

GASES DE EFEITO ESTUFA EM CADEIAS ALIMENTARES CURTAS, MÉDIAS E LONGAS

**uma análise comparativa do food miles
de uma cesta de alimentos para o Brasil
a partir dos dados do PROHORT/Ceasas**

SUMÁRIO

01. SUMÁRIO EXECUTIVO 04

02. INTRODUÇÃO 11

3. CADEIAS CURTAS DE ABASTECIMENTO ALIMENTAR E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 14

3.1 O que são cadeias curtas e longas de abastecimento alimentar? 15

3.2 Principais resultados econômicos, sociais e ambientais das pesquisas no tema das cadeias curtas de abastecimento 18

3.3 Sustentabilidade e mudanças climáticas: aferições de food miles nas cadeias de abastecimento 23

3.4 Conclusões 30

4. MÉTODOS DE CONTABILIZAÇÃO DE GASES CAUSADORES DO EFEITO ESTUFA: REVISÃO E SISTEMATIZAÇÃO DA LITERATURA 31

4.1 Métodos analisados 34

4.1.1 Guidelines do IPCC 34

4.1.2 GHG Indicator 34

4.1.3 ISO 14040/14044 35

4.1.4 GHG Protocol, GHG Protocol Brasil e GHG Protocol para Produtos 36

4.1.5 Bilan Carbone 38

4.1.6 ISO 14064/14067 39

4.1.7 PAS 2050 40

4.1.8 Guidance do DEFRA 41

4.2 Sistematização dos métodos de contabilização de gases de efeito estufa 41

4.3 Principais limitações dos métodos quando aplicados à realidade brasileira 43

4.4 Conclusões 45

5. METODOLOGIA PARA AFERIÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA LIGADOS AO FOOD MILES EM CADEIAS ALIMENTARES NO BRASIL

47

5.1 Identificação das cadeias analisadas 48

5.2 Justificativas metodológicas para a definição dos alimentos e cadeias alimentares 52

5.3 Metodologia para estimativa dos gases de efeito estufa (GEEs) do food miles das cadeias alimentares 66

6. ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO FOOD MILES EM CADEIAS ALIMENTARES CURTAS, MÉDIAS E LONGAS DE ABASTECIMENTO NO BRASIL

73

6.1 Comparativo de emissões de gases de efeito estufa por cadeias alimentares em termos de volume anual e mensal médio 74

6.2 Comparativo das razões das emissões de gases de efeito estufa das cadeias alimentares em termos totais e médios transportados no ano de 2022 79

6.3 Comparativo das emissões de gases de efeito estufa das cadeias alimentares por emissões fracionadas de CO₂ 82

6.4 Os resultados encontrados na investigação das emissões de gases de efeito estufa do food miles das cadeias alimentares brasileiras x a literatura internacional: há novidades no horizonte? 84

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

88

8. RECOMENDAÇÕES PARA OS ATORES SOCIAIS E ESTADO EM DIFERENTES NÍVEIS TERRITORIAIS

93

REFERÊNCIAS 97

APÊNDICE A 102

APÊNDICE B 105

AGRADECIMENTOS 111

FICHA TÉCNICA 112

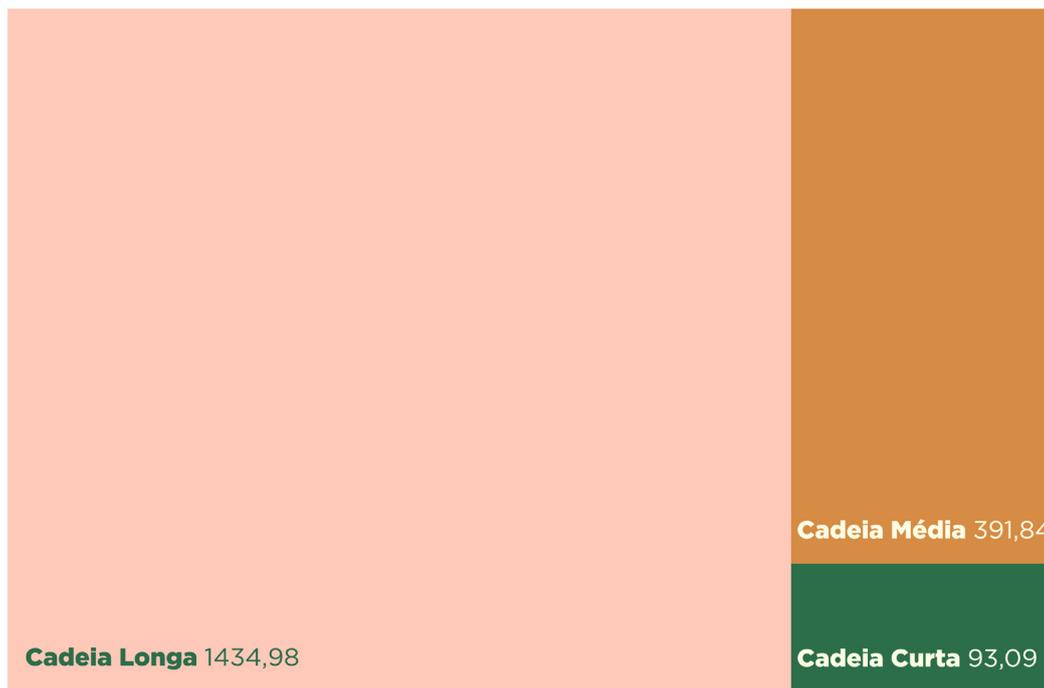
SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente relatório objetiva analisar as emissões de gases de efeito estufa (CO₂) gerados pelos processos de *food miles* de uma cesta de cinco alimentos (tomate, maçã, cebola, laranja e batata) de forma comparativa entre as cadeias curtas, médias e longas de abastecimento alimentar no Brasil. Dado o objetivo, optou-se por trabalhar com a perspectiva do *food miles* a partir da metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) no nível do produto.

Utilizou-se os dados do Programa de Modernização do Mercado de Horticultura do Brasil (PROHORT), das Centrais de Abastecimento (Ceasas), veiculada a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), dado que as Ceasas registram, por meio de notas ou registros de entrada (romaneios), o município de expedição da produção que chegam a seus entrepostos, permitindo a estimação da quilometragem percorrida pelos alimentos. Os dados são do ano de 2022 e tomando por base o total de kg comercializado nas Ceasas proveniente do banco de dados do PROHORT, juntos os cinco alimentos são responsáveis pela comercialização de 4,07 milhões de toneladas, o equivalente à 32,59% do total de kg comercializado em todo o sistema das Centrais de Abastecimento no país. Dado o reconhecimento da importância da CEAGESP-SP na literatura como centralizadora e (re)distribuidora da produção hortigranjeira nacional, o estudo a tomou como centro de análise em três frentes de pesquisa, já que ela pode ser considerada com um *hub* de abastecimento alimentar.

Para a cadeia curta de abastecimento, foi trabalhada a distribuição dos alimentos selecionados provenientes de municípios produtores do Estado de São Paulo comercializados na CEAGESP-SP. Para a seleção dos municípios, levou-se em consideração a participação no fornecimento de kg dos produtos oriundo do estado de São Paulo para a CEAGESP-SP e a distância de até 170 km da capital do estado. Para as cadeias média e longa de abastecimento, foram analisados, respectivamente, os fluxos de comercialização dos produtos selecionados da CEAGESP-SP para as Ceasas da cidade do Rio de Janeiro/RJ (em torno de 400 km) e de Belém/PA (em torno de 3.000 km). Para o ajuste das estimativas, em termos de ajuste dos fatores de emissão por tipo de veículo, combustível, motor, rota de transporte etc., foram realizadas entrevistas com funcionários das três Ceasas.

Figura 1 - Emissões de CO₂ fracionadas (g CO₂ por tonelada de produto) acumuladas no ano de 2022 da cesta de alimentos associadas ao *food miles* em cadeias de abastecimento



Fonte: Os autores (2024).

Ao analisar os resultados encontrados de forma fracionada, o que significa que as emissões de gás carbônico referentes ao processo de transporte rodoviário dos alimentos nas cadeias alimentares foram divididas pela tonelagem de produtos transportados em cada uma das situações especificadas para as três cadeias, tem-se, a partir da **Figura 1**, que as emissões acumuladas no ano de 2022 da cadeia curta são de 93,09 g CO₂/tonelada (ton.) da cesta dos cinco alimentos. Enquanto, na cadeia média de abastecimento, as

emissões são de 391,84 e na cadeia longa de 1.434,98 g CO₂ por tonelada de produto. Comparativamente falando, as emissões da cadeia média e longa de abastecimento alimentar são, respectivamente, 4,21 e 15,41 vezes maior que a cadeia curta de abastecimento. Estes dados evidenciam as menores emissões de CO₂ ligado ao processo de *food miles* (transporte) das cadeias curtas de abastecimento.

Figura 2 - Emissões de CO₂ fracionadas (g CO₂ por tonelada de produto) acumuladas no ano de 2022 por alimentos associadas ao *food miles* em cadeias de abastecimento



Fonte: Os autores (2024).

Em relação a razão das emissões fracionadas da cadeia curta com a média e longa, enquanto na cadeia média para a curta esta razão, considerando-se uma média para os cinco alimentos analisados, é de 8 vezes, na razão entra a cadeia longa e a curta, esta chega a 22 vezes. No tocante aos resultados por alimentos, disponível na Figura 2, observa-se que a maçã é o que mais emite CO₂ em seu processo de transporte, nos três tipos de cadeias, sendo que a diferença entre a cadeia longa (667,47 g CO₂/ton) e a curta (35,03 g CO₂/ton), por exemplo, chega a mais de 19 vezes maior na cadeia longa em relação a curta de abastecimento. Na laranja a diferença é de 28 vezes (cadeia longa emite 311,98 g CO₂/ton e a curta 10,89 g CO₂/ton); no tomate esta diferença é de 40 vezes (cadeia longa emite 210,14 g CO₂/ton e a curta 5,18 g CO₂/ton); na cebola a diferença de emissões entre a cadeia longa e a curta é de 20 vezes (a cadeia longa emite 158,14 g CO₂/ton e a curta 7,71 g CO₂/ton) e, por fim, com menores diferenças está a batata inglesa, que emite na cadeia longa (87,25 g CO₂/ton), 2 vezes mais carbono no seu transporte do que na cadeia curta (34,28 g CO₂/ton).

A seguir, como forma de sumarizar brevemente os principais achados da investigação empreendida, destacam-se em três grandes frentes do estudo:

A.

As cadeias curtas de abastecimento emitem menos carbono nos processos de *food miles* que as cadeias longas:

O principal achado científico da investigação mostra que as cadeias alimentares curtas emitem menos carbono em relação às médias e, também, em relação às longas, em que esta diferença é ainda maior. Este achado científico é uma novidade importante aos estudos brasileiros e contraria boa parte da literatura internacional publicada sobre o tema, nas quais as cadeias curtas emitem taxas iguais e/ou superiores de CO₂ em relação as longas. Além disso, esta evidência científica é uma novidade para a área de sistemas alimentares e mudanças climáticas no país e, espera-se, que estimule os atores sociais a pensarem em novas estratégias, práticas e ações do Estado brasileiro para construção de políticas e programas de apoio e fortalecimento deste tipo de cadeia alimentar, para produção-circulação de alimentos saudáveis, sustentáveis e de sistema alimentares (re)localizados.

B.

As emissões da cesta dos cinco alimentos estão de acordo com os dados contidos na literatura sobre *food miles*:

Em termos dos cinco alimentos, os processos de emissões totais e médios do seu transporte rodoviário, nas cadeias alimentares investigadas, demonstram que o tomate é o alimento que mais emite da cesta. Em segundo lugar, viriam a laranja, cebola e maçã com emissões de CO₂ intermediárias em termos de valores e, com menores montantes, está a batata inglesa. Estes achados coadunam com a literatura internacional, já que frutas, tubérculos e hortaliças emitem menos carbono do que produtos animais e derivados e, as emissões encontradas, estão de acordo com outros estudos internacionais que também foram realizados inventariando as emissões da fase de distribuição de hortifrutigranjeiros.

C.

É preciso pensar o planejamento das rotas, modal de transportes, tipos e tamanhos dos veículos utilizados para o transporte dos alimentos:

Todos os cinco alimentos componentes da cesta analisada, nos três tipos de cadeias alimentares, apresentaram emissões de carbono dos processos de *food miles* mais elevadas nas cadeias longas em relação as médias e, especialmente, em comparação com as curtas. A única exceção é a batata inglesa, em que as emissões da cadeia média (CEAGESP-SP para CEASA-RJ) foram menores do que as da cadeia curta (Mogi Guaçu a CEAGESP-SP), devido ao tipo e tamanho dos veículos automotores utilizados no transporte. Na cadeia curta, os veículos usados foram menores (caminhões semileves) e tiveram que realizar mais viagens para transportar as quantidades do alimento necessárias até a CEAGESP-SP; enquanto, na cadeia média, foram utilizados veículos de maior porte (caminhões semipesados) que, portanto, transportam mais produtos gastando menos energia, o que resultou em menores emissões de CO₂ por unidade de produto carreado.

Com base nos resultados do estudo, é possível traçar algumas recomendações de ações, práticas e de políticas públicas a serem implementadas pelos atores sociais e pelo Estado (em vários níveis territoriais: municípios, regiões/territórios e Estados). As recomendações vão em seis frentes:

- 1. Incentivo à geração de pesquisas e dados acerca da sustentabilidade ambiental dos processos produtivos do país para desenvolvimento e coordenação de políticas públicas;**
- 2. Incentivo à produção local de alimentos saudáveis, diversificados e sustentáveis;**
- 3. Implementar políticas e programas públicos de apoio a produção alimentar local e regional;**
- 4. (Re)conectar a produção local e regional com o consumo e os mercados alimentares de proximidade social e territorial;**
- 5. Produção local e regional de alimentos atrelada ao aumento das compras públicas institucionais por Estados e municípios;**
- 6. Descentralização do sistema Ceasas para os níveis locais e territoriais.**

Por fim, espera-se que esta agenda de pesquisa sobre as mudanças climáticas mais ampla e os sistemas alimentares no Brasil possa ser estimulada no futuro, já que as catástrofes climáticas recentes se avolumam em todo o planeta e no Brasil. Espera-se que mais pesquisadores desafiem-se e dediquem-se ao tema no país e que os governos (nos vários níveis administrativos) e outras entidades financiadoras e parceiros climáticos deem mais atenção ao assunto, aloquem mais verbas pra diagnósticos e pesquisas, conduzam inventários de carbono por atividades e setores específicos, entre outras ações, que colaborem com as investigações dos vários aspectos das mudanças climáticas e suas interfaces e relações com os sistemas alimentares, já que no caso brasileiro, este é o grande emissor de gases de efeito estufa, como o recente e elucidativo Relatório do Observatório do Clima evidenciou (SEEG, 2023).

2

INTRODUÇÃO

Os dados e análises apresentados neste relatório de pesquisa são resultados do projeto “INTERFACES: Interfaces entre Clima, Alimento e Sociedade”, desenvolvido pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Agricultura, Alimentação e Desenvolvimento (GEPAD), sediado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e contando com o apoio da Faculdade de Ciências Econômicas (FCE), do Centro Interdisciplinar em Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento (CISADE) e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR). Esta pesquisa é financiada pelo Instituto Clima e Sociedade (iCS).

Os sistemas alimentares são grandes emissores de gases de efeito estufa (GEEs) (Cerutti *et al.*, 2023). Em nível mundial, as pesquisas apontam que em torno de 1/3 dos mesmos são vinculados a alimentação, enquanto no Brasil os dados são mais alarmantes, já que os sistemas alimentares figuram em torno de 73,7% do total de GEE emitido no país, principalmente ligados as mudanças do uso do solo e florestas e a produção agropecuária e alimentar, em que a criação de ruminantes desponta como grande emissora (SEEG, 2023).

O transporte de alimentos, que na literatura internacional é chamado de *food miles*, é responsável mundialmente por algo que varia de 5 a 20% dos GEEs emitidos pelos sistemas alimentares (Crippa *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2023). Já no Brasil, estudo do Observatório do Clima, mostra que o transporte e a distribuição dos alimentos representam 47% de todas as emissões do setor de energia, em que estão inclusas as emissões do *food miles*. O referido setor de energia perfaz 6% das emissões de GEEs dos sistemas alimentares, o que leva a conclusão de que o transporte dos alimentos é quase a metade desse percentual; algo em torno de 3% no país, um valor abaixo da média que os estudos têm apontado em nível internacional (SEEG, 2023)¹.

1. Metodologicamente, no estudo da SEEG (2023), calculou-se somente algumas das movimentações de cargas com agroquímicos, fertilizantes e das grandes redes varejistas ligadas a alimentação, o que possivelmente subestimou os dados de transporte de alimentos, que, hipoteticamente, devem representar percentuais maiores se forem computadas todas as movimentações de alimentos no país.

No sentido de contribuir com o estudo do setor de transportes no Brasil, para que se tenha mais claro os valores e percentuais que são emitidos por diferentes tipos de alimentos e também cadeias alimentares, o presente relatório objetiva analisar as emissões de gases de efeito estufa (CO₂) gerados pelos processos de *food miles* de uma cesta de cinco alimentos (tomate, maçã, cebola, laranja e batata) de forma comparativa entre as cadeias curtas, médias e longas de abastecimento alimentar no Brasil, traçadas a partir dos dados das CEASAS/PROHORT para o ano de 2022.

A metodologia da investigação foi baseada na Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), em nível de produto, somente para o elo dos transportes do sistema alimentar (*food miles*), de uma cesta de alimentos, constituída de cinco hortifrutigranjeiros, que circulam em cadeias curtas de abastecimento (municípios do interior paulista a CEAGESP-SP), média (da CEAGESP-SP até a CEASA/RJ) e longa (da CEAGESP até a CEASA-Belém). Os dados utilizados para traçar as cadeias foram do Programa de Modernização do Mercado de Horticultura do Brasil (PROHORT), das Centrais de Abastecimento (Ceasas), que são ligadas a Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB), do Ministério do Desenvolvimento Agrário e da Agricultura Familiar (MDA).

O relatório está estruturado em quatro partes além desta introdução e das considerações finais. Na primeira, revisa-se a literatura sobre cadeias alimentares curtas e longas do ponto de vista dos seus efeitos nas dimensões econômicas, sociais e ambientais, bem como em relação as emissões de carbono do *food miles*. Na segunda parte, é desenvolvida

a revisão dos métodos de contabilização de gases de efeito estufa, evidenciando que para inventários de cadeias alimentares a ACV, em nível do produto, é o mais adequado. Na terceira, apresenta-se a metodologia utilizada para aferir o *food miles* das três cadeias alimentares e da cesta dos cinco alimentos, a partir dos dados do PROHORT/CEASAS e das entrevistas aplicadas com os técnicos das Ceasas.

Na quarta, estão contidos e discutidos, a luz da literatura, especialmente a internacional, os principais achados científicos da pesquisa sobre o *food miles*, de forma comparada, entre alimentos e mais especialmente entre os três tipos de cadeias de abastecimento. Feitas as considerações finais, por último, como base nos principais resultados encontrados pela investigação, sugere-se uma gama de práticas para os atores sociais e de políticas públicas para o Estado brasileiro, em distintos níveis administrativos, para que se possa pensar estratégias de redução das emissões de CO₂ do setor de transporte de alimentos, adequando-o ao novo conceito de transição energética, no contexto mais amplo das mudanças climáticas.

3

**CADEIAS CURTAS
DE ABASTECIMENTO
ALIMENTAR E AS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

3.1 O que são cadeias curtas e longas de abastecimento alimentar?

O tema das cadeias curtas de abastecimento alimentar ganha relevância na literatura internacional a partir dos anos 2000. Goodman (2003) publica um artigo que aponta que daquele momento em diante os consumidores estariam mais preocupados com a qualidade dos alimentos, utilizando-se do termo *quality turn* (“virada pela qualidade”) e, menos, com aspectos quantitativos e do abastecimento com industrializados. O autor também afirma que as discussões em torno dos diferentes tipos de redes agroalimentares alternativas (RAAs), já iniciadas nos anos 1990, conduziram boa parte das literaturas acadêmicas futuras.

Realmente, a partir daquele momento histórico a literatura internacional sobre o assunto intensificou-se e o termo que se sedimentou amplamente é o das cadeias curtas de abastecimento alimentar (CCAs). O artigo, do mesmo ano, de Renting, Marsden e Banks (2003) é até hoje o mais citado na literatura nacional e internacional e o conceito mais aceito sobre como se poderia definir uma cadeia curta. Segundo os autores, as cadeias curtas, podem ser compreendidas por dois conjuntos de critérios objetivos: (a) a proximidade social dos atores envolvidos; (b) a espacialização local das transações realizadas.

O primeiro conjunto de aspectos remete que os atores sociais envolvidos em uma cadeia curta de abastecimento possuiriam valores sociais que seriam coproduzidos e cocompartilhados entre si, facilitando as interações sociais e as trocas econômicas e de alimentos. Seriam exemplos desses valores a confiança, interconhecimento, fidelidade, conhecimento da família, entre outros. O segundo conjunto de critérios remete que as cadeias curtas seriam canais de comercialização em que as transações econômicas e dos alimentos ocorreriam no local ou nas regiões, de forma que as distâncias geográficas percorridas pelos alimentos fossem reduzidas ao máximo possível, gerando economia de gastos e serviços associados às suas vendas, evitando-se, por exemplo, o transporte para locais mais longínquos (Renting; Marsden; Banks, 2003).

Obviamente que uma cadeia curta de abastecimento é também assim conceituada em função de existirem outros tipos de cadeias alimentares, por exemplo, cadeias médias ou o que mais comumente se utiliza chamar de cadeias longas de abastecimento, que possuem dinâmicas, princípios e formas de funcionamento diferentes. Assim, em certa medida, o conceito de cadeias curtas ou seu caráter de ‘alternativas’ como proposto por Goodman (2003), revela um movimento ao mesmo tempo tenso e de complementariedade, em que, por vezes ocorre disputas por espaços e poder pelos atores sociais dentro dos sistemas alimentares e, em outras situações, uma atuação com hibridização e polimorfismos entre diferentes tipos de cadeias (Lamine; Garçon; Brunori, 2019; Sonnino; Marsden, 2006)².

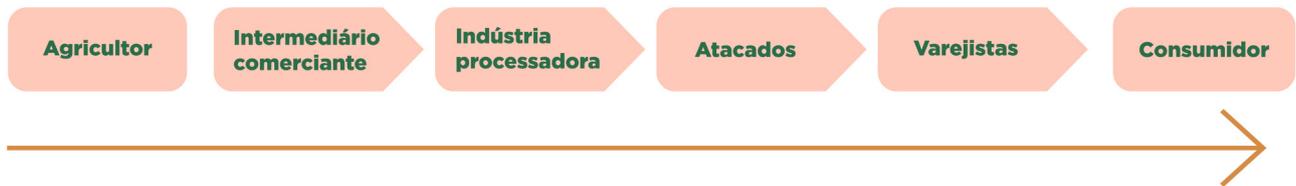
A **Figura 3** evidencia esses dois diferentes “modelos” de cadeias de abastecimento alimentar. Na Figura 3a a forma, dinâmica e principais atores que geralmente estão na base de como se organizam as cadeias longas de abastecimento, em geral com o alimento saindo de seu local de origem (agricultor) e percorrendo longas distâncias geográficas e sociais, até chegar ao ator final da cadeia (os consumidores). Neste percurso, geralmente o alimento perde sua origem, seus atributos de qualidade, identidade socioespacial, entre outros aspectos que podem ser profundamente modificados, como nos casos que ocorre processamento industrial, embalagem, envase hermético (Belletti; Maressotti, 2020).

Já nas **Figuras b1** e **b2**, estão exemplificadas cadeias curtas de abastecimento em que ocorre a eliminação dos intermediários que estão presentes na cadeia longa e a distância socioespacial em que ocorrem as interações entre agricultores e consumidores, bem como as transações econômicas são aproximadas. Na Figura b1 tem-se o caso de uma cadeia curta com protagonismo maior dos agricultores, que é considerada na literatura internacional como a “primeira geração” de cadeias curtas, já que as primeiras experiências foram desse construídas e investigadas. Na Figura b2 uma cadeia curta com maior protagonismo dos consumidores em sua governança alimentar, sendo considerada as “novas cadeias curtas de abastecimento”, que emergem principalmente tendo como motivadores os novos consumidores politizados, as crescentes preocupações com o corpo, saúde e a sustentabilidade ambiental da produção e consumo dos alimentos (Brunori; Rossi; Guidi, 2012; Gazolla; Schneider, 2017).

2. Geralmente os termos “curtos”, “local” e “alternativas” são usados como sinônimos de cadeias curtas. Em contraposição aos termos “longos”, “global” e “padronizados” que são geralmente preferidos para se referir as cadeias longas.

Figura 3 - Modelos teóricos de cadeias de abastecimento com seus principais atores e elos. (a) longa e (b) curta: (b.1) com distribuição pelos agricultores e (b.2) com distribuição pelos consumidores

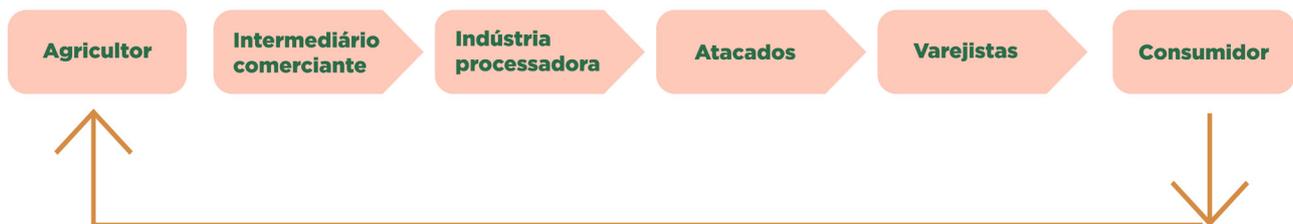
(a) Longa



(b.1) Curta com protagonismo dos agricultores. Exemplo: feiras de produtores



(b.2) Curta com protagonismo dos consumidores: Exemplo: colha e pague



Fonte: Elaboração própria dos autores (2023).

Em termos de tipologias de cadeias curtas há várias construídas na literatura. A mais aceita ainda é a original de Renting, Marsden e Banks (2003) que as divide em cadeias curtas face a face, regionais e estendidas, segundo os dois critérios antes mencionados no início desta seção: a proximidade social e espacial, que funciona como um gradiente entre

os três tipos, diminuindo em direção as cadeias estendidas. Um exemplo de outros tipos de classificações podem ser vistos em Belletti e Marescotti (2020) que as aglutinam segundo critérios de governança, logística, coletivas ou individuais, construídas pelos agricultores ou pelos consumidores.

Importante ainda mencionar, do ponto de vista conceitual, que a noção de cadeias curtas de abastecimento está muito ligada a noção de local e aos estudos sobre (re)localização alimentar, o que a faz aceitar somente um ator social intermediário parceiro na comercialização entre a produção e os consumidores³. Esta menção é importante, pois existe uma literatura de língua francesa que predomina a noção de venda direta, em que são canais curtos de comercialização apenas as cadeias que não possuem nenhum grau de intermediação (Lamine; Darolt; Brandenburg, 2012). Já a literatura e as legislações italianas possuem um enfoque mais lastreado em critérios de espacialização. Nesse caso, as cadeias curtas são definidas com um raio máximo de atuação de 0 até 70 Km, sendo que o alimento ideal seria é o produzido-consumido a “Km zero”. Isso é assim definido normativamente pelo Estado, para que se possam operar as políticas públicas de apoio para cadeias curtas, por exemplo, dentro dos planos regionais de desenvolvimento rural (Gosomo, 2012). A literatura francesa e italiana pressupõe essas duas diferenças, sendo os dois países com maiores estudos e pesquisas sobre as CCAs.

3.2

Principais resultados econômicos, sociais e ambientais das pesquisas no tema das cadeias curtas de abastecimento

Esta subseção objetiva revisar os principais resultados econômicos, sociais e de sustentabilidade ambiental de cadeias curtas de abastecimento de alimentos. Não se revisa toda a literatura disponível, mas os estudos e pesquisas principais e atuais, nacionais e internacionais, que fazem uma análise da CCAs em relação as essas três dimensões supramencionadas. O objetivo é evidenciar avanços e limites que os estudos e pesquisas sobre o tema já evidenciaram⁴.

3. Contudo, o que se entende por local na literatura é ainda muito polêmico e sem consenso, sendo que a conceituação mais aceita é a de que o local é autodefinido socio identitariamente pelos atores sociais envolvidos nas transações econômicas e alimentares. Para ter uma ideia desse debate consultar o excelente artigo de Dupuis e Goodman (2005).

4. Não se discute e analisa-se todos os resultados colocados nos Boxes 1, 2 e 3 para fins de não alongar demais o presente texto. Analisam-se somente os principais resultados e desafios mais prementes de cada uma das três dimensões.

O **Box 1** apresenta os principais resultados econômicos das cadeias curtas. Os resultados econômicos das CCAs são mais significativos e consistentes em evidências na literatura, se comparados com os sociais e ambientais. Nesta dimensão, os que se sobressaem são principalmente os maiores preços e valores adicionados aos alimentos que os agricultores auferem, devido a eliminação da intermediação nas cadeias, o que gera níveis adequados de renda e ocupações

no campo (Renting; Marsden; Banks, 2003). Do lado dos consumidores, parece que os menores preços pagos pelos alimentos são atrativos importantes, bem como a possibilidade de integração das viagens para comprar alimentos no rural com outras atividades que podem realizar conjuntamente como agroturismo, hospedagem, recreação, interações com a natureza, aprender novos conhecimentos com os agricultores (Brunori; Rossi; Malandrini, 2010).

