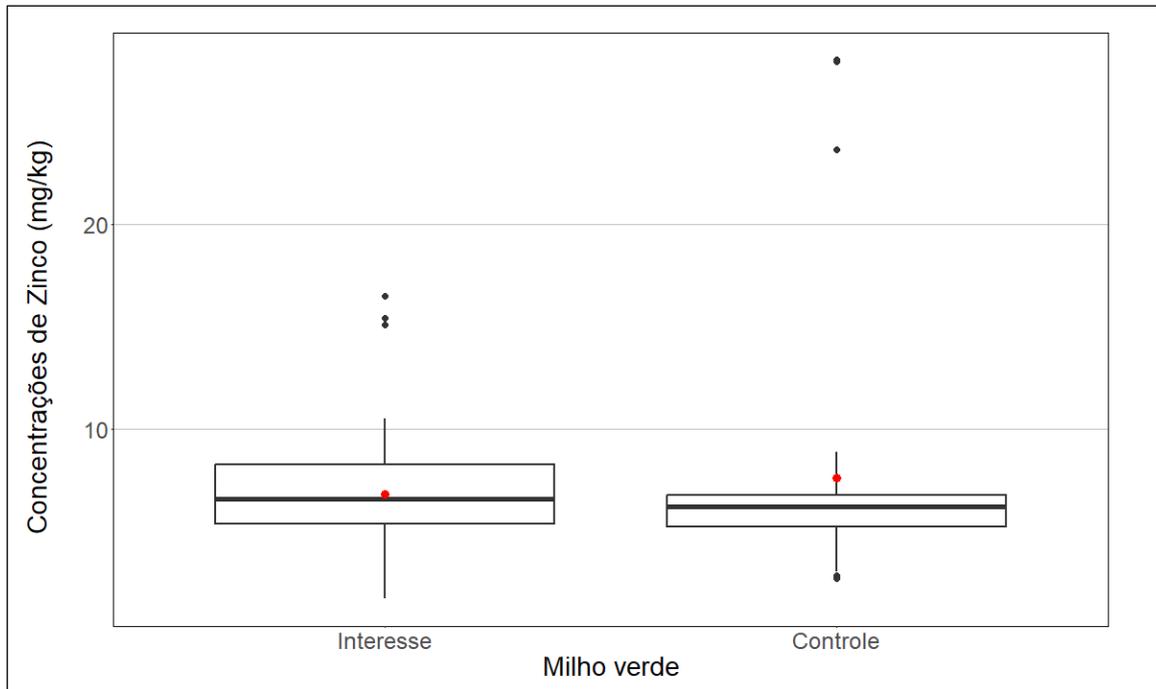


Figura 538. *Boxplot* da distribuição das concentrações de zinco verificadas no milho nas áreas de interesse e controle.

Média das concentrações na área de interesse	Média das concentrações na área controle	P-valor do teste <i>t de student</i>	P-valor da análise de variância (ANOVA)	P-valor do teste de <i>Mann-Whitney</i>
6,848	7,639	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Tabela 211. Resultados das concentrações médias de zinco no milho para as áreas de interesse e controle e dos testes estatísticos para a avaliação da diferença das médias das concentrações do zinco para o milho.

Conforme pode ser observado na Figura 538 e na Tabela 211, os dados da área de interesse apresentam média inferior à média da área controle. Portanto, a equipe de perícia concluiu pela **inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de zinco encontradas no milho e o rompimento da barragem de Fundão.**

10.4 Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação donexo de causalidade

O resumo dos resultados da avaliação donexo de causalidade, por grupo de alimentos, para as substâncias químicas cuja avaliação de segurança dos produtos agropecuários indicou preocupação em relação aos seus consumos, está apresentado a seguir. Nas figuras a seguir, a cor rosa representa os casos em que a conclusão foi pela inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações da substância química encontrada no alimento e o rompimento da barragem de Fundão; a cor laranja representa os casos em que a conclusão foi pela existência de nexo de causalidade entre as concentrações da substância química encontrada no alimento e o rompimento da barragem de Fundão; e a cor amarela representa os casos de falta de evidências suficientes para a conclusão da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações da substância química encontrada no alimento e o rompimento da barragem de Fundão.

10.4.1 Frutas

A avaliação da segurança do alimento para o grupo frutas indicou preocupação para o consumo de 7 das 59 substâncias químicas avaliadas, a citar: bário, chumbo, cianeto, magnésio, manganês, metilmercúrio e potássio. Portanto, foi avaliado o nexo de causalidade entre as concentrações dessas 7 substâncias químicas presentes nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo frutas e o rompimento da barragem de Fundão.

Com exceção do cianeto e do metilmercúrio, para todas as demais substâncias citadas acima a conclusão das análises foi pela existência de nexo de causalidade para, pelo menos, um alimento do grupo. Do total de 77 combinações de alimentos por substâncias químicas avaliadas, 20 (26,0%) resultaram na conclusão de existência de nexo de causalidade, 52 (67,5%) resultaram na conclusão de inexistência de nexo de causalidade e 5 (6,5%) resultaram na conclusão pela falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações da substância química no alimento e o rompimento da barragem de Fundão, conforme pode ser observado na Tabela 212.

Substância X Alimento	Abacate	Abacaxi	Acerola	Banana	Cacau	Cana-de-açúcar	Água de coco-verde	Polpa de coco-verde	Goiaba	Laranja	Limão	Mamão	Manga	Maracujá	Melancia
Bário	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Amarela	Rosa	Rosa	Rosa	Laranja	Laranja	Laranja	Rosa	Rosa	Laranja
Chumbo	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Amarela	Rosa	Laranja	Rosa	Rosa	Laranja	Rosa	Rosa	Laranja	Rosa
Cianeto	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa
Magnésio	Rosa	Rosa	Laranja	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Laranja	Amarela	Laranja	Rosa	Laranja	Rosa	Rosa	Rosa
Manganês	Laranja	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Laranja	Laranja	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa
Metilmercúrio	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa
Potássio	Rosa	Rosa	Amarela	Rosa	Rosa	Laranja	Rosa	Rosa	Rosa	Laranja	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa	Rosa

Tabela 212. Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação do nexo de causalidade para o grupo frutas.

10.4.2 Legumes

A avaliação da segurança do alimento para o grupo legumes indicou preocupação para o consumo de 1 das 59 substâncias químicas avaliadas, a citar: chumbo. Portanto, foi avaliado o nexo de causalidade entre as concentrações dessa substância química presentes nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo legumes e o rompimento da barragem de Fundão.

A equipe de perícia informa que não foi observada existência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo presentes nos alimentos que compõem o grupo legumes e o rompimento da barragem de Fundão, conforme pode ser observado na Tabela 213.

Substância X Alimento	Abóbora	Abobrinha	Jiló	Pepino	Pimentão	Quiabo	Tomate
Chumbo							

Tabela 213. Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação do nexo de causalidade para o grupo legumes.

10.4.3 Raízes e tubérculos

A avaliação da segurança do alimento para o grupo raízes e tubérculos indicou preocupação para o consumo de duas das 59 substâncias químicas avaliadas, a citar: chumbo e cromo VI. Portanto, foi avaliado o nexo de causalidade entre as concentrações dessas substâncias químicas presentes nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo raízes e tubérculos e o rompimento da barragem de Fundão.

A equipe de perícia informa que não foi observada existência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo e cromo VI presentes nos alimentos que compõem o grupo raízes e tubérculos e o rompimento da barragem de Fundão, conforme pode ser observado na Tabela 214.

Substância X Alimento	Batata-doce	Beterraba	Cenoura	Inhame	Mandioca
Chumbo					
Cromo VI					

Tabela 214. Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação do nexo de causalidade para o grupo raízes e tubérculos.

10.4.4 Grãos

A avaliação da segurança do alimento para o grupo raízes e tubérculos indicou preocupação para o consumo de 11 das 59 substâncias químicas avaliadas, a citar: bário, boro, chumbo, cianeto, cobre, magnésio, manganês, níquel, potássio, titânio e zinco. Portanto, foi avaliado o nexo de causalidade entre as concentrações dessas 10 substâncias químicas presentes nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo grãos e o rompimento da barragem de Fundão.

Com exceção do chumbo e do cianeto, para todas as demais substâncias citadas acima a conclusão das análises foi pela existência de nexo de causalidade para, pelo menos, um alimento do grupo. Do total de 31 combinações de alimentos por substâncias químicas avaliadas, 19 (61,3%) resultaram na conclusão de existência de nexo de causalidade, 11 (35,5%) resultaram na conclusão de inexistência de nexo de causalidade e 1 (3,2%) resultou na conclusão pela falta de evidências suficientes para a averiguação da existência (ou não) do nexo de causalidade entre as concentrações da substância química no alimento e o rompimento da barragem de Fundão, conforme pode ser observado na Tabela 215.

