



Marcos do Processamento de Alimentos no Desenvolvimento da Humanidade

Desafios e Oportunidades de Inovar, Crescer e Distribuir Riqueza

Antonio José de Almeida Meirelles

Professor Titular FEA

DIRETOR FEA - 10/2014 a 10/2018

REITOR - 04/2021 a 04/2025

**Engenheiro de Alimentos, Doutor em Engenharia de Processos
(Alemanha) e em Economia (IE/Unicamp)**

**Alimentos, Bioprodutos e Biocombustíveis, Economia Monetária e
Modelos de Crescimento Econômico**

Desafios e Oportunidades

Conflitos geopolíticos: guerras, deslocamento econômico (% PIB mundial - PPP: China 19,5 %, EUA 14,9 %, Índia 8,3 %, Rússia 3,5 %, Japão 3,3 %, Alemanha 3,1 %, Brasil 2,4 %, FMI 10/2025).

Brasil: boas relações no mundo

Petróleo, Floresta Tropical, Água.

Líder exportação de soja, milho, café, açúcar, suco de laranja, carne bovina e de frango, 4º Produtor de Alimentos, 3º Exportador de Agropecuários

2º em Biocombustíveis, 6º em Fotovoltaica e Eólica.

Pandemia, conflitos geopolíticos e mudanças climáticas tornaram mais urgentes os desafios :

Energia Limpa e Renovável

Uso Racional de Recursos Naturais, Especialmente Água

Alimentação, Saúde, Moradia, Educação e Transporte de Qualidade

Justiça social e Inclusão

Ciência, Tecnologia e Inovação com papéis fundamentais

Odesafio de inovar, crescer e distribuir riqueza

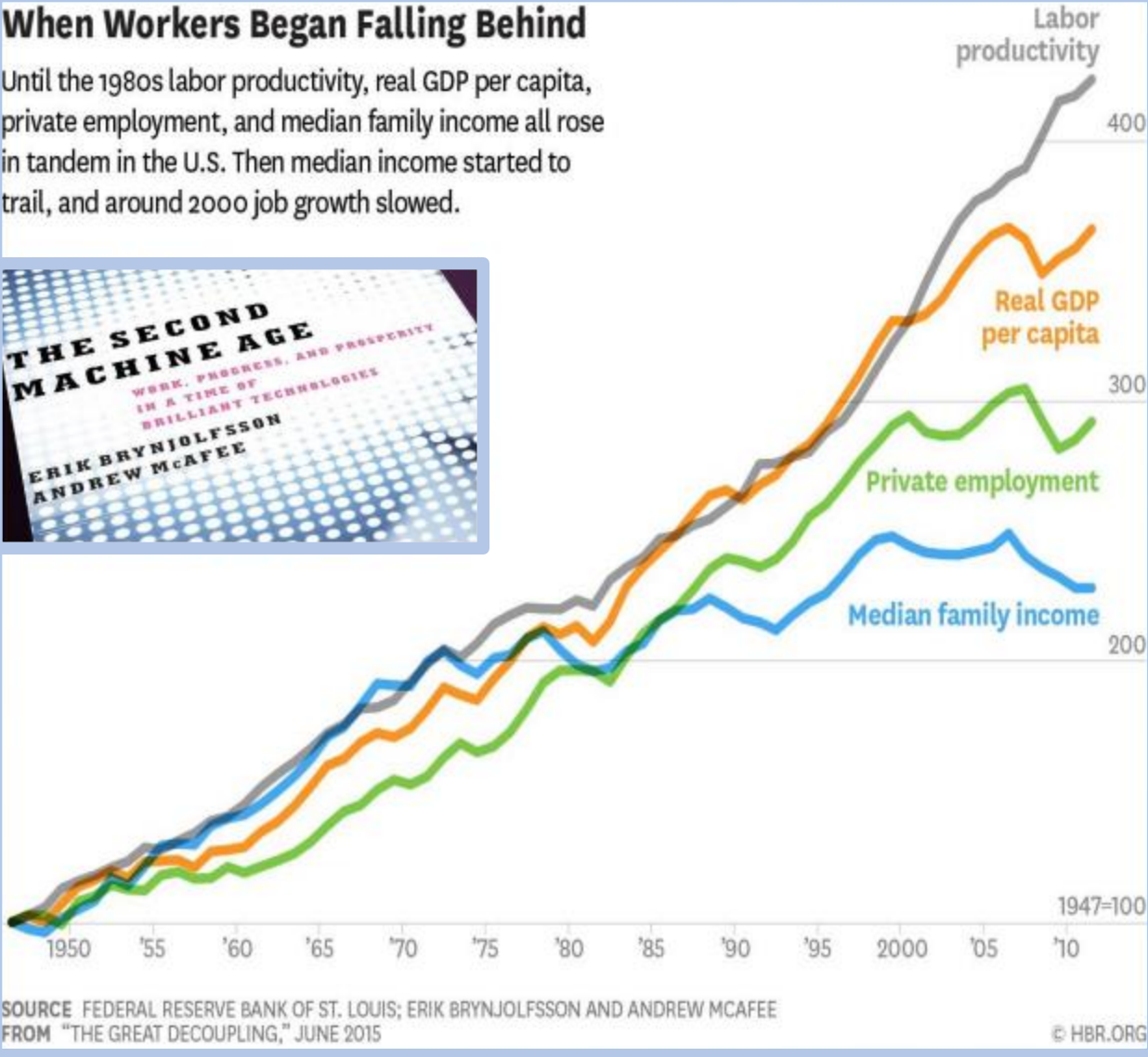
Brasil:



- 7ª maior economia do mundo (PIB);
- 10º no ranking de publicação de artigos em periódicos indexados scilit.com/rankings/countries
- 50º no ranking de inovação Global Innovation Index 2024
~produção deriquezaassociadaa conhecimento científico;
wipo.int/pressroom/en/articles/2024/article_0013.htm

When Workers Began Falling Behind

Until the 1980s labor productivity, real GDP per capita, private employment, and median family income all rose in tandem in the U.S. Then median income started to trail, and around 2000 job growth slowed.