Box 1 - Principais resultados e desafios econômicos das cadeias curtas de abastecimento segundo a revisão de literatura, 2023

| | |
|-------------------------------------|---|
| <p>Resultados Econômicos</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Criação de novas ligações entre as atividades comerciais das CCAs com o agroturismo, agroindustrialização, recreação rural, educação, hospedagens, serviços de refeições; 2. Propiciam diversificação dos canais de comercialização econômicos dos agricultores; 3. Eliminação dos intermediários, ficando maiores fatias de valores adicionados na cadeia alimentar com os próprios agricultores; 4. Recebimento de preços mais elevados por unidade de alimento vendido nas CCAs do que nas cadeias longas e com algum grau de intermediação; 5. Consumidores possuem acesso a alimentos com menores preços nas CCAs, se comparados a outras cadeias de distribuição com intermediação; 6. Logística inovadora e de baixo custo em alguns tipos de CCAs: operada conjuntamente pelos atores, com redução de transporte, entregas diárias, menos estoques e desperdícios; 7. Exigem menos formalidades institucionais, como pagamento de taxas ao Estado e estruturas físicas, legislação sanitárias etc., devido serem inseridas em relações sociais informais e comunitárias; 8. 'Financiamento antecipado' da produção, de consertos a danos de estruturas físicas ou a eventos climáticos inesperados pelos consumidores em alguns tipos de CCAs (grupos de consumo solidários, Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSAs)); 9. Programas do Estado que demandam produtos e alimentos: estabilidade de oferta para os agricultores e garantem segurança alimentar e nutricional aos consumidores (PAA e PNAE são exemplos no Brasil); 10. Territorialização das CCAs e hibridização com as cadeias longas de comercialização de alimentos (experiências geralmente comercializam nos dois tipos de cadeias); 11. Diversificação dos tipos e crescimento da digitalização dos canais de vendas, especialmente em função da pandemia da Covid-19; |
| <p>Desafios</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Necessidades de novas estruturas físicas, equipamentos para processamento, furgões para transporte e certificações que incrementam os custos de produção; 2. Incrementos na força de trabalho necessária as atividades e de diversificação de alimentos produzidos e comercializados; 3. Existência de competições entre tipos e experiências de CCAs, agricultores e free riders; 4. Mais apoio dos atores públicos e privados no financiamento das CCAs, na transmissão de informações e formações sobre suas dinâmicas e modos de funcionamento; 5. CCAs ficam restritas ao nicho sociotécnico de origem e presas em suas redes sociais locais, dificultando seu scale-up em termos de (novos) mercados; |

Fonte: Revisão da literatura (2023).

Em relação aos principais desafios, já que esses também são resultados econômicos das cadeias curtas, pois são pontos que, segundo a literatura, tem-se que pensar alternativas para melhoria, tanto pelos agentes públicos como pelos privados (agricultores, consumidores, organizações sociais envolvidas). Os principais desafios apontados pela literatura versam sobre os investimentos constantes que os agricultores têm que realizar na unidade de produção para comercializarem pelas CCAs, como novas instalações, veículos, equipamentos para processamento dos alimentos e certificações dos produtos, que nem sempre são construídas com o apoio do Estado e das políticas públicas, muitas vezes, necessitando de desembolsos das próprias famílias. Outro grande problema diz respeito a multiplicação de atividades, já que em algumas cadeias curtas tem-se desde produção de matérias primas, processamento, comercialização, gestão das atividades, etc., que nem sempre a força de trabalho do núcleo familiar consegue realizar e, às vezes, recorre-se a contratação de empregados temporários e/ou permanentes (Belletti; Marescotti, 2020; Gazolla; Schneider; 2017).

Já o **Box 2** traz os principais resultados e desafios sociais da CCAs. Os principais efeitos das CCAs referem-se a fornecerem alimentos locais com informações de origem, qualidade, processos de produção e diversidade alimentar para os consumidores. Estes alimentos de maneira geral contribuem com dietas mais saudáveis dos consumidores, com sua segurança alimentar e nutricional, além de estarem ligados aos hábitos de consumo locais e regionais da população (Gazolla; Schneider, 2017). Além disso esses alimentos podem ser comercializados

por novas organizações sociais criadas com este fim (cooperativas, grupos de consumo, comunidades que suportam a agricultura – CSAs), que ajudam na inclusão social de agricultores mais pobres, mulheres e jovens rurais (Barbosa; Ruiz; Triches, 2022). Do lado da demanda, os consumidores sentem-se seguros em adquirir esses alimentos, já que observam vários valores sociais que também são cocompartilhados e territorializados como: confiança, interconhecimentos, solidariedade, participação social, sustentabilidade (Lamine; Garçon; Brunori, 2019).

Box 2 - Principais resultados e desafios sociais das cadeias curtas de abastecimento segundo a revisão de literatura, 2023

| | |
|----------------------------------|---|
| <p>Resultados Sociais</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Formação de organizações sociais coletivas como Grupos de Consumo Solidários (GAS), Comunidades que Suportam a Agricultura (CSAs), associações e cooperativas de comercialização; 2. Fornecem informações sobre o alimento, local e processo de produção, família ofertante e origem dos produtos para os consumidores; 3. Consumo de alimentos com qualificações alimentares diferenciadas dos industrializados e processados (artesanais, biodinâmicos, frescos, limpos, sazonais); 4. Inclusão social e suporte aos pequenos agricultores, especialmente aos mais pobres e que desenvolvem a produção de alimentos em pequena escala; 5. Ativação de novas relações políticas, cívicas, éticas, de confiança, solidariedade, codivisão de valores sociais e participação social entre agricultores e consumidores; 6. Grande diversidade de alimentos comercializados: `pilares` dos hábitos alimentares locais/reginais, da segurança alimentar e das dietas saudáveis; 7. Respeito a legislação trabalhista e não exploração de imigrantes e outros grupos vulneráveis na produção dos alimentos; 8. Incentivo a participação das mulheres e jovens nos processos de produção, comercialização e consumo; 9. Alimentos mais saudáveis para as famílias agricultoras e consumidores: devido sua fresqueza, sazonalidade, serem locais e com acessibilidade facilitada; |
| <p>Desafios</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Dificuldades de governança, controles e fixação das “regras do jogo” entre os atores sociais participantes; 2. CSAs com pouco capital social e valores sociais cocompartilhados possuem dificuldades de gestão das atividades e atores sociais; 3. Novas habilidades e competências são necessárias aos agricultores: comunicativas, de mercado, comerciais, negociais, dialógicas, marketing, para o comércio digital; 4. Consumidores das CSAs ainda majoritariamente são brancos, com médio-alto poder aquisitivo, bons níveis educacionais e de média-altas idades; 5. Incremento dos problemas de insegurança alimentar devido haver menos controles higiênicos e sanitários sobre os alimentos em circulação; 6. Dificuldades de negociação e fixação de preços justos para os alimentos (e seus diferenciais de qualidade) entre agricultores e consumidores; |

Fonte: Revisão da literatura (2023).

Na dimensão social parece que a governança das CCAs entre atores sociais é o grande dilema, em termos de como seria a melhor forma de organizar a gestão da cadeia alimentar dentro das organizações sociais, como no caso de uma cooperativa ou associação, mas também há problemas de competição entre experiências e dentro das próprias experiências entre diferentes agricultores. Do lado da demanda, parece desafiador como organizar as formas de governança com os consumidores e como comunicar clara e com transparência com esses, desde os valores sociais da cadeia curta, como os atributos de qualidade

dos alimentos (por exemplo, ecológico). Consumidor esse que, em geral, possui bons níveis de educação, alta renda, níveis de escolaridade e que muitos possuem um perfil mais crítico ou politizado, exigindo clareza nas formas de relacionamento com as CCAs (Dupuis; Goodmann, 2005; Brunori; Rossi; Malandrin, 2010). Parece que o caminho de solução desses entraves sociais são processos de governança transparentes e abertos com os consumidores, codivisão de tarefas e responsabilidades e cocriação de valores sociais compartilhados entre os dois conjuntos de atores (Brunori; Galli, 2016).

No **Box 3** estão sistematizados os principais resultados ambientais e desafios das CCAs. A dimensão da sustentabilidade das cadeias curtas de abastecimento é, das três discutidas, a que menores resultados possui e que na literatura as referências são mais tênues.

Os principais efeitos da CCAs em relação ao meio ambiente são que elas promovem a produção e consumo de alimentos mais sustentáveis como no caso dos ecológicos, biodinâmicos, da agricultura integrada, que promoveriam e protegeriam a agrobiodiversidade alimentar e local.

Box 3 - Principais resultados e desafios ambientais das cadeias curtas de abastecimento segundo a revisão de literatura, 2023

| | |
|-------------------------------------|---|
| <p>Resultados ambientais</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Produção e consumo de alimentos com menos impactos ambientais: alimentos orgânicos e/ou agroecológicos, biodinâmicos, da agricultura integrada, social; 2. Produção e consumos locais diminui uso de energia fóssil para transporte, de embalagens, de resíduos finais pós consumo, refrigeração, empacotamento; 3. Protege e promove a agrobiodiversidade local; 4. CCAs ligam-se com outras atividades de convívio com a natureza, conhecimento dos processos naturais de produção, espécies e com o `consumo` intangível de paisagens; 5. Formação de consumidores politizados, críticos, sustentáveis e responsáveis; 6. Green state: Estado compra alimentos sustentáveis e locais de agricultores em seus programas e políticas com a finalidade de `esverdear` suas aquisições públicas; 7. Maior preservação e conservação dos recursos naturais locais, da paisagem e do meio ambiente nas unidades produtivas dos agricultores; 8. Consideram os princípios de bem-estar animal na produção, circulação e consumo dos alimentos; 9. Parte dos consumidores possuem percepções de que os alimentos das CCAs possuiriam menores food miles e emissões de CO₂; |
| <p>Desafios</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Custos com adaptações das técnicas de produção para que sejam mais "amigáveis" ao meio ambiente e que levem em conta os critérios do bem-estar animal; 2. Aferição de indicadores de sustentabilidade em cadeias curtas (e longas), ao longo do tempo, em diferentes escalas, locais e metodologias ainda é incipiente; 3. Não está claro se as cadeias curtas são mais sustentáveis e do ponto de vista das mudanças climáticas, quanto emitem de carbono; |

Fonte: Revisão da literatura (2023).

A literatura também menciona os menores impactos das CCAs nos recursos locais, paisagens, espécies cultivadas e criadas, no bem-estar animal e nos processos de conservação da natureza nas unidades produtivas dos agricultores. Do ponto de vista da distribuição, em vários estudos qualitativos discute-se os menores impactos das CCAs na sustentabilidade e nas mudanças climáticas por essas diminuírem as distâncias de transporte, embalagens utilizadas, resíduos de pós-consumo, necessidades de refrigeração, estoques, mas em nenhuma das pesquisas há evidências robustas e quantitativas de que isso realmente ocorre como ver-se-á na seção a seguir sobre o assunto (Brunori et al., 2016; Beletti; Marescotti, 2020).

Por fim, do ponto de vista dos obstáculos à construção da sustentabilidade nas CCAs, três frentes aparecem fortemente na literatura existente. A primeira é a dos altos custos das adaptações climáticas que os agricultores têm que realizar em suas técnicas de produção e unidades para tornarem-se mais amigáveis ao meio ambiente. As duas demais dimensões evidenciam que os estudos e pesquisas que mediram quantitativamente tanto indicadores de sustentabilidade ambiental quanto de parâmetros sobre mudanças climáticas são poucos na literatura e ainda inconclusivos, por exemplo, em relação aos reais efeitos das emissões de carbono das CCAs ou mesmo do *food miles* ligados a distribuição dos produtos (Brunori et al., 2016; Loiseau et al., 2020). Isso abre espaço na agenda dos estudos climáticos para aprofundamentos teóricos e metodológicos sobre o tema, como se demonstrará na próxima seção (Brunori; Galli, 2016).

3.3

Sustentabilidade e mudanças climáticas: aferições de *food miles* nas cadeias de abastecimento

O conceito de *food miles*, surgiu no Reino Unido, em 1994, num relatório sobre os perigos do transporte a longas distâncias (Paxton, 1994). Nesse documento alerta-se não somente sobre as distâncias que os alimentos circulam para chegar ao país, mas também sobre outros problemas com os alimentares (critica a produção agrícola intensiva, os gastos energéticos com o processamento, embalagens e preservação de alimentos e refrigeração). Além de se preocupar com o bem-estar animal, efeitos ambientais das longas distâncias, com os pequenos agricultores e a saúde pública. No conceito original de *food miles*, que inclusive não fica claro no relatório, a noção é apresentada de uma forma abrangente perpassando vários temas e problemas existentes com os alimentos (Paxton, 1994).

Em torno dos anos de 2000 pode se dizer que o conceito é mais refinado e passa-se a compreender o *food miles* como as distâncias que os alimentos percorrem desde o local de produção na agricultura (origem) até os locais em que são consumidos (casa dos consumidores) (Attria, 2008; Kissinger, 2012; Koley; Howard; Winter, 2009; Weber; Matthews, 2008). Geralmente o *food miles* é medido em km ou milhas percorridas pelo caminho que os alimentos fazem desde o agricultor até o consumidor final. Atualmente, como

se demonstrará a seguir com a revisão de alguns estudos, a noção pode ser utilizada para analisar e medir vários parâmetros na distribuição dos alimentos. Em estudos com versões mais abrangentes, o *food miles* mede as distâncias percorridas pelos alimentos em cadeias de comercialização, mas pode também serem auferidos, por exemplo, indicadores de logística, perdas físicas de alimentos, percepções dos consumidores, de sustentabilidade, desperdícios alimentares, escolhas dos consumidores e outras práticas na distribuição dos alimentos (Passel, 2013).

Em um contexto de asseveramento das mudanças climáticas, o conceito de *food miles*, a partir do início deste século, tornou-se um indicador de sustentabilidade importante para análise da pegada de carbono nas cadeias alimentares, sendo avaliado principalmente em termos de distâncias percorridas pelos alimentos internamente aos países e externamente (importações e exportações) e passou a incluir a medida das emissões de CO₂ e energias gastas, bem como seus custos na fase de transporte dos alimentos dentro dos sistemas alimentares. Na medida que o conceito foi sendo usado pelos estudos e pesquisas, ele se torna mais restrito do que sua versão inicial, estabelecendo atualmente a relação entre as distâncias percorridas pelos alimentos, gastos energéticos e suas emissões de carbono (Kissinger, 2012; Koley; Howard; Winter, 2009; Mosammam *et al.*, 2018).

As principais críticas ao conceito de *food miles* dirigem-se em duas direções: a) a primeira é que ele é muito usado para medir energia e CO₂ emitido nos transportes e distribuição alimentar e que seria necessário “aprimorar” a noção, colocando para dentro dela as demais externalidades ambientais (por exemplo, o carbono gerado no sistema de produção) e, principalmente, as de cunho social e econômicas associados ao *food miles* (Passel, 2013); b) A segunda é que o *food miles* computaria somente a fase de distribuição dos alimentos em diferentes cadeias de abastecimento, experiências ou mesmo entre países, deixando de lado todas as demais fases ou elos existentes dos sistemas alimentares (Attra, 2008). A **Figura 4** evidencia as principais etapas utilizadas para avaliações de sustentabilidade e de carbono nos sistemas alimentares, com destaque para a etapa de distribuição em que seria analisado o *food miles* (em cor verde).

Figura 4 - Elos dos sistemas alimentares com destaque para a fase de distribuição (*food miles*)



Fonte: Os autores (2023).

Os sistemas alimentares são responsáveis por cerca de 1/3 das emissões de CO₂ no mundo (30% em relação ao total). O caso da distribuição, dentro dos sistemas alimentares, os estudos demonstram que ela pode variar de 5 até 20% das emissões de carbono. Nos estudos ligados à FAO (2020), Tubiello et al. (2021) e Cerutti et al. (2023), foram estimadas as emissões dos sistemas alimentares, de forma global, computando-se: mudança do uso da terra, produção, transporte, processamento, embalagens, varejo, consumo e final de vida dos alimentos (resíduos pós consumo)

(**Figura 4**). Nesses estudos, de maneira geral, as estimativas das emissões do transporte giram em torno de 5%, sendo mais conservadoras, já que computaram somente o CO₂ emitido pelo transporte dos alimentos que são comercializados e consumidos. Segundo Crippa et al. (2021) as emissões no transporte possuiriam variações entre países industrializados e em desenvolvimento, sendo que nos primeiros seriam, em média, de 10%, comparadas com as dos segundos, que girariam em torno de 1/3 disso (3%).

O estudo de Coley, Howard e Winter (2009) mediram o *food miles* e as emissões de carbono, comparando cadeias curtas (lojas de produtores) e o que eles denominaram de distribuição em massa (atacados, varejos), de alimentos orgânicos, no Reino Unido. As conclusões sugerem que, independentemente do tipo de cadeia, se um cliente percorrer uma distância de ida e volta superior a 6,7 km para comprar os seus alimentos orgânicos, as suas emissões de carbono serão grandes devido principalmente ao uso do sistema de armazenamento, frigorífico, embalagem e transporte regional. Os autores também ressaltam que o transporte até a casa dos consumidores é um elemento central e definidor das emissões e do *food miles* e que também deve ser mensurado nas investigações. Esta pesquisa mostra que nem sempre compras locais e regionais emitem menos CO₂ e que outras variáveis socioeconômicas e ambientais deveriam ser avaliadas conjuntamente e de forma mais ampla com as emissões e o *food miles*.

Já em outra pesquisa de Li *et al.* (2023), avaliando o *food miles* dos sistemas alimentares, os autores chegam a valores bem superiores aos estudos ligados à FAO. Segundo os autores, em torno de 20% das emissões de carbono dos sistemas alimentares são advindas da distribuição, em torno de 1/5 das emissões. Nesta pesquisa, contudo, não foi computado somente as emissões dos alimentos transportados, mas também as emissões indiretas de distribuição dos insumos e tecnologias que chegam até a agricultura, por exemplo, emissões do transporte de agrotóxicos, fertilizantes, de máquinas agrícolas, etc., o que fez os valores de *food miles* serem superiores.

Neste estudo, ainda, Li *et al.* (2023), simularam a situação dos alimentos serem produzidos por cadeias locais (domésticas) em que não haveria importações de outros países e menos gastos de energia para as atividades de transporte e refrigeração dos alimentos. O *food miles* das atividades de transporte como um todo (alimentos, pesticidas, fertilizantes, máquinas etc.) reduzir-se-iam nessa situação em torno de 5,45%. Se computado somente a redução do transporte dos alimentos, essa seria bem maior (-39% de emissões de carbono). Essa evidência é importante, pois lança luz a hipótese de que as cadeias mais localizadas/nacionais (o trabalho não fala em cadeias curtas) poderiam emitir menos CO₂ nos processos de transporte de alimentos e dos insumos e tecnologias que abastecem os sistemas de produção⁵.

No caso brasileiro, há alguns trabalhos que se utilizaram do conceito de *food miles* aplicados a análise de rotas feitas por alimentos. Os mais relevantes são de estudos do grupo de pesquisadores de logística da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). No estudo de Aliotte *et al.* (2020) avaliou-se o *food miles* do mamão comercializado em termos de distâncias (Km) percorridas em rotas curtas, médias e longas para chegar a CEASA-Campinas/SP. O estudo usou dados do Programa de Modernização do Mercado de Horticultura do Brasil (PROHORT), das Centrais de Abastecimento (Ceasa), veiculada a Companhia Nacional de Abastecimento

5. Estudos internacionais também evidenciam que uma parte considerável dos consumidores sabe diferenciar e preferem adquirir alimentos locais e com baixo *food miles* e que os ecolabels seriam importantes instrumentos de certificação destes alimentos para os consumidores que os priorizariam em suas cestas de produtos comprados (Kemp, 2010; Siriex; Grolleau; Schaer, 2008; Weber; Matthews, 2008).

(CONAB). O trabalho conclui que 87% do mamão comercializado na CEASA-Campinas veem dos estados da Bahia e do Espírito Santo e que, em média, ficam há mais de 1.500 km de distância, sendo classificados como rotas médias a longas de abastecimento. A distância média das rotas encontrada na pesquisa foi de 1.359 km, sendo enquadrada como uma rota de abastecimento média longa.

Em outro trabalho Aliotte *et al.* (2022) avaliaram as rotas de frutas e hortaliças (alface, tomate, batata, laranja e mamão) em relação ao conceito *food miles* (logística, práticas de distribuição e perdas físicas dos alimentos), utilizando-se novamente de dados do PROHORT. O trabalho conclui que a alface circula por rotas curtas, num raio de 168 km, devido a sua perecibilidade. O alimento é transportado mais frequentemente, sob pequenas quantidades e sob demandas dos compradores/consumidores, possuindo poucas perdas físicas. Já o mamão é a fruta que circula em maiores rotas, em média num raio de 1.517 km possuindo performance negativa, devido a ter maiores perdas físicas durante o transporte, exigir furgões refrigerados que consomem maiores níveis de energia, o que o estudo sugere que pode estar ligado a maiores emissões de poluentes (CO₂) e custos com distribuição (o estudo não mede estes dois parâmetros). A pesquisa afirma que as rotas curtas são mais eficientes e que asseguram um abastecimento local de alimentos que satisfaz os valores de consumidores que preferem adquirir frutas e hortaliças em nível local.

Esses dois estudos brasileiros são importantes por utilizarem-se do conceito de *food miles* e utilizá-lo para avaliar

rotas de diferentes distâncias pelos alimentos, sua perecibilidades, perdas físicas, refrigeração e formatos logísticos de circulação de frutas e hortaliças, alimentos que serão foco deste trabalho também. Contudo, os estudos não deram o “passo a diante” que seria necessário: estimar e avaliar a emissões de carbono através do *food miles* para os diferentes tipos de rotas (curtas, médias e longas) e para os alimentos analisados. Esse seria um elemento definidor principalmente das questões da sustentabilidade e das mudanças climáticas que também deve ser avaliado dentro do conceito de *food miles*, uma vez que saber as emissões de diferentes rotas e alimentos é fundamental na discussão do tema e na proposição de ações públicas (políticas, por exemplo, pela Ceasa) e privadas dos atores (transportadores, elos das cadeias de abastecimento, etc.).

Neste trabalho não se aprofunda as discussões em relação aos modais de transporte, já que a ideia central é revisar a literatura e apontar os principais achados científicos dos trabalhos em termos de emissões de CO₂ relacionadas ao *food miles* das cadeias alimentares. Por quanto, é claro que este é um tema de suma importância, já que a maior ou menor emissão de carbono da fase de transporte dos alimentos está diretamente relacionada ao tipo de transporte usado. De maneira geral a literatura evidencia que o transporte aéreo gera mais emissões de CO₂ do que os demais modais, em ordem decrescente de emissões: rodoviário, ferroviário, marítimo (Attria, 2008; Kissinger, 2012; Paxtom, 1994).

Já os estudos que avaliaram indicadores ou dimensões da sustentabilidade são em maior número, geralmente enfocando

as três dimensões básicas (econômica, social e ambiental), manejando e auferindo diferentes indicadores dentro dessas três dimensões. Por exemplo, o estudo de Brunori *et al.* (2016), usando análise de ciclo de vida de produtos, comparou 39 cadeias alimentares de abastecimento, longas x curtas, em 12 países europeus, em relação a sustentabilidade, que foi dividida em 5 dimensões (econômica, social, ambiental, saúde e ética), com 24 atributos (indicadores). Basicamente a questão que guiou a pesquisa foi: são as cadeias curtas alimentares mais sustentáveis do que as cadeias globais?

A conclusão de Brunori *et al.* (2016) é que não é possível diferenciar as cadeias curtas das longas e saber qual é mais sustentável, pois cada um dos 24 indicadores possui comportamentos diferentes em relação ao tipo de cadeia. Segundo os autores, esta inconclusão é devido ao contexto avaliado, o comportamento dos atores sociais varia com a metodologia de avaliação usada e a percepção dos avaliadores que são externos as cadeias. Em termos dos indicadores específicos avaliados, parece que as cadeias curtas possuem maior preservação da biodiversidade, eficiência no uso dos recursos, nos aspectos nutricionais, resiliência e no bem-estar animal; enquanto, nas longas, os indicadores que se sobressaem são os ligados a acessibilidade dos alimentos, relações de trabalho, segurança alimentar e poluição. Este último indicador, sugere que as cadeias longas são mais poluentes do que as curtas (possuem maior geração de CO₂, que não foi mensurado no estudo).

Em outro estudo, Malak-Rawlikowska *et al.* (2019) mediu a sustentabilidade econômica, ambiental e social de 486 cadeias curtas e longas, em 208

alimentos e produtos, de 7 países. Nas conclusões sobressaiu-se os indicadores da dimensão econômica, com as cadeias curtas auferindo preço *premium* pelos produtos e maiores valores agregados dos alimentos, devido a eliminação da intermediação. Os indicadores sociais não tiveram diferenças significativas entre os dois tipos de cadeias. Já nos indicadores ambientais, as cadeias curtas geram maiores impactos em termos de CO₂ gerado e *food miles* do que as longas. O *food miles* das cadeias curtas foi de 908,9 km/kg de alimento e das longas apenas 273,3 km/kg, enquanto o CO₂ emitido na distribuição foi de 0,266 Kg CO₂/Kg de produto nas curtas e em torno da metade disso nas longas (0,146 Kg CO₂/Kg de produto).

Segundo Malak-Rawlikowska *et al.* (2019) a explicação deste maior impacto das cadeias curtas na emissão de CO₂ em termos de *food miles* é devido ao transporte neste tipo de cadeia ser realizado pelos consumidores (em dois tipos de CCAs: colha e pague e compras na unidade de produção), que buscam os seus alimentos nos agricultores, transportando pequenas quantidades por viagem e gastando muito combustível por unidade de produto (kg). Já as cadeias longas, geralmente o transporte são de cargas com grandes volumes, veículos grandes, eficientes em consumo de combustível e mesmo com viagens de longas distâncias, o consumo de combustíveis fósseis por unidade de alimento transportado seria menor do que nas cadeias curtas. Além disso, nas cadeias longas estes veículos retornam de suas rotas carregados com outras cargas ou suprimentos para as cadeias, o que dividiria o consumo de combustíveis entre atividades/rotas. Esta explicação é importante do ponto de vista do avanço

dos estudos em termos de emissões de CO₂ e *food miles* entre os dois tipos de cadeias e lança uma hipótese fundamental para ser averiguada.

Já a investigação de Loiseau *et al.* (2020) tenta responder se as CCAs são mais amigáveis a sustentabilidade? A pesquisa foi realizada na França, avaliando a sustentabilidade de cadeias curtas, médias (dentro do país) e longas (maçãs vindas do Chile e da Holanda), utilizando da análise do ciclo de vida da maçã Gala (todo ciclo da produção ao consumo, ficando de fora somente o pós-consumo), que mensurou indicadores em três dimensões (saúde humana, ecossistema e recursos). A conclusão do estudo é similar à de a pesquisa de Malak-Rawlikowska *et al.* (2019): o *food miles* dos tipos de cadeias não difere, devido os consumidores deslocam-se em distâncias significativas no entorno de Montpellier (23 a 46 km) para buscar pequenas quantidades de alimentos, fazendo que, por unidade de produto (kg), as cadeias curtas emitam o mesmo CO₂ que médias e longas analisadas.

Importante registrar-se que tanto no estudo de Malak-Rawlikowska *et al.* (2019) como no de Loiseau *et al.* (2020), as emissões de CO₂ na distribuição são maiores e iguais, respectivamente, nas cadeias curtas do que nas longas, somente nos casos das experiências que cada consumidor se desloca individualmente ao espaço rural para buscar seus alimentos. Em outros tipos de cadeias curtas, por exemplo, em feiras de agricultores, que estes transportam uma quantidade considerável de alimentos em seus deslocamentos para comercializar na feira diretamente aos consumidores, esta mesma conclusão não é aplicável.

Ademais, nos dois estudos, todo o CO₂ do transporte emitido nas cadeias curtas foi computado exclusivamente para os alimentos que os consumidores buscavam nas unidades de produção dos agricultores. Contudo, sabe-se que em muitos casos, os consumidores das cadeias curtas (brancos, com alta renda, bom nível educacional e elitizados em sua maioria, como os estudos mostram) deslocam-se para o campo com outros objetivos além da busca de alimentos. A literatura sobre CCAs é unânime em mostrar que além de comprar alimentos, estes consumidores visam também a recreação, turismo rural, consumo de paisagens, turismo ecológico, contato com a natureza, aprender conhecimentos com os agricultores, etc. A divisão do CO₂ emitido nestas viagens, nos dois estudos supracitados, não foi realizado entre este conjunto de atividades que fazem os consumidores se deslocarem ao rural, o que leva a crer que ocorreu uma superestimação das emissões pelas duas pesquisas na direção das CCAs.

Em outra pesquisa de Charatsari *et al.* (2023) foi realizada a avaliação de valores sociais, econômicos e ambientais para os negócios que as cadeias curtas geram para agricultores. A pesquisa foi conduzida na Grécia e os resultados encontrados são que os aspectos econômicos e sociais das cadeias curtas possuem moderadas capacidades de geração de valores aos negócios, enquanto os aspectos ligados a sustentabilidade apresentaram baixas performances em relação a geração de valores negociais. O estudo sugere, em linhas gerais, que as cadeias curtas podem ter maiores impactos em gerar carbono, especialmente na parte de distribuição dos alimentos (*food miles*).