Substância X Alimento	Café	Feijão	Milho
Bário			
Boro			
Chumbo			
Cianeto			
Cobre			
Magnésio			
Manganês			
Níquel			
Potássio			
Titânio			
Zinco			

Tabela 215. Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação donexo de causalidade para o grupo grãos.

10.4.5 Leite

A avaliação da segurança do alimento para o grupo leite indicou preocupação para o consumo de 8 das 59 substâncias químicas avaliadas, a citar: arsênio III+V, chumbo, cromo VI, magnésio, metilmercúrio, potássio, titânio e zinco. Portanto, foi avaliado onexo de causalidade entre as concentrações dessas 8 substâncias químicas presentes nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo leite e o rompimento da barragem de Fundão.

A equipe de perícia informa que, dentre todas as avaliações de nexo de causalidade realizadas para o grupo leite, foi observada existência de nexo de causalidade entre as concentrações de titânio presentes no leite de vaca e o rompimento da barragem de Fundão.

A Tabela 216 apresenta o resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação do nexo de causalidade entre as concentrações das substâncias químicas presente nos alimentos que compõem o grupo leite e o rompimento da barragem de Fundão.

Substância X Alimento	Leite de cabra	Leite de vaca
Arsênio III+V		
Chumbo		
Cromo VI		
Magnésio		
Metilmercúrio		
Potássio		
Titânio		

Tabela 216. Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação donexo de causalidade para o leite.

10.4.6 Ovos

A avaliação da segurança do alimento para o grupo ovos indicou preocupação para o consumo do chumbo. Portanto, foi avaliado onexo de causalidade entre as concentrações de chumbo presentes no ovo de galinha e o rompimento da barragem de Fundão.

A equipe de perícia informa que foi observada inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de chumbo encontradas no ovo de galinha e o rompimento da barragem de Fundão, conforme pode ser observado na Tabela 217.

Substância X Alimento	Ovo de galinha
Chumbo	

Tabela 217. Resumo da conclusão sobre o resultado da avaliação donexo de causalidade para o grupo ovos.

10.4.7 Carnes

A avaliação da segurança do alimento para o grupo carne indicou preocupação para o consumo de três das 59 substâncias químicas avaliadas, a citar: cromo VI, PCBs e titânio. Portanto, foi avaliado o nexo de causalidade entre as concentrações dessas três substâncias químicas presentes nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo carnes e o rompimento da barragem de Fundão.

A equipe de perícia informa que, dentre todas as avaliações de nexo de causalidade realizadas para o grupo carnes, não foi observada existência de nexo de causalidade entre as concentrações dessas três substâncias e o rompimento da barragem de Fundão.

A Tabela 218 apresenta o resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação do nexo de causalidade entre as concentrações das substâncias químicas presente nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo carnes e o rompimento da barragem de Fundão.

Substância X Alimento	Carne de boi	Carne de galinha	Carne de porco
Cromo VI			
PCBs			
Titânio			

Tabela 218. Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação donexo de causalidade para o grupo carnes.

10.4.8 Vísceras

A avaliação da segurança do alimento para o grupo vísceras indicou preocupação para o consumo do chumbo e do cobre. Portanto, foi avaliado o nexo de causalidade entre as concentrações dessas duas substâncias químicas presentes nos alimentos (produtos agropecuários) que compõem o grupo vísceras e o rompimento da barragem de Fundão.

A equipe de perícia informa que foi observada existência de nexo de causalidade entre as concentrações de cobre encontradas no fígado de galinha e o rompimento da barragem de Fundão. Para os demais alimentos, foi possível concluir pela inexistência de nexo de causalidade entre as concentrações de cobre presente nas vísceras e o rompimento da barragem de Fundão, conforme pode ser observado na Tabela 219.

Substância X Alimento	Coração de boi	Estômago de boi	Fígado de boi	Coração de galinha	Fígado de galinha	Moela de galinha
Chumbo						
Cobre						

Tabela 219. Resumo das conclusões sobre os resultados da avaliação do nexo de causalidade para o grupo vísceras.

11. Objeto específico da perícia

No dia 11 de março de 2020 a AECOM do Brasil Ltda. foi nomeada como Perito oficial do Juízo, no processo nº 1000412-91.2020.4.01.3800, Classe: Eixo Prioritário nº 6 – Medição da Performance e Acompanhamento, em atendimento à Decisão Judicial assinada pelo Juiz da 12ª. Vara Federal Cível e Agrária da SJMG, atual 4ª. Vara Federal Cível e Agrária da SSJ de Belo Horizonte (ID 162081357).

Conforme definido na Decisão Judicial ID 162081357, o escopo de trabalho da perícia considera a avaliação da segurança do alimento, direcionada para o consumo do pescado no rio Doce, desde o Estado de Minas Gerais até a foz e região marítima no Estado do Espírito Santo, e também dos produtos agropecuários irrigados com água do rio Doce, em face do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG.

A avaliação da segurança do alimento foi realizada e apresentada por grupos de alimentos, considerando o pescado e os produtos agropecuários foco desta perícia. Os grupos de alimentos avaliados foram: pescado, frutas, legumes, raízes e tubérculos, verduras, grãos, leite, mel, ovo, carnes e vísceras.

Considerando as diversas manifestações das partes do processo judicial, para que os trabalhos de perícia fossem desenvolvidos de forma prioritária, e que permitissem a antecipação dos resultados de segurança do alimento para o pescado, os resultados da avaliação da segurança do grupo pescado (especificamente) foram apresentados no Relatório nº 36 – Laudo Pericial da Segurança do Alimento – Pescado no rio Doce, foz e região marinha (ID 1279600785).

O presente documento teve como objetivo principal apresentar os resultados da avaliação da segurança do consumo dos produtos agropecuários produzidos a partir da irrigação ou dessedentação animal com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão (rios Doce, do Carmo e Gualaxo do Norte).

A avaliação da segurança do alimento foi realizada considerando os altos consumidores e os consumidores dos valores médios (média do consumo) residentes nos municípios da bacia do rio Doce atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão. Para os casos em que foi observada preocupação no consumo de um grupo de alimentos, para uma determinada substância química e para os consumidores dos valores médios, foi avaliada a segurança do alimento para os baixos consumidores residentes nos municípios da bacia do rio Doce atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão.

O consumo dos produtos agropecuários produzidos a partir da irrigação ou dessedentação animal com água dos rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, apresentou preocupação para os altos consumidores dos grupos frutas, legumes, raízes e tubérculos, grãos, leite, ovos, carnes e vísceras e para os consumidores dos valores médios para os grupos frutas, raízes e tubérculos, grãos, leite e carnes.

Das 59 substâncias químicas investigadas, para 15 delas o resultado das análises apresentou preocupação (ou seja, valores de segurança dos produtos agropecuários comprometidos) em relação ao consumo dos produtos agropecuários em pelo menos um dos grupos de alimentos. As substâncias com preocupação são as elencadas a seguir: o **arsênio inorgânico (III + V)**, o **bário**, o **boro**, o **chumbo**, o **cianeto**, o **cobre**, o **cromo VI**, o **magnésio**, o **manganês**, o **metilmercúrio**, o **níquel**, os **PCBs**, o **potássio**, o **titânio** e o **zinco**.

As substâncias químicas presentes nos produtos agropecuários para as quais foi indicado preocupação em relação ao seu consumo, de acordo com cada grupo de alimentos avaliado são apresentadas nos respectivos grupos a seguir.

- Frutas: bário, chumbo, cianeto, magnésio, manganês, metilmercúrio e potássio;
- Legumes: chumbo;
- Raízes e tubérculos: chumbo e cromo VI;
- Grãos: bário, boro, chumbo, cianeto, cobre, magnésio, manganês, níquel, potássio, titânio e zinco;

- Leite: arsênio III + V, chumbo, cromo VI, magnésio, metilmercúrio, potássio e titânio;
- Ovo: chumbo;
- Carnes: cromo VI, titânio e bifelinas policloradas (PCBs);
- Vísceras: chumbo e cobre.

A equipe de perícia avaliou a segurança do alimento considerando os altos consumidores, os consumidores de valores médios, e quando estes apresentaram risco e/ou preocupação, para os baixos consumidores. Em síntese, para os altos consumidores, considerando os grupos de alimentos avaliados e as substâncias químicas que apresentaram preocupação em relação ao seu consumo, foi observada **preocupação para o consumo das frutas (bário, chumbo, cianeto, magnésio, manganês, metilmercúrio e potássio), dos legumes (chumbo), das raízes e tubérculos (chumbo e cromo VI), dos grãos (bário, boro, chumbo, cianeto, cobre, magnésio, manganês, níquel, potássio, titânio e zinco), do leite (arsênio III + V, chumbo, cromo VI, magnésio, metilmercúrio, potássio e titânio), do ovo (chumbo), das carnes (cromo VI, PCBs e titânio) e das vísceras (chumbo e cobre)**. Para os consumidores dos valores médios, foi observada **preocupação para o consumo das frutas (chumbo, cianeto, magnésio, manganês e potássio), das raízes e tubérculos (chumbo e cromo VI), dos grãos (cobre, magnésio, manganês, níquel, potássio e titânio), do leite (arsênio III + V, chumbo, cromo VI, magnésio e titânio) e das carnes (cromo VI e PCBs)**.