% PIB

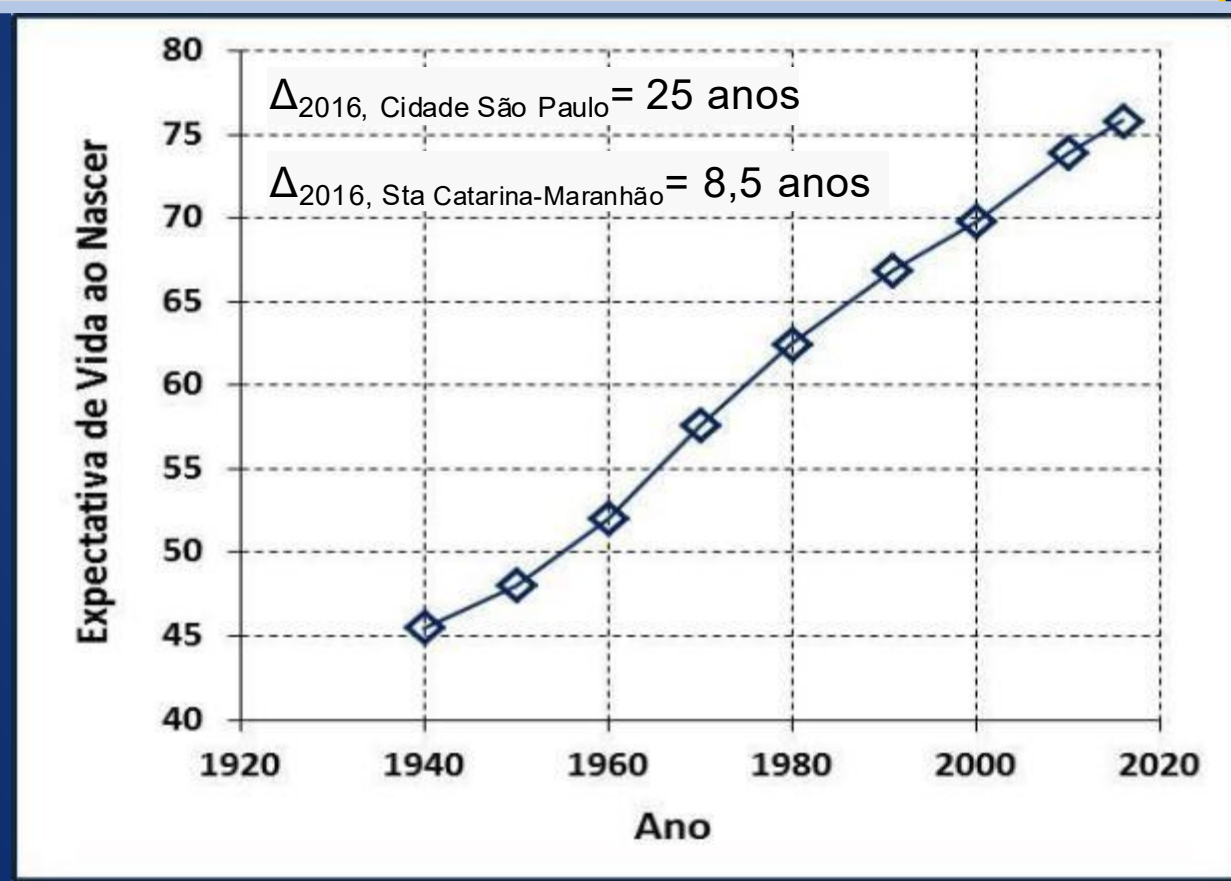
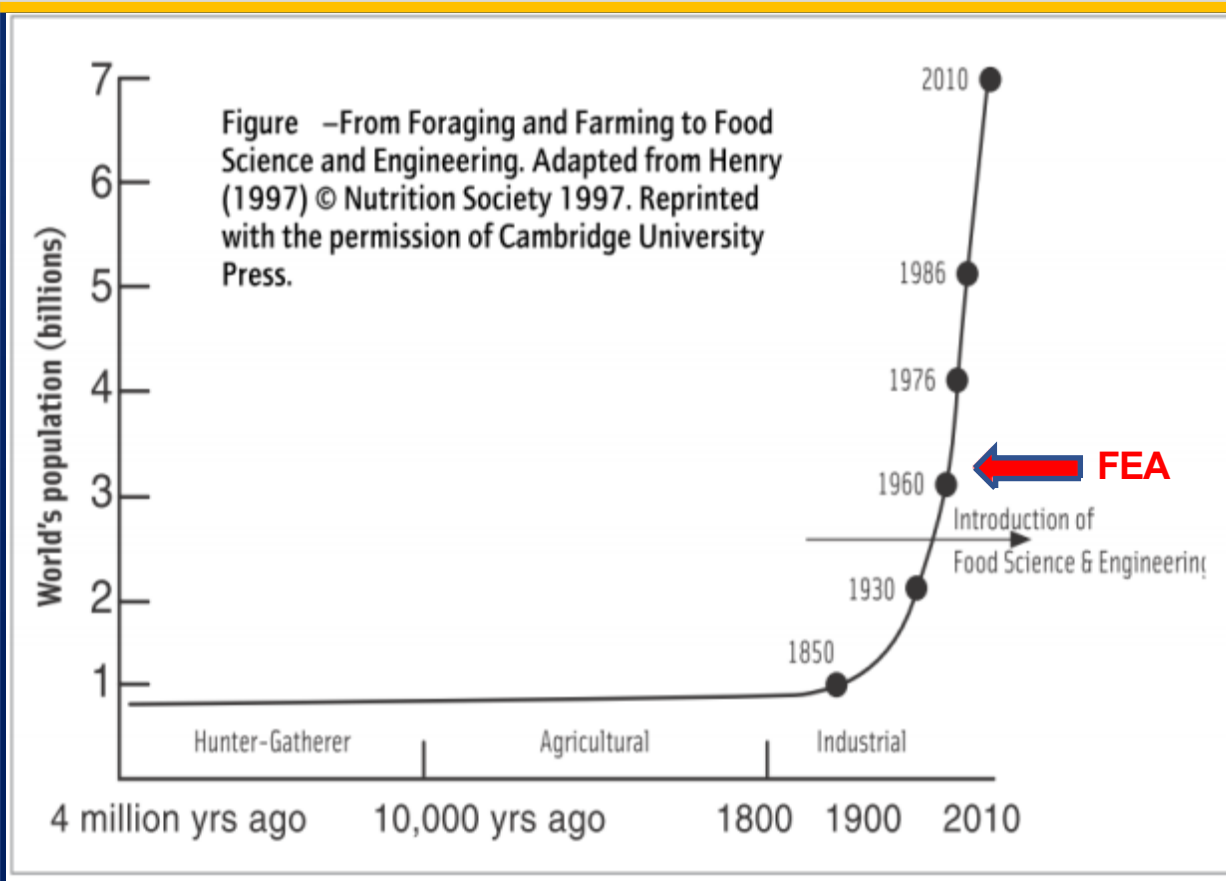
	Transf.	Extrat.	Const.	Elet + Água + Esg
1995	16,8 %	0,7 %	7,0 %	2,4 %
2024	14,4 %	4,2 %	3,6 %	2,6 %

https://www.iedi.org.br/artigos/imprensa/2025/iedi_na_imprensa_20250705_industria_extrativa_multiplica_por_6_fatia_no_pib_em_3_decadas_construcao_cai_pela_metade.html

2013	2024
13,6 %	10,8 %

https://iedi.org.br/artigos/imprensa/2025/iedi_na_imprensa_20250328_industria_de_transformacao_amplia_fatia_no_pib_mas_juro_alto_deve_tirar_o_folego_em_2025_diz_iedi.html

1. **Processamento de Alimentos: 700.000 anos atrás com cozimento, secagem, salga, defumação.**
2. **Mudanças Importantes: Industrialização, Ciência e Engenharia de Alimentos.**
3. **Melhorias na saúde pública, saneamento e a INDUSTRIALIZAÇÃO DE ALIMENTOS viabilizaram vida melhor para população muito maior e melhoria da expectativa e da qualidade de vida.**



Processamento de Alimentos

Preservação e extensão da durabilidade do produto de forma segura; melhorar, manter ou reduzir a perda potencial de qualidade nutricional, prover conveniência e disponibilidade no tempo e no espaço, melhorar qualidade nutricional, reduzir custos, etc.