3.4

Conclusões

Em suma e ressaltando algumas conclusões iniciais sobre a revisão efetuada sobre *food miles*, vários trabalhos apontam que não é somente as distâncias percorridas pelos alimentos que influenciam o *food miles*, sejam em cadeias longas ou mesmo nas curtas. Esses trabalhos apontam que outros fatores podem determinar os gastos de energia e emissões de carbono, que também precisam ser avaliados nos inventários realizados, como: o tipo de modal de transporte, a eficiência energética dos motores, planejamento de rotas, escolhas dos consumidores, tipo e qualidade dos combustíveis, estradas adequadas, tamanho das cargas, pneus com menos atritos na rodagem, novos tipos de veículos menos poluentes (elétricos), renda dos consumidores, quantidades de alimentos transportadas/viagem, aproveitamento com carga em rota de retorno de transporte, entre outros indicadores e externalidades sociais e econômicas dos sistemas alimentares em uma visão mais sistêmica de avaliação dos mesmos.

Em relação aos estudos e avaliações da sustentabilidade e das mudanças climáticas em cadeias curtas e longas de abastecimento, duas conclusões são possíveis com base na análise da literatura: a) são poucas as pesquisas e estudos existentes e todos são internacionais. Isso abre uma enorme relevância de pesquisas serem realizadas no Brasil, levando em conta nossas condições de distribuição, transportes e tipos de cadeias

alimentares; b) os estudos e pesquisas são inconclusivos em relação aos efeitos dos dois tipos de cadeias em relação as mudanças climáticas e a sustentabilidade. Especificamente, em relação a emissão de carbono ou *food miles*, a pergunta se as cadeias curtas emitem menos que as longas? Não se consegue respostas decisivas e completas na literatura, pois os estudos não possuem conclusões seguras e consistentes nesta direção. Assim, esta agenda de investigação sobre as emissões de carbono e o *food miles* também está em aberto e apresenta potencialidades de ser explorada no Brasil, segundo nossas condições de circulação de alimentos em diferentes tipos de cadeias e condições ambientais de sustentabilidade.

44

**MÉTODOS DE
CONTABILIZAÇÃO DE
GASES CAUSADORES DO
EFEITO ESTUFA: REVISÃO
E SISTEMATIZAÇÃO DA
LITERATURA**

Para mitigação dos impactos das mudanças climáticas se faz necessário reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE). Para a redução, porém, é preciso primeiramente mensurar os GEEs. Neste caso, desde a década de 1970 a literatura debruça-se sobre os fenômenos associados às mudanças climáticas, de modo que, desde então, distintos métodos foram criados para contabilizar as emissões. Dentre esses, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem-se destacado como um instrumental poderoso para mensurar o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade, uma vez que na cadeia de valor de um produto, energia é utilizada, resíduos são gerados e outros recursos naturais são utilizados (Pieragostini; Mussati; Aguirre, 2012; UNEP, 2011; Wonglimpiyarat, 2005).

A ACV refere-se ao processo de compilação e avaliação das entradas, saídas e dos potenciais impactos ambientais associados as atividades de uma organização ou produto ao longo do seu ciclo de vida. O Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT, 2014) conceitua a ACV como um método para a avaliação de produtos ou serviços que considera os aspectos ambientais em todas as fases da sua vida, estabelecendo vínculos entre esses aspectos e categorias de impacto potencial, tais como o consumo de recursos naturais, à saúde humana e à ecologia. Heijungs e Guinee (2012) apontam que o método percorreu um longo caminho e continua a mudar, de modo que há um conjunto de princípios amplamente aceitos que estruturam esse método de análise. Apesar disso, não existe apenas uma metodologia para o estudo da ACV, mas diretrizes que fornecem uma estrutura comum ao método.

Nesse sentido, esta seção apresenta, de modo sintético, os principais métodos de contabilização de GEE existentes na literatura sob a ótica do ciclo de vida. Por meio de análise bibliométrica nas bases de dados Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico e *Web of Science* entre os meses de junho e agosto de 2023 foram identificados dez métodos de contabilização de GEE proeminentes na literatura⁶. A **Tabela 1** apresenta os métodos, seus respectivos nomes populares e as datas de publicação da primeira e da atual versão de cada um.

6. Salienta-se que a lista não é exaustiva, podendo haver outros métodos não contemplados na análise.

Tabela 1 - Métodos de contabilização de emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE)

| Título do Método | Nome popular | Publicação da primeira versão | Publicação da primeira versão |
|---|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories | Guidelines do IPCC | 1994 | 2019 |
| The GHG Indicator: UNEP Guidelines for Calculating Greenhouse Gas Emissions for Businesses and Non-Commercial Organisations | GHG Indicator | 1997 | 2000 |
| ABNT NBR ISO 14040:2009/ ABNT NBR ISO 14044:2009 | ISO 14040/14044 | 2001 | 2009 |
| The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard | GHG Protocol | 2001 | 2004 |
| Bilan Carbone | Bilan Carbone | 2004 | 2022 |
| ABNT NBR ISO 14064-1:2007/ ABNT NBR ISO 14067:2023 | ISO 14064/14067 | 2006 | 2023 |
| PAS 2050:2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services | PAS 2050 | 2008 | 2023 |
| Guidance on how to measure and report your greenhouse gas emissions | Guidance do DEFRA | 2009 | 2019 |
| Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol | GHG Protocol Brasil | 2008 | 2023 |
| The Greenhouse Gas Protocol: Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard | GHG Protocol para Produtos | 2011 | 2011 |

Fonte: Os autores (2024) adaptado de Dinato (2013).

4.1

Métodos analisados

4.1.1

Guidelines do IPCC

O método 2006 [IPCC Guidelines](#), cuja publicação é dividida em cinco volumes, apresenta atualizações frente sua versão anterior de 1996. Suas novas diretrizes incluem novas fontes de informações e gases, bem como atualizações técnicas e científicas. Por se tratar de um guia de estimacão global, o método provê diretrizes para a mensuração de inventários nacionais de emissões e remoções antropogênicas de GEE e, portanto, auxilia os países na compilação de seus respectivos inventários nacionais.

O método permite a contabilização em três níveis de detalhamento: tier 1 (método básico), tier 2 (intermediário) e tier 3 (método com maior detalhamento). O tier 1 é o método mais simples, sua utilização se dá quando não há disponibilidade de fator de emissão específico para o país ou setor, bem como quando há limitação dos dados por atividade. O tier 2, por sua vez, possui um nível intermediário de complexidade, nele estão disponíveis dados de emissões específicos do país ou região, diminuindo incertezas nas estimativas. Por fim, o tier 3 é o mais complexo, contando com dados específicos para plantas industriais, atividades e processos, de modo que exige maior detalhamento das medidas do inventário, bem como procedimentos metodológicos especificamente desenvolvidos para a contabilização. Uma vez implementados

de forma correta, os tiers devem fornecer estimativas imparciais e sua precisão aumenta do tier 1 para o 3. Em termos setoriais, as especificações do método para o cálculo de emissões e remoções de GEE contemplam quatro principais setores: Energia; Processos Industriais e Uso de Produtos; Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra; e Resíduos.

4.1.2

GHG Indicator

Com o objetivo de auxiliar organizações no processo de contabilização e relato de emissões de GEE em suas atividades, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) lançou em 1997, no Reino Unido, o [GHG Indicator](#), o primeiro método a propor a contabilização das emissões de GEE de uma corporação. A principal característica do GHG Indicator é a de que ele utiliza informações disponíveis às empresas e fornece um método em que as emissões são calculadas e combinadas para um indicador único que representa a contribuição às mudanças climáticas da organização.

Segundo UNEP (2000), há duas fontes significativas de emissões de GEE em uma corporação: emissões relacionadas ao uso energia e emissões atreladas a processos. Ao utilizar-se o GHG Indicator, essas fontes são avaliadas e calculadas individualmente, para em seguida serem agregadas. Ainda segundo a Instituição, o método pode ser resumido em cinco aspectos: i) responde diretamente ao Protocolo de Quioto, proposto em 1997; ii) possibilita países e corporações com pouca experiência na área a engajarem-se no processo de contabilização de GEE,

incentivando uma plataforma comum para contabilização; iii) encoraja uma empresa a atuar de forma ambientalmente correta; iv) antecipa medidas que foram adotadas por governos em resposta ao Protocolo de Quioto; e v) estimula uma ação antecipada.

Dinato (2013) salienta que o GHG Indicator foi considerado uma inovação quando lançado e abriu as portas para uma série de outras publicações do gênero, contudo, sua última versão foi lançada em 2000 e seu uso foi descontinuado pelas empresas. Nesse caso, o método foi substituído pelo GHG Protocol, uma vez que *World Resources Institute* (WRI) e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), que mais tarde lançariam o GHG Protocol, também tiveram participação no GHG Indicator.

4.1.3

ISO 14040/14044

De modo a assegurar a comparabilidade das ACVs, a Organização Internacional de Normalização (ISO) elaborou duas normas⁷ complementares: os princípios e a estrutura das ACVs estão presentes na ISO 14040; ao passo que os requisitos em si estão estabelecidos na ISO 14044. Suas correspondentes brasileiras são, respectivamente, a norma técnica ABNT NBR ISO 14040/2009, idêntica em conteúdo técnico, estrutura e redação a ISO 14040, e a ABNT NBR ISO 14044/2009.

Em sua redação, a ABNT NBR ISO 14040/2009 aponta que a ACV pode subsidiar: i) a identificação de oportunidades para a melhoria do desempenho ambiental de produtos em

diversos pontos de seus ciclos de vida; ii) o nível de informação dos tomadores de decisão na indústria e nas organizações governamentais ou não-governamentais (visando, por exemplo, ao planejamento estratégico, à definição de prioridades ou ao projeto ou reprojeto de produtos ou processos); iii) a seleção de indicadores de desempenho ambiental relevantes, incluindo técnicas de medição; e iv) o marketing (por exemplo, na implementação de um esquema de rotulagem ambiental, na apresentação de uma reivindicação ambiental ou na elaboração de uma declaração ambiental de produto).

Segundo a normativa, uma ACV em conformidade com suas diretrizes é composta por quatro fases:

i) Definição de objetivo e escopo: O escopo de uma ACV, incluindo a fronteira do sistema e o seu nível de detalhamento, depende do objeto e do uso pretendido para o estudo. Ademais, a profundidade e a abrangência da ACV podem variar consideravelmente, dependendo do objetivo do estudo em particular;

ii) Análise de inventário do ciclo de vida (ICV): Trata-se de um inventário dos dados de entrada/saída associados ao sistema em estudo, o que envolve a coleta dos dados necessários para o alcance dos objetivos do estudo em questão;

7. Conjunto ISO 14040/14044 sob responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/21711/nbriso14040-gestao-ambiental-avaliacao-do-ciclo-de-vida-principios-e-estrutura> e <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/28378/nbriso14044-gestao-ambiental-avaliacao-do-ciclo-de-vida-requisitos-e-orientacoes>

iii) Avaliação de impactos do ciclo de vida (AICV): O objetivo dessa fase é prover informações adicionais para a avaliação dos resultados do ICV de um sistema de produto, visando ao melhor entendimento de sua significância ambiental;

iv) Interpretação: Nessa fase, os resultados de um ICV e/ou de uma AICV, ou de ambos, são sumarizados e discutidos como base para conclusões, recomendações e tomada de decisão de acordo com a definição de objetivo e escopo.

Em termos de fronteira de análise, o conjunto ISO 14040/14044 tem por objetivo a mensuração de impactos ambientais em produtos (bens ou serviços). Uma vez que o foco do estudo está no produto, a análise de um ICV e/ou AICV se dá independentemente da quantidade de países ou organizações que os fluxos elementares ou de produtos possam passar. Todavia, as normativas são genéricas e não descrevem detalhadamente a técnica da ACV, tampouco especificam métodos para as suas fases individuais. Dessa forma, não existe um método único para se conduzir uma ACV, de modo que a questão de quais metodologias, métricas ou instrumentos serão utilizados fica em aberto e a critério de cada organização.

4.1.4

GHG Protocol, GHG Protocol Brasil e GHG Protocol para Produtos

O **GHG Protocol** foi desenvolvido pelo *Greenhouse Gas Protocol Initiative*, uma coalisão de empresas, Organizações não Governamentais (ONGs), Governos, entre outros, reunidos pelo WRI e pelo WBCSD. Sua primeira versão foi lançada em 2001 e posteriormente uma versão revisada do método foi lançada em 2004. Segundo a WRI Brasil⁸, o GHG Protocol objetiva fornecer padrões e orientações para empresas e organizações prepararem seus respectivos inventários de emissões de GEE. Ao todo a contabilização abrange seis GEEs cobertos pelo Protocolo de Quioto: CO₂; CH₄; NO₂; HFCs, PFCs; e SF₆.

O Protocolo define as fronteiras, ou limites, para as emissões de acordo com dois níveis: limites organizacionais e limites operacionais. No primeiro nível, a análise das emissões pauta-se na estrutura legal e organizacional da empresa, o que, portanto, inclui operações próprias, joint ventures incorporadas e não incorporadas, subsidiárias e outras. Nesse caso, WRI (2004) aponta duas abordagens distintas para consolidar as emissões de GEE no limite organizacional: participação societária e controle. Na abordagem de participação societária, a empresa contabiliza as emissões de suas operações de acordo com a porcentagem de ações que possui em

8. Apresentação do Protocolo pela WRI Brasil. <https://www.wribrasil.org.br/projetos/ghg-protocol>.

determinada operação. Por outro lado, no controle, 100% das emissões das operações que a empresa possui controle são contabilizadas (WRI, 2004). Ademais, o controle pode ser definido sob a forma financeira ou operacional.

No tocante aos limites operacionais, o GHG Protocol define três escopos de emissão de GEE:

i) Emissões de Escopo 1: São as emissões diretas e estão relacionadas a fontes próprias ou controladas pela empresa, por exemplo, emissões provenientes de combustão das caldeiras, fornos, veículos próprios ou controlados, emissões decorrentes de processos químicos dentro da fronteira da organização e emissões fugitivas de equipamentos de refrigeração e ar-condicionado;

ii) Emissões de Escopo 2: Trata-se das emissões indiretas relacionadas à aquisição de energia elétrica e térmica consumida pela empresa. Neste caso, as emissões ocorrem fisicamente no local onde a energia é produzida, isto é, fora dos limites da empresa;

iii) Emissões de Escopo 3: Nesta categoria, de relato opcional, considera-se todas as outras emissões indiretas da atividade da empresa, como transporte em veículos não controlados pela empresa, uso de produtos e serviços provenientes de terceiros.

Em 2008, o GHG Protocol começou a ser adaptado ao contexto brasileiro⁹ a partir da parceria entre o Centro de Estudos em Sustentabilidade (FGVces), da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV) e o WRI, com

apoio do Ministério do Meio Ambiente, do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), o WBCSD e 27 empresas fundadoras, de modo que em 2010 foi publicado o documento **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol**, que objetiva estimular a cultura corporativa de inventário de emissões de GEE no Brasil.

Parte significativa do método coincide com as diretrizes apresentadas pelo GHG Protocol, de modo que a especificação brasileira apresenta as mesmas definições para limites organizacionais e limites operacionais. Entretanto, a despeito de ambos fornecem duas abordagens para a consolidação das emissões (participação societária e controle), enquanto, no GHG Protocol duas formas de controle podem ser definidas (financeira ou operacional), no programa brasileiro o controle se dá exclusivamente sob a forma operacional. Cabe salientar que GHG Protocol Brasil estabelece limites territoriais para os participantes do Programa Brasileiro GHG Protocol¹⁰, uma vez que devem ser incluídas no inventário apenas as fontes de emissões localizadas em território nacional. As emissões em âmbito internacional, por sua vez, podem ser calculadas e adicionadas as emissões nacionais de forma opcional e separada.

10. Cabe frisar a diferença entre o Programa Brasileiro GHG Protocol e as Especificações para o Programa Brasileiro GHG Protocol. O primeiro é um programa de incentivo à elaboração de inventários corporativos no país, ao passo que o segundo provê as diretrizes para a participação nesse programa.

No tocante ao **GHG Protocol para Produtos**, suas diretrizes foram lançadas em 2011 pelo WRI, em conjunto com o WBCSD. Em complementação ao GHG Protocol, o método fornece requisitos e orientações para que empresas e outras organizações possam quantificar e publicar inventários de emissões e remoções de GEE associados a um determinado produto de seu portfólio. Em termos normativos, as diretrizes do método baseiam-se na norma ISO 14040/14044 e na PAS 2050, posteriormente analisada, bem como seguem a abordagem atribucional, que se baseia nas relações quantitativas entre entradas e saídas do sistema, fornecendo informações sobre os impactos em termos de emissões e remoções de GEE atribuídos à unidade de análise do produto estudado, de modo a concatenar os diversos processos atribuíveis ao longo do ciclo de vida do produto. Ademais, o método elenca cinco etapas genéricas no ciclo de vida de um produto: i) aquisição de materiais e pré-processamento; ii) produção; iii) distribuição e armazenamento; iv) uso; e v) fim da vida.

4.1.5

Bilan Carbone

A primeira versão do método francês **Bilan Carbone**, direcionada especificamente para a contabilização de emissões em empresas, foi lançada em 2004 pela Agência Francesa para o Meio Ambiente e Energia (ADEME). Posteriormente, sua versão 5 foi lançada em 2007 e desenvolvida com foco na administração pública e territórios. A versão mais recente do método foi lançada em outubro de 2022

(versão 8.8), a qual incorpora atualizações para os seus três módulos de atuação. O Bilan Carbone também fornece diretrizes de como para contabilizar a pegada de carbono de um produto.

Sumariamente, esse método permite estimações de GEE resultantes de todos os processos físicos necessários¹¹ para a existência de uma atividade, uma organização e um produto, de modo que coloca no mesmo nível de importância as emissões de GEE que ocorrem diretamente dentro do objeto de análise e as emissões que ocorrem fora do objeto, mas que são um deslocamento dos processos necessários para a existência da atividade, organização ou produto. Nesse sentido, o Bilan Carbone contabiliza as emissões de todas as atividades das quais o objeto da análise é dependente, por exemplo, emissões via geração de eletricidade para o fabricante de semicondutores, uma vez que as atividades não podem ocorrer sem eletricidade; emissões relacionadas ao transporte dos clientes de um supermercado cuja localização é afastada dos consumidores; emissões provenientes da distribuição de merenda escolar por parte de prefeituras, pois embora a frota de transporte em si não necessariamente pertença à administração pública, ela é indispensável para que os alimentos cheguem nas escolas; entre outros.

11. Por processos físicos necessários, tem-se que a unidade de análise do estudo não existiria da maneira como é no presente se todos os processos físicos necessários para sua atuação ou elaboração não fossem possíveis (ADEME, 2010).

Esse método possui uma abordagem compatível com a ISO 14064, analisada posteriormente, e o GHG Protocol para a contabilização de emissões de uma organização, ao passo que, em termos do cálculo da pegada de carbono de um produto ou serviço, ele deve estar alinhado com a ISO 14040/14044, uma vez que a normativa trata do conceito de análise de ciclo de vida de um produto (ADEME, 2010). Ademais, enfatiza-se a necessidade de uma fronteira de análise bem delimitada para a implementação do método, pois considerar todos os processos físicos necessários para a existência de uma atividade pode incorrer na análise de todos os processos físicos existentes no planeta (Dinato, 2013).

4.1.6

ISO 14064/14067

Em relação à normativa internacional ISO 14064¹² e sua norma correspondente brasileira ABNT NBR ISO 14064/2022, tem-se diretrizes para planejar, desenvolver, gerenciar e relatar inventários de GEE em organizações e/ou empresas, o que inclui exigências necessárias para definição dos limites de fontes de emissão de GEE. A norma é subdividida em três partes distintas:

i) A ISO 14064-1 concentra-se no planejamento e desenvolvimento de inventários de GEE corporativos;

ii) A ISO 14064-2 normatiza projetos de GEE ou atividades relacionadas, especificamente desenvolvidas para reduzir emissões ou aumentar a remoção de GEE das atividades da empresa. Nesse caso, a norma sinaliza princípios

e exigências para determinação dos cenários de referência do projeto, bem como para monitorar, quantificar e relatar o resultado do projeto em relação ao cenário de referência previamente definido;

iii) A ISO 14064-3 detalha princípios e requisitos para verificação de inventários de GEE, assim como validações e verificações de projetos de GEE.

Ao analisar-se a norma é possível observar que suas bases remetem ao GHG Protocol, de modo que suas definições de limites organizacionais e limites operacionais são as mesmas e, apesar de não se citar nominalmente os escopos 1, 2 e 3, eles são igualmente descritos na ISO 14064. Ademais, tal como o conjunto ISO 14040/14044, as metodologias, métricas ou instrumentos que serão utilizados no inventário ficam em aberto e a critério de cada organização.

No que concerne à ISO 14067, bem como sua correspondente brasileira ABNT NBR ISO 14067/2023, ela norteia princípios, requisitos e diretrizes para a quantificação e relato da pegada de carbono de um produto, de forma consistente com os padrões internacionais sobre ACV presentes no conjunto ISO 14040/14044 e para comunicação segue as recomendações das normas de rotulagem e declarações ISO 14020, 14024 e 14025 em vigor. São também especificados requisitos e orientações

12. Conjunto ISO 14064/14067 sob responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/26624/nbriso14064-1-gases-de-efeito-estufa-parte-1-especificacao-com-orientacao-no-nivel-da-organizacao-para-quantificacao-e-notificacao-de-emissoes-e-remocoes-de-gases-de-efeito-estufa> e <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/13616/abnt-nbriso14067-gases-de-efeito-estufa-pegada-de-carbono-de-produtos-requisitos-e-orientacoes-sobre-quantificacao>.

para a quantificação de uma ACV de produto parcial e a norma aborda apenas uma única categoria de impacto: as alterações climáticas. Em termos de fronteira de análise, a norma propõe quatro opções:

i) Berço ao túmulo: Inclui as emissões e remoções decorrentes do ciclo de vida completo do produto;

ii) Berço ao portão: Trata-se da contabilização das emissões e remoções até o ponto em que o produto deixa a organização, isto é, antes de ser transportada para o consumidor;

iii) Porta-a-porta: Tem-se a quantificação dos GEEs decorrentes apenas do sistema produtivo (processos da fábrica);

iv) Pegada de carbono de produtos parcial: Inclui as emissões e remoções de um número restrito de processos ou etapas.

4.1.7

PAS 2050

O método ***Publicly Available Specification (PAS) 2050*** foi lançado em 2008 pela British Standards Institution (BSI). Trata-se de uma especificação aberta, conforme seu nome, cuja versão atual é de 2011. O cálculo das emissões dentro desse arranjo pode cruzar fronteiras entre empresas e países, uma vez que o método associa as emissões de GEE a bens e serviços, de modo que, por meio da cadeia de suprimentos, as emissões refletem o impacto de processos, materiais e decisões tomadas por todo o ciclo de vida de bens e serviços.

Nesse sentido, o PAS 2050 foi desenvolvido em resposta à demanda por um método para avaliação das emissões de GEE ao longo do ciclo de vida de bens e produtos. Contudo, seu principal objetivo é o de fornecer uma base comum para quantificação de emissões que permita a elaboração de programas de redução de emissões (BSI, 2011). O método trabalha com uma categoria de impacto ambiental, emissões de GEE e sua consequente contribuição para as mudanças climáticas, ao passo que tem por base o conjunto de normas ISO 14040/14044, acrescentando algumas diretrizes e requisitos específicas para a categoria de impacto mudanças climáticas, tais como:

i) Avaliação de dados de emissões de GEE para estudos do berço ao portão e do berço ao túmulo;

ii) Escopo dos GEEs que devem ser incluídos na análise;

iii) Critérios para os dados do Potencial de Aquecimento Global (PAG) de cada gás;

iv) Tratamento de emissões e remoções pela mudança no uso do solo, bem como fontes de emissão fósseis e biogênicas;

v) Tratamento do impacto do armazenamento de carbono em produtos e compensação de emissões;

vi) Requisitos para tratamento de emissões de GEE provenientes de processos específicos;

vii) Requisitos de dados e contabilização de emissões proveniente da geração de energia renovável.

Ademais, ressalta-se que apesar da série PASter sido elaborada pela BSI, atualmente esse conjunto de normas é reconhecido e utilizado internacionalmente, sendo um padrão reconhecido na União Europeia.

4.1.8

Guidance do DEFRA

Desenvolvido pelo Department for Environment, Food and Rural Affairs (**DEFRA**), em parceria com o Department of Energy and Climate Change (DECC), ambos órgãos governamentais do Reino Unido, O Guidance do DEFRA objetiva apoiar as organizações do Reino Unido na redução de suas contribuições às mudanças climáticas. Em termos de unidade de análise, o método pode ser utilizado por empresas, pelo setor público e por organizações do terceiro setor.

Em 2008, o governo do Reino Unido traçou um panorama de como irá gerenciar e reagir à problemática das mudanças climáticas. Nesse caso, ao constatar que as organizações precisam de um guia adequado para contabilizar, gerenciar e reduzir as emissões, o Guidance do DEFRA foi elaborado com esse propósito. No tocante a esse aspecto, as organizações que utilizam o método não são obrigadas a divulgar os resultados, de modo que o guia serve apenas para ajudar as organizações a tomarem medidas para gerenciamento e redução de suas emissões. Nesse sentido, as empresas não precisam atentar-se para a dupla contagem de suas próprias emissões com as relatadas por outras organizações.

Em termos normativos, o método delinea princípios genéricos para mensurar e relatar as emissões de GEE. Ademais, baseia-se no GHG Protocol, portanto, encontra-se em linha com outros métodos amplamente utilizados para mensuração e relato voluntário de emissões, como a ISO 14064.

4.2

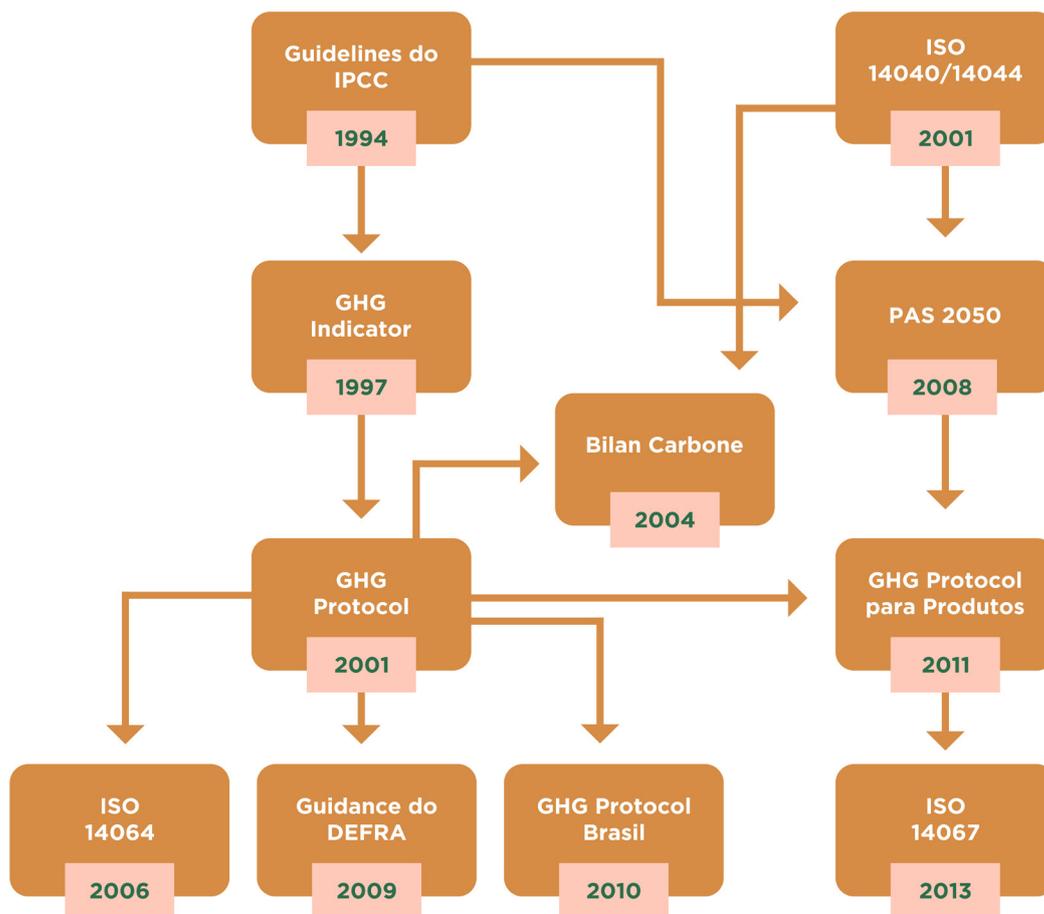
Sistematização dos métodos de contabilização de gases de efeito estufa

Uma vez apresentados os métodos¹³ de contabilização de GEE, é possível traçar uma linha de evolução entre eles, bem como sistematizá-los em torno de seus respectivos escopos de análise. A Figura 5 evidencia a relação entre os métodos, dela depreende-se que o Guidelines do IPCC marca a criação da linha de métodos que contabilizam emissões de GEE, ao passo que o conjunto de normas ISO 14040/14044 marca a criação da linha baseada em ciclo de vida.

13. Sobre alguns detalhes entre algumas normas apresentadas, vide Pandey, Agrawal e Pandey (2011), Garcia e Freire (2014) e Wu et al. (2014).

Abaixo do Guidelines do IPCC, método para a contabilização de emissões de um país, estão GHG Indicator, GHG Protocol, ISO 14064, Guidance do DEFRA e GHG Protocol Brasil, pois são métodos para a contabilização de emissões de uma empresa ou organização, de modo que a principal diferença entre o primeiro (Guidelines do IPCC) e os demais é a fronteira utilizada na análise, uma região ou uma corporação. Por outro lado, na linha baseada em ciclo de vida, os métodos abaixo do conjunto ISO 14040/14044 (PAS 2050, GHG Protocol para Produtos e ISO 14067) diferem do primeiro ao focarem em apenas uma categoria de impacto ambiental, mudanças climáticas. Todavia, ambos seguem a perspectiva do ciclo de vida, contabilizando as emissões de GEE dos produtos, preferencialmente, do berço ao túmulo. Por fim, o método Bilan Carbone fica no meio das duas linhas evolutivas, pois traz princípios baseados no GHG Protocol e no conjunto ISO 14040/14044.