Com relação ao objeto da perícia, o consumo dos produtos agropecuários **não foi considerado seguro** para os grupos de consumidores, grupos de alimentos e substâncias químicas descritas acima.

O consumo das verduras e do mel não apresentou preocupação, tanto para os altos consumidores como para os consumidores dos valores médios. Adicionalmente, para os baixos consumidores, não foi observada preocupação para nenhuma substância química avaliada, considerando todos os grupos de alimentos.

Para os grupos de consumidores avaliados (altos, médios, baixos), a avaliação da segurança foi calculada para três faixas etárias (1 – 6 anos, 7 – 17 anos e ≥ 18 anos) e ambos os sexos (feminino e masculino).

O resumo dos resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários, para as faixas etárias (1 – 6 anos, 7 – 17 anos, ≥18 anos), sexos (feminino e masculino) e grupos de consumidores (altos consumidores, consumidores dos valores médios e baixos consumidores) avaliados, está apresentado no item 7 deste documento. A discussão dos resultados está detalhadamente apresentada ao longo do item 6 deste documento.

Para as substâncias químicas que apresentaram preocupação em relação ao consumo dos produtos agropecuários, a equipe de perícia realizou a avaliação do nexo de causalidade entre o rompimento da barragem de Fundão e a preocupação observada, considerando as concentrações das substâncias químicas de cada alimento que compunha o grupo de produtos agropecuários para o qual foi observada preocupação.

A equipe de perícia concluiu pela **existência de nexo de causalidade** entre o rompimento da barragem de Fundão e as concentrações das substâncias químicas presentes nos alimentos para o/a:

- Bário: presente no(a) abacate, abacaxi, acerola, banana, cacau, laranja, limão, mamão, melancia, café, feijão e milho;
- Boro: presente no café e feijão;
- Chumbo: presente no limão e maracujá;
- Cobre: presente no café, feijão e fígado de galinha;
- Magnésio: presente na(o) acerola, polpa de coco-verde, laranja, mamão, café e feijão;
- Manganês: presente no abacate, laranja, limão e feijão;
- Níquel: presente no café, feijão e milho;
- Potássio: presente na(o) cana-de açúcar, laranja, café e feijão;

- Titânio: presente no café, feijão, milho e leite de vaca;
- Zinco: presente no feijão.

Para as demais substâncias químicas que apresentaram preocupação em relação ao seu consumo nos respectivos grupos de alimentos mencionados, a equipe de perícia concluiu ou pela inexistência denexo de causalidade ou pela falta de evidências suficientes para a averiguação do nexo de causalidade.

O resumo dos resultados da avaliação do nexo de causalidade para as substâncias químicas cuja avaliação de segurança dos produtos agropecuários indicou preocupação em relação aos seus consumos, está apresentado no item 10.4 deste documento. A discussão dos resultados está detalhadamente apresentada no item 10.3 deste documento.

12. Referências bibliográficas

ANVISA a, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Painel de Monografias**: Monografias de agrotóxicos. Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/dadosabertos/informacoes-analiticas/monografias-de-agrotoxicos>. Acesso em: 25 jul. 2023.

ANVISA b, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Nota Técnica Nº 30/2021/SEI/GEARE/GGALI/DIRE2/ANVISA, 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2023/nota-avaliacao-do-aditivo-alimentar-dioxido-de-titanio>. Acesso em: 30/11/2023.

ANVISA a, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 722, de 1 de julho de 2022**. Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. Brasília: Diário Oficial da União, 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-722-de-1-de-julho-de-2022-413365215>. Acesso em: 17 jul. 2023.

ANVISA b, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa – IN nº 160, de 1 de julho de 2022**. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. Brasília: Diário Oficial da União, 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-160-de-1-de-julho-de-2022-413367081>. Acesso em: 17 jul. 2023

ANVISA c, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **GUIA Nº 19/2019 – VERSÃO 3**: Coleta, acondicionamento, transporte, recepção e destinação de amostras para análises laboratoriais no âmbito do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária. Brasil, 2022. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2957432/Guia+n%C2%BA+19_2019_vers%C3%A3o+3.pdf. Acesso em: 30 nov. 2023.

ANVISA a, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Biblioteca de alimentos**., 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-alimentos>. Acesso em: 31 jan. 2022.

ANVISA b, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Macrotema de Alimentos**: Perguntas & Respostas. Contaminantes em alimentos. 1 ed. Brasília: Gerência-Geral de Alimentos, 2021. 18 p. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/perguntas-frequentes-contaminantes_2021-final-002.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.

ANVISA a, Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Guia para comprovação da segurança de alimentos e ingredientes**: Guia Nº 23/2019 – Versão 1. Brasília, 2019. 51 p. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5355698/Guia+Seguran%C3%A7a+de+Alimentos.pdf>. Acesso em: 21 maio 2020.

ANVISA b, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 295, de 29 de Julho de 2019**: Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2858730/RDC_295_2019_COMP.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

ANVISA c, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de análises de resíduos de agrotóxicos em alimentos - PARA**: relatório de amostras analisadas no período de 2017 - 2018. Brasília, 2019. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/111215/5715299/Programa+de+An%C3%A1lise+de+Res%C3%ADduos+de+Agrot%C3%B3xicos+-+Relat%C3%B3rio+2017+e+2018/93bb4ad2-b1fb-4bc8-9035-dab30193b662?version=1.0>. Acesso em: 25 mar. 2023

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa - IN N° 28, DE 26 DE JULHO DE 2018**: Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Brasília: Diário Oficial da União, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34380639/do1-2018-07-27-instrucao-normativa-in-n-28-de-26-de-julho-de-2018-34380550. Acesso em: 24 mar. 2021.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC N° 166, de 24 de Julho de 2017**: Dispõe sobre a validação de métodos analíticos e dá outras providências. Brasil: Diário Oficial da União, 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19194581/do1-2017-07-25-resolucao-rdc-n-166-de-24-de-julho-de-2017-19194412. Acesso em: 28 mar. 2022.

ANVISA, Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC N° 165, de 18 de Agosto de 2006**: Dispõe sobre a proibição de todos os usos do Ingrediente Ativo Lindano no Brasil. Brasil: Diário Oficial da União, 2006. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2006/rdc0165_18_08_2006.html. Acesso em: 17 nov. 2023.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-RDC N° 269, de 22 de Setembro de 2005**: Aprova o Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasil: Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html. Acesso em: 24 mar. 2021.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução N° 17, DE 30 de Abril de 1999**: Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para a Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. Brasil: Diário Oficial da União, 1999. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES_17_1999_COMP.pdf/0d8b0d1e-2b814dbe-b78c-1605e627c486. Acesso em: 21 maio 2020.

AOAC INTERNATIONAL. AOAC Official Method 2007.01: Pesticide Residue in Foods by Acetonitrile Extration and Partioning with Magnesium Sulfate. **Official Methods of Analysis**, 21th edition, Maryland, USA, 2019.

1. AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNACIONAL**, 20th edition, Maryland, USA 2016.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **MRL List**. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances, 2023. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx>. Acesso em: 01 dez. 2023.

ATSDR b, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for Beryllium**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2023. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp4.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2023.

ATSDR c Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for alpha-, beta, gamma-, and delta-hexachlorocyclohexane**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2023. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp43.pdf>. Acesso em: 20 nov 2023.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Aldrin/Dieldrin**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2022. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp1.pdf>. Acesso em: 25 mar 2023.

ATSDR b, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for Mercury**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2022. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=115&tid=24>. Acesso em: 20 nov 2023.

ATSDR c, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Chlorophenols**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2022. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp107.pdf>. Acesso em: 20 nov 2023.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Endrin**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2021. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp89.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for Lead**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2020. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR b, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Glyphosate**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2020. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp214.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Antimony and Compounds**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2019. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp23.pdf> Acesso em: 24 mar 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Minimal Risk Levels (MRLs) – For Professionals**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2018. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.html#print>. Acesso em: 25 mar.2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Toluene**. Atlanta: Departmente of Health and Human Services, 2017. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.pdf>. Acesso em: 25 mar.2022.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Addendum to the Toxicological Profile for Arsenic**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2016. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/Arsenic_addendum.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Nitrates/Nitrites Poisoning Patient Education Care Instruction Sheet**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2013. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/csem/nitrate_2013/docs/nitrite.pdf. Acesso em: 01 dez. 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Acrylamide**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2012. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp203.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Ethylbenzene**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2010. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp110.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for Aluminum**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2008. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp22.pdf>. Acesso em: 24 mar 2022.