Problemas Contemporâneos Associados à Alimentação

- 1. 1/6 da população mundial ainda é sub- ou malnutrida (expectativa de vida aumentou: média=68 anos, 57 nos PBR - 80 nos PAR).**
- 2. Desde 2006 problemas de saúde e doenças relacionadas à nutrição (diabetes, problemas cardiovasculares, obesidade) ultrapassaram as taxas de subnutrição.**
- 3. Desafio para a Ciência e Tecnologia de Alimentos: avançar na redução dos problemas de subnutrição associada à pobreza e simultaneamente diminuir os riscos de problemas de saúde associados à dieta humana.**

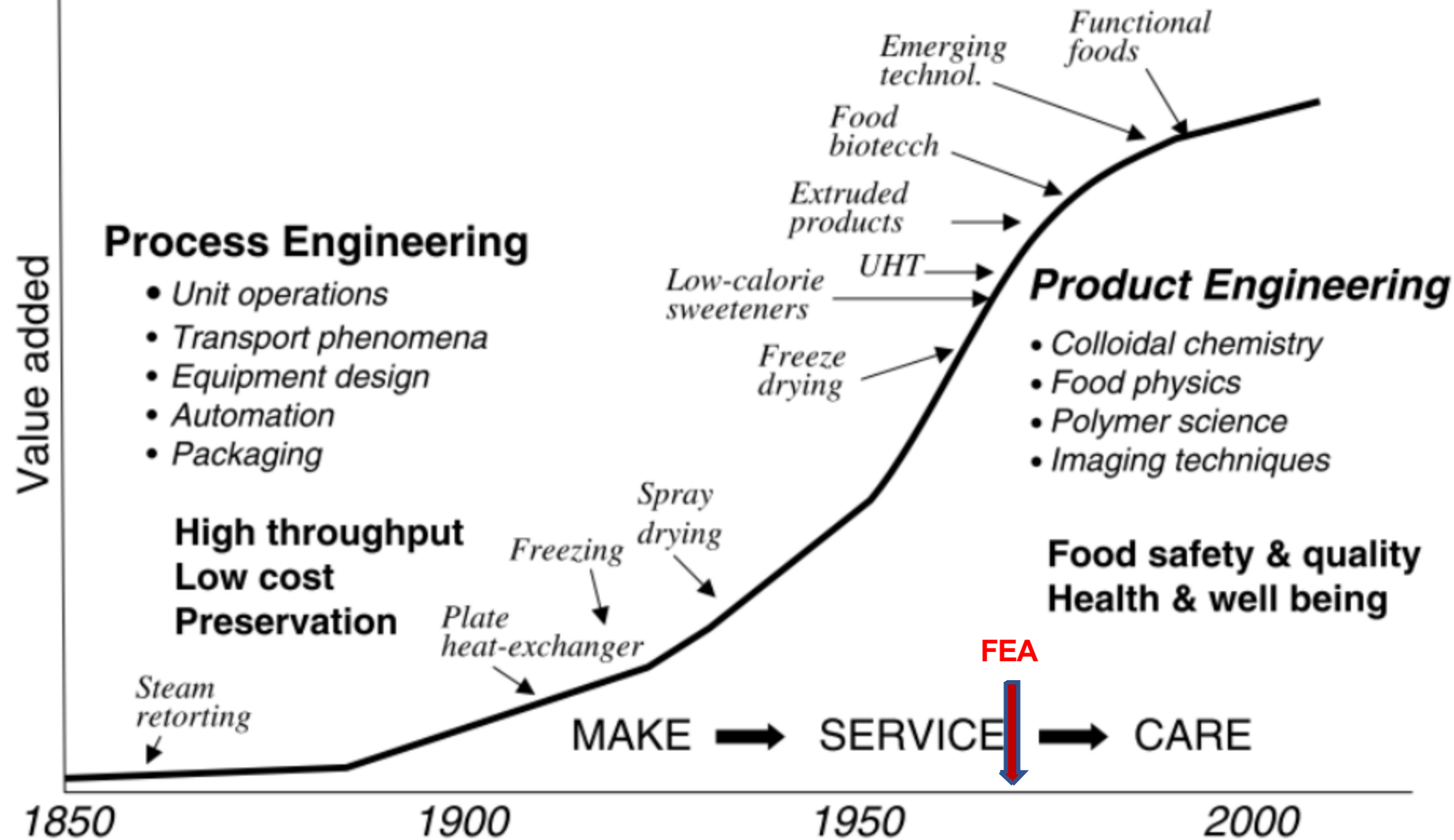


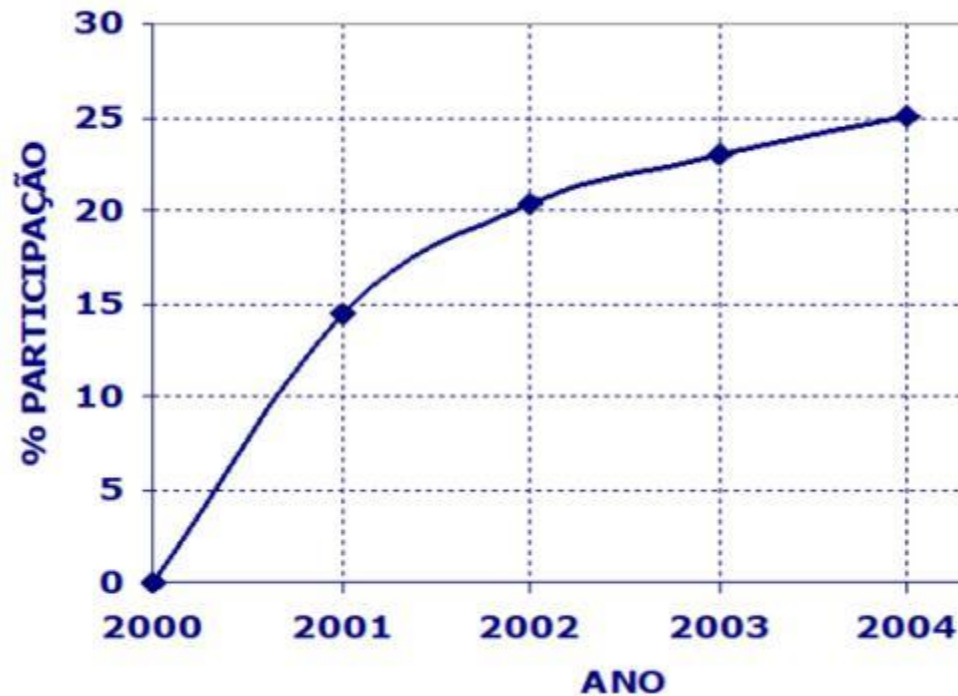
Figure . Evolution of the food industry in terms of value added to products and shift in emphasis from process engineering to product engineering. This transition has implied a change in concepts and techniques that support each approach.



Modelo tradicional: Iniciativas individuais

Porque deucerto? Demanda

Crescimento Produção de Anidro Processo BSM



Destilação extrativa garante qualidade do álcool anidro

ANTONIO ROBERTO FAVA

Se o Brasil hoje é tido como um dos maiores produtores de álcool e de açúcar – ganhando a disputa com grandes concorrentes como os Estados Unidos e a Índia –, na década de 80, não era assim. No auge do Pro-álcool, apesar do grande interesse de pesquisas na área de destilação alcoólica, a eficiência do produto causou discussões, desconforto e muita dor de cabeça. Principalmente aos proprietários de automóveis, quando o combustível usado apresentava maior volume de água, o que acabava ocasionando danos ao motor.