Figura 5 - Relação entre os métodos analisados no estudo



Fonte: Os autores (2023) adaptado de Dinato (2013).

Seguindo o proposto em Dinato (2013), ao analisar a delimitação de fronteiras de cada método, é possível dividi-los em três grupos: contabilização regional, contabilização corporativa e contabilização de produto. A **Tabela 2** resume a sistematização proposta:

Tabela 2 - Sistematização dos métodos de contabilização de GEE nos grupos propostos

| GRUPO | MÉTODO |
|---------------------------------------|---|
| Métodos de Contabilização Regional | Guidelines do IPCC Bilan Carbone |
| Métodos de Contabilização Corporativa | GHG Indicator GHG Protocol GHG Protocol Brasil ISO 14064 Guidance do DEFRA Bilan Carbone |
| Métodos de Contabilização de Produto | ISO 14040/14044 PAS 2050 GHG Protocol para Produtos ISO 14067 Bilan Carbone |

Fonte: Os autores (2023) adaptado de Dinato (2013).

Uma vez que o presente estudo objetiva analisar comparativamente as emissões associadas à perspectiva do *food miles* em cadeias curtas e longas de abastecimento, se faz necessário acompanhar o comportamento da pegada de carbono do sistema logístico de transporte de cargas relativo aos produtos que permeiem ambas as cadeias de abastecimento. Para tanto, se faz necessário identificar os fatores que influenciam tal métrica. Uma vez que a análise permeará o nível do produto, em termos de metodologias, tem-se que a seleção das particularidades do sistema de transporte de cargas das cadeias estudadas seguirá os requisitos e sugestões propostos nos métodos de contabilização de produto.

4.3

Principais limitações dos métodos quando aplicados à realidade brasileira

A ACV vem sendo praticada desde a década de 1950 em países desenvolvidos, de modo que o conceito de ciclo de vida já estava desenvolvido quando a política ambiental se tornou uma questão de grande importância nas agendas política e social (Huppes; Curran, 2012). No Brasil, contudo, quando comparado aos países desenvolvidos, a aplicação dessa metodologia é relativamente recente. Neste caso, estudos que aplicam esse método de análise relatam uma série de dificuldades e limitações.

Box 4: Principais limitações encontradas em teses e dissertações para aplicação da ACV no Brasil

| Limitações | Número de trabalhos que a mencionaram |
|--|---------------------------------------|
| 1. Disponibilidade de banco de dados nacionais | 47 |
| 2. Incerteza do método em relação aos resultados para a tomada de decisão | 41 |
| 3. Dificuldade na coleta de dados primários | 36 |
| 4. Complexidade na fase de ICV devido ao grande volume de dados | 23 |
| 5. Falta de interesse por parte da iniciativa privada (dados sigilosos), dificuldade de aplicação | 22 |
| 6. Dificil comparação entre os resultados quantitativos de estudos que possuem o mesmo objeto de estudo | 17 |
| 7. Estabelecimento de critérios mais objetivos para a definição das fronteiras e unidades funcionais do sistema e do produto a ser estudado | 16 |
| 8. Simplificação do estudo pela falta de dados | 15 |
| 9. Escolha das categorias de impacto ambiental a serem avaliadas | 14 |
| 10. Os softwares desenvolvidos por outros países precisam de adaptações para serem utilizados no Brasil (dificuldade para alinhar) | 14 |
| 11. Dependendo da região, a utilização de bancos de dados internacionais tende a distorcer os resultados dos estudos de ACV ou não levam em consideração alguns aspectos importantes | 14 |
| 12. Falta de uma metodologia consolidada (unificada). Dificuldade de normalização. | 14 |
| 13. Limitações referentes ao uso do método escolhido de AICV | 11 |
| 14. Definição da cobertura temporal, espacial e tecnológica a ser considerada no estudo | 10 |
| 15. Técnica recente | 8 |
| 16. A metodologia utilizada em diversos estudos não é clara | 7 |
| 17. Alto custo, demanda de muito tempo e recursos | 7 |
| 18. Dados secundários não puderam ser precisos junto à empresa | 6 |
| 19. Estabelecimento de diretrizes para a comunicação dos resultados | 5 |
| 20. Carência de definições metodológicas para a modelagem de sistemas de produto durante a execução de uma ACV | 5 |
| 21. Escolha do software que melhor se adapta as necessidades específicas de cada usuário | 5 |
| 22. Não aborda os aspectos sociais e econômicos | 5 |
| 23. São muito poucos os profissionais capacitados a trabalhar com este tema | 5 |
| 24. Dificuldade em estabelecer procedimentos de alocação | 4 |
| 25. A ACV não identificou os impactos locais relacionados à atividade ou processo | 2 |
| 26. Limitações na avaliação de impactos, especialmente na ponderação, através de uma escala de importância, que busca um indicador único de desempenho ambiental para o produto ou serviço | 2 |
| 27. Falta de estímulo e apoio do governo | 2 |
| 28. As empresas de pequeno porte não possuem informações específicas sobre o sistema produtivo | 2 |
| 29. Pesquisadores criticam a quantidade de subjetividade na definição dos critérios de corte, e muitos acham difícil justificar qualquer um deles | 2 |
| 30. Falta de adequação da metodologia no país para elaboração de ICV | 2 |
| 31. O limite aceitável de concentração de substâncias ainda carece de consenso científico e representa uma área de estudo em aberto | 1 |
| 32. As empresas não divulgam dados reais e sim globais | 1 |

Fonte: Zocche (2014).

Ao analisar 183 teses e dissertações defendidas no Brasil que utilizaram aspectos da ACV em seus respectivos estudos, Zocche (2014) elenca as principais dificuldades apontadas nessa amostra ao aplicar-se à ACV à realidade nacional. O **Box 4** apresenta as principais limitações encontradas pela autora.

A indisponibilidade de bancos de dados com os requisitos e características do país foi reportada como a maior limitação dos estudos de ACV em âmbito nacional. Neste caso, boa parte dos estudos faz uso de bases internacionais, o que tende a distorcer os resultados ao não se levar em consideração aspectos da realidade brasileira, implicando em incertezas nos resultados. O estabelecimento de maior objetividade para a definição das fronteiras e unidades funcionais do sistema e do produto a ser estudado, bem como outros apontamentos correlatos, como a definição da cobertura temporal, espacial e tecnológica a ser considerada no estudo e as características de impacto ambiental a serem avaliadas, também implicam em limitações apontadas nos estudos. Ademais, outro ponto com alto relato nos trabalhos relaciona-se à dificuldade de coleta de dados primários, que, por sua vez, demandam grande esforço e tempo.

Mais recentemente, o IBICT disponibilizou, através do Banco Brasileiro de Inventários do Ciclo de Vida (SICV Brasil), inventários de produtos da economia brasileira. O banco de dados conta com 218 inventários, em que são apresentados dados de entrada e saída para cerca de 30 produtos e processos da economia nacional. Trata-se, portanto, de uma excelente iniciativa. Entretanto, ainda se faz necessária a geração de dados e informações em diferentes setores

da economia brasileira e em diferentes regiões do país, de modo que há significativas demandas por estudos que demonstrem o perfil ambiental de produtos e serviços nacionais, o que é o caso do presente estudo.

4.4

Conclusões

A partir da análise bibliométrica realizada, observa-se predominância dos métodos de contabilização de GEE baseados na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que consiste em um instrumental para mensurar o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade, contabilizando na cadeia de valor de um produto a energia utilizada, resíduos gerados e outros recursos naturais consumidos.

Foram identificados e descritos dez métodos de contabilização de GEE proeminentes na literatura. Realizada a identificação dos métodos, uma sistematização deles em torno de sua fronteira de análise principal foi proposta, os subdividindo em três grupos: contabilização regional; contabilização corporativa; e contabilização de produto. Os métodos de contabilização regional são indicados para mensurar as emissões agregadas de um país, de um estado, de um município e de setores específicos de uma localidade. Na contabilização corporativa, o foco é dado as emissões de uma empresa ou instituição. Cabe destacar, que as emissões associadas à cadeia de valor da empresa são opcionais na maioria dos métodos. A contabilização

de emissões de GEE de produtos, por sua vez, utiliza como suporte teórico o conceito de ciclo de vida, em que as emissões do produto são contabilizadas do berço ao túmulo, isto é, da extração das matérias-primas até a disposição final do produto e seu descarte.

Dada a predominância dos métodos de contabilização de GEE baseados na ACV, procedeu-se com o levantamento das dificuldades encontradas na literatura ao aplicar-se o método à realidade brasileira. Nesse caso, a indisponibilidade de bancos de dados com os requisitos e características do país foi sinalizada como a maior limitação da aplicação do método em âmbito nacional, uma vez que boa parte dos estudos faz uso de bases internacionais, o que pode distorcer os resultados. O estabelecimento de maior objetividade no método, dado que não existe um método único para se conduzir uma ACV, deixando a questão de quais metodologias, métricas ou instrumentos que serão utilizados em aberto e a critério de cada organização, bem como questões correlatas, como a definição da cobertura temporal, espacial e tecnológica a ser considerada no estudo e as características de impacto ambiental a serem avaliadas, também implicam em significativas limitações apontadas na literatura. Outra dificuldade com alta frequência nos trabalhos relaciona-se à dificuldade de coleta de dados primários, que demandam grande esforço e tempo, uma vez que é relatado pouco contato entre pesquisadores e empresas para levantamento dos dados necessários para a realização de uma ACV.

Por fim, dado o objetivo do estudo e dos resultados da revisão realizada, o cálculo das emissões do sistema logístico de transporte de cargas relativo aos produtos que permeiam as cadeias de abastecimento segue os requisitos e sugestões propostos nos métodos de contabilização de produto, conforme descrição na próxima seção.

5

**METODOLOGIA PARA
AFERIÇÃO DOS GASES
DE EFEITO ESTUFA
LIGADOS AO FOOD
MILES EM CADEIAS
ALIMENTARES NO BRASIL**

5.1 Identificação das cadeias analisadas

A identificação da origem geográfica dos produtos vem sendo cada vez mais valorizada nas novas tendências de consumo alimentar, pois possibilita ao consumidor escolher e valorizar a produção local. Cunha (2015) aponta que a virtude da eficiência logística passou a ser vista, sobretudo por consumidores europeus, como fonte de desequilíbrios ambientais associados à pegada de carbono decorrente do transporte a longas distâncias. Ao mesmo tempo, tem-se que grandes conglomerados urbanos dependem fortemente do abastecimento alimentar em grande escala (Benis *et al.*, 2018), o que implica às questões logísticas participação decisiva no debate acerca dos impactos ambientais do sistema alimentar.

No tocante a esse aspecto, neste estudo, trabalha-se a aferição dos GEEs associados à questão do *food miles* em diferentes tipos de cadeias alimentares, a partir da análise de produtos hortifrutis¹⁴ e mediante uma perspectiva que se situa entre a oferta e o consumo, a da distribuição dos produtos que ocorrem depois da produção e antes do consumo na esfera atacadista, o que a literatura denomina de passeio das mercadorias:

O passeio consiste na remessa da produção hortigranjeira local para uma central de abastecimento de grande porte, por causa da escala comercial e de preços, e seu posterior repasse para outros entrepostos, de menor porte, para a venda final aos pequenos comerciantes. Em muitos casos, o passeio resulta na volta completa, ou seja, os produtos retornam para o comércio atacadista regional, que abastecerá o varejo dos municípios de origem da mercadoria (Cunha, 2015, p. 57).

14. Salienta-se que, no que tange a estudos de aferição de GEE, no comparativo com produtos de origem animal e commodities agrícolas, poucos trabalhos estimam as emissões dos hortifrutis. Trata-se, portanto, de uma lacuna a ser preenchida pela literatura.

A dificuldade de análise e, principalmente, da mensuração da quilometragem percorrida por alimentos em diferentes modos de transporte deve-se ao fato de que não há informações consolidadas, nem públicas nem privadas, do montante de produtos comercializados por vias nacionais, o que dificulta as estimativas das emissões de transporte de cargas associadas ao transporte de alimentos. Neste caso, a alternativa de fontes de dados que mostrou-se mais adequada ao objetivo do trabalho foram os dados provenientes do Programa de Modernização do Mercado de Horticultura do Brasil (PROHORT¹⁵), das Centrais de Abastecimento (Ceasas), veiculada a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), uma vez que as Ceasas registram, por meio de notas ou registros de entrada (romaneios), o município de expedição da produção que chegam a seus entrepostos, permitindo a estimação da quilometragem percorrida pelos alimentos.

É importante mencionar-se, no entanto, que o registro do município de expedição do produto não aponta necessariamente a origem da produção. Tem-se que a divergência entre município de expedição e município de produção se dá quando analisados os produtos importados e que uma parte relevante da origem não identificada dos produtos provém do comércio interentrepósitos, tanto das filiais de uma mesma empresa, quanto entre empresas (Cunha; Campos, 2006; Cunha, 2015). Apesar disso, os dados de origem da produção provenientes do banco de dados do PROHORT podem funcionar como uma proxy para o passeio das mercadorias entre os entrepostos comerciais, bem como a quilometragem associada a ele.

No que concerne aos produtos selecionados para análise, conforme comentado previamente, será dada ênfase aos hortifrutis, mais especificamente aos seguintes alimentos: batata; tomate; laranja; cebola; e maçã. No ano de 2022, tomando por base o total de quilograma (kg) comercializado nas Ceasas proveniente do banco de dados do PROHORT, juntos os cinco produtos são responsáveis pela comercialização de 4,07 milhões de toneladas, o equivalente à 32,59% do total de kg comercializado nesses estabelecimentos. Ademais, ressalta-se que os produtos fazem parte da dieta alimentar dos brasileiros, compreendem produção em todas as regiões do país e abrangem distintos sistemas produtivos e cadeias de abastecimento.

A literatura nacional aponta que as centrais de abastecimento exercem papel centralizador e distribuidor da produção hortigranjeira nacional, de modo que cumprem a função de *hubs* primários e secundários no sistema de abastecimento, com significativo reconhecimento da importância da CEAGESP como figura central (Cunha; Belik, 2012). Nesse sentido, o estudo tomou como centro de análise à CEAGESP-SP em três frentes de pesquisa.

15. Como as informações são fornecidas pelas Ceasas para a CONAB voluntariamente (mediante convênio), cabe às Ceasas a responsabilidade pela alimentação dos dados e sua fidedignidade.

Para a cadeia curta de abastecimento será trabalhada a distribuição das frutas e hortaliças selecionados provenientes de municípios produtores do Estado de São Paulo comercializados na CEAGESP-SP. Para a seleção dos municípios, levou-se em consideração a participação no fornecimento de kg dos produtos oriundo do estado de São Paulo para a CEAGESP e a distância de até 170 km da capital do estado. A partir desses critérios, foram selecionadas as seguintes cadeias de abastecimento:

i) Batata: município selecionado Mogi Guaçu. Distância aproximada da cidade de São Paulo: em linha reta 134 km; distância rodoviária 164 km. Participação no total de kg de batatas oriundos do Estado de São Paulo comercializados na CEAGESP-SP em 2022: 8.609 toneladas (8.608.975 kg) e participação relativa de 10,42%;

ii) Tomate: município selecionado Ibiúna. Distância aproximada da cidade de São Paulo: em linha reta 57 km; distância rodoviária 66 km. Participação no total de kg de tomates oriundos do Estado de São Paulo comercializados na CEAGESP-SP em 2022: 16.438,7 toneladas (16.438.732 kg) e participação relativa de 9,08%;

iii) Laranja: município selecionado Limeira. Distância aproximada da cidade de São Paulo: em linha reta 134 km; distância rodoviária 153 km. Participação no total de kg de laranjas oriundos do Estado de São Paulo comercializados na CEAGESP-SP em 2022: 52.458,8 toneladas (52.458.775 kg) e participação relativa de 19,33%;

iv) Cebola: município selecionado Piedade. Distância aproximada da cidade de São Paulo: em linha reta 79 km; distância rodoviária 95 km. Participação no total de kg de cebolas oriundos do Estado de São Paulo comercializados na CEAGESP-SP em 2022: 7.684,4 toneladas (7.684.380 kg) e participação relativa de 31,65%;

v) Maçã¹⁶: município selecionado Campinas. Distância aproximada da cidade de São Paulo: em linha reta 87 km; distância rodoviária 105 km. Participação no total de kg de maçãs oriundos do Estado de São Paulo comercializados na CEAGESP-SP em 2022: 119,1 toneladas (119.124 kg) e participação relativa de 0,63%.

16. Em termos dos dados de origem provenientes do banco de dados do PROHORT identificados para os municípios de São Paulo para a CEAGESP-SP, em 2022, 98,69% do volume de kg de maçãs aponta com origem a capital do Estado, portanto, transações entre entrepostos atacadistas, uma vez que São Paulo Capital tem pouca ou nenhuma produção da fruta. Para os demais municípios paulistas, Campinas apresenta o segundo maior percentual do volume de maçãs identificado no fluxo para a CEAGESP-SP. Ademais, apesar da baixa participação no volume identificado, o município cumpre o critério de distância adotado e por isso foi escolhido para a análise.

Para as cadeias média e longa de abastecimento, são analisados, respectivamente, os fluxos de comercialização dos produtos selecionados da CEAGESP-SP para as Ceasas da cidade do Rio de Janeiro e de Belém. Nesse caso, para a seleção dessas cadeias levou-se em consideração a participação dos produtos oriundos do município de São Paulo¹⁷ no fornecimento de kg dos produtos analisados nas Ceasas dos demais entes federativos, bem como a distância das Ceasas dos Estados para o município. Dessa forma, tem-se:

i) Cadeia média de abastecimento:

Ceasa selecionada CEASA-RJ. Distância aproximada da cidade de São Paulo: em linha reta 358 km; distância rodoviária 439 km. Participação no total de kg comercializado na CEASA-RJ dos produtos selecionados oriundos do município de São Paulo em 2022:

Batata:

participação 0,65%; volume tonelada/kg 1.635,85/1.635.850;

Tomate:

participação 1,20%;
volume tonelada/kg 1.037,78/1.037.078;

Laranja:

participação 0,40%;
volume tonelada/kg 441,147/441.147;

Cebola:

participação 0,24%;
volume tonelada/kg 198,92/198.920;

Maçã:

participação 1,59%;
volume tonelada/kg 596/596.000.

ii) Cadeia longa de abastecimento:

Ceasa selecionada CEASA-Belém. Distância aproximada da cidade de São Paulo: em linha reta 2.468 km; distância rodoviária 2.929 km. Participação no total de kg comercializado na CEASA-Belém dos produtos selecionados oriundos do município de São Paulo em 2022:

Batata:

participação 3,37%;
volume tonelada/kg 781,083/781.083;

Tomate:

participação 0,65%;
volume tonelada/kg 118,728/118.727,6;

Laranja:

participação 0,63%;
volume tonelada/kg 79,971/79.971;

Cebola:

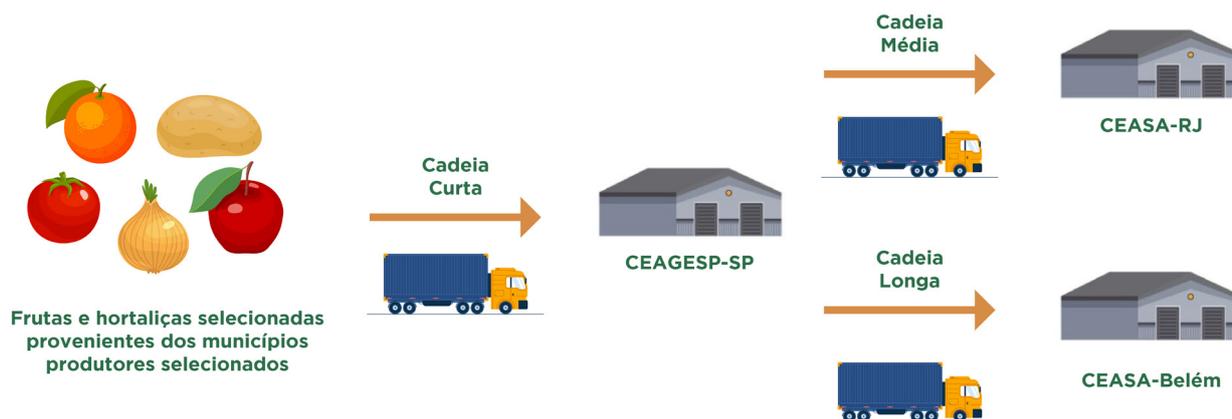
participação 0,76%;
volume tonelada/kg 160,223/160.223,3;

Maçã: participação 0,36%; volume tonelada/kg 29,898/29.898.

Assim, o transporte de cargas alimentares analisadas pode ocorrer em distintas configurações de origem e destino, conforme ilustrado na **Figura 6**.

17. Não há informação de comércio entre Ceasas. Nesse caso, utiliza-se a alternativa metodológica de considerar a venda de produtos cuja origem é das cidades que sediam as Ceasas, uma vez que as capitais e boa parte das grandes cidades não têm produção agrícola relevante, de forma que o comércio originado delas para outras Ceasas, saiu ou das Ceasas ou de atacadistas ali situados.

Figura 6 - Rotas de transporte analisadas no estudo



Fonte: Os autores (2023).

Optou-se por trabalhar com o abastecimento entre Ceasas para as cadeias média e longa, pois a partir dessa opção metodológica é possível analisar o passeio das mercadorias entre entrepostos comerciais, bem como observar potenciais e fragilidades do abastecimento local e regional que expliquem a demanda proveniente do abastecimento de longas distâncias. Isso porque os municípios de origem, registrados pelas estatísticas de entrada das Ceasas, que sediam grandes centrais de abastecimento possuem pouca ou nenhuma produção hortícola, de modo que se têm indicativos de repasse atacadista.

5.2

Justificativas metodológicas para a definição dos alimentos e cadeias alimentares

Esta subseção tem por objetivo apresentar argumentos que sustentam a escolha da cesta de alimentos selecionada para análise, bem como mostrar as questões

que permearam a seleção das localidades para as distintas cadeias alimentares analisadas.

No que concerne aos alimentos selecionados para análise, conforme informado previamente, será dada ênfase aos hortifrutigranjeiros que são os produtos de maior circulação nas Ceasas. A ideia é trabalhar com uma “cesta de alimentos” para que as estimativas de GEE associadas ao food miles sejam mais abrangentes, do que se fosse realizada em apenas um alimento. Mais especificamente, os seguintes alimentos compõem a cesta: batata; tomate; laranja; cebola; e maçã.

A **Tabela 3** evidencia as quantidades e alimentos que circularam em nível de Brasil nas Ceasas no ano de 2022. O percentual, quando desagregado por cada alimento que compõe a cesta, aparece da seguinte forma: i) batata com 10,26% e primeira no ranking nacional; ii) tomate com 7,35% e segundo produto no ranking nacional; iii) laranja logo depois, com 7,20% e terceiro produto no ranking nacional; iv) cebola com 4,43% e sexto no ranking nacional e, por fim, v) maçã com 3,34% e oitavo produto no ranking nacional.

Tabela 3 - Alimentos e produtos que circularam nas Ceasas nacionais em 2022

| ALIMENTO/ PRODUTOS | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL | RANKING (º) |
|----------------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Batata | 1.279.895.110 | 10,26 | 1 |
| Tomate | 917.371.768 | 7,35 | 2 |
| Laranja | 898.946.462 | 7,20 | 3 |
| Banana | 701.762.029 | 5,62 | 4 |
| Outros gêneros | 609.797.257 | 4,89 | 5 |
| Cebola | 552.807.351 | 4,43 | 6 |
| Melancia | 424.141.866 | 3,40 | 7 |
| Maçã | 417.306.171 | 3,34 | 8 |
| Mamão | 377.594.336 | 3,03 | 9 |
| Abacaxi | 370.297.303 | 2,97 | 10 |
| Limão | 347.693.515 | 2,79 | 11 |
| Ovos | 323.387.598 | 2,59 | 12 |
| Cenoura | 312.151.947 | 2,50 | 13 |
| Manga | 296.037.741 | 2,37 | 14 |
| Batata doce | 282.075.573 | 2,26 | 15 |
| Repolho | 276.070.322 | 2,21 | 16 |
| Tangerina | 228.901.062 | 1,83 | 17 |
| Coco | 203.722.410 | 1,63 | 18 |
| Melão | 185.985.187 | 1,49 | 19 |
| Chuchu | 183.993.566 | 1,47 | 20 |
| Mandioca | 164.234.836 | 1,32 | 21 |
| Pepino | 154.183.479 | 1,24 | 22 |
| Diversos itens | 153.491.759 | 1,23 | 23 |
| Uva | 146.577.979 | 1,17 | 24 |
| Abobrinha | 140.656.267 | 1,13 | 25 |
| Pimentão | 133.329.771 | 1,07 | 26 |
| Milho verde | 133.083.638 | 1,07 | 27 |
| Moranga | 129.819.070 | 1,04 | 28 |
| Beterraba | 123.901.450 | 0,99 | 29 |
| Abacate | 121.986.842 | 0,98 | 30 |
| Maracujá | 119.439.347 | 0,96 | 31 |
| Alho | 112.185.047 | 0,90 | 32 |
| Pera | 111.562.075 | 0,89 | 33 |
| Abóbora | 94.148.097 | 0,75 | 34 |
| Alface | 80.748.015 | 0,65 | 35 |
| Inhame | 78.332.363 | 0,63 | 36 |
| Goiaba | 76.137.002 | 0,61 | 37 |
| Couve-flor | 399.310 | 0,58 | 38 |
| Outros produtos* | 11.430.768,40 | 9,16 | 39 |
| Produtos analisados | 4.065.659.792 | 32,58 | |
| Total | 12.479.004.887 | 100,00 | |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais alimentos e produtos com menores quantidades e percentuais.

Tomando por base o total de kg comercializado nas Ceasas proveniente do banco de dados do PROHORT, juntos os cinco produtos que formam a cesta de alimentos foram responsáveis pela comercialização de 4,07 milhões de toneladas, o equivalente à 32,58% do total de kg comercializado nesses estabelecimentos, em nível nacional, no ano de 2022. Assim, esses cinco alimentos são extremamente representativos da circulação alimentar em diferentes rotas e cadeias de abastecimento em todo o território nacional e, perfazem, em torno de 1/3 dos produtos que circulam entre Ceasas.

Ressalta-se que os produtos fazem parte da dieta alimentar dos brasileiros, sendo que frutas e legumes são importantes para a construção de dietas saudáveis, o que compreende o consumo desses produtos e a diminuição dos alimentos provenientes ou derivados de animais (EAT Lancet, 2019). Frutas e legumes compreendem a produção de todas as regiões do país e abrangem distintos sistemas produtivos e cadeias de abastecimento, que desembocam e chegam as Ceasas (Hoffmann, 2021; Hoffmann; Vaz, 2021). Ademais, dada a dificuldade de análise e, principalmente, da mensuração da quilometragem percorrida por alimentos em diferentes modos de transporte, as pesquisas existentes para o país, basicamente analisam a logística em commodities agrícolas, por exemplo, as do Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial da USP ou mensuram quilometragens percorridas por frutas e hortaliças nos mercados nacionais a partir de dados do PROHORT (Núcleo Interno de Economia e Administração Rural da UNICAMP)¹⁸.

Cabe destacar que essa cesta de alimentos foi escolhida porque os produtos circulam nos três tipos de cadeias alimentares que se pretende analisar: i) curtas de diversas localidades (5 municípios) do interior de São Paulo até a CEAGESP-SP; ii) cadeia média, da CEAGESP-SP até a CEASA-RJ; e iii) cadeia longa, da CEAGESP-SP até a CEASA-Belém. Uma vez trabalhando-se com distintas cadeias alimentares, tem-se a necessidade de os cinco alimentos estarem presentes nos três tipos de cadeias alimentares analisadas para que seja possível comparações de resultados em relação à emissão de GEE do *food miles*. Em função disso, não foi possível trabalhar com produtos que possuem maior percentual de circulação nas Ceasas nacionais do que a maçã. Por exemplo, a banana, cuja produção e circulação é regional em quase todo o Brasil e nas três Ceasas escolhidas, em função disso, não é um alimento que entrará nas estimativas do GEE do *food miles* das cadeias alimentares. Já o fluxo de comércio entre a CEAGESP-SP e a CEASA-Belém para a melancia é pequeno (apenas pequenas quantidades), o que deixaria a estimativa frágil, por ser um alimento com pouca circulação na cadeia longa.

Dado o reconhecimento da importância da CEAGESP-SP como centralizador e distribuidor da produção hortigranjeira nacional, o estudo tomou essa central de abastecimento como centro de análise nas três cadeias alimentares da pesquisa. Para a cadeia curta de abastecimento foi trabalhada a distribuição das frutas e hortaliças selecionadas provenientes de municípios produtores do Estado de São

18. Sites dos dois grupos de pesquisa mencionados: <https://esalqlog.esalq.usp.br/categoria/artigos> e <https://www.feagri.unicamp.br/niear/>.

Paulo comercializados na CEAGESP-SP. Para a seleção dos municípios levou-se em consideração a participação no fornecimento de kg dos produtos oriundo do estado de São Paulo para a CEAGESP-SP e a distância de até 170 km da capital do estado.

