

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Análise longitudinal e discussão crítica do impacto
dos sistemas alimentares na saúde e nutrição da
população brasileira**

Isabela Gonçalves Camusso

Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão
Curso II – 0060029, como requisito parcial para a graduação
no Curso de Nutrição da FSP/USP.

Orientadora: Professora Doutora Aline Martins de Carvalho

São Paulo

2024

Análise longitudinal e discussão crítica do impacto dos sistemas alimentares na saúde e nutrição da população brasileira

Isabela Gonçalves Camusso

Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão Curso II – 0060029, como requisito parcial para a graduação no Curso de Nutrição da FSP/USP.

Orientadora: Professora Doutora Aline Martins de Carvalho

São Paulo

2024

O conteúdo deste trabalho é publicado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional – CC BY 4.0



AGRADECIMENTOS

Aos meus avós, Valdemar e Luiza Camusso, como eu gostaria que vocês estivessem aqui para vivenciar este momento. Levo vocês no meu coração. Agradeço por me ensinarem tanto durante o tempo em que tive o privilégio de conviver com vocês. Vocês me inspiraram a sempre buscar o novo, a cultura e o conhecimento. Lembro, até hoje, da visita à Biblioteca Mário de Andrade e das horas que passávamos na Livraria Cultura na Av. Paulista. E, meu querido avô, serei eternamente grata por toda a paciência em me ensinar matemática; com você, aprendi a gostar muito da disciplina e dos testes de lógica, algo que foi extremamente útil durante a faculdade.

Sou profundamente grata à minha avó materna, Maria Helena Vendramini, por sempre me incentivar e compartilhar comigo a conquista de ingressar no curso de Nutrição na USP! Obrigada por sempre me ensinar, acolher e cuidar de mim. Levo sempre seu carinho comigo. Vejo o quanto você e o vô Valdemar têm orgulho de mim, e fico imensamente feliz por vocês sempre demonstrarem isso. Tenho um amor enorme por vocês.

Agradeço ao meu irmão, João Pedro, por sempre me apoiar e estar presente. Agradeço também aos meus pais, Claudia e Daniel Camusso, que sempre me ofereceram suporte, conselhos e apoio ao longo de toda a minha vida. Vocês são o meu porto seguro.

Sou grata também às amigas que tive a sorte de encontrar na graduação – Marhya Júlia, Naomi, Samantha, Sara e Susanne – vocês deixaram tudo mais leve e prazeroso. Obrigada por estarem ao meu lado. Admiro muito cada uma de vocês e espero que nossa amizade seja para a vida toda.

Gostaria de expressar minha gratidão a todos os professores que passaram pela minha vida, em especial à Professora Aline, que sempre me orientou com excelência, incentivou e proporcionou tantos ensinamentos. Além disso, sua dedicação e paixão pelo trabalho são uma grande inspiração para mim no caminho acadêmico. Sou muito grata pela oportunidade e pelo carinho que você demonstra por seus alunos.

Agradeço à Universidade de São Paulo, especialmente à Faculdade de Saúde Pública, por todos os ensinamentos e oportunidades proporcionados durante minha

graduação. Sou grata aos professores, funcionários e técnicos administrativos por oferecerem todo o suporte necessário para a realização das aulas e demais atividades acadêmicas. Agradeço também ao Programa Unificado de Bolsas (PUB) que permitiu o financiamento do projeto de iniciação científica, desenvolvido ao longo de 2023-2024. E, por fim, agradeço à população do Estado de São Paulo, que financiou minha formação em uma das melhores universidades do mundo e a melhor da América Latina.

Camusso, IG. Análise longitudinal e discussão crítica do impacto dos sistemas alimentares na saúde e nutrição da população brasileira. [Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Graduação em Nutrição]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2024.

RESUMO

A mensuração da sustentabilidade dos sistemas alimentares e a identificação de áreas passíveis de melhorias são fundamentais para enfrentar o maior desafio da atualidade, a sindemia global de obesidade, desnutrição e mudanças climáticas. Para isso, foi desenvolvido o Índice Multidimensional Brasileiro para Sistemas Alimentares Sustentáveis (MISFS) em 2021 e revisado (MISFS-R) em 2023, que considera a diversidade geográfica e geopolítica e contempla 46 indicadores a partir de quatro dimensões: nutricional, ambiental, econômica e social para cada um dos estados brasileiros. Embora o MISFS-R permita comparações entre localidades, é necessário investigar as relações entre os indicadores e sua evolução entre dois pontos no tempo para compreender melhor os sistemas alimentares e seus impactos na saúde e nutrição da população brasileira. Este estudo propõe um modelo conceitual dos indicadores do MISFS-R, por meio da análise de diagramas de loops causais do modelo. Além disso, analisou-se de forma mais aprofundada dois estudos de caso, Santa Catarina e Goiás, para identificar padrões e desafios comuns aos sistemas alimentares nacionais. A construção do banco de dados dos indicadores, no presente trabalho, foi referente aos dados de 2006 a 2009. A comparação longitudinal dos indicadores foi feita a partir da comparação pareada de médias, considerando os valores de $P < 0,05$ como estatisticamente significativos. A organização e análise dos dados foram realizadas com os *softwares Microsoft Excel e Stata 17*. Os resultados, a discussão e a conclusão serão publicadas em revista da área.