O professor Antonio José Almeida Meirelles: dois anos de testes em planta piloto industrial

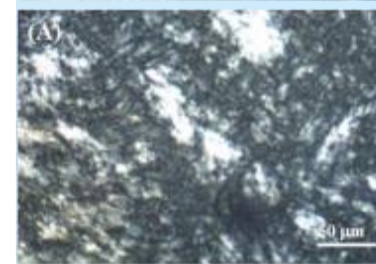
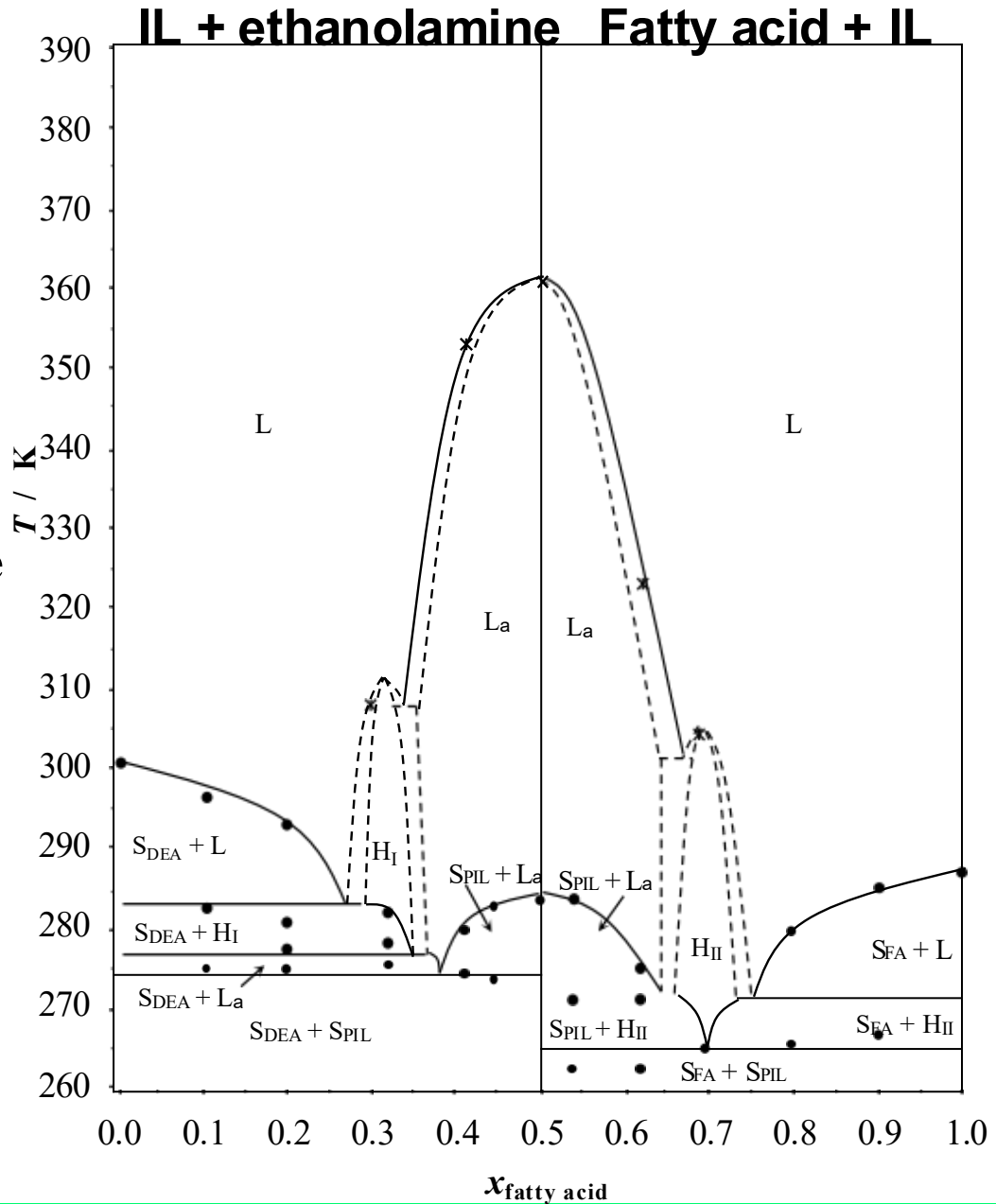
Anos mais tarde, o professor Antonio José Almeida Meirelles, da Faculdade Engenharia de Alimentos (FEA) da Unicamp publicava, numa revista inglesa, um trabalho técnico intitulado Ethanol Dehydration by Extractive Distillation, que trazia novas perspectivas para a produção do álcool anidro no Brasil, isto é, o álcool praticamente isento de água. Meirelles descrevia um processo de desidratação do etanol utilizando a destilação extrativa, na qual o desidratante era o etileno glicol, produto orgânico da família dos álcoois.

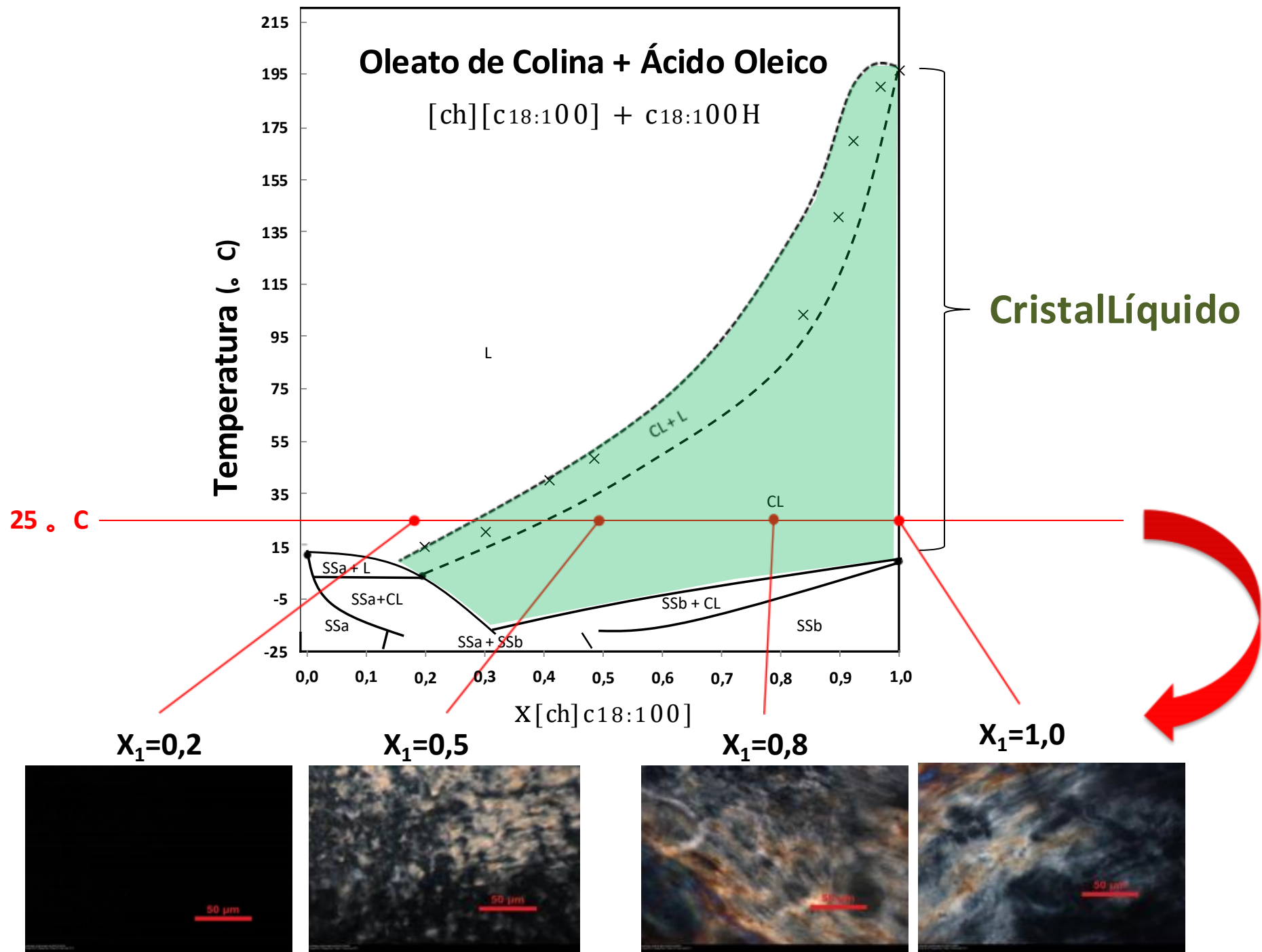
Jovem Cientista CNPq 1989 Conservar Energia: Um Desafio dos Anos 90