Importante ressaltar que nem sempre os municípios com maiores percentuais do alimento foram os incluídos no estudo, o que seria o ideal. Isso decorre do fato que, às vezes, um município com alto percentual de produção de determinado

produto, estava a distâncias grandes em relação a CEAGESP-SP, por exemplo, mais de 300 ou até 400 km, o que o colocaria já muito próximo da distância da cadeia média alimentar. Então, a decisão entre quais municípios foram incluídos para cada um dos cinco alimentos para as cadeias curtas, levou em conta um balanço entre as distâncias menores que 170 Km da CEAGESP-SP e o percentual do alimento que chega a CEAGESP-SP. A partir destes dois critérios, foram selecionadas as cadeias curtas de abastecimento.

Tabela 4 - Quantidades e percentuais de batata que chegaram a CEAGESP-SP provenientes dos municípios do interior de São Paulo em 2022

| MUNICÍPIO/SP | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL |
|-------------------------|-------------------|-----------------|
| Casa Branca | 9.648.675 | 11,67 |
| Mogi Guaçu | 8.608.975 | 10,42 |
| Itapetininga | 7.125.000 | 8,62 |
| Vargem Grande do Sul | 6.125.650 | 7,41 |
| Aguai | 4.500.250 | 5,44 |
| Paranapanema | 4.422.275 | 5,35 |
| São Miguel Arcanjo | 4.307.050 | 5,21 |
| Divinolândia | 3.322.275 | 4,02 |
| Itai | 3.071.750 | 3,72 |
| Itobi | 2.614.000 | 3,16 |
| São João da Boa Vista | 2.549.300 | 3,08 |
| Pedra Bela | 2.102.625 | 2,54 |
| Pilar do Sul | 2.062.375 | 2,50 |
| Quadra | 1.919.000 | 2,32 |
| Capão Bonito | 1.826.675 | 2,21 |
| Leme | 1.810.900 | 2,19 |
| Taquarivaí | 1.680.400 | 2,03 |
| Monte Mor | 1.247.800 | 1,51 |
| Buri | 983.575 | 1,19 |
| Socorro | 947.925 | 1,15 |
| Piedade | 894.255 | 1,08 |
| Tatuí | 722.125 | 0,87 |
| Taquarituba | 713.000 | 0,86 |
| São Sebastião da Gramma | 574.850 | 0,70 |
| Águas da Prata | 486.450 | 0,59 |
| Jarinu | 473.500 | 0,57 |
| Mococa | 439.825 | 0,53 |
| Mogi das Cruzes | 409.925 | 0,50 |
| Outros municípios* | 7.059.113 | 8,55 |
| Total | 82.649.518 | 100,00 |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais alimentos e produtos com menores quantidades e percentuais (menor que 0,5%).

A **Tabela 4** apresenta as quantidades e percentuais de batata que provém dos diferentes municípios do interior de São Paulo para a CEAGESP-SP. Para estudo da cadeia curta para este alimento, o município selecionado foi Mogi Guaçu, que possui uma distância aproximada da cidade de São Paulo, em linha reta, de 134 km e distância rodoviária de 164 km. A participação no total de kg de batatas oriundas de Mogi Guaçu comercializados na CEAGESP-SP em 2022 foi de 8.608 toneladas (8.608.975 kg) e participação percentual sobre o total geral de batata comercializado na CEAGESP-SP proveniente do estado de 10,42%.

No tocante ao tomate, a **Tabela 5** traz as quantidades e percentuais desse produto para construção da cadeia curta alimentar da pesquisa. O município selecionado foi Ibiúna, que possui distância aproximada da cidade de São Paulo, em linha reta, de 57 km e de distância rodoviária de 66 km. A participação no total de kg de tomates oriundos de Ibiúna para São Paulo comercializados na CEAGESP-SP em 2022 foi de 16.438,7 toneladas (16.438.732 kg) e um percentual sobre a produção total de tomate proveniente do estado de 9,08%.

Tabela 5 - Quantidades e percentuais de tomate que chegaram a CEAGESP-SP provenientes dos municípios do interior de São Paulo em 2022

| MUNICÍPIO/SP | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL |
|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Ribeirão Branco | 32.819.707 | 18,13 |
| São Paulo | 25.596.338 | 14,14 |
| Apiaí | 18.232.658 | 10,07 |
| Ibiúna | 16.438.732 | 9,08 |
| Barra do Chapéu | 9.533.943 | 5,27 |
| Mogi Guaçu | 8.375.067 | 4,63 |
| Capão Bonito | 8.117.194 | 4,48 |
| Vinhedo | 7.788.474 | 4,30 |
| Mococa | 6.699.132 | 3,70 |
| Taquiraivai | 6.642.156 | 3,67 |
| Guapiara | 6.538.322 | 3,61 |
| Monte Mor | 3.753.432 | 2,07 |
| Itapeva | 3.081.639 | 1,70 |
| Santo Antônio da Alegria | 2.043.990 | 1,13 |
| Moji Mirim | 1.989.216 | 1,10 |
| São Miguel Arcanjo | 1.875.824 | 1,04 |
| Itupeva | 1.686.803 | 0,93 |
| Itapetininga | 1.634.543 | 0,90 |
| Fartura | 1.396.638 | 0,77 |
| Tapiratiba | 1.339.974 | 0,74 |
| Estiva Gerbi | 1.162.586 | 0,64 |
| Porto Feliz | 1.154.545 | 0,64 |
| Casa Branca | 1.081.888 | 0,60 |
| Outros municípios* | 12.042.158 | 6,65 |
| Total | 181.024.959 | 100,00 |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais alimentos e produtos com menores quantidades e percentuais (menor que 0,5%).

Em relação à laranja, vide **Tabela 6**, o município selecionado para a cadeia curta foi Limeira, que possui uma distância aproximada da cidade de São Paulo, em linha reta, de 134 km e distância rodoviária de 153 km. A participação no total de kg de laranjas oriundos de Limeira comercializados na CEAGESP-SP em 2022 foi de 52.458,8 toneladas (52.458.775 kg), o que equivale a quase 20% das laranjas que são vendidas na CEAGESP-SP (19,33%).

Tabela 6 - Quantidades e percentuais de laranja que chegaram a CEAGESP-SP provenientes dos municípios do interior de São Paulo em 2022

| MUNICÍPIO/SP | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL |
|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Limeira | 52.458.775 | 19,33 |
| Conchal | 24.558.650 | 9,05 |
| Bebedouro | 22.016.075 | 8,11 |
| Casa Branca | 13.998.350 | 5,16 |
| Santa Adélia | 10.142.575 | 3,74 |
| Estiva Gerbi | 9.680.200 | 3,57 |
| Porto Feliz | 9.204.225 | 3,39 |
| Pindorama | 9.127.900 | 3,36 |
| São Paulo | 8.924.510 | 3,29 |
| Santa Cruz das Palmeiras | 8.818.950 | 3,25 |
| Piracicaba | 8.107.925 | 2,99 |
| Piragi | 7.475.436 | 2,75 |
| Engenheiro Coelho | 7.056.425 | 2,60 |
| Jaguariúna | 6.385.550 | 2,35 |
| Araraquara | 5.980.900 | 2,20 |
| Aguai | 4.851.050 | 1,79 |
| Mogi Guaçu | 4.767.575 | 1,76 |
| Vista Alegre do Alto | 4.307.425 | 1,59 |
| Moji Mirim | 4.189.300 | 1,54 |
| Paraíso | 3.863.425 | 1,42 |
| Irapuã | 3.701.675 | 1,36 |
| Adolfo | 3.536.450 | 1,30 |
| Anhembi | 3.295.800 | 1,21 |
| Taquaritinga | 2.577.400 | 0,95 |
| Taiúva | 2.276.050 | 0,84 |
| Itápolis | 1.667.750 | 0,61 |
| Monte Alto | 1.627.645 | 0,60 |
| Fernando Prestes | 1.542.500 | 0,57 |
| Pariquera Açu | 1.469.550 | 0,54 |
| Tambaú | 1.421.425 | 0,52 |
| Outros municípios* | 22.339.020 | 8,23 |
| Total | 271.370.486 | 100,00 |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais alimentos e produtos com menores quantidades e percentuais (menor que 0,5%).

A **Tabela 7** apresenta os dados das quantidades e percentuais da cebola dos municípios de São Paulo que chegam a CEAGESP-SP. O município selecionado foi Piedade, que está a uma distância aproximada da Capital do Estado, em linha reta, de 79 km e a uma distância rodoviária de 95 km. A participação no total de kg de cebolas oriundos desse município comercializados na CEAGESP-SP em 2022 foi de 7.684,4 toneladas (7.684.380 kg), com percentual sobre o total de cebola de em torno de 1/3 do proveniente do estado (31,65%).

Tabela 7 - Quantidades e percentuais de cebola que chegaram a CEAGESP-SP provenientes dos municípios do interior de São Paulo em 2022

| MUNICÍPIO/SP | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL |
|-------------------------|-------------------|-----------------|
| Piedade | 7.684.380 | 31,65 |
| Monte Alto | 2.883.820 | 11,88 |
| São José do Rio Pardo | 2.597.700 | 10,70 |
| São Paulo | 2.554.220 | 10,52 |
| Vargem Grande do Sul | 1.501.760 | 6,19 |
| Batatais | 1.425.000 | 5,87 |
| Divinolândia | 1.369.240 | 5,64 |
| Casa Branca | 1.259.940 | 5,19 |
| Ibiúna | 441.440 | 1,82 |
| Tapiraí | 397.960 | 1,64 |
| Itobi | 354.580 | 1,46 |
| São Sebastião da Gramma | 299.000 | 1,23 |
| Pilar do Sul | 295.960 | 1,22 |
| Piraju | 214.320 | 0,88 |
| Jaboticabal | 161.100 | 0,66 |
| Taiacu | 134.160 | 0,55 |
| Outros municípios* | 702.780 | 2,89 |
| Total | 24.277.360 | 100,00 |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais alimentos e produtos com menores quantidades e percentuais (menor que 0,5%).

No que concerne à maçã, a **Tabela 8** traz os dados das quantidades e percentuais desse produto proveniente dos municípios de São Paulo que chegam a CEAGESP-SP. O município selecionado foi Campinas, com distância aproximada da cidade de São Paulo, em linha reta, de 87 km e distância rodoviária de 105 km. A participação no total de kg de maçãs oriundos de Campinas comercializados na CEAGESP em 2022 foi de 119,1 toneladas (119.124 kg) e percentual sobre o total de 0,63%.

Tabela 8 - Quantidades e percentuais de maçã que chegaram a CEAGESP-SP provenientes dos municípios do interior de São Paulo em 2022

| MUNICÍPIO/SP | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL |
|--------------------|-------------------|-----------------|
| São Paulo | 18.534.156 | 98,69 |
| Campinas | 119.124 | 0,63 |
| Outros municípios* | 127.350 | 0,68 |
| Total | 18.780.630 | 100,00 |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais alimentos e produtos com menores quantidades e percentuais (menor que 0,5%).

Em termos dos dados de origem provenientes do banco de dados do PROHORT identificados para os municípios de São Paulo para a CEAGESP-SP, em 2022, 98,69% do volume de maçãs aponta com origem a capital do Estado, portanto, transações entre entrepostos atacadistas, uma vez que São Paulo Capital tem pouca ou nenhuma produção da fruta, que possivelmente são oriundos da Região Sul do país. Para os demais municípios paulistas, Campinas apresenta o segundo maior percentual do volume de maçãs identificado no fluxo para a CEAGESP-SP. Ademais, apesar da baixa participação no volume identificado, o município cumpre o critério de distância adotado e por isso foi escolhido para a análise.

A **Tabela 9** resume os dados das cinco cadeias curtas alimentares que serão analisadas, apresentando municípios de origem até a CEAGESP-SP, bem como quantidades dos alimentos e seus percentuais de participação sobre o total por produto.

Tabela 9 - Quantidades e percentuais dos alimentos que chegaram a CEAGESP-SP provenientes dos municípios do interior de São Paulo, que constituirão as cadeias curtas em 2022

| ALIMENTO/ PRODUTOS | MUNICÍPIO/SP | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL DO ALIMENTO |
|-----------------------|--------------|--------------------|--------------------------------|
| Batata | Mogi Guaçu | 8.608.975 | 10,42 |
| Tomate | Ibiúna | 16.438.732 | 9,08 |
| Laranja | Limeira | 52.458.775 | 19,33 |
| Cebola | Piedade | 7.684.380 | 31,65 |
| Maçã | Campinas | 119.124 | 0,63 |
| Total | 5 | 85.309.986 | - |

Fonte: PROHORT (2022).

Pelas informações da **Tabela 9**, observa-se a relevância das quantidades dessa cesta de alimentos, que perfaz uma quantidade de 85.309.986 Kg (85.309,9 ton.) de alimentos provenientes dos municípios do interior de São Paulo que chegam até a CEAGESP-SP, atingindo volumes representativos, quando somados as quantidades dos alimentos da cesta e, se comparados as cadeias médias e longas, apresentadas a seguir no texto.

Para as cadeias média e longa de abastecimento, serão analisados, respectivamente, os fluxos de comercialização dos produtos selecionados da CEAGESP-SP para as Ceasas das cidades do Rio de Janeiro e de Belém. Nesse caso, para a seleção dessas cadeias levou-se em consideração a participação dos produtos oriundos do município de São Paulo no fornecimento de kg dos produtos analisados nas Ceasas dos demais entes federativos, bem como a distância das Ceasas para o município.

A **Tabela 10** apresenta os percentuais dos alimentos e produtos provenientes da CEAGESP-SP para a CEASA/RJ, no ano de 2022, para a cadeia alimentar média de abastecimento.

Tabela 10 - Quantidades e percentuais de alimentos e produtos que chegaram a CEASA-RJ vindos da CEAGESP-SP em 2022

| ALIMENTO/ PRODUTOS | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL | RANKING (º) |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| Alho | 3.038.530 | 21,86 | 1 |
| Outros gêneros | 2.878.677 | 20,71 | 2 |
| Batata | 1.635.850 | 11,77 | 3 |
| Diversos itens | 1.154.334 | 8,30 | 4 |
| Tomate | 1.037.078 | 7,46 | 5 |
| Pera | 600.580 | 4,32 | 6 |
| Maçã | 596.000 | 4,29 | 7 |
| Laranja | 441.147 | 3,17 | 8 |
| Melão | 246.740 | 1,77 | 9 |
| Cebola | 198.920 | 1,43 | 10 |
| Batata doce | 185.944 | 1,34 | 11 |
| Ameixa imp. | 164.930 | 1,19 | 12 |
| Pepino | 164.535 | 1,18 | 13 |
| Kiwi | 163.422 | 1,18 | 14 |
| Abacate | 131.736 | 0,95 | 15 |
| Panga | 112.996 | 0,81 | 16 |
| Banana | 109.400 | 0,79 | 17 |
| Ameixa | 106.570 | 0,77 | 18 |
| Pimentão | 102.090 | 0,73 | 19 |
| Mandioca | 88.352 | 0,64 | 20 |
| Pescada | 76.650 | 0,55 | 21 |
| Uva | 64.112 | 0,46 | 22 |
| Maracujá | 53.070 | 0,38 | 23 |
| Manga | 47.498 | 0,34 | 24 |
| Limão | 46.660 | 0,34 | 25 |
| Outros produtos* | 455.835 | 3,27 | 26 |
| Produtos analisados | 3.908.995 | 28,11 | |
| Total | 13.901.656 | 100,00 | |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais alimentos e produtos com menores quantidades e percentuais.

A distância aproximada da cidade de São Paulo para a cidade do Rio de Janeiro, em linha reta, é de 358 km e a distância rodoviária de 439 km. Nota-se que no caso da cadeia média, os alimentos que compõe a cesta estão dentre os dez (10) mais comercializados e perfazem, ao total, quando somados em torno de 3.908.995 kg (3.908,9 ton.), possuindo participação percentual sobre o total de movimentação da Ceasa proveniente do município de São Paulo de quase 1/3 de todos os produtos vendidos (28,11%), evidenciando sua relevância em termos de investigação das emissões de GEEs geradas pelo processo de *food miles* entre as localidades.

Abrindo os dados por alimentos analisados, tem-se que: i) a batata possui 1.635.850 kg (1.635,8 ton.), o que em percentuais perfaz 11,77% sobre o total de volume dos alimentos proveniente da cidade de São Paulo que chegam a CEASA-RJ, sendo o 3º produto no *ranking* de comercialização; ii) o tomate possui um volume de 1.037.078 kg (1.037,0 ton.) sobre o total dos alimentos que chegam a CEASA-RJ, perfazendo 7,46% sobre o total de quantidade de alimentos, estando colocado como 5º no *ranking*; iii) a maçã possui uma quantidade de 596.000 Kg (596 ton.) e uma participação percentual sobre o total de 4,29%, sendo o 7º alimento mais vendido pela central proveniente do fluxo CEAGESP-SP para a CEASA-RJ; iv) a laranja possui uma quantidade de 441.147 kg (441,1 ton.) que chega a CEASA-RJ, perfazendo sobre o total em torno de 3,17% dos alimentos provenientes de São Paulo e sendo o 8º alimento no *ranking* de comercialização; v) a cebola possui uma quantidade de 198.920 kg (198,9 ton.) que é vendida na CEASA-RJ, perfazendo 1,43% sobre o total de volume movimentado e ficando em 10º no *ranking* geral.

A cadeia longa de abastecimento é constituída da cesta de alimentos provenientes da CEAGESP-SP que chegam até a CEASA-Belém. A distância aproximada da cidade de São Paulo a Belém, em linha reta, é de 2.468 km e a distância rodoviária de 2.929 km. Conforme Tabela 11, em termos de participação dos cinco alimentos da cesta sobre o total comercializado na CEASA-Belém provenientes do Estado de São Paulo, tem-se em quantidades 5.630.868,90 Kg (5.630,8 ton.), que representam também quase 1/3 (30,17%) do total de volume de alimentos e produtos que são movimentados na central proveniente desse fluxo de comércio. Esses dados evidenciam a relevância da cesta dos cinco alimentos selecionados para posterior cálculo do GEE do *food miles*.

Tabela 11 - Quantidades e percentuais de alimentos e produtos que chegaram a CEASA-Belém vindos do Estado de São Paulo em 2022

| ALIMENTO/ PRODUTOS | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL | RANKING (º) |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| Abacate | 3.845.056 | 20,60 | 1 |
| Repolho | 2.895.465 | 15,51 | 2 |
| Batata | 2.778.258 | 14,89 | 3 |
| Tangerina | 1.503.117 | 8,05 | 4 |
| Limão | 1.503.016 | 8,05 | 5 |
| Cebola | 1.253.658 | 6,72 | 6 |
| Batata doce | 1.126.520 | 6,04 | 7 |
| Laranja | 805.938 | 4,32 | 8 |
| Tomate | 733.561 | 3,93 | 9 |
| Brócolis | 288.697 | 1,55 | 10 |
| Acelga | 224.664 | 1,20 | 11 |
| Beterraba | 207.920 | 1,11 | 12 |
| Alface | 188.705 | 1,01 | 13 |
| Cenoura | 162.260 | 0,87 | 14 |
| Couve-flor | 131.940 | 0,71 | 15 |
| Melão | 128.633 | 0,69 | 16 |
| Rúcula | 124.455 | 0,67 | 17 |
| Caqui | 121.142 | 0,65 | 18 |
| Pimentão | 114.096 | 0,61 | 19 |
| Abóbora | 71.238 | 0,38 | 20 |
| Maçã | 59.454 | 0,32 | 21 |
| Alho | 51.823 | 0,28 | 22 |
| Gengibre | 46.716 | 0,25 | 23 |
| Salsa | 38.975 | 0,21 | 24 |
| Manga | 33.510 | 0,18 | 25 |
| Outros produtos* | 23.970 | 1,21 | 26 |
| Produtos analisados | 5.630.868,90 | 30,17 | |
| Total | 18.664.429,05 | 100,00 | |

Fonte: PROHORT (2022).

Nota: *Soma dos demais produtos e alimentos com quantidades e percentuais menores.

A participação de cada um dos alimentos especificamente dentro da cesta e do fluxo de comercialização de São Paulo com a CEASA-Belém, dá-se da seguinte forma: i) a batata possui uma quantidade de 2.778.258 kg (2.778,3 ton.), perfazendo um percentual de 14,89% do total comercializado na CEASA-Belém e ficando em 3º posto no *ranking* geral; ii) a cebola possui uma quantidade de 1.253.658 kg (1.253,7 ton.), compondo um percentual sobre o total vendido de 6,72% e ficando em 6º lugar em termos de volume movimentado; iii) a laranja possui uma quantidade de 805.938 kg (805,9 ton.), participando sobre o total com 4,32% e sendo colocada como 8º alimento no *ranking*; iv) o tomate movimentou na CEASA-Belém em torno de 733.561 kg (733,6 ton.), possuindo um percentual de participação sobre o total de 3,93% e estando colocado como 9º alimento no *ranking geral* da central; v) a maçã foi o único alimento que foi incluído na pesquisa e que não está dentre os dez (10) do *ranking* do fluxo de comércio analisado. O produto possui uma quantidade de 59.454 kg (59,5 ton.) e uma participação sobre o total de 0,32%, estando colocado no *ranking* em 21º lugar. Isso se deve ao produto ter sido incluído nas cadeias alimentares curtas e médias e ter que estar presente na cadeia longa alimentar, para fins de comparabilidade dos três tipos de cadeias com os mesmos alimentos (a ideia da cesta de alimentos antes apresentada).

Ademais, no comparativo com outros produtos analisados de maior volume, nenhum deles se enquadrava nos critérios metodológicos anteriormente explicitados. Soma-se a isso, a ideia de que não é tão importante o volume do alimento para traçar-se uma cadeia de abastecimento, pois o cálculo do GEE será feito por unidade de medida deste (CO_2/ton e/ou CO_2/kg), conforme a literatura internacional da área aborda e discutido anteriormente em Conterato, Gazolla e Santos (2023). A importância maior é a de que a cadeia alimentar da maçã (fluxo entre CEAGESP-SP e CEASA-Belém) exista e que seja real, empiricamente falando. Neste caso, através do levantamento dos dados junto as centrais de abastecimento, a **Tabela 12** mostra a existência de fluxo de comércio entre as centrais para todos os alimentos da cesta.

Tabela 12 - Quantidades e percentuais dos alimentos selecionados provenientes da CEAGESP-SP comercializados na CEASA-Belém em 2022

| ALIMENTO | QUANTIDADE (KG) | % SOBRE O TOTAL COMERCIALIZADO DO ALIMENTO PROVENIENTE DE SÃO PAULO |
|-----------------------|------------------|---|
| Batata | 781.083 | 28,11 |
| Tomate | 118.728 | 16,18 |
| Laranja | 79.971 | 9,92 |
| Cebola | 160.223 | 12,78 |
| Maçã | 29.898 | 50,29 |
| Total da cesta | 1.169.903 | 20,78 |

Fonte: PROHORT (2022).

Cabe ressaltar que o sistema das centrais de abastecimento no Brasil é formado por 52 Ceasas em nível nacional. Dessas, apenas 12 possuem os registros atualizados e lançados anualmente no PROHORT. Das 12, procurou-se escolher 3 delas, em que se pudesse traçar as cadeias de abastecimento curtas, médias e longas, não havendo necessidade de traçar mais cadeias, em mais Ceasas, em função que, hipoteticamente, se estudadas mais cadeias em mais Ceasas os resultados obtidos possivelmente seriam muito similares.

Analisaram-se os dados disponíveis dessas 12 Ceasas de 2018 a 2022 e verificou-se que não há muita variação entre esses cinco (5) anos dos percentuais de circulação de alimentos. Apenas, em alguns casos, ocorre aumento de percentuais anuais que circulam entre as Ceasas, o que indica aquecimento e aumento da demanda dos alimentos e produtos nas regiões e estados que sediam e possuem Ceasas. Desse modo, optou-se por trabalhar com os dados de 2022, em função de ser o último ano da série histórica disponível, possuindo dados mais atualizados e com maiores percentuais de circulação de produtos. A estimativa de GEE do *food miles*, dessa forma, poderá ser feita em formato e expressão de dados anual.

A subseção seguinte desse capítulo apresentará o modelo estatístico, bem como o desenvolvimento da metodologia para aferição das emissões de GEEs em cadeias alimentares.

5.3

Metodologia para estimativa dos gases de efeito estufa (GEEs) do *food miles* das cadeias alimentares

Conforme mencionado previamente, dado que a análise permeará o nível do produto, em termos de metodologias, tem-se que a seleção das particularidades do sistema de transporte de cargas das cadeias estudadas seguiu os requisitos e sugestões propostos nos métodos de contabilização de GEEs em produtos. Neste sentido, para acompanhamento do comportamento da pegada de carbono do sistema logístico de transporte das cadeias, utilizou-se os requisitos e sugestões propostos pelas normas de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (ISO 14040/14044), de Pegada de Carbono (ISO 14067) e os métodos PAS 2050 e GHG Protocol para Produtos.

Assim, o cálculo das emissões de GEE associadas ao transporte de alimentos entre as Ceasas segue os princípios da técnica de ACV. Portanto, foram aplicados os passos sugeridos pelas normas e métodos de contabilização de GEE. Dessa forma, foi seguida a sequência proposta na **Figura 7**.

As fases e os passos definidos na figura mostram a sequência seguida na condução da pesquisa. É necessário, primeiramente, identificar as características do sistema de transporte e definir os objetivos do estudo. A segunda fase possui como foco a coleta de dados, ao passo que na terceira fase é realizada a qualificação e quantificação dos impactos (emissões de GEE). A quarta e última fase compreende as conclusões e apontamentos para ações práticas dos atores e das políticas públicas do Estado, que são traçadas a partir dos resultados obtidos. Ademais, salienta-se que há interatividade entre as fases, de modo que, uma vez necessário, é possível retornar às fases anteriores para revisão e alteração das características do estudo, bem como adicionar ou excluir alguns elementos e/ou dados, de acordo com o refinamento dos objetivos e escopo da pesquisa.

Figura 7 - Método de aplicação da técnica de ACV para determinação das emissões de GEE do transporte de cargas entre Ceasas



Fonte: Os autores (2023).

As etapas e os passos referidos são expostos a seguir:

1ª Fase:

- a. Objetivo:** Para o presente trabalho considerou-se o processo de transporte dos alimentos escolhidos entre as localidades referenciadas na Figura 6, sendo, portanto, o objetivo da aplicação da ACV, a determinação das emissões de GEE referente à pegada de carbono parcial de um sistema de transporte de cargas;
- b. Escopo:** Como escopo da análise tem-se o processo de distribuição de alimentos, isto é, o transporte de produtos acabados entre Ceasas;
- c. Fronteiras:** O trabalho tem como fronteira inicial a expedição do produto em um centro de distribuição (Ceasa) e como fronteira final a chegada do produto no outro centro de distribuição. Dentro da ACV, a fronteira utilizada no estudo é uma adaptação do “berço ao túmulo”, pois considera o transporte dos produtos depois de sua saída entre os centros de distribuição, analisando exclusivamente o transporte de cargas;
- d. Pressupostos:** Para a definição do escopo utilizou-se as normas e métodos de ACV baseada em produtos e/ou processos. Uma vez que o estudo permeará o nível do produto, esses métodos possuem diretrizes apropriadas ao objeto de análise do trabalho. Utiliza-se a ACV com enfoque atribucional, pois esse método é apontado como o mais apropriado na análise dos aspectos ambientais dos produtos (Muniz, 2012; Tillman, 2000). Ademais, como método de alocação utiliza-se o método de corte, de modo que todos os impactos são atribuídos ao processo que os gera, no caso do estudo o transporte, não penalizando outros processos (Baumann; Tillman, 2004; Salvador et al., 2018);
- e. Limitações:** São duas as principais limitações do estudo: i) primeiramente, há significativa dificuldade para a mensuração da quilometragem percorrida por alimentos em diferentes modos de transporte, em decorrência do fato de que não há informações consolidadas, nem públicas nem privadas, do montante de produtos comercializados por vias nacionais, o que dificulta as estimativas das emissões de transporte de cargas associadas ao transporte de alimentos e a necessidade do uso de fontes de dados alternativos, no nosso caso os dados do PROHORT, bem como entrevistas com representantes das Ceasas para coleta de dados relativos ao transporte de alimentos nesses estabelecimentos; ii) em função do escopo de análise do estudo, que considera o transporte do produto acabado entre entrepostos comerciais, não será realizado um estudo do “berço ao túmulo”, de modo que a pegada de carbono completa dos produtos não será contemplada na análise. Contudo, salienta-se que estudos posteriores podem ter por objetivo o desenvolvimento de uma ACV completa ou trabalhar fases específicas não presentes no estudo;
- f. Unidade Funcional:** Pode-se expressar os resultados em duas unidades de medida: emissão total em mil toneladas de CO₂ (mil ton CO₂) e/ou emissão fracionada em gramas de CO₂ por tonelada de alimento (g CO₂/ton alimento) transportado;
- g. Fluxo de Referência:** Como fluxo de referência tem-se o volume de alimento (5 alimentos) anual e médio mensal transportado por rota (distância).