ATSDR b, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Phenol**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2008. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp115.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Arsenic**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2007. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp2.pdf>. Acesso em: 24 mar 2022.

ATSDR b, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for Barium and Barium Compounds**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 2007. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp24.pdf>. Acesso em: 24 mar 2022.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Health Consultation: Public Health Implications of Exposures to Low-Level Volatile Organic Compounds in Public Drinking Water.** New York, 2006. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/hac/pha/indicottareainvestigation113006/indicottareainvestigationhc113006.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ATSDR b, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Cyanide.** Atlanta: Department of Health and Human Services, 2006. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp8.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for Tin and Tin compounds.** Atlanta: Department of Health and Human Services, 2005. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp55.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR b, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Public Health Assessment – Guidance Manual (Update).** Atlanta: Department of Health and Human Services, 2005. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamanual/pdfs/phagm_final1-27-05.pdf. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Guidance Manual for the Assessment of Joint Toxic Action of Chemical Mixtures.** Atlanta: Department of Health and Human Services, 2004. Disponível em: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/6935>. Acesso em 24 mar. 2022

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Atrazine.** Atlanta: Department of Health and Human Services, 2003. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp153.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR a, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs).** Atlanta: Department of Health and Human Services, 2000. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp17.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological Profile for Chlorpyrifos.** Atlanta: Department of Health and Human Services, 1997. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp84.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Public Health Statement Thallium CAS#: 7440-28-0.** Atlanta: Department of Health and Human Services, 1992. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp54-c1-b.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Toxicological profile for Silver.** Atlanta: Department of Health and Human Services, 1990. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp146.pdf>. Acesso em: 25 mar 2022.

BERG, Martin van Den; BIRNBAUM, Linda S.; DENISON, Michael; VITO, Mike de; FARLAND, William; FEELEY, Mark; FIEDLER, Heidelore; HAKANSSON, Helen; HANBERG, Annika; HAWS, Laurie. The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. **Toxicological Sciences**, v. 93, n. 2, p. 223-241, 7 jul. 2006. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/toxsci/kfl05>. Disponível em: https://www.who.int/foodsafety/chem/2005_WHO_TEFs_ToxSci_2006.pdf Acesso em: 25 mar 2022.

CANADA, Food Allergy. **Sulphites:** Sulphites are substances that naturally occur in some foods and the human body. They are also regulated food additives used as preservatives, 2021. Disponível em: <https://foodallergycanada.ca/food-allergy-basics/food-allergies-101/what-are-food-allergies/sulphites/>. Acesso em: 2 dez. 2021.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Ficha de Informação Toxicológica:** Bifenilas Policloradas. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2020/07/PCBs-Bifenilas-policloradas.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

CHARAN, Jaykaran; KANTHARIA, N. D. How to calculate sample size in animal studies? **Journal Of Pharmacology and Pharmacotherapeutics**, v. 4, n. 4, p. 303-306, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4103/0976-500x.119726>. Acesso em 30 nov. 2023.

COC, Committee on Carcinogenicity of Chemicals. Food, Consumer Products and the Environment. *In: Cancer Risk Characterisation Methods COC/G 06*. 1.0. 2012. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/cancer-risk-characterisation-methods>. Acesso em: 10 jun. 2022.

COCKS, Kim; TORGERSON, David J. Sample size calculations for pilot randomized trials: a confidence interval approach. **Journal Of Clinical Epidemiology**, v. 66, n. 2, p. 197-201, fev. 2013. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2012.09.002>. Acesso em: 30 nov. 2023.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, *et al.* Recommended international code of practice general principles of food hygiene. CAC/RCP, 2003.ed. v. 4, p. 1-1969, 2003.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, *et al.* Recommended Methods of Sampling for the Determination of Pesticide Residues for Compliance with MRLs. CAC/GL, 33-1999.

COT, Committe on Toxicity of Chemicals in Food. **Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals**. p. 1-360, 2003. Disponível em: <https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/vitmin2003.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.

COT, Committee on Toxicity of Chemicals in Food. Consumer Products and the Environment. **Statement on potential risks from arsenic in the diet of infants aged 0 to 12 months and children aged 1 to 5 years**, p. 1-38, 2016. Disponível em: https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/finalstatementonarsenic_0.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

DEVORE, J.L. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências**. Tradução Joaquim Pinheiro Nunes da Silva. Revisão Técnica: Armando Zeferino Milioni. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

EC, European Comission. Assessment of the Tolerable Daily Intake of Barium. **Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER)**, p. 1-13, mar. 2022. DOI 10.2772/49651. Disponível em: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_161.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

EC, EUROPEAN COMMISSION. Amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs. **Official Journal of the European Union**, ed. 1259/2011, p. 18-23, 3 dez. 2011. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:320:0018:0023:EN:PDF>. Acesso em: 25 maio 2022.

ECCC, ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE CANADA HEALTH. Draft Screening Assessment. **Silver and Its Compounds**, Canada, p. 1-75, Aug 2020. Disponível em: <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/pded/silver/Draft-screening-assessment-silver-compounds.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority; *et al.* Guidance for establishing and applying tolerable upper intake levels for vitamins and essential minerals. **EFSA Journal**, v. 20, n. 1, p. 1-27, jan. 2022. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2022.e200102](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2022.e200102). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2022.e200102>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority, *et al.* Safety assessment of titanium dioxide (E171) as a food additive. **EFSA Journal**, v. 19, n. 5, p. 1-130, maio 2021. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6585](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6585). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2021.6585>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority *et al.* Update of the risk assessment of nickel in food and drinking water. **EFSA Journal**, v. 18, n. 11, p. 1-101, nov. 2020.

[Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6268](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6268). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2020.6268>. Acesso em: 13 nov. 2023.

EFSA a, European Food Safety Authority, *et al.* Review of Potentially Toxic Rare Earth Elements, Thallium and Tellurium in Plant-based Foods. **EFSA Journal**, v. 18, n. 3, p. 1-10, nov. 2020.

[Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2020.e181101](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2020.e181101). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.e181101>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA b, European Food Safety Authority, *et al.* Update of the risk assessment of nickel in food and drinking water. **EFSA Journal**, v. 18, n. 11, p. 1-101, nov. 2020.

[Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6268](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6268). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6268>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority, *et al.* Risk evaluation of chemical contaminants in food in the context of RASFF notifications: rapid assessment of contaminant exposure tool (race). **EFSA Supporting Publications**, v. 16, n. 5, p. 1-108, maio. 2019.

[Http://dx.doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1625](http://dx.doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1625). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1625>. Acesso em: 28 mar. 2022.

EFSA b, European Food Safety Authority, *et al.* Evaluation of the health risks related to the presence of cyanogenic glycosides in foods other than raw apricot kernels. **EFSA Journal**, v. 17, n. 4, p. 1-78, abr. 2019. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5662](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5662). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2019.5662>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority, *et al.* Re-evaluation of calcium silicate (E 552), magnesium silicate (E 553a(i)), magnesium trisilicate (E 553a(ii)) and talc (E 553b) as food additives. **EFSA Journal**, v. 16, n. 8, p. 1-50, ago. 2018. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5375](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5375). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5375>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority, *et al.* Re-evaluation of silicon dioxide (E 551) as a food additive. **EFSA Journal**, v. 16, n. 1, p. 1-70, jan. 2018. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5088](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5088).

Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5088>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority, *et al.* Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment. **EFSA Journal**, v. 15, n. 1, p. 1-41, jan. 2017.

[Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4658](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4658). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4658>. Acesso em: 01 dez. 2021.

EFSA, European Food Safety Authority. **Mercury**: Mercury in food, 2016. Disponível em:

https://food.ec.europa.eu/safety/chemical-safety/contaminants/catalogue/mercury_en. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority. Reasoned opinion on the setting of a new maximum residue level for atrazine in cereals. **EFSA Journal**, v. 13, n. 6, p. 1-21, jun. 2015.

[Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4126](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4126). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4126>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority. Refined risk assessment regarding certain maximum residue levels (MRLs) of concern for the active substance chlorpyrifos. **EFSA Journal**, v. 13, n. 6, p. 1-41, jun. 2015. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4142](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4142). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4142>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA b, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on acrylamide in food. **EFSA Journal**, v. 13, n. 6, p. 1-321, jun. 2015. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4104](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4104). Disponível em:

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4104>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA c, European Food Safety Authority. **Acrylamide**, 2015. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/acrylamide>. Acesso em: 19 nov. 2021.

EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water. **EFSA Journal**, v. 12, n. 3, p. 1-261, mar. 2014. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3595>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2014.3595>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for molybdenum. **EFSA Journal**, n. 20131183333, p. 1-35, 2013. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3333>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2013.3333>. Acesso em: 01 dez. 2021.

EFSA b, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the toxicological evaluation of phenol: EFSA panel on food contact materials, enzymes, flavourings and processing aids. **EFSA Journal**, v. 11, n. 4, p. 1-44, abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3189>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2013.3189>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. **EFSA Journal**, v. 10, n. 12, p. 1-241, dez. 2012. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2985>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2985>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA b, European Food Safety Authority. Cadmium dietary exposure in the European population. **EFSA Journal**, n. 20121012551, p. 1-37, 2012. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2551>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2551>. Acesso em: 24 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. **EFSA Journal**: EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies, n. 20121022557, p. 1-61, 2011. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2557>. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/consultation/110712%2C0.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2021.

EFSA a, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the risk to public health related to the presence of high levels of dioxins and dioxin-like PCBs in liver from sheep and deer. **EFSA Journal**, v. 9, n. 7, p. 1-71, jul. 2011. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2297>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2297>. Acesso em: 23 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority, *et al.* TECHNICAL REPORT submitted to EFSA: Selected trace and ultratrace elements: biological role, content in feed and requirements in animal nutrition elements for risk assessment. **EFSA Supporting Publications**, v. 7, n. 7, p. 1-1132, jul. 2010. <http://dx.doi.org/10.2903/sp.efsa.2010.EN-68>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2010.EN-68>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA b, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Lead in Food. **EFSA Journal**, v. 8, n. 4, p. 1-151, abr. 2010. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1570>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority, *et al.* Choline-stabilised orthosilicic acid added for nutritional purposes to food supplements. **EFSA Journal**: Scientific Opinion of the Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, p. 1-23, 2009. EFSA. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2009.948>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.948>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the use of cobalt compounds as additives in animal nutrition. **EFSA Journal**, n. 20097121383, p. 1-45, 2009. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1383>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1383>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA b, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Arsenic in Food. **EFSA Journal**, n. 10, p. 1-199, 30 set. 2009. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1351>. Acesso em: 24 mar. 2022.

EFSA c, European Food Safety Authority. Calcium silicate and silicon dioxide/silicic acid gel added for nutritional purposes to food supplements. **EFSA Journal**, v. 7, n. 6, p. 1-24, jun. 2009. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1132](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1132). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1132>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA d, European Food Safety Authority. Uranium in foodstuffs, in particular mineral water: question no efsa-q-2007-135. **EFSA Journal**, v. 7, n. 4, p. 1-59, abr. 2009. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1018>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1018>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority. Safety of aluminium from dietary intake - Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC). **EFSA Journal**, v. 6, n. 7, p. 1-34, jul. 2008. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2008.754>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.754>. Acesso em: 24 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority, *et al.* Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals. **European Food Safety Authority**, p. 1-482, 2006. Disponível em: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf. Acesso em: 01 dez.2021.

EFSA a, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Committee related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment. **EFSA Journal**, p. 1-54, 2006. EFSA. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2007.438>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2007.438>. Acesso em: 28 mar. 2022.

EFSA b_European Food Safety Authority.; *et al.* Dietary reference values for sodium. **EFSA Journal**, v. 17, n. 9, p. 1-191, set. 2006. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5778](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5778). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2019.5778>. Acesso em: 13 nov. 2023.

EFSA a, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. **EFSA Journal**, p. 1-262, 2005. EFSA. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2005.284>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2005.284>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA b, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to gamma-HCH and other hexachlorocyclohexanes as undesirable substances in animal feed. **EFSA Journal**, p. 1-39, 2005. EFSA. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2005.250>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2005.250>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs. **EFSA Journal**, p. 1-119, 2004. EFSA. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2004.102>. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2004.102>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EFSA a, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies [NDA] related to the Tolerable Upper Intake Level of Silicon. **Efsa Journal**: Wiley Online Library, p. 1-11, abr. 2004. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2004.60](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2004.60). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2004.60>. Acesso em: 27 nov. 2023.

EFSA b, European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies [NDA] related to the Tolerable Upper Intake Level of Silicon. **EFSA Journal**, n.60, p. 1-11, 2004. [Http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2004.60](http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2004.60). Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2004.60>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency. CASRN 7440-32-6. **Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for: Titanium**, p. 1-10, 2010. Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/Titanium.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency, *et al.* CASRN 7439-93-2. **Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for: Lithium**, p. 1 – 28, 2008. Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/Lithium.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/635/R-08/001F. **Toxicological Review of Thallium and Compounds: In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS)**, Washington, DC, p. 1-163, 2009. Disponível em: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1012tr.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA _ U.S. Environmental Protection Agency. **Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for: 2,4,6-TRICHLOROPHENOL (CASRN 88-06-2)**, 2007. Disponível em: Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for 2,4,6-Trichlorophenol (CASRN 88-06-2) (epa.gov). Acesso em: 29/11/2003.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency. Finalization of Interim Reregistration Eligibility Decisions (IREDS) and Interim Tolerance Reassessment and Risk Management Decisions (TREDs) for the Organophosphate Pesticides, and Completion of the Tolerance Reassessment and Reregistration Eligibility Process for the Organophosphate Pesticides. EPA 738-R-01-013. **Reregistration Eligibility Decision for Acephate**, WASHINGTON D.C, p. 1-198, 2006. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/200008Q8.PDF?Dockey=200008Q8.PDF>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/630/P-03/001F. **Guidelines for Carcinogen Risk Assessment**, Washington, DC, p. 1 – 166, 2005. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf. Acesso em: 28 mar. 2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency; IRIS, Integrated Risk Information System. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) CASRN 1336-36-3 | DTXSID5024267, 1996. Disponível em: https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=294. Acesso em: 29/11/2023.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency. **Reference Dose (RFD): Description and Use in Health Risk Assessments**, 15 mar. 1993. Disponível em: <https://www.epa.gov/iris/reference-dose-rfd-description-and-use-health-risk-assessments#1.6>. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency; IRIS, Integrated Risk Information System. CASRN 7440-22-4. **Chemical Assessment Summary: Silver**, p. 1-13, 1991. Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0099_summary.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA a, _ U.S. Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary. Silver; CASRN 7440-22-4 ,1991. Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0099_summary.pdf Acesso em: 25/03/2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency; IRIS, Integrated Risk Information System. CASRN 88-06-2. **Chemical Assessment Summary: 2,4,6-Trichlorophenol**, p. 1-12, 1990. Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0122_summary.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency; IRIS, Integrated Risk Information System. CASRN 1336-36-3. **Chemical Assessment Summary: Polychlorinated biphenyls (PCBs)**, p. 1-22, 1989. Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0294_summary.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA a, U.S. Environmental Protection Agency; IRIS, Integrated Risk Information System. CASRN 95-95-4. **Chemical Assessment Summary: 2,4,5-Trichlorophenol**, p. 1-7, 1987. Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0121_summary.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

EPA b, U.S. Environmental Protection Agency; IRIS, Integrated Risk Information System. CASRN 608-73-1. **Chemical Assessment Summary**: technical Hexachlorocyclohexane (t-HCH), p. 1-9, 1987. Disponível em: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0165_summary.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