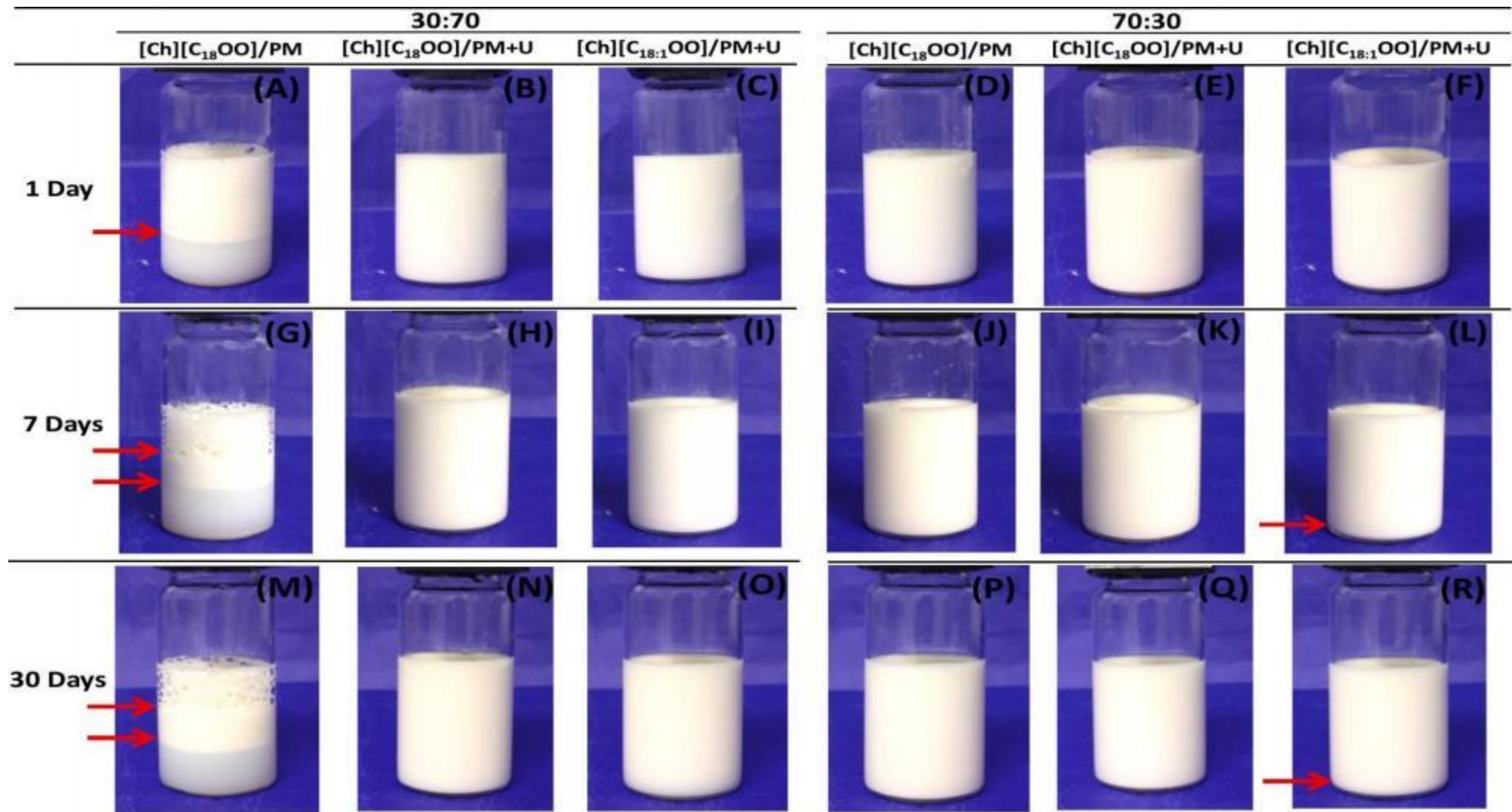
Nº	Usina/Destilaria	Cap. (L/dia)	Tipo	Início Operação
01	Batatais	400.000	Nova	2001
02	Alta Mogiana	400.000	Adaptação	2001
03	Alto Alegre (Colorado, PR)	2 x 300.000	Adaptação	2001
04	V.O., Itapira	350.000	Nova	2001
05	V.O., Catanduva	300.000	Adaptação	2001
06	Goiasa	300.000	Nova	2001
07	Osvaldo R. Mendonça (Colorado)	2 x 300.000	Adaptação	2001
08	Irmãos Biagi (Buriti)	350.000	Nova	2001
09	Uniãoalco	350.000	Nova	2001
10	Zanin	400.000	Nova	2002
11	Melhoramentos	450.000	Adaptação	2002
12	Vale do Rosário	2 x 300.000	Adaptação	2002
13	Nova América	600.000	Nova	2002
14	MB	300.000	Adaptação	2002
15	Alto Alegre (Prudente)	300.000	Nova	2002
16	Cevasa	400.000	Nova	2003
17	Moema	500.000	Nova	2003
18	Nardini	600.000	Nova	2003
19	Coinbra	400.000	Nova	2003
20	Virálcool	600.000	Nova	2004
21	Vertente	300.000	Nova	2004
22	Santa Cândida	600.000	Nova	2004
23	São Domingos	500.000	Adaptação	2004
24	Santa Adélia	300.000	Nova	2004
25	Ometto Pavan	600.000	Nova	2004
26	Santo Antônio	600.000	Nova	2004
27	ARFS	700.000	Nova	2005
28	Bazan	1.0000.000	Nova	2005
29	São João, Araras	350.000	Nova	2006



Oleic acid
+
diethanolamine







Visual aspect of [Ch][C18OO] or [Ch][C18:1OO] emulsions after 1 and 7 days of preparation by pre-mixing (PM) or by pre-mixing followed by ultrasound (PM + U) using sunflower oil at different ratios (30:70 or 70:30).

CONTROVÉRSIAS SOBRE

O PAPEL DOS ALIMENTOS NA DIETA E NA ECONOMIA

- 1. Seria a industrialização de alimentos responsável por problemas de saúde associados à dieta?**
- 2. Estaria o processamento industrial de alimentos irremediavelmente associado a problemas ambientais e sociais do mundo atual?**

A ÊNFASE deveria estar na PRESERVAÇÃO dos NUTRIENTES nos ALIMENTOS, de seus EFEITOS BENÉFICOS À SAÚDE e de sua BIODISPONIBILIDADE, não em seu MAIOR ou MENOR PROCESSAMENTO.