2ª Fase:

- a. Coleta de Dados:** Os dados utilizados no estudo são de origem secundária e primária. No tocante aos dados secundários, esses são compostos pelo banco de dados do PROHORT e pelos fatores de emissão, provenientes da literatura. A obtenção primária dos dados foi realizada por meio da aplicação de questionários aos profissionais que atuam nas Ceasas, de modo a obter-se informações específicas acerca do sistema de transporte de cargas estudado (disponível no Apêndice A);
- b. Validação de Dados:** Os dados foram submetidos a um processo de validação qualitativa em colaboração com os responsáveis por sua coleta. Nesse caso, foram realizadas reuniões com os funcionários das Ceasas para esclarecimentos acerca da pesquisa, bem como dos dados necessários ao estudo, de modo a dirimir possíveis dúvidas na coleta das informações;

- c. Modelagem da Equação de Estimação:** Para realizar os cálculos das emissões foi adotada a metodologia de linha de base e monitoramento aprovada pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2011), denominada “AM0090 – Modal shift in transportation of cargo from road transportation to water or rail transportation”, adaptada por Bartholomeu, Péra e Caixeta-Filho (2016) para os cálculos das emissões de CO₂. Tal metodologia preocupa-se com o cálculo do CO₂, principal fonte de emissão dos transportes. Outros gases de efeito estufa, como CH₄ e N₂O não são considerados na análise, uma vez que são inexpressivos para o caso do food miles (UNFCCC, 2011). Neste caso, para as estimativas de emissão de GEE no modal rodoviário, a metodologia adotada sugere a seguinte sequência de cálculo:

Estimativa de Emissões de Linha de Base

$$E_y = Q_y * D_y * FE_{BL} * 10^{-6}$$

Em que:

E_y são as emissões no ano y (tCO₂) ;

Q_y é a quantidade de produto transportado entre as centrais de abastecimento no ano y (toneladas);

D_y é a distância percorrida no ano y (km);

FE_{BL} é o fator de emissão de linha de base para o transporte dos produtos (g CO₂/t.km).

Estimativa do Fator de Emissão da Linha de Base

$$FE_{BL} = \frac{\sum_i C_{iy} * VPC_{iy} * FE_{CO2iy} * FVR_{BL}}{Q_y * D_y}$$

Em que:

FE_{BL} é o fator de emissão de linha de base para o transporte dos produtos (g CO₂/t.km);

C_{iy} é a quantidade do combustível i consumido no transporte dos produtos no ano y (litros ou m³);

VPC_{iy} é o valor do poder calorífico médio do combustível i consumido no transporte dos produtos no ano y (Gigajoule - GJ - por litro ou m³);

FE_{CO2iy} é o fator de emissão de CO₂ do combustível i consumido no transporte dos produtos no ano y (g CO₂/GJ);

FVR_{BL} é o fator para viagens de retorno não-vazias no cenário de linha de base;

Q_y é a quantidade de produto transportado entre as centrais de abastecimento no ano y (toneladas);

D_y é a distância percorrida no ano y (km).

Fator para viagens de retornos não-vazias no cenário linha de base

$$FVR_{BL} = \frac{Q_y * D_y}{Q_y * D_y + QR_y * DR_y}$$

Em que:

FVR_{BL} é o fator para viagens de retorno não-vazias no cenário de linha de base;

Q_y é a quantidade de produto transportado entre as centrais de abastecimento no ano y (toneladas);

D_y é a distância percorrida no ano y (km);

QR_y é a quantidade de produto transportado em viagens de retorno entre as centrais de abastecimento no ano y (toneladas);

DR_y é a distância percorrida em viagens de retorno no ano y (km).

Em termos de levantamento de dados, considera-se como ano base 2022. Informações sobre os fatores de emissão dos combustíveis foram obtidas a partir da literatura. A **Tabela 13** sumariza os dados utilizados nas estimativas de emissão.

Tabela 13: Parâmetros e fontes utilizadas no estudo

| PARÂMETRO | FONTE |
|--|--|
| Distância (km) | Centrais de Abastecimento e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) |
| Quantidade transportada (t) | Centrais de Abastecimento e Banco de Dados do PROHORT |
| Consumo Médio de Combustível (km/l) | Centrais de Abastecimento |
| Fator de Emissão dos Combustíveis | Literatura (Bartholomeu; Caixeta-Filho, 2009; Bartholomeu; Péra; Caixeta-Filho, 2016; Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022; GHG Protocol; Empresa de Pesquisa Energética, 2023; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015a, 2015b; Ministério do Meio Ambiente, 2014) |
| Valor do Poder Calorífico Médio dos Combustíveis | Literatura (Bartholomeu; Caixeta-Filho, 2009; Bartholomeu; Péra; Caixeta-Filho, 2016; Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022; GHG Protocol; Empresa de Pesquisa Energética, 2023; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015a, 2015b; Ministério do Meio Ambiente, 2014) |
| Fator de Emissão do Modal de Transporte Rodoviário | Literatura (João et al., 2016; Leal Junior et al., 2015; Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2013) |

Fonte: Os autores (2023).

d. Cálculos com os Dados: Definidas as equações para estimação dos GEEs associados ao transporte dos alimentos nas cadeias alimentares selecionadas e obtidos os dados juntos às centrais de abastecimento, procedeu-se com o cálculo das emissões sob a perspectiva do *food miles*.

Neste caso, dadas as informações coletadas, foi possível definir as características do veículo majoritário utilizado no transporte dos alimentos selecionados entre as cadeias por meio da análise das notas fiscais de entrada dos produtos nas Ceasas, do número de veículos que reportaram transportar os alimentos selecionados, informação disponível para a CEASA-RJ, bem como das características do transporte da cesta de alimentos informadas pelos funcionários das centrais de abastecimento. Contudo, não foi possível distinguir a carga transportada individualmente por cada veículo em termos de todos os produtos que a compõem, de modo que se fez necessário trabalhar com a hipótese de que toda a carga transportada no veículo diz respeito apenas ao alimento analisado. Dessa forma, procedeu-se com a análise de cada alimento individualmente por veículo. Também não foi possível estimar as emissões associadas aos desperdícios e perdas dos alimentos no processo de transporte.

Ademais, não se conseguiu obter informações detalhadas acerca das viagens de retorno, tanto em termos do número de viagens de retorno quanto das informações acerca da quantidade de carga transportada nessas viagens, de modo que foi atribuído o valor de 1 ao fator para viagens de retorno não-vazias e a análise pautou-se exclusivamente no *food miles* associado a viagem de ida dos alimentos. Assim, para o cálculo das emissões, considera-se as idas dos caminhões cheios com um único alimento e o retorno não entrou no cálculo.

No **Apêndice B** estão disponíveis um conjunto de tabelas descritivas das características encontradas para o transporte da cesta de alimentos nas distintas cadeias de abastecimento.

3ª Fase:

- a. **Avaliação e Interpretação dos Resultados:** A etapa de avaliação e interpretação dos resultados consiste na fase de análise do estudo, em que são realizadas constatações acerca dos impactos, em termos de geração de GEEs, entre as cadeias analisadas, de modo a evidenciar o comparativo entre elas, através da identificação das cadeias que mais emitem, bem como análise de pontos críticos, limitações e necessidades de melhorias visando à redução do impacto ambiental. Essa etapa é analisada com maior detalhamento na seção 6.

4ª Fase:

- a. **Conclusão e Recomendação de Propostas:** Uma vez calculados e discutidos os resultados encontrados, a última etapa da pesquisa tem por objetivo apresentar as conclusões inerentes ao estudo e delinear um conjunto de recomendações, baseado na literatura, que induzam e promovam à redução dos impactos ambientais nas cadeias analisadas. Nesta fase, também são apontadas ações e práticas que os atores do sistema alimentar e de distribuição podem executar, bem como aponta-se políticas públicas a serem desenhadas e operadas pelo Estado brasileiro, em variados níveis territoriais e administrativos, para melhorar o desempenho dos processos de comercialização e de abastecimento nas cadeias, de modo a gerar menos GEEs com os processos de transporte de alimentos. Tais questões permeiam as seções 7 e 8 do presente relatório.

6

**ESTIMATIVAS DE
EMISSÕES DE GASES
DE EFEITO ESTUFA DO
FOOD MILES EM CADEIAS
ALIMENTARES CURTAS,
MÉDIAS E LONGAS DE
ABASTECIMENTO NO
BRASIL**

Nesta seção do relatório, apresenta-se os principais dados das emissões de carbono dos processos de *food miles* da cesta dos cinco alimentos abrangidos pela investigação, nos três tipos de cadeias alimentares (curta, média e longa), sempre de forma comparativa. Além disso, explicam-se e analisam-se os achados científicos da pesquisa a luz da literatura internacional sobre transporte e distribuição dos alimentos. Esta análise, é construída em quatro subseções, nas quais, nas três primeiras se descrevem os dados encontrados pelo estudo e, na última, se explica e analisa-se os resultados.

6.1 Comparativo de emissões de gases de efeito estufa por cadeias alimentares em termos de volume anual e mensal médio

A **Tabela 14** expressa a emissão do volume anual e do volume médio mensal individualmente para cada um dos alimentos, para a média da cesta de alimentos e para o total das emissões da cesta tendo como origem municípios interioranos de São Paulo e destino a CEAGESP-SP, constituindo o que se denominou no estudo de cadeia curta de abastecimento (para detalhamento, ver seção metodológica).

Inicia-se a caracterização da cadeia curta com olhar mais individualizado, procurando destacar as emissões de CO₂ por alimento que mais se destacam. Individualmente, o alimento que mais emitiu CO₂ equivalente em termos anuais totais é a laranja (571,33 mil ton CO₂), seguida pela batata inglesa (295,13 mil ton CO₂), para o ano de 2022. A maçã é o alimento que menos emitiu CO₂, em termos totais anuais da cesta de cinco produtos, 7,29 mil ton de CO₂ em 2022. Em termos de emissão total anual fracionada, que são as emissões de CO₂ do processo de *food miles* dos alimentos divididos pelo volume ou quantidade de alimentos transportados, é a maçã que se destaca (35,03 g CO₂/ton), seguida pela batata inglesa (34,28 g CO₂/ton). Já a cebola e o tomate são os alimentos que menos emitem CO₂, respectivamente, 7,71 g CO₂/ton e 5,18 g CO₂/ton.

Tabela 14 - Emissões de CO₂ do food miles da cadeia curta alimentar, anual e média mensal, da cesta de alimentos, no ano de 2022

| Cesta de alimentos | Emissão volume anual | | Emissão volume médio mensal | |
|--|--|---|--------------------------------------|---|
| | Emissão total (mil ton CO ₂) | Emissão fracionada (g CO ₂ /ton produto) | Emissão total (ton CO ₂) | Emissão fracionada (g CO ₂ /ton produto) |
| Laranja | 571,33 | 10,89 | 110,30 | 11,03 |
| Maçã | 7,29 | 35,03 | 119,44 | 39,81 |
| Tomate | 85,19 | 5,18 | 46,86 | 5,21 |
| Cebola | 59,28 | 7,71 | 67,45 | 7,49 |
| Batata | 295,13 | 34,28 | 186,55 | 37,31 |
| Emissão total da cesta de alimentos | 1.018,22 | 93,09 | 530,60 | 100,85 |
| Emissão média da cesta de alimentos | 203,64 | 18,62 | 106,12 | 20,17 |

Fonte: Os autores (2024).

Um olhar sobre os produtos sinaliza que as emissões médias mensais tendem a confirmar as emissões anuais, seja em termos de emissões totais quanto em termos de emissões fracionadas. O que se altera é a posição/*ranking* dos produtos, visto que as origens geográficas são distintas (cada produto considerado nesse estudo tem origem em um município) e os volumes transportados também variam (em função da sazonalidade e da demanda nas Ceasas) resultando em emissões fracionadas distintas.

A laranja permanece na terceira posição tanto em termos de emissão total quanto de emissão fracionada. Já a maçã fica na segunda posição com emissão média mensal de 119,44 ton de CO₂ e emissão fracionada de 39,81 g CO₂/ton. A batata inglesa mantém a liderança em termos de emissões totais, com 186,55 ton CO₂. Tomate e cebola são os alimentos que menos emitiram carbono em termos de volumes médios mensais, seja em toneladas (respectivamente, 46,86 ton CO₂ e 67,45 ton CO₂) ou em gramas (respectivamente, 5,21 g CO₂/ton e 7,49 g CO₂/ton).

As emissões totais da cesta de alimentos expressam o volume total de emissões do processo de *food miles* para a cadeia curta no ano de 2022. As emissões totais anuais foram superiores à mil toneladas de CO₂ emitidas em 2022 ou 93,09 g CO₂ por tonelada de alimento, somando-se os cinco produtos. Isso quer dizer, por exemplo, que a cada tonelada de alimento transportado por caminhões (ver metodologia) do interior de São Paulo até a CEAGPES-SP resulta na emissão de quase 100 gramas de CO₂.

Já foi dito que as emissões médias mensais de CO₂ não correspondem, necessariamente, à valores igualmente emitidos ao longo de cada um dos 12 meses (janeiro a dezembro de 2022). Cada produto tem origem em um município, implicando em distâncias distintas até a CEAGESP-SP, bem como a sazonalidade e a demanda de consumo, também interferem nas quantidades e frequência das viagens utilizadas para o transporte. Isso dito, tem-se a explicação das emissões médias mensais da cesta de alimentos. A observância a tais aspectos resultou em emissões de 530,60 e de 106,12 toneladas de CO₂, respectivamente, emissões totais e emissões médias da cesta de alimentos em termos médios mensais.

Já em termos de emissões médias dos cinco alimentos, que são as emissões totais divididas pelos cinco produtos que formam a cesta de alimentos, as emissões totais anuais do processo de *food miles* em cadeias curtas é de 203,64 mil ton CO₂, no ano de 2022 e a emissão fracionada é de 18,62 g CO₂/ton de produto. Já as emissões médias mensais totais são de 106,12 ton CO₂ e a fracionada de 20,17 g CO₂/ton.

O estudo baseado no processo de *food miles* das cadeias curtas se mostrou acertado, pois permite justamente captar essa diversidade em termos de origem geográfica da cesta de alimentos considerada nesta pesquisa. Seja expressando valores totais ou médios, individuais (por alimento) ou da cesta de alimentos, os valores observados em termos de emissões de CO₂ são bastante representativos da dinâmica das cadeias curtas, servindo a mesma de origem (ponto de partida da CEAGESP-SP) para traçar as duas demais cadeias analisadas na pesquisa (média e a longa). Não obstante, para fins desta pesquisa, as emissões observadas na cadeia curta se mostraram bastante ajustados à dinâmica da realidade em termos de produção agrícola, distribuição dos alimentos e consumo paulista.

Agora, analisa-se os dados de emissões da cadeia média alimentar, que cabe lembrar é definida através do “passeio dos alimentos” entre São Paulo capital (CEAGESP-SP) e a CEASA-RJ, também na capital. Convém sinalizar, já de antemão, que o volume transportado entre São Paulo (capital) e Rio de Janeiro (capital) é substancialmente menor daquele observado na cadeia curta. Metodologicamente, o principal critério que define a diferença entre a cadeia média e a cadeia curta é a distância rodoviária percorrida pelos alimentos no transporte, expressa em quilômetros; embora, outros parâmetros e variáveis foram utilizados no cálculo das emissões de CO₂ do processo de *food miles*, como destacado na seção metodológica deste relatório.

A **Tabela 15** apresenta as emissões de CO₂ do *food miles* da cadeia média alimentar, anual e média mensal, da cesta dos cinco alimentos, no ano de 2022. Individualmente, os alimentos que mais contribuíram para as emissões de CO₂ anualmente foram a maçã e o tomate, respectivamente com emissões anuais totais acima de 100 e 150 mil toneladas de CO₂. Já a cebola, em sentido contrário, foi o alimento que teve menores emissões totais anuais de CO₂, com apenas 5,70 mil toneladas. Por sua vez, as emissões fracionadas da maçã e do tomate ficaram próximas à 150g de CO₂ por tonelada de produto transportada entre São Paulo e Rio de Janeiro. Em termos anuais fracionados, o alimento que menos contribuiu para a emissão de CO₂ foi a batata (12,49 g CO₂/ton).

Tabela 15 - Emissões de CO₂ do food miles da cadeia média alimentar, anual e média mensal, da cesta de alimentos, no ano de 2022

| Cesta de alimentos | Emissão volume anual | | Emissão volume médio mensal | |
|--|--|---|--------------------------------------|---|
| | Emissão total (mil ton CO ₂) | Emissão fracionada (g CO ₂ /ton produto) | Emissão total (ton CO ₂) | Emissão fracionada (g CO ₂ /ton produto) |
| Laranja | 20,26 | 44,82 | 311,67 | 50,25 |
| Maçã | 100,87 | 159,20 | 499,37 | 144,12 |
| Tomate | 153,31 | 146,69 | 499,37 | 157,40 |
| Cebola | 5,70 | 28,64 | 316,47 | 27,36 |
| Batata | 20,43 | 12,49 | 196,43 | 12,99 |
| Emissão total da cesta de alimentos | 300,57 | 391,84 | 1.823,31 | 392,15 |
| Emissão média da cesta de alimentos | 60,11 | 78,37 | 364,66 | 78,43 |

Fonte: Os autores (2024).

Já em relação as emissões médias mensais totais, destacam-se, novamente com maiores emissões a maçã e o tomate com valores praticamente similares (diferenças apenas a partir de 3 casas decimais) e próximos a 500 ton CO₂ (499,37). O alimento com menor emissão total média mensal é a batata inglesa, com 196,43 ton CO₂. Novamente, esses dois produtos (maçã e tomate), quando analisadas as emissões fracionadas mensais médias lideram em termos de emissões com 144,12 g CO₂/ton e 157,40 g CO₂/ton. O produto que menos emite em termos fracionado mensais médios é a batata inglesa, novamente, com 12,99 g CO₂/ton.

Em termos de emissões totais anuais da cesta dos cinco alimentos, observa-se, ainda na Tabela 15 que são de 300,57 mil ton CO₂ no ano de 2022, sendo que a média por produto fica em torno de 60,11 mil ton CO₂. Já as emissões fracionadas totais, ficam em 391,84 g CO₂/ton e a média por alimento em 78,37 g CO₂/ton. As emissões médias mensais totais ultrapassam 1,8 mil ton CO₂, sendo que, em média, cada alimento emite mensalmente em torno de 364,66 ton CO₂. As emissões fracionadas totais, por sua vez, prefiguram em 392,15 g CO₂/ton e as médias fracionadas ficam em 78,43 g CO₂/ton.

Na **Tabela 16**, são apresentadas as emissões de CO₂ do *food miles* da cadeia longa alimentar, anual e média mensal¹⁹, da cesta de alimentos. As emissões na cadeia longa são as que correspondem ao transporte rodoviário dos alimentos aqui considerados entre São Paulo (Capital) e a cidade de Belém, no estado do Pará, mais precisamente, da CEAGESP-SP a CEASA-Belém.

Tabela 16 - Emissões de CO₂ do food miles da cadeia longa alimentar, anual e média mensal, da cesta de alimentos, no ano de 2022

| Cesta de alimentos | Emissão volume anual | | Emissão volume médio mensal | |
|--|--|---|--|---|
| | Emissão total (mil ton CO ₂) | Emissão fracionada (g CO ₂ /ton produto) | Emissão total (mil ton CO ₂) | Emissão fracionada (g CO ₂ /ton produto) |
| Laranja | 24,95 | 311,98 | 2,08 | 311,98 |
| Maçã | 19,96 | 667,47 | 3,33 | 667,47 |
| Tomate | 24,95 | 210,14 | 2,08 | 210,14 |
| Cebola | 253,38 | 158,14 | 2,11 | 158,14 |
| Batata | 68,15 | 87,25 | 1,31 | 87,37 |
| Emissão total da cesta de alimentos | 391,39 | 1.434,98 | 10,91 | 1.435,10 |
| Emissão média da cesta de alimentos | 78,27 | 287,00 | 2,18 | 287,02 |

Fonte: Os autores (2024).

19. Especificamente para a CEASA-Belém, as informações das notas fiscais de entrada dos alimentos na Ceasa estavam agregadas por mês. Neste caso, o cálculo e comparativo das emissões com as demais cadeias é realizado, porém, em virtude da informação está agregada, as emissões fracionadas (divisão das emissões pela quantidade de carga comercializada) do volume anual e do volume médio mensal são iguais para a cadeia longa. Constitui exceção à batata, cujas informações mais apuradas sobre o volume comercializado em seu transporte da CEAGESP-SP até a CEASA-Belém foram obtidas.

Observa-se, por exemplo, que em relação às emissões totais anuais que a cebola é o alimento que mais emitiu (253,38 mil ton CO₂) e a maçã o de menor emissão (19,96 mil ton CO₂). Em termos de emissões fracionadas anuais, porém, a maçã é o produto de maior emissão, com 667,47 g CO₂/ton e a batata inglesa a que menos emitiu (87,25 g CO₂/ton). As emissões médias mensais totais destacam, novamente, a maçã com 3,33 mil ton CO₂ como produto que mais emite. A batata, novamente, tanto em seus valores de CO₂ total médio mensal (1,31 mil ton CO₂), como em sua versão fracionada (87,37 g CO₂/ton) é o alimento que menos emite dos cinco investigados no processo de *food miles* da cadeia longa alimentar.

Em relação às emissões totais anuais da cesta de alimentos, essas foram de 391,39 mil ton de CO₂ em 2022, com valor médio por produto de 78,27 mil ton CO₂. Merece destaque as emissões fracionadas anuais do total da cesta, que foi superior à 1,4 kg CO₂/ton de produto, sendo sua média de 287 g CO₂/ton de cada um dos alimentos. Já os valores das emissões de CO₂ médios mensais totais da cesta de alimentos foram de 10,91 mil ton, com média de 2,18 mil ton por produto e emissões fracionadas totais de 1.435,10 g CO₂/ton, cujos valores médios giram em torno de 287,02 g CO₂/ton de cada um dos produtos analisados.

De maneira geral, o objetivo desta subseção foi descrever os dados das emissões de GEE do *food miles* entre os produtos e cadeias alimentares e não as comparar; mas, cabe a sinalização de que os dados já evidenciam que as cadeias curtas emitem menos nos processos de transporte do que as médias e longas. Nas próximas duas subseções, compara-

se as emissões totais e fracionadas, da cesta dos cinco alimentos, entre os três tipos de cadeias alimentares (curtas x médias x longas), de modo a deixar mais explícitas as diferenças de emissões entre as cadeias investigadas.

6.2

Comparativo das razões das emissões de gases de efeito estufa das cadeias alimentares em termos totais e médios transportados no ano de 2022

Esta subseção apresenta os comparativos das emissões de CO₂ dos processos de *food miles* dos cinco alimentos analisados e das três cadeias alimentares investigadas, em termos dos volumes totais e médios transportados. A **Tabela 17** compara as emissões de GEE do *food miles* dos volumes anuais transportados de alimentos nos três tipos de cadeias alimentares. Os dados, recordando as explicações da seção metodológica deste relatório, são baseados nas cargas totais transportadas pelos caminhões entre as cadeias alimentares consideradas, entre as Ceasas, em 2022.

Nota-se que a razão de emissões fracionadas de CO₂ entre a cadeia média e curta é maior no alimento tomate, em que chegou a 28 vezes a diferença entre os dois tipos de cadeias alimentares. Com valores em torno de 4 vezes entre os dois tipos de cadeias, encontram-se a maçã, laranja e a cebola. Já a menor razão de

emissões de CO₂ entre a cadeia média e curta foi encontrada para a batata (0,36). Mas, mesmo assim, as cadeias curtas em todos os casos emitiram menos CO₂ dos processos de transporte dos alimentos, sendo que, em média está menor emissão é de em torno de 8 vezes menos (8,20).

Tabela 17 - Comparativo das emissões de GEE do food miles dos volumes anuais transportados de alimentos nos três tipos de cadeias alimentares em 2022

| Cesta de alimentos | Razão emissões fracionadas cadeia média/cadeia curta | Razão emissões fracionadas cadeia longa/cadeia curta |
|--------------------------------|---|---|
| Laranja | 4,12 | 28,65 |
| Maçã | 4,54 | 19,06 |
| Tomate | 28,31 | 40,55 |
| Cebola | 3,71 | 20,50 |
| Batata | 0,36 | 2,55 |
| Razão média de emissões | 8,20 | 22,26 |

Fonte: Os autores (2024).

Quando se analisa a razão das emissões fracionadas dos volumes anuais transportados de alimentos entre as cadeias longas e curtas alimentares, nota-se que os valores são maiores do que os da razão entre cadeias médias e curtas. Por exemplo, no caso do tomate, esta razão ficou em torno de 40 vezes maior para a cadeia longa em relação a curta. Em segundo posto apareceu a laranja

com quase 30 vezes esta fração (28,65) e, com valores intermediários, em torno de 20 vezes esta fração, a cebola e a maçã. Novamente a batata aparece com apenas 2,5 vezes a fração entre os dois tipos de cadeias. Na média, dos volumes anuais transportados, em 2022, a cadeia longa emitiu 22 vezes mais CO₂ em seus processos de food miles do que a cadeia curta alimentar.

Já a **Tabela 18**, a seguir, expressa o comparativo das emissões de GEE do *food miles* dos volumes médios transportados de alimentos nos três tipos de cadeias alimentares. Volumes médios implicam que foram construídas médias das cargas transportadas nos veículos automotores, entre as cadeias traçadas, a partir dos dados das Ceasas. Os dados da Tabela 18 demonstram que a razão média anual em 2022 entre a cadeia média e curta é maior, novamente, no tomate, em torno de 30 vezes. Já para a laranja, a maçã e a cebola essa razão fica em torno de 3 a 4 vezes e, em menor medida, na batata inglesa, apenas 0,35 a diferença. Em termos médios, a diferença de emissões de CO₂ do processo de transporte entre a cadeia média e curta é de 8,5 vezes, evidenciando ser o *food miles* das cadeias médias é mais poluidor do que nas curtas.

Tabela 18 - Comparativo das emissões de GEE do food miles dos volumes médios transportados de alimentos nos três tipos de cadeias alimentares, em 2022

| Cesta de alimentos | Razão emissões fracionadas cadeia média/cadeia curta | Razão emissões fracionadas cadeia longa/cadeia curta |
|--------------------------------|--|--|
| Laranja | 4,56 | 28,29 |
| Maçã | 3,62 | 16,77 |
| Tomate | 30,23 | 40,36 |
| Cebola | 3,65 | 21,10 |
| Batata | 0,35 | 2,34 |
| Razão média de emissões | 8,48 | 21,77 |

Fonte: Os autores (2024).

No caso da razão média entre a cadeia longa e curta alimentar, essas diferenças aumentam substancialmente. Como exemplo, novamente, no caso do tomate é de 40 vezes, na laranja 28 vezes e na cebola e maçã, um pouco menores, respectivamente, em torno de 21 e 16 vezes. A batata inglesa é novamente o alimento que menor diferença média possui entre os dois tipos de cadeias, apenas 2 vezes. Em termos médios de emissões de CO₂ entre os dois tipos de cadeias, as cadeias longas emitem quase 22 vezes mais CO₂ dos processos de transportes médios das cargas quando comparadas às cadeias curtas de abastecimento alimentar.

Em resumo, o que os dados evidenciam é que, tanto em termos dos totais de cargas transportadas entre cadeias alimentares e, também, em termos de médias das cargas, para o ano de 2022, as cadeias médias e longas são mais poluidoras no que tange às emissões de CO₂ pelos processos de *food miles*, quando comparadas com as cadeias curtas dos cinco alimentos analisados na investigação, a partir dos dados das Ceasas.

6.3

Comparativo das emissões de gases de efeito estufa das cadeias alimentares por emissões fracionadas de CO₂

Nesta subseção, discute-se as emissões de CO₂ fracionadas associadas ao *food miles*, das três cadeias de abastecimento. Os dados estão expressos de forma fracionada, o que significa que as emissões de gás carbônico referentes ao processo de transporte rodoviário dos alimentos nas cadeias alimentares foram divididas pela tonelagem de produtos transportados em cada uma das situações especificadas para as três cadeias alimentares.

A **Tabela 19** traz os dados das emissões de CO₂ fracionadas associadas ao *food miles* em cadeias de abastecimento alimentar, no ano de 2022, de forma comparativa. Observa-se que a maçã é o alimento que mais emite CO₂ em seu processo de transporte, nos três tipos de cadeias, sendo que a diferença entre a cadeia longa (667,47 g CO₂/ton) e a curta (35,03 g CO₂/ton), por exemplo, chega a mais de 19 vezes maior na cadeia longa em relação a curta de abastecimento. Na laranja a diferença é de 28 vezes (cadeia longa emite 311,98 g CO₂/ton e a curta 10,89 g CO₂/ton); no tomate esta diferença é de 40 vezes (cadeia longa emite 210,14 g CO₂/ton e a curta 5,18 g CO₂/ton); na cebola a diferença de emissões entre a cadeia longa e a curta é de 20 vezes (a cadeia longa emite 158,14 g CO₂/ton e a curta 7,71 g CO₂/ton) e, por fim, com menores diferenças está a batata inglesa, que emite na cadeia longa (87,25 g CO₂/ton), 2 vezes mais carbono no seu transporte do que na cadeia curta (34,28 g CO₂/ton).

Tabela 19 - Emissões de CO₂ fracionadas associadas ao *food miles* em cadeias de abastecimento alimentar no ano de 2022

| Cesta de alimentos | Emissão fracionada (g CO ₂ /tonelada de produto) | | |
|--|---|---------------|-----------------|
| | Cadeia Curta | Cadeia Média | Cadeia Longa |
| Laranja | 10,89 | 44,82 | 311,98 |
| Maçã | 35,03 | 159,20 | 667,47 |
| Tomate | 5,18 | 146,69 | 210,14 |
| Cebola | 7,71 | 28,64 | 158,14 |
| Batata | 34,28 | 12,49 | 87,25 |
| Emissão total da cesta de alimentos | 93,09 | 391,84 | 1.434,98 |
| Emissão média da cesta de alimentos | 18,62 | 78,37 | 287,00 |

Fonte: Os autores (2024).