EURACHEM / CITAC Guide CG 4 Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement Third Edition, 2012. Disponível em: https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1.pdf. Acesso em: 29/11/2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. **Official Journal of the European Union**, v.66, p. 103-119, 2023. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0915>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) 2020/1085 of 23 July 2020 amending Annexes II and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl in or on certain products. **Official Journal of the European Union**, v.63, p. 7-239, 2020. Disponível em: EUR-Lex - 32020R1085 - EN - EUR-Lex (europa.eu). Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) 2018/73 of 16 January 2018 amending Annexes II and III to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for mercury compounds in or on certain products. **Official Journal of the European Union**, v. 61, p 8-13, 2018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0073>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) 2017/978 of 9 June 2017 amending Annexes II, III and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for fluopyram; hexachlorocyclohexane (HCH), alpha-isomer; hexachlorocyclohexane (HCH), beta-isomer; hexachlorocyclohexane (HCH), sum of isomers, except the gamma isomer; lindane (hexachlorocyclohexane (HCH), gamma-isomer); nicotine and profenofos in or on certain products. **Official Journal of the European Union**, v. 60, p. 1-151, 2017. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32017R0978#document1>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) 2016/440 of 23 March 2016 amending Annexes II, III and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for atrazine in or on certain products. **Official Journal of the European Union**, v.59, p. 34-78, 2016. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0440>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) 2015/868 of 26 May 2015 amending Annexes II, III and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for 2,4,5-T, barban, binapacryl, bromophos-ethyl, camphechlor (toxaphene), chlorbufam, chloroxuron, chlozolate, DNOC, di-allate, dinoseb, dinoterb, dioxathion, ethylene oxide, fentin acetate, fentin hydroxide, flucycloxuron, flucythrinate, formotion, mecarbam, methacrifos, monolinuron, phenothrin, propham, pyrazophos, quinalphos, resmethrin, tecnazene and vinclozolin in or on certain products. **Official Journal of the European Union**, v. 58, p 1-145, 2015. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015R0868>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) No 293/2013 of 20 March 2013 amending Annexes II and III to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for emamectin benzoate, etofenprox, etoxazole, flutriafol, glyphosate, phosmet, pyraclostrobin, spinosad and spirotetramat in or on certain products. **Official Journal of the European Union**, v. 56, p. 1-96, 2013. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32013R0293>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EU) No 899/2012 of 21 September 2012 amending Annexes II and III to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for acephate, alachlor, anilazine, azocyclofen, benfuracarb, butylate, captafol, carbaryl, carbofuran, carbosulfan, chlorfenapyr, chlorthal-dimethyl, chlorthiamid, cyhexatin, diazinon, dichlobenil, dicofol, dimethipin, diniconazole, disulfoton, fenitrothion, flufenzin, furathiocarb, hexaconazole, lactofen, mepronil, methamidophos, methoprene, monocrotophos, monuron, oxycarboxin, oxydemeton-methyl, parathion-methyl, phorate, phosalone, procymidone, profenofos, propachlor, quinclorac, quintozene, tolylfluanid, trichlorfon, tridemorph and trifluralin in or on certain products and amending that Regulation by establishing Annex V listing default values. **Official Journal of the European Union**, v.55, p. 1-273, 2012. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32012R0899>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission. Commission Regulation (EC) No 839/2008 of 31 July 2008 amending Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards Annexes II, III and IV on maximum residue levels of pesticides in or on certain products. **Official Journal of the European Union**, v. 51, p. 1-234, 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008R0839>. Acesso em: 28 nov. 2023.

European Commission_a. Commission Regulation (EC) No 149/2008 of 29 January 2008 amending Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council by establishing Annexes II, III and IV setting maximum residue levels for products covered by Annex I thereto. **Official Journal of the European Union**, v. 51, p. 1-58, 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32008R0149>. Acesso em: 28 nov. 2023.

ERB, Hollis N. A Statistical Approach for Calculating the Minimum Number of Animals Needed in Research. **Ilar Journal**, v. 32, n. 1, p. 11-16, 1 jan. 1990. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/ilar.32.1.11>. Acesso em: 30 nov. 2023.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Codex Alimentarius Commission Procedural Manual**. Twenty-eighth edition, revised. Roma, ed. 28, p. 1-220, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc5042en/cc5042en.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2023.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Guidelines for Rapid Risk Analysis Following Instances of Detection of Contaminants in Food Where There is No Regulatory Level**: CXG 92-2019, 2019. 7 p. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXG%2B92-2019%252FCXG_092e.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Dietary Assessment**: A resource guide to method selection and application in low resource settings. Rome: 152, 2018. ISBN 978-92-5-130635-2. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i9940en/i9940EN.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Food Safety Risk Management**: Evidence-Informed Policies and Decisions, Considering Multiple Factors. Rome, 2017. 106 p. ISBN 978-92-5-130065-7. Disponível em: <https://www.fao.org/3/l8240EN/i8240en.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. Discussion Paper on the Review of the Guideline Levels for Methylmercury in Fish and Predatory Fish. **Codex Committee on Contaminants in Foods**, Moscow, Russian, p. 1-22, 2013. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FShared%2BDocuments%252FArchive%252FMeetings%252FCCCF%252Fcccf7%252Fcf07_16e.pdf. Acesso em: 28 jun. 2022.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Safety evaluation of certain food additives and contaminants.** Who Food Additives Series: 65. Ed. Geneva, 2012. ISBN 978 92 4 166065 5. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44813/9789241660655_eng.pdf?isAllowed=y&sequence=1. Acesso em: 18 nov. 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities.** FAO Food And Nutrition PAPER 87. Ed. Rome, 2006. 106 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/a0822e/a0822e00.htm>. Acesso em: 19 nov. 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Toxicological Monographs and Monograph Addenda.** Joint Meeting on Pesticide Residues, 2005. 1-15 p. Disponível em: <https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v2005pr02.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022.

FAO_a, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Food Safety Risk Analysis: PART I An Overview and Framework Manual.** Rome, 2005. 78 p. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=bf49da3b4212184c89b18bbdda9064b833e1096c>. Acesso em: 14 maio 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Pesticide residues in food 2002: REPORT 2002.** Rome, 2002. 409 p. ISBN 92-5-104858-4. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb2760en/CB2760EN.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations; WHO, World Health Organization. Food and Nutrition Paper 76. **Assuring Food Safety and Quality: Guidelines for Strengthening National Food Control Systems,** Rome, p. 1-80, 2003. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y8705e/y8705e00.htm>. Acesso em: 18 nov. 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Application of Risk Analysis to Food Standards Issues: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation.** Geneva: [s. n.], 1995. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ae922e/ae922e00.htm>. Acesso em: 14 maio 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations; WHO, World Health Organization. **Evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants.** Thirty-ninth. Ed. Geneva, 1992. 80 p. ISBN 9241208287. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/40033/WHO_TRS_828.pdf?isAllowed=y&sequence=1. Acesso em: 25 mar. 2022

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Toxicological Evaluation of Some Food Colours, Emulsifiers, Stabilizers, Anti-Caking Agents, and Certain Other Substances.** No. 46A WHO/FOOD ADD/70.36. ed.1969. Disponível em: <https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v46aje60.htm>. Acesso em: 27 nov. 2023.

FDA, U.S Food & Drug administration. **Investigations Operations Manual.** Ed.U.S, 2023.

FSAI, Food Safety Authority of Ireland. **The Safety of Vitamins and Minerals in Food Supplements: Establishing Tolerable Upper Intake Levels and a Risk Assessment Approach for Products Marketed in Ireland,** 2019. 156 p. ISBN 978-1-910348-10-9. Disponível em: <https://www.fsai.ie/publications/the-safety-of-vitamins-and-minerals-in-food-supple>. Acesso em: 23 nov. 2021.

GRANDJEAN, P. Individual susceptibility to toxicity. **Toxicology Letters,** Odense, v. 64-65, p. 43-51, dez. 1992. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-4274\(92\)90171-f](http://dx.doi.org/10.1016/0378-4274(92)90171-f). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/037842749290171F?via%3Dihub>. Acesso em: 28 mar. 2022

GREENFIELD, H; SOUTHGATE, D.A.T. **Food composition data: Production, Management and Use.** Rome: Food & Agriculture, 2003. 288 p. ISBN 92 5 104949 1. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y4705e/y4705e.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

GUTENMANN, Walter H.; LISK, Donald J. HIGHER AVERAGE MERCURY CONCENTRATION IN FISH FILLETS AFTER SKINNING AND FAT REMOVAL. **Journal of Food Safety**, v. 11, n. 2, p. 99-103, jul. 1990. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4565.1990.tb00043.x>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230174247_Higher_average_mercury_concentration_in_fish_filletts_after_skinning_and_fat_removal. Acesso em: 28 mar. 2022.

IARC, International Agency for Research on Cancer. **IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans: List of Classifications**, 2022. Disponível em: <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>. Acesso em: 24 mar. 2022.

IARC, International Agency for Research on Cancer. **Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**, 2012. V. 100. ISBN 978-92-832-1320-8. Disponível em: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Arsenic-Metals-Fibres-And-Dusts-2012>. Acesso em: 24 mar. 2022.

IARC, International Agency for Research on Cancer. **Some Industrial Chemicals: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**, 2000. V. 77. ISBN 978-92-832-1577-6. Disponível em: <https://publications.iarc.fr/95>. Acesso em: 24 mar. 2022.

IARC, International Agency for Research on Cancer. **Re-evaluation of Some Organic Chemicals, Hydrazine and Hydrogen Peroxide (Part 1, Part 2, Part 3): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**, 1999. V. 71. ISBN 978-92-832-1271-3. Disponível em: <https://publications.iarc.fr/89>. Acesso em: 24 mar. 2022.

INSTITUTE OF MEDICINE (US) Food and Nutrition Board. **Dietary Reference Intakes: A Risk Assessment Model for Establishing Upper Intake Levels for Nutrients**. Washington, DC, 1998. ISBN 10: 0-309-06348-5. DOI 10.17226/6432. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45189/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

JECFA, Joint FAO/WHO, Expert Committee on Food Additives. Titanium Dioxide. **Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives**, 13 nov. 2023. Disponível em: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/2723>. Acesso em: 25 mar. 2022.