A QUESTÃO CORRETA

**Como FORTALECER A TENDÊNCIA dos Alimentos Industrializados terem
MAIOR VALOR NUTRICIONAL e contribuírem para
ALIMENTAÇÃO MAIS SAUDÁVEL?**

PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS E HÁBITOS

- 1. LICOPENO em Purê de Tomate:** elevação rápida da temperatura (90 °C) CAUSA BIOACESSIBILIDADE MUITO MAIOR do que elevação progressiva (25-70 °C) (Page et al., Food Chemistry, 135, 2462-2469, 2012).
- 2. AMIDOS MODIFICADOS** como base de produtos de BAIXO ÍNDICE GLICÊMICO (Kumar e Prabhasankar, Trends in Food Science and Technology, 35, 32-41, 2014).
- 3. DEFUMAÇÃO LÍQUIDA:** mesmos efeitos sensoriais e de preservação da defumação natural, mas ISENTA de compostos tóxicos ou carcinogênicos da fumaça.
- 4. ÓLEOS VEGETAIS ricos em TOCOFERÓIS:** EUA = importante recuperá-los no desodorizado (temperatura de desodorização ≤ 270 °C); Europa = importante mantê-los no óleo (temperatura de desodorização ≤ 240 °C).
- 5. ÓLEO DE PALMA BRUTO (Azeite de Dendê)** rico em Carotenos, Tocoferóis e Tocotrienóis: variações no Processamento permitem conservar ou degradar Carotenos, manter mais ou menos Tocóis.

PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

- 1. Evitar Defeitos do Tubo Neural no Desenvolvimento de Fetos com alimentos Fortificados em Ácido Fólico (Gibney et al., Am. J. Clin. Nutr., 2017).**
- 2. Aumentar a Bioatividade de Extratos de Soja (L. Queirós, J. Macedo, G. Macedo, Food Sci. Biotechnol., 2016; Ávila et al., Journal of Functional Foods, 2018).**

Flexibilidade no Processamento Industrial de Alimentos:
Alimentos com Maior Densidade de Energia (adição de açúcar, deep frying), ou com Menor Densidade de Energia (Lácteos semi-desnatados, produtos com baixo teor de gordura, bebidas com baixíssimo teor calórico); Alimentos de textura macia e ingestão rápida ou Alimentos crocantes, mais firmes e de ingestão lenta.

E o Meio Ambiente????

Será possível que o processamento caseiro tenha menos impacto ambiental???

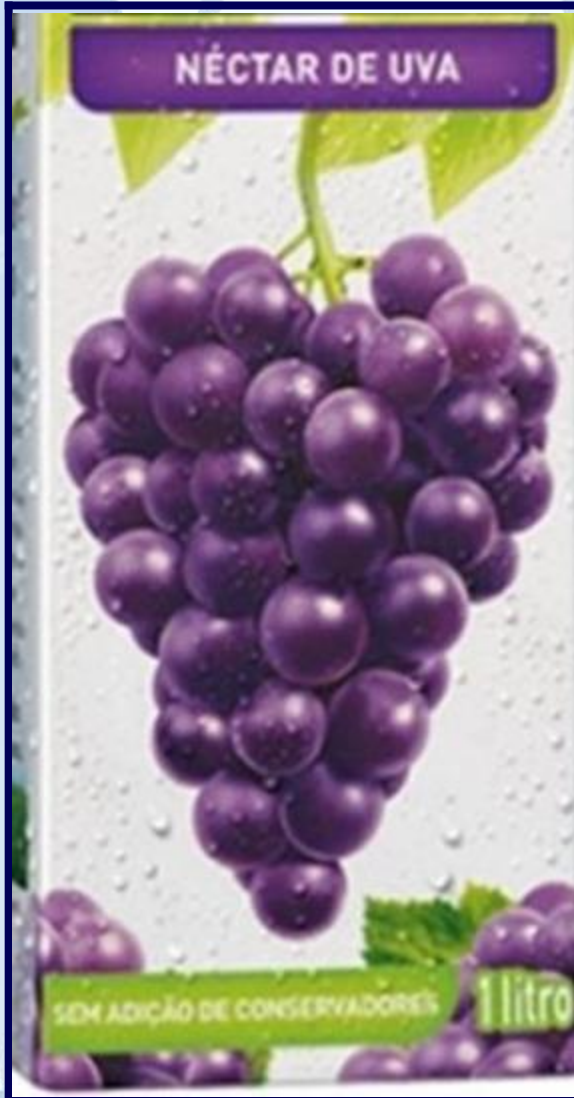
Ele depende de processos intensivos em energia menos eficientes, de logística de distribuição de alimentos *in natura* frigorificados e não aproveita resíduos.

E os Aspectos Econômicos????

Processamento Industrial de Alimentos

Economias de Escala Muito Altas, Tendência a Formação de Oligopólios com muita Força de Mercado e Poder de Influência na Definição de Políticas Públicas (ESFERA DA POLÍTICA).

E O MERCADO, COMO ATUA MUITAS VEZES????



- 1. Marketing × Informação Técnica, como o Mercado atua muitas vezes???**
- 2. É Sincero na Informação ao Consumidor???**
- 3. Responde Adequadamente às Desconfianças do Consumidor???**

**Maximizar lucros no curto prazo pode colocar lucro sem risco no médio e longo prazos.
Concorrência generaliza comportamentos,
dificulta Mudanças, mas abre Oportunidades.**

Nossos profissionais devem ser:

- 1. Capazes de Garantir Alimentos Seguros, de Boa Qualidade Nutricional, Boa Qualidade Sensoriale Baixo Custo.**
- 2. Sensíveis aos Impactos Ambientais da Atividade Industrial e Capazes de Aprimorar/Desenvolver Processos e Produtos com Baixo Impacto Ambiental.**
- 3. Capazes de Aprimorar/Desenvolver Processos e Produtos com Foco no Binômio ALIMENTOS e SAÚDE (alimentos para dieta saudável, para populaçõescomnecessidades nutricionais específicas).**
- 4. Capazes de Esclarecer a Opinião Pública sobre o Processamento de Alimentos com TOTAL TRANSPARÊNCIA: direitodo consumidor,dever dos profissionais da áreaeda indústria.**



Iniciativas coordenadas para criação de grandes centros em conjunto com empresas e agências de fomento

Energia



Meio Ambiente



Saúde



Química e Materiais

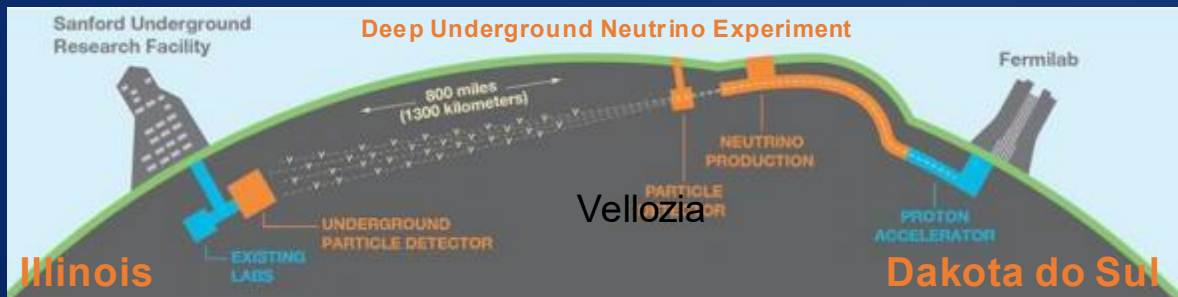


Transformação Digital





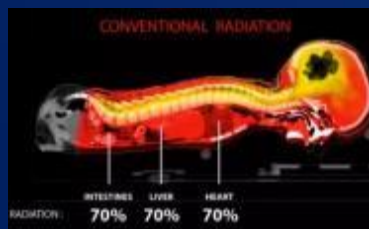
Iniciativas coordenadas para criação de grandes centros em conjunto com empresas e agências de fomento