Em todos os alimentos investigados, as emissões das cadeias longas são maiores do que nas médias e, estas, também o são em valores maiores em relação as curtas especialmente. A exceção é a batata inglesa, em que as emissões fracionadas de CO₂ do *food miles* são menores na cadeia média se comparadas a cadeia curta, em quase 3 vezes (a cadeia curta emite 34,28 g CO₂/ton de produto transportado, enquanto a cadeia média emite 12,49 g CO₂/ton). A explicação para este dado, que à primeira vista pode parecer incoerente, passa pelo entendimento de dois processos que acontecem nestas cadeias e que a pesquisa de campo junto aos atores sociais das Ceasas jogou luz nas explicações (entrevistas realizadas).

Por um lado, a batata que é transportada do município de Mogi Guaçu até a CEAGESP-SP, constituindo a cadeia curta alimentar (em torno de 164 km de distância rodoviária), é transportada majoritariamente por caminhões semileves (carga transportada entre 3,5 e 6 ton), que realizam várias viagens para distribuir as quantidades de batatas comercializadas. Isso faz com que as emissões ligadas ao *food miles* sejam altas, devido ao maior número de viagens realizadas e com menores quantidades transportadas por deslocamento, gerando maiores emissões de carbono em seus processos de *food miles*.

A segunda explicação, é que no caso da cadeia média de abastecimento, que liga a CEAGESP-SP a CEASA-RJ (em torno de 439 Km de distância rodoviária), embora a distância a percorrer seja maior (em torno de 2,67 vezes), a quantidade de batatas enviadas é menor em volume e vai em cargas de veículos automotores

semipesados (carga transportada entre 15 e 40 ton), o que faz com que as emissões fracionadas por tonelagem de alimento sejam menores, se comparada a cadeia curta, conseqüentemente, gera menores emissões de carbono no processo de transporte na cadeia média, quando comparada a curta.

Este achado da pesquisa, em torno da batata, é muito importante. Primeiro, por que demonstra que nem sempre as cadeias curtas de um alimento emitem menores valores de CO₂ em seus processos de *food miles*, do que outros tipos de cadeias, por exemplo, as mais alongadas e regionalizadas, como algumas das literaturas internacionais evidenciam claramente que em determinadas situações e contextos particulares, os circuitos próximos de comercialização são geradores de maiores quantidades de emissões de carbono do que os mais distantes socio-espacialmente falando (Brunori et al., 2016; Charatsari et al., 2023; Li et al, 2023).

O segundo ponto, talvez este mais importante ainda, é que enseja a necessidade de planejamento dos processos de abastecimento nas cadeias de suprimento alimentar, no sentido de dimensionar corretamente cargas, distâncias e veículos automotores usados, para que o transporte dos alimentos emita menores quantidades possíveis de CO₂. Embora, se possa também mencionar, que nem sempre, apenas, o correto dimensionamento entre estas três variáveis gerará uma situação “ideal” para que as emissões de CO₂ sejam diminuídas, já que a literatura internacional revisada na seção teórica deste relatório, evidencia que uma gama mais ampla de variáveis possuem influência complexa e

multideterminada nas emissões finais de carbono ligadas ao transporte em uma cadeia alimentar (Cerutti et al., 2023; Coley; Howard; Winter, 2009; Kissinger, 2012; Passel, 2013; Paxton, 1994; Tubiello et al., 2021; Weber, 2008).

Para finalizar, os dados da **Tabela 19** apontam, sempre comparativamente, que as emissões totais fracionadas de CO₂ dos processos de *food miles* das três cadeias alimentares são ilustrativos das grandes diferenças de emissões entre cadeias. A cadeia longa emite no total 1.434,98 g CO₂/ton de alimento transportado, enquanto a cadeia média 391,84 g CO₂/ton e a curta 93,09 g CO₂/ton. Em termos comparativos, a cadeia longa emite 15 vezes mais CO₂ no transporte dos alimentos do que a cadeia curta, que, por sua vez, emite cerca de 4 vezes menos que a cadeia média alimentar. As emissões médias fracionadas destas três cadeias seguem a mesma lógica proporcional dos totais e diferenças comparativas.

Em suma, o que os dados apresentados neste último parágrafo demonstram é que do ponto de vista da circulação alimentar nestas três cadeias, há uma maior produção e emissão de gases de efeito estufa (CO₂), em nível da cadeia longa alimentar e, na sequência da cadeia média e da curta de abastecimento, da cesta dos cinco alimentos investigados pela pesquisa. Na próxima subseção, se explica e cruza os dados discutidos nas subseções 6.1, 6.2 e 6.3 a luz da literatura científica da área de *food miles*, emissões e cadeias alimentares, já apresentada na seção teórica deste relatório.

6.4

Os resultados encontrados na investigação das emissões de gases de efeito estufa do food miles das cadeias alimentares brasileiras x a literatura internacional: há novidades no horizonte?

Nesta subseção, busca-se explicar o comportamento das emissões de CO₂ dos processos de transporte das três cadeias alimentares descritas nas subseções acima (6.1 a 6.3), além de discutir os achados científicos em relação a literatura da área. Basicamente, responde-se a duas grandes questões que os dados ressaltam: a) Por que predomina a lógica de alongamento das cadeias alimentares no caso dos cinco alimentos investigados no Brasil? b) Os resultados encontrados, em relação as emissões de CO₂ do *food miles* nos três tipos de cadeias alimentares, estão de acordo com as literaturas da área, especialmente as internacionais, em que há maior profusão de publicações?

Para responder a primeira questão, que versa sobre o porquê predomina a lógica de alongamento das cadeias alimentares no caso dos cinco alimentos investigados no Brasil, baseia-se os argumentos em três grandes explicações principais; embora, possam existir outras. A primeira é a partir dos dados da Pesquisa Agropecuária Municipal (PAM) do IBGE, em que se analisou a série histórica de dados de 2018 a 2022, para os cultivos de lavouras

temporárias e permanentes e dos cinco alimentos que compõem a cesta desta pesquisa, para os três estados que as Ceasas estão localizadas e que se traçou as cadeias alimentares. Maiores detalhes dos argumentos aqui mobilizados, estão no Segundo Relatório de Pesquisa do Projeto INTERFACES (Santos; Gazolla; Conterato, 2024).

Em termos dos produtos que fazem parte desta pesquisa apenas o tomate aparece em destaque, especialmente em São Paulo (5ª posição) e Rio de Janeiro (3ª posição) entre os alimentos com maiores quantidades produzidas entre as lavouras temporárias. Cabe registrar que a quantidade produzida de tomate em São Paulo é mais de 6 vezes superior à do Rio de Janeiro e no estado do Pará há pouco mais de 4 mil toneladas produzidas. Outros produtos, como a cana-de-açúcar em São Paulo e no Rio de Janeiro (apesar dos quantitativos muito distintos) e a mandioca no Pará, se posicionam em primeiro lugar com significativa vantagem em relação ao produto em segunda colocação, que em São Paulo é o milho (seguido pela soja), no Pará a soja (seguida pelo milho e relevante também o açaí) e no Rio de Janeiro a mandioca (seguida pelo tomate).

Em suma, o que os dados da PAM evidenciam é que o motivo de haver grande circulação de alimentos no país, entre os estados, por exemplo, pelas Ceasas, é que a produção local é dominada por produtos agropecuários que não são alimentares, mas sim *commodities* agrícolas. Os dados acima referidos demonstram que cana-de-açúcar, soja e milho são os principais produtos plantados nos três estados. Exceções são a mandioca para o Rio de Janeiro e para o Pará, que aparece bem posicionada, e a laranja para São Paulo e

Rio de Janeiro, que estão presentes nas áreas de plantações locais dos estados e circulam também pelas Ceasas. A baixa existência de produção básica alimentar local é um dos motivos de existir um grande passeio das mercadorias referido por Cunha (2015) e está na base das motivações para o alongamento das cadeias alimentares em médias e grandes distâncias (Gazolla; Schneider, 2017; Renting; Marsden; Banks, 2003).

A segunda explicação é que muitas das políticas públicas que existem hoje, por exemplo os programas de crédito rural, apoiam a produção de grãos e de *commodities* agrícolas, em detrimento da produção de alimentos básicos. Neste sentido, analisou-se as estatísticas da Matriz de Dados do Crédito Rural Total (BACEN, 2023), de Custeio Agrícola, da Safra 2021-22, para os três estados abrangidos pela pesquisa. No caso do Estado de São Paulo, a maior parte dos valores financiados foram para cana-de-açúcar, soja, café e milho. Estes cultivos drenaram 76,9% dos valores contratados em termos de crédito rural total do Estado. Por outro lado, frutas, verduras, legumes e tubérculos representaram menos de 6% dos valores contratados. A cesta de alimentos considerada nesta pesquisa representa apenas 17% dos valores contratados, com destaque para a laranja que absorve boa parte dos recursos sozinha.

O Estado do Rio de Janeiro foge um pouco a regra, se comparado ao de São Paulo e, em menor medida ao Pará, já que o custeio agrícola total é mais voltado para as frutas (23,76%) e verduras, legumes e tubérculos (23,78%), em que se destacam dois alimentos da cesta analisada na pesquisa: tomate e a laranja,

que juntas, perfazem em torno de 31% dos valores financiados, com proeminência do tomate, que sozinho representa 28% dos valores do custeio agrícola. As *commodities* perfazem 21,23% do custeio agrícola, com destaque para o café e, em menor medida, cana e milho. Por fim, no Estado do Pará, os recursos do crédito rural de custeio agrícola apoiaram os cultivos de soja e milho. A concentração dos recursos foi tamanha que 97,2% dos recursos de custeio agrícola foram utilizados no financiamento destas duas culturas e, menos de 3% dos recursos apoiaram o cultivo de frutas, verduras ou mesmo arroz e feijão.

Mesmo as políticas públicas voltadas para a agricultura familiar como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) reforçam esta lógica de produção agropecuária de *commodities* e de grãos nos estados brasileiros, já apresentada no caso do crédito rural total acima. Pesquisas nacionais sobre o programa, evidenciam que soja, milho e café abocanham em torno de 74% dos recursos nacionais e que somente 5% dos mesmos vão para cultivos de abastecimento alimentar, como feijão, arroz e mandioca (Wesz Júnior, 2021). No mesmo estudo, quando os dados do PRONAF são abertos por estados nacionais, aparecem que no caso de São Paulo, o principal produto financiado foi o café, para o Rio de Janeiro o tomate (único alimento da cesta analisada nesta pesquisa) e para o Pará a soja (Wesz Júnior, 2021).

Enfim, o que se quer evidenciar é que mesmo algumas políticas públicas para a agricultura familiar do país, que em tese e no que apregoam em seus documentos históricos, deveriam gerar desenvolvimento

sustentável, via o fornecimento de crédito rural para a produção de alimentos que é a grande vocação da agricultura familiar brasileira; acabam, voltando-se, em sua maior parte dos recursos, ao apoio da implantação de lavouras de grãos e de *commodities* agrícolas; em detrimento, do fortalecimento da produção alimentar básica e sustentável que serviria ao consumo da sociedade brasileira e poderia ser, inclusive, circulada via o sistema das Ceasas nos Estados, regiões e territórios (Aquino; Gazolla; Schneider, 2018; 2021).

A terceira explicação, é que boa parte da produção alimentar nacional e, hipoteticamente, da pequena produção local e regional desses estados (como os dados da PAM mostram), não circulam nos mercados alimentares internos, mas, são carreadas para os externos, como é o caso das frutas, alongando-se ainda mais as cadeias alimentares, já que a produção é enviada para fora do país. Segundo a CONAB (2022), as exportações de frutas pelo Brasil bateram recorde histórico, com mais de US\$ 1,21 bilhões, explicada pela demanda internacional aquecida, o clima favorável em algumas regiões, aumento da produtividade de algumas lavouras e locais, a boa qualidade dos produtos e os novos mercados consumidores internacionais. Houve aumento de 18,13% no volume exportado de frutas e de 20,39% no faturamento com as exportações em 2021, em comparação à 2020.

Nesse sentido, é importante registrar que o direcionamento da produção de frutas para os mercados externos estaria, em hipótese, refletindo em diminuições (da já pequena) oferta local existente (nos Estados) por um lado. Por outro, este movimento de redução da disponibilidade

alimentar local e estadual, gera aumento nos preços destes alimentos para os mercados internos e, assim, reduções no consumo de frutas pela população brasileira, especialmente pelos mais pobres²⁰. Este movimento estrutural explicaria, em partes, a redução nos volumes comercializados pelas Ceasas e, também, o alongamento das cadeias alimentares dentro do Brasil.

As entrevistas realizadas com os técnicos das três Ceasas e que serviram para traçar as cadeias alimentares investigadas, reforçam estes argumentos e dados, pois segundo depoimentos (com exceção da CEAGESP-SP), em torno de 80 a 85% dos alimentos comercializados pelas Centrais de Abastecimento têm origens de outros estados e até internacionais, como os próprios dados do PROHORT (2022) evidenciam²¹. No caso da CEASA-Belém, um estudo do Instituto Escolhas (2022) reforça estes dados das entrevistas, ao afirmar que em termos de quantidade comercializada, 80% dos alimentos vendidos são oriundos de fora do estado e em termos monetários essa participação chega a 82%. Já em termos quantitativos, as frutas se destacam por conta do peso e por responderem por cerca de 50% do volume financeiro comercializado na CEASA-Belém, no ano de 2021.

Já em relação a segunda questão provocativa colocada no início desta subseção: se os resultados encontrados sobre as emissões do *food miles* das três cadeias alimentares, estão de acordo com as literaturas da área, especialmente as internacionais, em que há maior profusão de publicações? Pode-se afirmar que os estudos e pesquisas internacionais são inconclusivos (no Brasil, segundo revisão da literatura realizada, não se encontrou

nenhum estudo que avalie pegada de carbono em cadeias alimentares) em relação aos efeitos dos dois tipos de cadeias em relação as mudanças climáticas e as emissões de gases de efeito estufa. Especificamente, em relação a emissão de carbono dos processos de *food miles*, a pergunta se as cadeias curtas emitem menos que as longas, não se consegue respostas decisivas e completas na literatura, pois os estudos são divergentes em resultados e não possuem conclusões seguras e consistentes nesta direção, conforme revisão da literatura realizada no Primeiro Relatório de Pesquisa do Projeto INTERFACES (Conterato; Gazolla; Santos, 2023).

20. Sem mencionar aqui na análise as questões ligadas a perdas do emprego e da renda; as cifras altas de pessoas em insegurança alimentar e nutricional moderada e grave da sociedade brasileira e os alto índices inflacionários dos alimentos. Todos estes outros problemas avolumam-se desde a pandemia da Covid-19 e ainda pairam sobre a população brasileira, afetando, especialmente as classes sociais mais vulnerabilizadas.

21. Dados do PROHORT (2022) evidenciam que entram no Brasil e nas Ceasas pesquisadas e usadas para traçar as três cadeias alimentares muitos hortifrutigranjeiros de países do Mercosul e, até de países da União Europeia e dos EUA, em quantidades consideráveis.

Então, no caso dos resultados alcançados pela presente investigação há uma grande novidade científica para o caso brasileiro? A resposta é sim, pois o grande achado científico do presente relatório é que as cadeias curtas emitem menos gases causadores de efeito estufa do que as cadeias longas (diferença de 15 vezes em termos fracionados) e mesmo em relação as médias (diferença de 4 vezes), considerando-se a cesta dos cinco hortifrutigranjeiros estudados a partir dos dados do PROHORT/CEASAS. Este achado científico colide frontalmente com a literatura internacional sobre o assunto, em que, nas poucas pesquisas existentes sobre o tema, a maioria delas, encontraram valores iguais e/ou superiores de emissões de carbono nas cadeias alimentares curtas em relação as longas (Brunori et al., 2016; Charatsari et al., 2023; Li et al., 2023; Loiseau et al., 2020; Malak-Rawlikowska et al., 2019).

Apenas nas duas investigações Malak-Rawlikowska et al. (2019) e de Loiseau et al. (2020), as emissões de CO₂ na distribuição são menores nas cadeias curtas, comprando-as com as longas. Isso ocorre nos casos em que os agricultores transportam em seus veículos automotores quantidades conjugadas e maiores de alimentos e produtos, do espaço rural para os locais de comercialização, por exemplo, em uma feira da agricultura familiar ou para um grupo de consumo local ou regional. Neste caso, a quantidade transportada por viagem realizada do espaço rural até o local de comercialização é maior e representativa, economizando energia (combustíveis fósseis) e gerando menores taxas de emissões de GEE através dos processos de *food miles*.

Obviamente que estes estudos foram realizados a partir de métodos científicos, desenhos de pesquisa, banco de dados diferentes e com especificidades particulares em sua aferição do CO₂ das cadeias alimentares e, também, em diferentes locais e países europeus especialmente, conforme discutido no Primeiro Relatório de Pesquisa do Projeto INTERFACES (Conterato; Gazolla; Santos, 2023). Contudo, a grande maioria dos estudos, utilizou-se da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), em nível do produto, para realizar os inventários de carbono emitidos pelos alimentos nas cadeias: é a mesma metodologia, grosso modo, que o presente estudo foi conduzido e, assim, possui comparabilidade com estas investigações realizadas em países europeus e com a literatura internacional.

Outros argumentos importantes que os estudos internacionais ressaltam é que nos inventários de carbono das cadeias e sistemas alimentares não é somente as distâncias percorridas pelos alimentos que influenciam o *food miles*, sejam em cadeias longas ou mesmo nas curtas. Esses trabalhos apontam que outros fatores podem determinar os gastos de energia e emissões de carbono, que também precisam serem avaliados nos inventários realizados, como: o tipo de modal de transporte, a eficiência energética dos motores, planejamento de rotas, escolhas dos consumidores, tipo e qualidade dos combustíveis, estradas adequadas, tamanho das cargas, pneus com menos atritos na rodagem, novos tipos de veículos menos poluentes (elétricos), renda dos consumidores, quantidades de alimentos transportadas/viagem, aproveitamento com carga em rota de retorno de transporte, entre outros indicadores e externalidades sociais e econômicos dos sistemas



alimentares em uma visão mais sistêmica de avaliação dos mesmos (Cerutti et al., 2023; Coley; Howard; Winter, 2009; Kissinger, 2012; Passel, 2013; Paxton, 1994; Tubiello et al., 2021; Weber, 2008).

Obviamente, estas outras variáveis são importantes de serem consideradas nos inventários de carbono de cadeias e de sistemas alimentares, mas a complexificação das investigações, também coloca limites e desafios, devido, nem sempre, todas estas variáveis caberem na metodologia dos inventários, terem-se dados disponíveis e confiáveis no próprio país (a ECoinvent, maior base de dados para realizar ACV no mundo, possui dados para a Europa e EUA e, somente agora, está sendo abastecida com alguns dados do Brasil) ou por questões de tempo e de recursos disponíveis para a realização dos estudos mais completos e multifacetados (Dinato, 2013; Zocche, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa foi o de analisar as emissões de gases de efeito estufa (CO₂) gerados pelos processos de *food miles* de uma cesta de cinco alimentos (tomate, maçã, cebola, laranja e batata) de forma comparativa entre as cadeias curtas, médias e longas de abastecimento alimentar no Brasil, traçadas a partir dos dados das CEASAS/PROHORT, para o ano de 2022.

O principal achado científico da investigação mostra que as cadeias alimentares curtas emitem menos carbono em relação as médias e, também, em relação as longas, em que esta diferença é ainda maior. Este achado científico é uma novidade importante aos estudos brasileiros e contraria boa parte da literatura internacional publicada sobre o tema, nas quais as cadeias curtas emitem taxas iguais e/ou superiores de CO₂ em relação as longas. Além disso, esta evidência científica é uma novidade para a área de sistemas alimentares e mudanças climáticas no país e, espera-se, que estimule os atores sociais a pensarem em novas estratégias, práticas e ações do Estado brasileiro para construção de políticas e programas de apoio e fortalecimento deste tipo de cadeia alimentar, para produção-circulação de alimentos mais saudáveis e sustentáveis para a população brasileira e menos poluentes ambientalmente falando.

As explicações do alongamento das cadeias alimentares brasileiras, embora possa haver outras questões, são de que os Estados e locais possuem pouca produção alimentar e que alguns alimentos analisados, por exemplo frutas, são exportados para os mercados externos, em função de fatores que mantêm a demanda internacional aquecida. Além

disto, as políticas públicas e o Estado brasileiro têm realizado ações de fortalecimento da produção de grãos e de *commodities* agrícolas no país (vide exemplo do PRONAF) que também fomentam este tipo de produção nos Estados, territórios e locais. Assim, há uma secundarização da produção básica e sustentável de alimentos (por exemplo, de hortifrutigranjeiros investigados neste estudo) pelas políticas públicas em voga atualmente no Brasil.

Em termos dos cinco alimentos, os processos de emissões totais e médios do seu transporte rodoviário, nas cadeias alimentares investigadas, demonstram que o tomate é o alimento que mais emite da cesta. Em segundo lugar, viriam a laranja, cebola e maçã com emissões de CO₂ intermediárias em termos de valores e, com menores montantes, está a batata inglesa. Estes achados coadunam com a literatura internacional, já que frutas, tubérculos e hortaliças emitem menos carbono do que produtos animais e derivados e, as emissões encontradas, estão de acordo com outros estudos internacionais que também foram realizados inventariando as emissões da fase de distribuição de hortifrutigranjeiros.

Todos os cinco alimentos componentes da cesta analisada, nos três tipos de cadeias alimentares, apresentaram emissões de carbono dos processos de *food miles* mais elevadas nas cadeias longas em relação as médias e, especialmente, em comparação com as curtas. A única exceção é a batata inglesa, em que as emissões da cadeia média (CEAGESP-SP para CEASA-RJ) foram menores do que as da cadeia curta (Mogi Guaçu a CEAGESP-SP), devido ao tipo e tamanho dos veículos automotores utilizados no transporte. Na



cadeia curta, os veículos usados foram menores (caminhões semileves) e tiveram que realizar mais viagens para transportar as quantidades do alimento necessárias até a CEAGESP-SP; enquanto, na cadeia média, foram utilizados veículos de maior porte (caminhões semipesados) que, portanto, transportam mais produtos gastando menos energia, o que resultou em menores emissões de CO₂ por unidade de produto carreado.

Esse resultado de pesquisa é de extrema importância, pois coloca em tela a necessidade de correto planejamento das rotas, tipos e tamanhos dos veículos utilizados para o transporte rodoviário dos alimentos, para que se possa ter uma logística eficiente em termos de custos, mas também que seja energeticamente menos poluidora em termos de emissões de gases do efeito estufa dos processos de *food miles*.

Por fim, espera-se que esta agenda de pesquisa sobre as mudanças climáticas mais ampla e os sistemas alimentares no Brasil possa ser estimulada no futuro, já que as catástrofes climáticas recentes se avolumam em todo o planeta e no Brasil. Espera-se que mais pesquisadores desafiem-se e dediquem-se ao tema no país e que os governos (nos vários níveis administrativos) e outras entidades financiadoras e parceiros climáticos deem mais atenção ao assunto, aloquem mais verbas pra diagnósticos e pesquisas, conduzam inventários de carbono por atividades e setores, entre outras ações, que colaborem com as investigações dos vários aspectos das mudanças climáticas e suas interfaces e relações com os sistemas alimentares, já que no caso brasileiro, este é o grande emissor de gases de efeito estufa, como o recente e elucidativo Relatório do Observatório do Clima evidenciou (SEEG, 2023).

8

**RECOMENDAÇÕES PARA
OS ATORES SOCIAIS E
ESTADO EM DIFERENTES
NÍVEIS TERRITORIAIS**

Com base nos resultados principais do estudo, destacados anteriormente, também é possível traçar algumas recomendações de ações, práticas e de políticas públicas a serem implementadas pelos atores sociais e pelo Estado (em vários níveis territoriais: municípios, regiões/territórios e Estados) para apoiar processos de transição energética para comercialização de alimentos que emitam menos carbono através dos processos de transporte.

As recomendações vão em seis frentes:

a. Incentivo à geração de pesquisas e dados acerca da sustentabilidade ambiental dos processos produtivos do país para desenvolvimento e coordenação de políticas públicas:

A pesquisa apontou a necessidade de correto planejamento das rotas, tipos e tamanhos dos veículos utilizados para o transporte rodoviário dos alimentos, bem como do modal de transporte para que se possa ter uma logística eficiente em termos de custos, mas também que seja energeticamente menos poluidora em termos de emissões de gases do efeito estufa dos processos de *food miles*. Ao passo que a literatura chama atenção para a indisponibilidade de bancos de dados com os requisitos e características do país como a maior limitação da aplicação de inventários de gases de efeito estufa em âmbito nacional, de modo que se faz necessário incentivar novas pesquisas acerca da sustentabilidade ambiental dos processos produtivos e comerciais do país, inclusive das cadeias alimentares, e coordenar os objetivos de produção e de consumo das atividades econômicas nacionais com a sustentabilidade ambiental do país.

b. Incentivo à produção local de alimentos saudáveis, diversificados e sustentáveis:

Os dados do relatório demonstram que há grande passeio das mercadorias entre regiões e estados brasileiros. Pelas entrevistas realizadas com os gestores e técnicos das Ceasas, isso parece ser uma realidade entre entrepostos e estados. Assim, é mister que os Estados, regiões e locais que adquirem de fora estes alimentos, pensem, desenhem e implementem ações e programas de incentivo à produção agroalimentar local, segundo o zoneamento agroclimático, principalmente de alimentos que provenham de agricultores familiares, sejam diversificados para a composição de dietas saudáveis e de preferência sustentáveis do ponto de vista ambiental (orgânicos, agroecológicos, agricultura integrada) e que viajando a menores distâncias possuam uma pegada de carbono menor em relação ao seu *food miles*.

c. Implementar políticas e programas públicos de apoio a produção alimentar local e regional:

Neste sentido, há necessidade de implementação de programas de apoio e de políticas públicas pelas prefeituras, pelas regiões (onde há alguma região organizada, por exemplo em consórcios intermunicipais e/ou conselhos territoriais de desenvolvimento) e pelos estados que, por um lado, apoiem estas produções diversificadas, sustentáveis e de agricultores familiares para que haja maior oferta alimentar. Por outro lado, e, em nível federal do Estado, há necessidade de se repensar políticas importantes, como é o caso

do PRONAF e do Custeio Agrícola Total, em que os dados, brevemente citados no estudo, evidenciam que estas políticas públicas nos três estados estudados, estão financiando a produção de *commodities* e de grãos, em detrimento da produção básica, diversificada e sustentável de alimentos dos agricultores, que poderiam ser comercializadas pelas cadeias curtas e possuir menor pegada de carbono.

d. (Re)conectar a produção local e regional com o consumo e os mercados alimentares de proximidade social e territorial:

Além de incentivar a produção local, regional e do próprio estado, em termos de alimentos, como referido no item anterior, se faz importante a (re)conexão desta produção a partir do apoio e construção ativa de mercados alimentares, que devem funcionar segundo a dinâmica de cadeias curtas de abastecimento. Assim, esta produção estimulada local e regionalmente encontra e se conecta mais diretamente com os consumidores e menores emissões de gases de efeito estufa serão emitidos durante a circulação alimentar desta produção. São exemplos de iniciativas que podem potencializar este tipo de conexão entre produção e consumo as feiras de agricultores, os grupos de consumo, as comunidades que sustentam a agricultura, lojas de produtores, cooperativas de vendas de alimentos, entre outras que podem ser estimuladas e criadas por prefeituras municipais e pelos próprios atores privados (agricultores e consumidores), construindo o que a

literatura especializada tem chamado de mercados de proximidade social e territoriais.

e. Produção local e regional de alimentos atrelada ao aumento das compras públicas institucionais por Estados e municípios:

Estas ações e políticas de estímulo a produção local e regional pelos atores privados e públicos (prefeituras, por exemplo), poderiam ser potencializadas em termos de comercialização, conectando este aumento de produção alimentar com os chamados mercados institucionais (Programa de Aquisição de Alimentos - PAA e Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE). Para isso, estes dois programas teriam que ser amplificados em recursos, em quantidade de alimentos adquiridos e de agricultores familiares que os acessam; isso em nível federal. Em níveis locais e dos Estados, desde 2012, a legislação do PAA, por exemplo, permite que municípios e estados da federação possam colocar recursos no programa, utilizando da sua arquitetura institucional construída pelo ente federal, para executar o programa em estados e municípios. Esta seria uma saída interessante que estados e municípios poderiam potencializar para aumentar a comercialização pelos mercados institucionais, que também são cadeias curtas de abastecimento, mas que funcionam com as “mãos visíveis” do Estado brasileiro, que poderiam ser também em nível local e estadual assim operadas.

f. Descentralização do sistema Ceasas para os níveis locais e territoriais:

Este aumento da produção, por fim, poderia ser parte dela carreada para as Ceasas e redistribuída local e regionalmente, de acordo com as necessidades de consumo. As Ceasas poderiam atuar mais em nível territorial e regional; obviamente, mantendo a sua atuação em nível nacional, já que há produtos e alimentos que são consumidos em uma região do Brasil, mas produzidos em outras, como é o caso da maçã do Sul do Brasil, que vai a São Paulo pelo sistema Ceasa e, depois, para Belém no norte do país, como o estudo evidenciou. Entretanto, o sistema Ceasa poderia ter uma atuação mais estadualizada e territorializada, o que obviamente a impeliria, para fazer isso, em possuir unidades mais descentralizadas dos seus entrepostos de abastecimentos alimentar e uma gestão mais integrada de todo o sistema, o que acarretaria também no fortalecimento dos registros de controle de fluxos nas Ceasas, de modo a permitir uma melhor análise do passeio das mercadorias entre os entrepostos comerciais, bem como a quilometragem associada a ele.

REFERÊNCIAS

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ENERGIE (ADEME). Bilan Carbone: Companies – Local Authorities – Regions. Methodology guide: objectives and accounting principles. Version 6.1. France: 2010.