JECFA, Joint FAO/WHO, Expert Committee on Food Additives. Prepared by the eightieth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **Safety evaluation of certain food additives and contaminants: Supplement 1: Non-dioxin-like polychlorinated biphenyls**. Geneva, 2016. 422 p. ISBN 978 92 4 166171 3. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/246225/9789241661713-eng.pdf;jsessionid=A4F848540F02AE02D268A2C15EE60CB9?sequence=1>. Acesso em: 25 mar. 2023.

JECFA, Joint FAO/WHO, Expert Committee on Food Additives. **Evaluation of certain food additives and contaminants**. 77. Ed. Rome, 2013. ISBN 978 92 4 120983 0. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/98388/9789241209830_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 mar. 2022

JECFA _ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of certain food additives and contaminants, 2012. Disponível em: WHO Additives Series 65: Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Acesso em: 28/11/2023.

JECFA, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **Evaluation Of Certain Contaminants in Food**. 72. Ed, 2011. 105 p. ISBN 978 92 4 120959 5. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44514/WHO_TRS_959_eng.pdf?isAllowed=y&sequence=1. Acesso em: 25 mar. 2022.

JECFA_a, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. List Of Substances Scheduled for Evaluation and Request for Data. **Food additives and Contaminants**, Roma, 2011. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/JECFA74_call_Final_13.9.2010.pdf. Acesso em: 27 nov. 2023.

JECFA, Joint FAO/WHO, Expert Committee on Food Additives. **Summary and Conclusions**. v.72., Rome. **Summary and Conclusions**, 2010. 16 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/at868e/at868e.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

JECFA, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Proposed Draft Maximum Levels for Tin., v.34, 2002, Netherlands. **Codex Committee on Food Additives and Contaminants**, 2002. P. 1. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/zh/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FShared%2BDocuments%252FArchive%252FMeetings%252FCFCAC%252Fccfac34%252Ffa02_25e.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

JONES, S R; CARLEY, S; HARRISON, M. An introduction to power and sample size estimation. **Emergency Medicine Journal**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 453-458, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/emj.20.5.453>. Acesso em: 30 nov. 2023.

LANG, Florian. Encyclopedia of Molecular Mechanisms of Disease. **Springer**: reference, Berlin, v. 1, p. 1-2268, 2009. Springer Berlin Heidelberg. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-29676-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-540-29676-8>. Acesso em: 01 dez. 2021.

LENTH, Russell V. Some Practical Guidelines for Effective Sample Size Determination. **The American Statistician**, v. 55, n. 3, p. 187-193, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1198/000313001317098149>. Acesso em: 30 nov. 2023.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Coleta de Amostras de Produtos de Origem Animal**, Brasília, v. 6, 2021.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa – IN nº 5, de 23 de abril de 2019**. Plano de amostragem e os limites de referência para o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal – PNCRC de 2019 para cadeias de carnes bovina, suína, caprina, ovina, equina, de coelho, de aves e de avestruz, de leite, pescado mel e ovos. Brasília, DF, 2019. 21 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/InstruoNormativaN05.2019PNCRC2019.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2023.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Coleta de Amostras do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal**. Brasília, DF, 2013. 37 p. ISBN 978-85-7991-089-0. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pncrc-vegetal/manual-coleta.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Coleta de Amostras do PNCRC/MAPA**. Brasília, DF, 2010. 48 p. ISBN 978-85-99851-85-2. Disponível em: <https://www.kiwa.com/4a4406/globalassets/latam/manual-de-coleta-de-amostras-de-origem-animal.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

Ministry of the Environment Government of Japan. Chemical Substances Control Law Reference. CAS No.: 7440-32-6 (Titanium). **Substance: Titanium and its compounds**, Brasília, DF, 2010. Disponível em: https://www.env.go.jp/en/chemi/chemicals/profile_erac/profile8/pf1-08.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

MORETTIN, P.A.; BUSSAB, W.O. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

NASEM a_ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. Appendix J Dietary Reference Intakes Summary Tables. Washington, DC; The National Academies Press 2019. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ_tab3/?report=objectonly Acesso em: 24/03/2022.

NASEM b, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *In: Dietary Reference Intakes (DRIs): Tolerable Upper Intake Levels, Elements. **Dietary reference intakes for sodium and potassium.*** Washington, DC, 2019. ISBN 10: 0-309-48834-6. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ_tab9/?report=objectonly. Acesso em: 25 mar. 2022.

NASEM, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes: Calcium and Vitamin D. *In: Dietary Reference Intakes (DRIs): **Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Total Water and Macronutrients:*** Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. Washington, DC: [s. n.], 2011. ISBN 978-0-309-16394-1. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56068/table/summarytables.t4/?report=objectonly>. Acesso em: 17 jun. 2022.

NIH a, National Institutes of Health. *In: NUTRIENT Recommendations and Databases. **Nutrient Recommendations:*** Dietary Reference Intakes (DRI). 2023. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/nutrientrecommendations.aspx#dritool>. Acesso em: 26 out. 2023.

NIH b, National Institutes of Health. **Iron:** Fact Sheet for Health Professionals, 2023. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH c, National Institutes of Health. **Phosphorus:** Fact Sheet for Health Professionals, 2023. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Phosphorus-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH a, National Institutes of Health. **Boron:** Fact Sheet for Health Professionals, 2022. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Boron-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH b, National Institutes of Health. **Calcium:** Fact Sheet for Health Professionals, 2022. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Calcium-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH c, National Institutes of Health. **Copper:** Fact Sheet for Health Professionals, 2022. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Copper-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH d, National Institutes of Health. **Magnesium:** Fact Sheet for Health Professionals, 2022. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH e, National Institutes of Health. **Potassium:** Fact Sheet for Health Professionals, 2022. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Potassium-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH f, National Institutes of Health. **Zinc:** Fact Sheet for Health Professionals, 2022. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH, National Institutes of Health. **Chromium:** Fact Sheet for Health Professionals, 2021. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Chromium-HealthProfessional/#h7%20>. Acesso em: 1 dez. 2021

NIH a, National Institutes of Health. **Molybdenum:** Fact Sheet for Health Professionals, 2021. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Molybdenum-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH b, National Institutes of Health. **Selenium:** Fact Sheet for Health Professionals, 2021. Disponível em: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NIH, National Institutes of Health. Dietary Reference Intakes: The essential guide to nutrient requirements. **The National Academies Press**, Washington, Dc, p. 1-1344, 29 ago. 2006. [Http://dx.doi.org/10.17226/11537](http://dx.doi.org/10.17226/11537). Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/11537/dietary-reference-intakes-the-essential-guide-to-nutrient-requirements>. Acesso em: 02 dez. 2021.

NIMNI, Marcel e; HAN, Bo; CORDOBA, Fabiola. Are we getting enough sulfur in our diet? **Nutrition & Metabolism**, v. 4, n. 1, p. 24, 2007. Springer Science and Business Media LLC.

<http://dx.doi.org/10.1186/1743-7075-4-24>. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2198910/>. Acesso em: 02 dez. 2021.

OLSON, K.R.; *et al.* **Manual de toxicologia Clínica**. 6. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2014. 813 p. ISBN 978-85-8055-266-9.

OPAS, Pan American Health Organization; WHO, World Health Organization. **Perspectiva sobre a análise de risco na segurança dos alimentos**: Curso de Sensibilização. Rio de Janeiro, 2008. 160 p. Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34152/perspectivaanalise-por.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20Acesso%20em:%2021/05/2020>. Acesso em: 21 maio 2020.

PETO, R.; *et al.* Design and analysis of randomized clinical trials requiring prolonged observation of each patient. II. Analysis and examples. **British Journal of Cancer**, v. 35, n. 1, p. 1-39, jan. 1977. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/bjc.1976.e>

RAIS, Risk Assessment Information System. **Chemical Data Profiles**: Basic Information for Silver.1992. Disponível em: <https://rais.ornl.gov/tools/profile.php>. Acesso em: 25 mar. 2022.

RISHER, John F.; DEROSA, Christopher T. The precision, uses, and limitations of public health guidance values. **Human And Ecological Risk Assessment**: An International Journal, v. 3, n. 5, p. 681-700, nov. 1997. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10807039709383728>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807039709383728>. Acesso em: 25 mar. 2022.

RISHER, J.F., DeROSA, C.T. The precision, uses, and limitations of public health guidance values. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, v.3, n.5, p. 681-700, 1997. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807039709383728>. Acesso em: 25/03/2022

SCF, Scientific Committee on Food. European Commission. **Opinion on certain aromatic hydrocarbons present in food**, 1999. 3 p. Disponível em: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scf_out24_en.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

SCHWAB, Bradley W.; *et al.* Human pharmaceuticals in US surface waters: a human health risk assessment. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 42, n. 3, p. 296-312, ago. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yrtph.2005.05.005>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15979221/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

SILVA, João Gilberto Corrêa da. **Estatística Experimental**: Planejamento de Experimentos. 2007. Versão Preliminar (Departamento de Matemática e Estatística) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

STEIN, Lisa Y.; KLOTZ, Martin G. The nitrogen cycle. **Current Biology**, v. 26, n. 3, p. 94-98, fev. 2016. [Http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.021](http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.021). Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982215015183>. Acesso em: 28 mar. 2022.