FOTODETECÇÃO DE PARTÍCULAS - ARGÔNIO LÍQUIDO



Protonterapia



scientific data

OPEN

DATA DESCRIPTOR

Seasonal bacterial profiles of *Vellozia* with distinct drought adaptations in the megadiverse *campos rupestres*

Otávio Henrique Bezerra Pinto^{1,2,6}, Bárbara Bort Biazotti^{1,2,3,6},
Rafael Soares Correa de Souza^{1,2,5}, Juliana Érika de Carvalho Teixeira Yassitepe^{1,2,4},
Paulo Arruda^{1,2,3}, Ricardo Augusto Dante^{1,2,4} & Isabel Rodrigues Gerhardt^{1,2,4}✉

Check for updates

metagenomes encompassing dry and rainy seasons from both drought adaptive strategies. Exploring an overlooked aspect of CRs biology offers significant potential for understanding plant-microbial associations and adaptations to water availability in tropical regions. The genetic data and metadata support further research for hypothesis testing and cross-study comparisons.



Fig. 1 Physiotomy of the *Vellozia* species investigated in this study. (a,b), *V. nivea*; (c,d), *V. tubiflora*; (e,f), *V. intermedia*; (g,h), *V. peripherica*. (a,c,e,g), individuals during rainy seasons; (b,d,f,h), individuals during dry seasons.



UNICAMP

A UNICAMP TEM UMAVOCAÇÃO PARA ENFRENTAR DESAFIOS COMPLEXOS



HOME A INOVA SERVIÇOS NOTÍCIAS

26 de janeiro de 2024

A década da saúde: parceria entre Unicamp e Cargill mudou o consumo de gorduras no país



TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS NA UNICAMP EM PARCERIA COM A CARGILL PERMITIRAM A PRODUÇÃO DA PRIMEIRA GORDURA DE BAIXO TEOR DE SATURADOS PARA A INDÚSTRIA BRASILEIRA E, AINDA HOJE, ESTÃO PRESENTES EM INÚMEROS ALIMENTOS DISTRIBUÍDOS PELO PAÍS



Unicamp e Ministério Público do Trabalho avaliam saúde de motoboys

| **Autoria** Liana Coll | **Fotos** Felipe Bezerra | **Edição de imagem** Alex Calixto



Jornadas extensas, ausência de direitos trabalhistas, alimentação e hidratação inadequadas são características predominantes do trabalho dos motoboys. Para compreender as condições de saúde da categoria, uma ação está sendo realizada pela Unicamp em parceria com o Ministério Público do Trabalho (MPT). Além de identificar possíveis enfermidades e encaminhar os trabalhadores para diagnóstico e tratamento, a avaliação poderá embasar políticas para a melhoria das condições de trabalho dessa categoria.

EMPRESAS-FILHAS DA UNICAMP

Números do mapeamento da Inova Unicamp de 2023



1387

EMPRESAS
CADASTRADAS



1156

EMPRESAS ATIVAS



65

SPIN-OFFS
ACADÊMICAS



+47 mil

EMPREGOS DIRETOS
GERADOS



R\$25,9bi

FATURAMENTO
ANUAL

Unicórnios



2021: IPO - NYSE
USD 195M



PROSUS E NASPERS
2024 - Fabrício B. CEO

Fundadores

1,8%

Funcionário, pesquisador
ou docente

5,1%

Outros

35,6%

Aluno de
pós-graduação

57,5%

Aluno de
graduação

Área de atuação de empresas ativas



Destaques



Identidade
Biométrica



Inovação em
energia



Equipamentos
Veterinário



Biologia
Molecular



Empreendedorismo
na Amazônia



Crédito inovador
e inclusivo

Centro de Pesquisa em Proteína Animal (*Animal Protein Research Center - APRC*)

Produção Animal, Tecnologia Industrial, Bioenergia e Coprodutos, Saúde e Nutrição Humana,
Desenvolvimento de Produtos e Sustentabilidade, Inteligência Artificial e Tecnológica Informação.



Proposta Minerva Foods

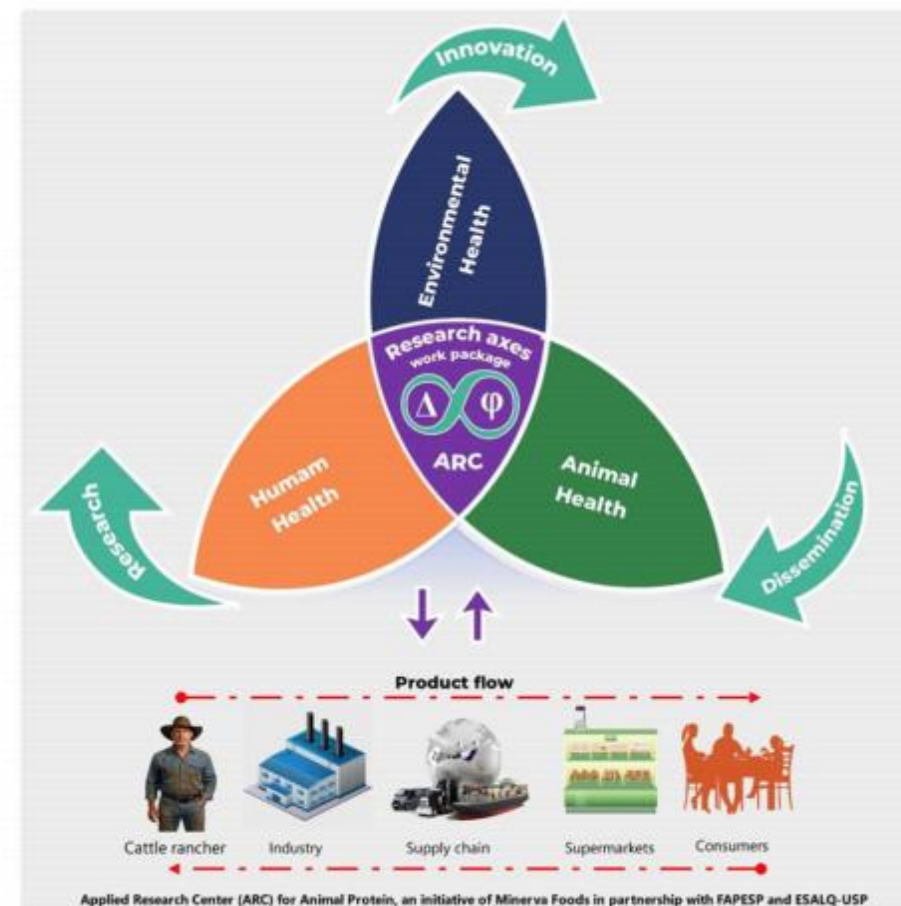
Síntese executiva para o Conselho Superior da FAPESP • 11 fev. 2026

Um centro de pesquisa aplicada de classe internacional, interdisciplinar e interinstitucional para acelerar a inovação na cadeia bovina tropical e mundial, da produção no campo ao consumidor.