ALLOTTE, J. T. B.; LIMA, D. M.; OLIVEIRA, A. L. R. A contribuição do Food miles na logística de transporte do mamão: do campo ao entreposto. Revista S&G. V. 15, N. 2, pp. 131-142, 2020.

ALLOTTE, J. T. B.; OLIVEIRA, A. L. R. Multicriteria decision analysis for fruits and vegetables routes based on the food miles concept. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Tomo 54-1, pp. 97-108, 2022.

AQUINO, J. R.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Dualismo no campo e desigualdades internas na agricultura familiar brasileira. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 56, n. 01, p. 123-142, 2018.

AQUINO, J. R.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Tentativas de inclusão da agricultura de base ecológica no PRONAF: do otimismo das linhas de crédito rural verde ao sonho frustrado do I PLANAPO. Grifos, v. 30, n. 51, 2021.

ATTRA. Food Miles: Background and Marketing. National Sustainable Agriculture Information Service. National Center for Appropriate Technology (NCAT)/USDA. 11p., 2008.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). Matriz de Dados do Crédito Rural. 2023. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br>. Acesso em: 9 de dezembro de 2023.

BARBOSA, A. P.; RUIZ, E. N.; TRICHES, R. M. (Orgs.). Sustentabilidade, circuitos curtos de abastecimento e compras públicas de alimentos. Editora da UFFS: Chapecó/SC. 321p., 2022.

BARTHOLOMEU, D. B.; CAIXETA-FILHO, J. V. Quantification of the environmental impacts of road conditions in Brazil. Ecological Economics, v. 68, n. 6, p. 1778-1786, 2009.

BARTHOLOMEU, D. B.; PÉRA, T. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO2 no transporte rodoviário de cargas. Journal of Transport Literature, v. 10, n. 3, p. 15-19, 2016.

BAUMANN, H.; TILLMAN, A. M. The Hitch Hiker's guide to LCA: an orientation in life cycle assessment methodology and application. Lund: Studentlitteratur, 2004, 543 p.

BELLETTI, G.; MARESCOTTI, A. Short food supply chains for promoting local markets. Roma: FAO. 56p., 2020.

BENIS, K.; GASHGARI, R.; ALSAATI, A.; REINHART, C. Urban Foodprints (UF) - Establishing baseline scenarios for the sustainability assessment of high-yield urban agriculture. Internacional Journal of Design & Nature and Ecodynamics, v. 13, n. 4, p. 349-360, 2018.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). PAS 2050:2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. London: 2011.

BRUNORI, G.; ROSSI, A.; MALANDRIN, V. Co-producing Transition: Innovation Processes in Farms Adhering to Solidarity-based Purchase Groups (GAS) in Tuscany, Italy. International Journal of Social of Agriculture & Food. Vol. 18, No. 1, pp. 28-53, 2010.

BRUNORI, G.; ROSSI, A.; GUIDI, F. On the New Social Relations around and beyond Food. Analysing Consumers' Role and Action in Gruppi di Acquisto Solidale (Solidarity Purchasing Groups). *Sociologia Ruralis*. V. 52, N.1, 2012.

BRUNORI, G.; GALLI, F. Sustainability of Local and Global Food Chains: Introduction to the Special Issue. *Sustainability*. 2016, 8, 765.

BRUNORI, G.; GALLI, F.; BARJOLLE, D.; BROEKHUIZEN, R. COLOMBO, L.; GIAMPIETRO, M.; KIRWAN, J.; LANG, T.; MATHIJS, E. MAYE, D.; ROEST, K.; ROUGOOR, C.; SCHWARZ, J.; SCHMITT, E.; SMITH, J.; STOJANOVIC, Z.; TISENKOPFS, T.; TOUZARD, J. M. Are Local Food Chains More Sustainable than Global Food Chains? Considerations for Assessment. *Sustainability*. N. 8, 449, 2016.

CERUTTI, N.; LAMB, W. F.; CRIPPA, M.; LEIP, A.; SOLAZZO, E.; TUBIELLO, F. N.; MINX, J. C. Food system emissions: a review of trends, drivers, and policy approaches, 1990-2018. *Environmental Research Letters*. 26., 2023.

CHARATSARI, C.; LIOUTAS, E. D.; MICHAILIDIS, A.; AIDONIS, D.; ROSA, M.; PARTALIDOU, M.; ACHILLAS, C.; NASTIS, S.; CAMANZI, L. Facets of value emerging through the operation of short food supply chains. *Impact in Agricultural and Life Sciences*. 95:1, 2023.

COLEY, D.; HOWARD, M.; WINTER, M. Local food, food miles and carbon emissions: A comparison of farm shop and mass distribution approaches. *Food Policy*. N. 34, pp. 150–155, 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Emissões veiculares no estado de São Paulo: 2021. São Paulo: CETESB, 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Boletim Hortigranjeiro, Brasília, DF, v. 8, n. 12, dez. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Centrais de Abastecimento: Comercialização total de frutas e hortaliças de 2022, Brasília, DF, v. 6, 2023.

CONTERATO, M. A.; GAZOLLA, M.; SANTOS, J. O. Emissões de gases causadores do efeito estufa em cadeias alimentares: um comparativo entre cadeias longas e curtas de abastecimento para o Brasil sob a perspectiva do food miles. Relatório de pesquisa. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto Clima e Sociedade, 2023, 65p.

CRIPPA, M.; SOLAZZO, E. GUIZZARDI, D.; FERRARIO, M.; TUBIELLO, F. N.; LEIP, A. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*. V. 2, pp. 198–209, march 2021.

CUNHA, A. R. A. de A.; BELIK, W. A produção agrícola e a atuação das centrais de abastecimento no Brasil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 19, n. 1, p. 46-59, 2012.

CUNHA, A. R. A. de A.; CAMPOS, J. B. A importância do Ceasa-Minas. *Agroanalysis*, v. 26, n. 12, p. 23-25, 2006.

CUNHA, A. R. A. de A. Dimensionando o passeio das mercadorias: uma análise através dos dados do Prohort. *Revista de Política Agrícola*, v. 24, n. 4, p. 55-63, 2015.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (DEFRA). Guidance on how to measure and report your greenhouse gas emissions. London: 2009.

DINATO, R. M. Sistematização dos métodos de contabilização de emissões de gases de efeito estufa sob a ótica do ciclo de vida. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

DUPUIS, M.; GOODMAN, D. Should we go “home” to eat?: toward a reflexive politics of localism. *Journal of Rural Studies*, n. 21, pp. 359–371, 2005.

- EAT LANCET. Dietas saudáveis a partir de sistemas alimentares sustentáveis. Relatório Sumário da Comissão EAT-Lancet. 2019, 32p.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2023: ano base 2022. Rio de Janeiro: EPE, 2023, 274 p.
- FAO. Greenhouse gas emissions from agrifood systems: global, regional and country trends, 2000–2020. Faostat Analytical Brief 50. Roma, 12p., 2022.
- GARCIA, R.; FREIRE, F. Carbon footprint of particleboard: a comparison between ISO/TS 14067, GHG Protocol, PAS 2050 and Climate Declaration. *Journal of Cleaner Production*, v. 66, p. 199-209, 214.
- GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. (ORGs.). Cadeias curtas e redes agroalimentares alternativas: negócios e mercados da agricultura familiar. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2017, 520p. (Série Estudos Rurais).
- GOODMAN, D. The quality 'turn' and alternative food practices: reflections and agenda. *Journal of Rural Studies*. N. 19, p. 1-7, 2003.
- GRUPO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM LOGÍSTICA AGROINDUSTRIAL (ESALQ-LOG). Disponível em: <https://esalqlog.esalq.usp.br/categoria/artigos>. Acesso em: 21 de janeiro de 2024.
- HEIJUNGS, R.; GUINEE, J. B. An overview of the Life Cycle Assessment Method - past, present, and future. In: CURRAN, M. A. (ed.). *Life Cycle Assessment Handbook: a guide for environmentally sustainable products*. Salem, MA: Wiley-Scrivener, 2012.
- HOFFMANN, R. Insegurança Alimentar no Brasil após crise, sua evolução de 2004 a 2017-2018 e comparação com a variação da pobreza. *Segurança Alimentar e Nutricional*. Campinas, SP, v. 28, n. 00, 2021.
- HOFFMANN, R.; VAZ, D. V. Mensurando a desigualdade no Brasil: Evidências a partir da renda e dos gastos das famílias. *RBEST Revista Brasileira De Economia Social e do Trabalho*, v. 3, 2021.
- HUPPES, G.; CURRAN, M. A. Environmental Life Cycle Assessment: Background and Perspective. In: CURRAN, M. A. (ed.). *Life Cycle Assessment Handbook: a guide for environmentally sustainable products*. Salem, MA: Wiley-Scrivener, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal (PAM). Disponível: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 15 de janeiro de 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (IBICT). Desenvolvimento Sustentável e Avaliação do Ciclo de Vida. LAMB, C. M. S. R. (coord.): Brasília, DF: CNI/Ibict, 2014, 33 p.
- INSTITUTO ESCOLHAS. Os desafios e o potencial da agricultura urbana e periurbana em Belém. Parte I: o sistema alimentar de Belém e região. São Paulo: Instituto Escolhas, 2022, 172p.
- JOÃO, A. M.; VETTORAZZI, A. C.; ROCHA, F. V.; BARTHOLOMEU, D. B.; CAIXETA-FILHO, J. V. Emissão de CO₂ na logística de exportação de soja do Mato Grosso: o caso das exportações pelo Arco Norte. In: XVIII Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA). Anais..., São Paulo (SP) ENGEMA, 2016. Disponível em: https://engemausp.submissao.com.br/18/anais/resumo.php?cod_trabalho=39. Acesso em: 10 de outubro de 2023.
- KEMP, K.; INISCH, A.; HOLDSWORTH, D. K. KNIGHT, J. G. Food miles: Do UK consumers actually care? *Food Policy*. N. 35, pp. 504–513, 2010.
- KISSINGER, M. International trade related food miles: The case of Canada. *Food Policy*. N. 37, pp. 171–178, 2012.
- LAMINE, C.; DAROLT, M.; BRANDEBURG, A. The Civic and Social Dimensions of Food Production and Distribution in Alternative Food Networks in France and Southern Brazil. *International Journal of Agriculture & Food*. Vol. 19, N. 3, pp. 383–401, 2012.

- LAMINE, C.; GARÇON, L.; BRUNORI, G. Territorial agrifood systems: A Franco-Italian contribution to the debates over alternative food networks in rural areas. *Journal of Rural Studies*. 68, pp. 159–170, 2019.
- LEAL JÚNIOR, I. C.; VALVA, D. C.; GUIMARÃES, V. A.; TEODORO, P. Análise da matriz de transporte brasileira: consumo de energia e emissão de CO₂. *Revista UNIABEU*, Belford Roxo, RJ, v. 8, n. 18, p. 49-64, 2015.
- LI, M.; JIA, N.; LENZEN, M.; MALIK, A. WEI, L.; JIN, Y.; RAUBENHEIMER, D. Global food-miles account for nearly 20% of total food-systems emissions. *Nature Food*. V.3, pp. 445–453, 2022.
- LOISEAU, E.; COLINA, M.; ALAPHILIPPEB, A.; COSTEB, G.; ROUXA, P. To what extent are Short Food Supply Chains (SFSCs) environmentally Friendly? Application to French apple distribution using Life Cycle Assessment. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 276, 2020.
- MALAK-RAWLIKOWSKA, A.; MAJEWSKI, E.; WAS, A.; BORGEM, S.O.; CSILAG, P.; DONATI, M.; FREEMAN, R.; HOÀNG, V.; LECOUEUR, J. L.; MANCINI, M. C.; NGUYEN, A.; SAIDI, M.; TOCCO, B.; TOROK, A. VENEZIANI, M.; VITTERSO, G.; WAVRESKY, P. Measuring the Economic, Environmental, and Social Sustainability of Short Food Supply Chains. *Sustainability*. Vol. 11, 4004, 2019.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). Terceiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Relatório de referência: emissões de dióxido de carbono por queima de combustíveis – abordagem bottom-up. 2015a, 76 p.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). Terceiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Relatório de referência: emissões de gases de efeito estufa no transporte rodoviário. 2015b, 105 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários 2013: ano base 2012. 2014, 115 p.
- MOSAMMAM, H. M.; SARRAFI, M.; NIA, J. T.; MOSAMMAM, A. M. Analyzing the international trade-related food miles in Iran. *Outlook on Agriculture*. Vol. 47 (1), pp. 36–43, 2018.
- MUNIZ, V. C. F. Análise da fundamentação da avaliação do ciclo de vida consequencial. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- NÚCLEO INTERNO DE ECONOMIA E DA ADMINISTRAÇÃO RURAL (NIEAR). Disponível em: <https://www.feagri.unicamp.br/niear/>. Acesso em: 21 de janeiro de 2024.
- PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). Relatório Executivo. 2013. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br>. Acesso em: 10 de out. 2023.
- PANDEY, D.; AGRAWAL, M.; PANDEY, J. S. Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 138, p. 135-160, 2011.
- PASSEL, S. V. Food Miles to Assess Sustainability: A Revision. *Sustainable Development*. N. 21, pp. 1–17, 2013.
- PAXTON, A. The Food Miles Report: The dangers of long-distance food transport. *Sustainable Agriculture, Food and Environment (S.A.F.E.) Alliance*. United Kingdon, 62p., 1994.
- PIERAGOSTINI, C.; MUSSATI M. C.; AGUIRRE, P. On process optimization considering LCA methodology. *Journal of Environmental Management*, v. 96, n. 1, p. 43-54, 15 Abr. 2012.
- PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO MERCADO DE HORTICULTURA DO BRASIL (PROHORT). PROHORT. Centrais de Abastecimento (Ceasas). Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Disponível em: <http://dw.ceasa.gov.br/>. Acesso em: 10 de agosto de 2023.
- RENTING, H.; MARSDEN, T.; BANKS, J. Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development. *Environment and Planning*. Vol. 35, pages 393-411, 2003.

SALVADOR, R.; BARROS, M. V.; ANDRADE, F. G. de; PIEKARSKI, C. M.; FRANCISCO, A. C. de. Determinação de uma equação para pegada de carbono de um sistema de transporte de cargas por meio da identificação dos fatores de influência e simulação. *Revista Stricto Sensu*, v. 3, n. 1, p. 6-18, 2018.

SANTOS, J. O.; GAZOLLA, M.; CONTERATO, M. A. Metodologia de estimativa de gases causadores de efeito estufa em cadeias alimentares sob a perspectiva do food miles: uma análise a partir da avaliação de ciclo de vida (ACV) de uma cesta de produtos hortifrutigranjeiros para o Brasil. Relatório de Pesquisa. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto Clima e Sociedade, 2024.

SIRIEX, L.; GROLLEAU, G.; SCHAER, B. Do consumers care about food miles? An empirical analysis in France. *International Journal of Consumer Studies*, n. 32, pp. 508–515, 2008.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). Estimativa de emissões de gases de efeito estufa dos sistemas alimentares no Brasil. Observatório do Clima. 2023, 89p.

SONNINO, R.; MARSDEN, T. Beyond the divide: rethinking relationships between alternative and conventional food networks in Europe. *Journal of Economic Geography*. N. 6, pp. 181–199, 2006.

TILLMAN, A. M. Significance of decision-making for LCA methodology. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 20, n. 1, p. 113-123, 2000.

TUBIELLO, F. N.; ROSENZWEIG, C.; CONCHEDDA, G.; KARL, K.; GUTSCHOW, J.; XUEYAO, P.; OBLI-LARYEA, G. WANNER, N.; QIU, S. Y.; BARROS, J.; FLAMMINI, A.; CONTRERAS, E. M.; SOUZA, L. QUADRELLI, R.; HEIOARSDÓTTIR, H. H.; BENOIT, P.; HAYEK, M. SANDALOW, D. Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base. *Environmental Research Letters*. N. 16, 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Global guidance principles for Life Cycle Assessment databases. A basis for greener processes and products. Paris, France: 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). The GHG Indicator. UNEP guidelines for calculating greenhouse gas emissions for businesses and non-commercial organisations. Geneva, Switzerland: 2000.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). AM0090 – Modal shift in transportation of cargo from road transportation to water or rail transportation. 2011. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/4DOIK2WYP8P3AGAVJKT0CHY1NXJ4QP>. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

WEBER, C. L.; MATTHEWS, S. Food-Miles and the Relative Climate Impacts of Food Choices in the United States. *Environmental Science & Technology*. V. 42, N. 10, 2008.

WESZ JUNIOR, V. J. O PRONAF pós-2014: intensificando a sua seletividade? *Grifos*, v. 30, n. 51, 2021.

WONGLIMPIYARAT, J. Does complexity affect the speed of innovation? *Technovation*, v. 25, p. 865-882, 2005.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). The Greenhouse Gas Protocol. A corporate accounting and reporting standard. Revised Edition. Washington, DC: 2004.

WU, P.; XIA, B.; PIENAAR, J.; ZHAO, X. The past, present and future of carbon labelling for construction materials - a review. *Building and Environment*, v. 77, p. 160-168, 2014.

ZOCCHÉ, L. Identificação das limitações da ACV sob a ótica de pesquisas acadêmicas. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.

APÊNDICE A:
QUESTIONÁRIO
APLICADO JUNTOS
AOS FUNCIONÁRIOS
DAS CENTRAIS DE
ABASTECIMENTO



Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Grupo de Estudos e Pesquisas em Agricultura, Alimentação e
Desenvolvimento (GEPAD)
Instituto Clima e Sociedade (iCS)
Projeto: Interfaces entre Clima, Alimento e Sociedade (INTERFACES)

Questionário de pesquisa: Emissões de gases causadores do efeito estufa em cadeias alimentares: um comparativo entre cadeias longas e curtas de abastecimento para o Brasil sob a perspectiva do food miles

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO:

Responsável: _____
Empresa: _____
Cargo: _____
Endereço: _____
Cidade: _____ Estado: _____
Telefone: _____ E-mail: _____

II - DADOS DA ROTA, TRANSPORTE E PRODUTO/ALIMENTO

Rota de transporte: ex. Mogi Guaçu/SP a CEAGESP
Produto/alimento: Ex.: batata

1. Qual(is) o(s) veículo(s) utilizado(s) para o transporte do local de produção e/ou armazenamento da batata até a CEAGESP-SP?

- Veículo comercial leve1
Quantidade: _____
 Caminhões semileves (3,5t < PBT3 < 6t)
Quantidade: _____
 Caminhões leves (6t ≤ PBT < 10t)
Quantidade: _____
 Caminhões médios (10t ≤ PBT < 15t)
Quantidade: _____
 Caminhões semipesados (15t ≤ PBT < 40t)
Quantidade: _____
 Caminhões pesados (PBT ≥ 40t)
Quantidade: _____
 Não sabe responder

1 Veículo automotor destinado ao transporte de pessoas ou carga, com peso bruto total de até 3.500 kg.
3 Peso bruto total.

2. Qual o modelo, marca, ano e quilometragem dos veículos (considerar a média para a quantidade por tipo de veículo)?

Veículo comercial leve:
Caminhões semileves:

Caminhões leves:
Caminhões médios:
Caminhões semipesados:
Caminhões pesados:
 Não sabe responder

3. Qual o tipo de combustível?

Veículo comercial leve
 Gasolina C Quantidade de veículos: _____
 Etanol Hidratado Quantidade de veículos: _____
 Flex Fuel Quantidade de veículos: _____
 Diesel Quantidade de veículos: _____
 Não sabe responder

Caminhões
 Diesel Quantidade de veículos: _____
 Outro. Qual? Quantidade de veículos: _____
 Não sabe

4. Qual a rota (rodovias) e distância média (km) percorrida pelos veículos para a entrega?

Veículo comercial leve:
Caminhões semileves:
Caminhões leves:
Caminhões médios:
Caminhões semipesados:
Caminhões pesados:
 Não sabe responder

5. Quantas entregas são realizadas em média por mês (se possível detalhar a quantidade por mês)?

Veículo comercial leve:
Caminhões semileves:
Caminhões leves:
Caminhões médios:
Caminhões semipesados:
Caminhões pesados:
() Não sabe responder

6. Qual o consumo médio de combustível por entrega e/ou mês (se possível detalhar o tipo de combustível)?

Veículo comercial leve:
Caminhões semileves:
Caminhões leves:
Caminhões médios:
Caminhões semipesados:
Caminhões pesados:
() Não sabe responder

7. Qual o volume de produto/alimento transportado médio por entrega e/ou mês?

Veículo comercial leve:
Caminhões semileves:
Caminhões leves:
Caminhões médios:
Caminhões semipesados:
Caminhões pesados:
() Não sabe responder

8. Qual o volume transportado médio do alimento e outros produtos por viagem e/ou mês?

Veículo comercial leve:
Quantidade do alimento (kg):
Quantidade de outros produtos(kg):
() Não sabe informar
Se possível informar os outros produtos:

Caminhões semileves:
Quantidade do alimento (kg):
Quantidade de outros produtos(kg):
() Não sabe informar
Se possível informar os outros produtos:

Caminhões leves:
Quantidade do alimento (kg):
Quantidade de outros produtos(kg):
() Não sabe informar
Se possível informar os outros produtos:

Caminhões médios:
Quantidade do alimento (kg):
Quantidade de outros produtos(kg):

() Não sabe informar
Se possível informar os outros produtos:

Caminhões semipesados:
Quantidade do alimento (kg):
Quantidade de outros produtos(kg):
() Não sabe informar
Se possível informar os outros produtos:

Caminhões pesados:
Quantidade do alimento (kg):
Quantidade de outros produtos(kg):
() Não sabe informar
Se possível informar os outros produtos:

9. Qual o volume e/ou porcentagem de perda/desperdício médio do alimento e outros produtos por viagem e/ou mês?

Veículo comercial leve:
Quantidade/percentual do alimento (kg):
Quantidade/percentual de outros produtos (kg):
() Não sabe informar
Se possível informar detalhadamente a quantidade/percentual dos outros produtos:

Caminhões semileves:
Quantidade/percentual do alimento (kg):
Quantidade/percentual de outros produtos (kg):
() Não sabe informar
Se possível informar detalhadamente a quantidade/percentual dos outros produtos:

Caminhões leves:
Quantidade/percentual do alimento (kg):
Quantidade/percentual de outros produtos (kg):
() Não sabe informar
Se possível informar detalhadamente a quantidade/percentual dos outros produtos:

Caminhões médios:
Quantidade/percentual do alimento (kg):
Quantidade/percentual de outros produtos (kg):
() Não sabe informar
Se possível informar detalhadamente a quantidade/percentual dos outros produtos:

Caminhões semipesados:
Quantidade/percentual do alimento (kg):
Quantidade/percentual de outros produtos (kg):
() Não sabe informar
Se possível informar detalhadamente a quantidade/percentual dos outros produtos:

Caminhões pesados:
Quantidade/percentual do alimento (kg):
Quantidade/percentual de outros produtos (kg):
() Não sabe informar
Se possível informar detalhadamente a quantidade/percentual dos outros produtos:

APÊNDICE B:
CARACTERÍSTICAS
ENCONTRADAS PARA O
TRANSPORTE DA CESTA
DE ALIMENTOS NAS
DISTINTAS CADEIAS DE
ABASTECIMENTO

Tabela B1 - Características e valores dos parâmetros utilizados no modelo para o cálculo das emissões de CO₂ do food miles da laranja no ano de 2022

| Transporte Laranja | Cadeia Curta | Cadeia Média | Cadeia Longa |
|---|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Veículo principal | Caminhões médios (10t≤PBT<15t) | Caminhões leves (6t≤PBT<10t) | Caminhões leves (6t≤PBT<10t) |
| Quantidade transportada (ton) | 52.458,77 | 452,01 | 79,97 |
| Distância total (km) | 792.540 | 28.535 | 35.148 |
| Autonomia (km/l) | 5,80 | 5,60 | 5,60 |
| Combustível consumido (l) | 4.596.732 | 159.796 | 196.829 |
| Poder calorífico médio do diesel | 0,0049 | 0,0049 | 0,0049 |
| Fator de emissão de CO ₂ do diesel | 2,52 | 2,57 | 2,57 |
| Viagens de retorno não-vazias | 1 | 1 | 1 |

Tabela B2 - Características e valores dos parâmetros utilizados no modelo para o cálculo das emissões de CO₂ do food miles da maçã no ano de 2022

| Transporte Maçã | Cadeia Curta | Cadeia Média | Cadeia Longa |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Veículo principal | Comercial leve (PBT≤3,5 t) | Comercial leve (PBT≤3,5 t) | Caminhões semileves (3,5t≤PBT<6t) |
| Quantidade transportada (ton) | 208 | 633,62 | 29,90 |
| Distância total (km) | 6.405 | 88.678 | 17.574 |
| Autonomia (km/l) | 9,10 | 9,10 | 9,10 |
| Combustível consumido (l) | 58.286 | 806.970 | 159.923 |
| Poder calorífico médio do diesel | 0,0049 | 0,0049 | 0,0049 |
| Fator de emissão de CO ₂ do diesel | 2,53 | 2,53 | 2,53 |
| Viagens de retorno não-vazias | 1 | 1 | 1 |

Tabela B3 - Características e valores dos parâmetros utilizados no modelo para o cálculo das emissões de CO₂ do food miles do tomate no ano de 2022

| Transporte Tomate | Cadeia Curta | Cadeia Média | Cadeia Longa |
|---|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Veículo principal | Caminhões leves (6t≤PBT<10t) | Comercial leve (PBT≤3,5 t) | Caminhões leves (6t≤PBT<10t) |
| Quantidade transportada (ton) | 16.438,73 | 1.045,09 | 118,73 |
| Distância total (km) | 119.988 | 134.773 | 35.148 |
| Autonomia (km/l) | 5,60 | 9,10 | 5,60 |
| Combustível consumido (l) | 671.933 | 1.226.434 | 196.829 |
| Poder calorífico médio do diesel | 0,0049 | 0,0049 | 0,0049 |
| Fator de emissão de CO ₂ do diesel | 2,57 | 2,53 | 2,57 |
| Viagens de retorno não-vazias | 1 | 1 | 1 |

Tabela B4 - Características e valores dos parâmetros utilizados no modelo para o cálculo das emissões de CO₂ do food miles da cebola no ano de 2022

| Transporte Cebola | Cadeia Curta | Cadeia Média | Cadeia Longa |
|---|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Veículo principal | Caminhões leves (6t≤PBT<10t) | Caminhões médios (10t≤PBT<15t) | Caminhões médios (10t≤PBT<15t) |
| Quantidade transportada (ton) | 7.684,38 | 198,92 | 160,22 |
| Distância total (km) | 83.505 | 7.902 | 35.148 |
| Autonomia (km/l) | 5,60 | 5,80 | 5,80 |
| Combustível consumido (l) | 467.628 | 45.832 | 203.858 |
| Poder calorífico médio do diesel | 0,0049 | 0,0049 | 0,0049 |
| Fator de emissão de CO ₂ do diesel | 2,57 | 2,52 | 2,52 |
| Viagens de retorno não-vazias | 1 | 1 | 1 |

Tabela B5 - Características e valores dos parâmetros utilizados no modelo para o cálculo das emissões de CO₂ do food miles da batata no ano de 2022

| Transporte Batata | Cadeia Curta | Cadeia Média | Cadeia Longa |
|---|---------------------------------------|---|---|
| Veículo principal | Caminhões semileves (3,5t≤PBT<6t) | Caminhões semipesados (15t≤PBT<40t) | Caminhões semipesados (15t≤PBT<40t) |
| Quantidade transportada (ton) | 8.609 | 1.635,85 | 781,08 |
| Distância total (km) | 259.448 | 45.656 | 152.308 |
| Autonomia (km/l) | 9,10 | 3,60 | 3,60 |
| Combustível consumido (l) | 2.360.977 | 164.362 | 548.309 |
| Poder calorífico médio do diesel | 0,0049 | 0,0049 | 0,0049 |
| Fator de emissão de CO ₂ do diesel | 2,53 | 2,52 | 2,52 |
| Viagens de retorno não-vazias | 1 | 1 | 1 |

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as pessoas, técnicos, pesquisadores e instituições a abaixo referidas pelas contribuições dadas ao longo da execução da pesquisa e ao relatório em tela:

Alessandra Matte (UTFPR); Altivo Cunha (ONU/FAO); Antonio Fernando Palheta (CEASA-PA); Beatriz Duarte (Instituto Fronteiras do Desenvolvimento); Catia Grisa (GEPAD/UFRGS); Clayton Campanhola (Embrapa e Instituto Fome Zero); Daniella Rabello (Instituto Regenera); Fabrício Muriana (Instituto Regenera); Felipe Barcellos e Silva (IEMA); Juliana Martins Torres (CONAB); Kamyla Borges (iCS); Luis Mauro Santos Silva (UFPA); Marisson de Melo Marinho (CONAB); Maurício Alcântara (Instituto Regenera); Renata Fragoso Potenza (Imaflora); Rozana Moreira P. de Lima (CEASA-RJ); Seigner Afonso da Silva (CEASA-RJ); Sergio Schneider (GEPAD/UFRGS); Thiago de Oliveira (CEAGESP-SP); Walter Belik (Unicamp e Instituto Fome Zero); William Santos de Assis (UFPA).

FICHA TÉCNICA

AUTORES

Marcelo Antônio Conterato

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Marcio Gazolla

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Joelson Oliveira Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

CITAÇÃO SUGERIDA

CONTERATO, Marcelo A.; GAZOLLA, Marcio; SANTOS, Joelson O. Gases de efeito estufa em cadeias alimentares curtas, médias e longas: uma análise comparativa do food miles de uma cesta de alimentos para o Brasil a partir dos dados do PROHORT/Ceasas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto Clima e Sociedade, 2024.

Ilustração, projeto gráfico e diagramação:
Manu Raupp

Apoio