TRIOLA, M.F. **Introdução à Estatística**. Tradução: Vera Regina Lima de Farias e Flores. Revisão técnica: Ana Maria Lima e Farias. 10. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

USEPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories**. 3. ed. Washington, DC, 2000. 485 p. v. 1. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/volume1.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2022.

WHO, World Health Organization. **Guidelines for Drinking-water Quality**. 4. ed. Geneva, 2017. 541 p. ISBN 978-92-4-154995-0. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

WHO, World Health Organization. **Barium in Drinking-water**: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva, 2016. 15 p. Disponível em: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/barium-background-jan17.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022.

WHO, World Health Organization. **Environmental Health Criteria 240**: Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. Geneva, 2009. 33 p. ISBN 978 92 4 157240 8. Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44065/WHO_EHC_240_1_eng_front.pdf?sequence=1. Acesso em: 19 nov. 2021.

WHO, World Health Organization; IPCS, International Programme on Chemical Safety. **Harmonization Project Document No. 6: PART 1: GUIDANCE DOCUMENT ON CHARACTERIZING AND COMMUNICATING UNCERTAINTY IN EXPOSURE ASSESSMENT**. 6. ed. Geneva, 2008. 158 p. ISBN 978 92 4 156376 5. Disponível em: <https://www.inchem.org/documents/harmproj/harmproj/harmproj6.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2022.

WHO, World Health Organization. **GEMS/Food Total Diet Studies: Report of a joint USFDA/WHO international workshop on total diet studies in cooperation with the pan American Health Organization**. Kansas City, USA: Food Safety Programme, Department of Protection of the Human Environment, World Health Organization, 1999.

WHO, World Health Organization. **Silver in Drinking-water**: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva, 1996. 4 p. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/silver.pdf?sfvrsn=195cf8b3_4. Acesso em: 19 nov. 2021.

WHO, World Health Organization. In: International Programme on Chemical Safety. **Environmental Health Criteria 24**: Titanium, 1982. Disponível em: <https://inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc24.htm#PartNumber:2>. Acesso em: 25 mar. 2022.

XIONG, Boya; *et al.* Manish. Polyacrylamide degradation and its implications in environmental systems. **NPJ Clean Water**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 7 set. 2018. <http://dx.doi.org/10.1038/s41545-018-0016-8>. Disponível em: <file:///C:/Users/CaetanoA/Downloads/s41545-018-0016-8.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2022.

ZABIK, Mary E.; *et al.* Pesticides and Total Polychlorinated Biphenyls in Chinook Salmon and Carp Harvested from the Great Lakes: effects of skin-on and skin-off processing and selected cooking methods. **Journal Of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 4, p. 993-1001, abr. 1995. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00052a029>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00052a029?journalCode=jafcau&>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ZAR, Jerrold H. **Biostatistical Analysis**. 5. ed. New Jersey: Pearson, 2010. 248 p. ISBN 978-0-13-1001W6-5.

ZHANG, Xianming; *et al.* Effects of skin removal on contaminant levels in salmon and trout filets. **Science of the Total Environment**, v. 443, p. 218-225, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.090>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23186633/#:~:text=Concentrations%20of%20all%20the%20lipophilic,but%20not%20of%20rainbow%20trout>. Acesso em: 28 mar. 2022.



VICENTE MELLO
Executive Director / Diretor Executivo



LUIZ EDUARDO FARIAS VILLAS BÔAS
Technical Director / Diretor Técnico



ALESSANDRO NASSER
Technical Director / Diretor Técnico



FABIO TEODORO GOEBEL
Technical Director / Diretor Técnico



VICTOR CARVALHO MORAIS SILVA
Technical Manager / Gerente Técnico



JULIANA BRAUN MÜLLER
Technical Coordinator / Coordenadora
Técnica



KAZUMI KINOSHITA TERAMOTO
Bióloga. Mestra em Toxicologia e Análises
Toxicológicas e Doutora em Farmácia



LAURA ANTÔNIO LIMA
Socióloga. Mestra em Comunicação Social



LENISE CÂMARA FRANCO
Eng. Sanitarista e Ambiental. Mestra Eng.
Ambiental



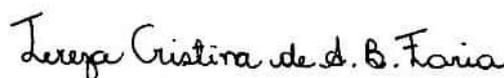
LETÍCIA RODRIGUES ALVES
Bióloga. Doutora em Agronomia (Produção
Vegetal)



LORENA DO NASCIMENTO PANTALEÃO
Farmacêutica. Doutora em Toxicologia e
Análises Toxicológicas



RACHEL ABRAHÃO RIBEIRO
Estatística. Mestra em Estatística



TEREZA CRISTINA DE A. B. FARIA
Demógrafa. Doutora em Demografia

Anexo 1 – Comprovação do uso da água de cursos d'água afetados para irrigação e/ou dessedentação animal

O detalhamento da comprovação do uso da água de cursos d'água afetados pelo rompimento da barragem de Fundão para irrigação e/ou dessedentação animal está apresentado em documento anexo.

Anexo 2 – Condições de cultivo e peso dos produtos agropecuários

As informações sobre as condições de cultivo e peso dos produtos agropecuários estão apresentadas em documento anexo.

Anexo 3 – Proporções entre o total dos resultados analíticos não detectados (<LOD), detectados (≥LOD e <LOQ) e quantificados (≥LOQ) nas áreas de interesse e nas áreas controle

O quantitativo dos resultados analíticos de todas as amostras analisadas, com base na identificação do número de resultados não detectados (<LOD), detectados (≥LOD e <LOQ) e quantificados (≥LOQ) nas áreas de interesse e controle, está apresentado em documento anexo.

Anexo 4 – Concentrações mínimas, médias e máximas (mg/kg) e desvio padrão (DP – mg/kg) nas áreas de interesse e nas áreas controle

Os valores mínimos, médios e máximos e o desvio padrão para as concentrações das substâncias químicas dos Tipos 1, 2, 3 e 4, nas áreas de interesse e controle, estão apresentados em documento anexo.

Anexo 5 – Relatórios analíticos

Os relatórios analíticos das amostras de produtos agropecuários estão apresentados em documentos anexos.

A apresentação dos relatórios analíticos está organizada por Tipo de substância química analisada: substâncias químicas do Tipo 1; substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 (exceto substâncias químicas voláteis) e substâncias químicas voláteis do Tipo 3 (SQV).

Anexo 6 – Controle de qualidade das rotinas analíticas (curvas de calibração, brancos e controles)

As informações acerca do controle de qualidade das rotinas analíticas (curvas de calibração, brancos e controles) estão apresentados em documentos anexos.

A apresentação das curvas de calibração, brancos e controle analíticos está organizada por Tipo de substância química analisada: substâncias químicas do Tipo 1; substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 (exceto substâncias químicas voláteis) e substâncias químicas voláteis do Tipo 3 (SQV).

Anexo 7 – Dados de liofilização (peso seco e umidade das amostras)

Os dados de liofilização, incluindo peso seco e umidade das amostras, estão apresentados em documento anexo.

Anexo 8 – Resultados de exposição para as substâncias químicas do Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4

Os resultados de exposição das substâncias químicas do Tipo 1 (essenciais e não essenciais) e dos Tipos 2, 3 e Tipo 4, para os indivíduos de todas as faixas etárias (1 a 6 anos, 7 a 17 anos e ≥ 18 anos) e ambos os sexos avaliados, considerando os altos consumidores, os consumidores dos valores médios (média) e os baixos consumidores, estão apresentados em documento anexo.

Anexo 9 – Avaliação da segurança dos produtos agropecuários (individualmente) para consumo humano (caracterização do risco)

Para as substâncias químicas que apresentaram preocupação em relação ao seu consumo para um grupo de produtos agropecuários, a equipe de perícia apresentou os resultados da avaliação da segurança dos alimentos que compunham o respectivo grupo.

Os resultados da avaliação da segurança dos produtos agropecuários (para cada alimento específico) estão apresentados em documento anexo.

Anexo 10 – Cadeias de custódia

As cadeias de custódia das amostras de produtos agropecuários estão apresentadas em documentos anexos.

A apresentação das cadeias de custódia está organizada por Tipo de substância química analisada: substâncias químicas do Tipo 1, substâncias químicas dos Tipos 2, 3 e 4 (exceto substâncias químicas voláteis) e substâncias químicas voláteis do Tipo 3 (SQV).