Ciência aplicada + transferência (startups/IP)

Sustentabilidade mensurável (KPIs)

One Health: saúde animal e humana, e sustentabilidade ambiental



APRC. Advance One-Health innovation across Brazil's animal-protein systems, translating science into auditable gains in productivity, quality/safety, and sustainability.

Foco da proposta: lacunas tecnológicas + visão sistêmica

Por que este Centro se destaca no cenário internacional?

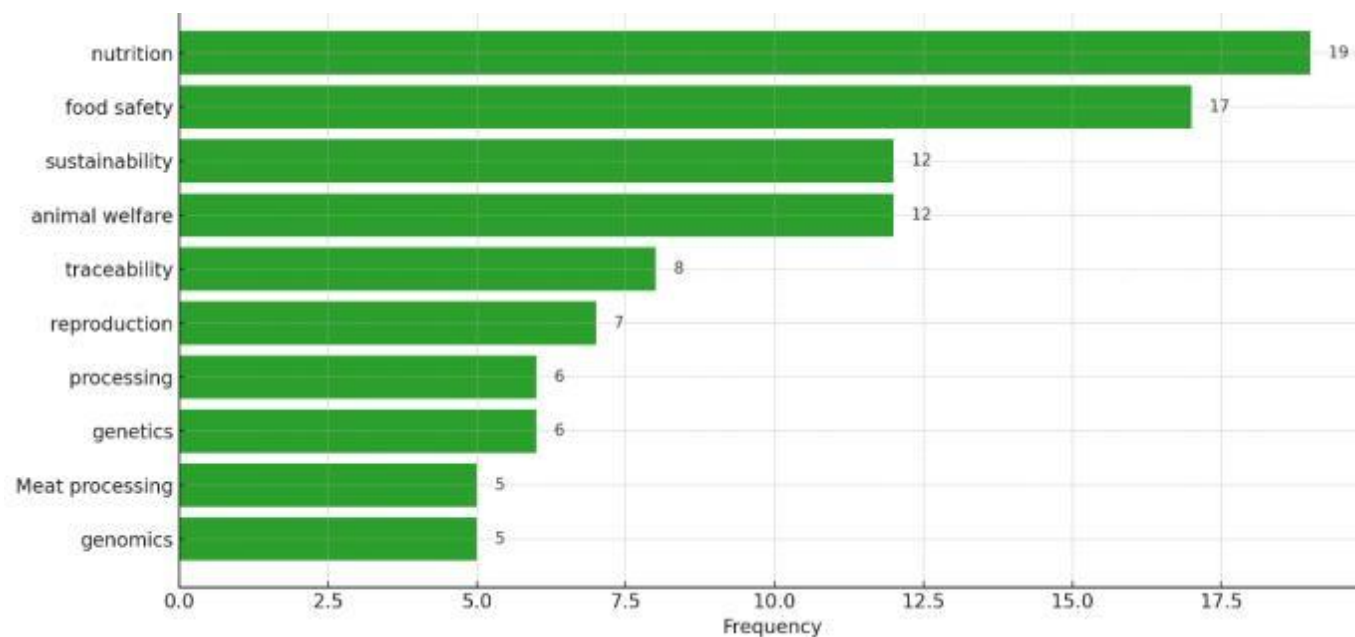
Justificativa para a criação do APROC

A cadeia bovina tropical precisa avançar simultaneamente em produtividade, qualidade e segurança, rastreabilidade, sustentabilidade (GHG/água/ESG) e uso intensivo de dados.

O diferencial do APROC

- Comparativo global: entre 59 centros de proteína animal, a agenda é majoritariamente temática. O APROC propõe integração sistêmica.
- Abordagem “*farm-to-consumer*”: integra produção, indústria, bioenergia, saúde e dados.
- Integração de especialistas; equipes sinérgicas.
- Portfólio em Work Packages (WPs) alinhados a desafios reais e adoção industrial.

Em quais áreas centros mundo afora têm concentrado esforços? (n=59)



Coordenação e Governança

Liderança definida + rede interinstitucional no Estado de São Paulo

Liderança (núcleo executivo)

- Diretor / PI: Prof. Sergio De Zen (ESALQ/USP)
- Vice-diretora: Dra. Marta Lisli R. de M. Giannichi (Minerva/MyCarbon)
- Coordenação Científica: Prof. Humberto F. S. Spolador + Dr. Ruy Caldas (ESALQ/USP)

Integração com inovação e disseminação

- Coord. Inovação: Prof. Nelson S. Massola Jr. (ESALQ/USP)
- Coord. Disseminação: Prof. Diogo Fleury (ESALQ/USP)
- Governança com Comitês Estratégico/Executivo e Conselhos Consultivos (nacional e internacional)

Instituições participantes (SP) + empresa parceira



Sede física: ESALQ/USP (Piracicaba)

What is **HIDS**?

Hub Internacional
para o
Desenvolvimento
Sustentável

Taguspark
Innovation District



Innovation
District Malaga



**An intelligent innovation district
dedicated to generating
solutions for the challenges of
sustainable development.**

Inspirações

HIDS
Hub de Inovação em Saúde

BID
Banco Interamericano de Desenvolvimento

PARIS-SACLAY



- ✓ Criação: 2007
- ✓ Área: 650 há
- ✓ População: 11.371
- ✓ Empregados: 20.000
- ✓ Investimento inicial: € 5 bilhões
- ✓ Empresas: 51

22@ Barcelona

- ✓ Criação: 2000
- ✓ Área: 200 há
- ✓ População: 9.000
- ✓ Empregados: 4.400
- ✓ Investimento: € 191 milhões
- ✓ Empresas: 7.000

**Songdo –
Coreia do Sul**

- ✓ Criação: 2003
- ✓ Área: 600 ha
- ✓ População: 180 mil
- ✓ Investimento: US\$ 40 bilhões
- ✓ Multacionais: 12
- ✓ Empresas de biotecnologia: 70

 **Porto
Digital**

- ✓ Criação: 2000
- ✓ Área: 149 ha
- ✓ População: 9.000
- ✓ Investimento: R\$ 33 milhões
- ✓ Empresas: 350

With 1,400,000 m²,
Fazenda Argentina
is the HIDS area
that belongs to
Unicamp



HIDS
Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável





HIDS



Green Infrastructure

- greenfield areas available for urban and infrastructure development;
- Cluster of universities, research centers public and private offices, and Tech Parks
- Connected to highways and international airport
- State of São Paulo Economic Development Plan 2022—2040
- Integrated Development plan of the Campinas Metropolitan Region





HIDS



Live Environment

Ecological Corridors Project



plano diretor campinas 2018 diretrizes viárias

- ARTERIAL I
- ARTERIAL II
- COLETORA I
- COLETORA II
- DISPOSITIVO
- MARGINAL
- RURAL
- Trem

Cercas

-

Corredores ecológicos (externos)

-

Corredores ecológicos (modelo)

-

Limite_atualizado

-

DEPI - Nascentes

-

Legenda

Passadores de fauna

-

Corredos_Ecológicos_PMC - Vegetação

-

Corredos_Ecológicos_PMC - Lagos

-

linhas de conectividade

-



HIDS



Live Environment

Ecological Corridors Project



Obrigado

Antonio José de Almeida Meirelles
tomze@unicamp.br