Descritores: Sistema Alimentar; Sindemia Global; Nutrição; Sustentabilidade; Análise Longitudinal

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. As quatro Eras da Nutrição em Saúde Pública, 2019.	8
Figura 2. Indicadores do MISFS-R, 2023.....	11
Figura 3. Mapa conceitual de sistemas alimentares para dietas e nutrição, 2017.....	13
Figura 4. Abordagem para o desenvolvimento do modelo conceitual.	17

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características dos indicadores do MISFS-R, de acordo com os subsistemas do <i>HLPE</i>	14
Quadro 2. Modificações no modelo conceitual.	18
Quadro 3. Subtemas do modelo conceitual final.....	19

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

BPs	Barreiras Planetárias
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
DALY	<i>Disability-adjusted Life Years</i> (Anos de Vida Ajustados por Incapacidade)
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DTA's	Doenças Transmitidas por Alimentos
GEE	Gases de Efeito Estufa
HLPE	<i>High Level Panel of Experts</i>
MISFS-R	Índice Multidimensional para Sistemas Alimentares Sustentáveis Revisado
PIB	Produto Interno Bruto
PNDS	Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde
SAN	Segurança Alimentar e Nutricional
SISVAN	Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional

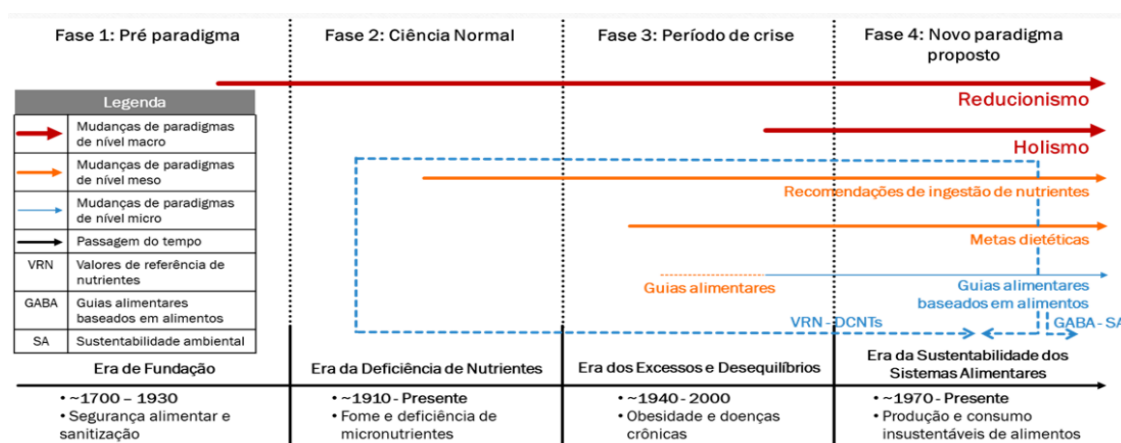
SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	12
2.1. OBJETIVO GERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. MÉTODOS	13
3.1. MODELO CONCEITUAL DOS INDICADORES DO MISFS-R.....	13
3.2. ABORDAGEM PARA ELABORAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL	17
3.2. ANÁLISE LONGITUDINAL DOS INDICADORES DO MISFS-R.....	19
3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
4. RESULTADOS	21
5. DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	21
7. IMPLICAÇÕES PARA PRÁTICA NO CAMPO DE ATUAÇÃO.....	22
8. REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

O avanço das evidências sobre problemas nutricionais, as mudanças na prevalência de doenças relacionadas à nutrição e as transformações no pensamento sobre nutrição e saúde influenciaram a forma como a ciência da nutrição foi se moldando ao longo dos anos. Uma forma de olhar para o avanço da Nutrição é por meio das quatro Eras da Nutrição em Saúde Pública (Figura 1), elucidadas por Ella Ridgway em 2019 (1).

Figura 1. As quatro Eras da Nutrição em Saúde Pública, 2019.



Fonte: adaptada de Ridgway (2019) por Galbes (2024) (2).

Durante a Era da fundação - aproximadamente entre 1700 e 1930 - a Revolução Química forneceu a base científica para a ciência da nutrição, enquanto a Revolução Industrial levou à disseminação de doenças transmissíveis e enfermidades transmitidas por alimentos (3), resultando em intervenções clássicas de saúde pública e nas primeiras políticas relacionadas à segurança da água, alimentos e saneamento (4).

Enquanto na Era das deficiências nutricionais, de 1910 até o presente, a descoberta das vitaminas revelou a base nutricional de doenças como beribéri, pelagra, escorbuto e raquitismo (agora entendidas como doenças por deficiência de micronutrientes) (5). Na primeira metade do século XX, foram identificadas e sintetizadas todas as principais vitaminas, o que permitiu o desenvolvimento das Recomendações Dietéticas (RDAs) (6) para a ingestão de energia e nutrientes selecionados em resposta à fome e escassez de alimentos durante as Guerras

Mundiais e a Grande Depressão. Durante essa Era, a ciência da nutrição foi sustentada por uma epistemologia reducionista, onde um único nutriente era relacionado com as doenças em questão (1).

A Era dos Excessos e Desequilíbrios Alimentares, a partir de 1940, foi marcada pela emergência de doenças crônicas, as quais levaram a estudos de coorte que identificaram açúcar e gordura como fatores de risco, inicialmente focando apenas na gordura para as orientações nutricionais (7). Metas dietéticas foram utilizadas para estabelecer alvos quantitativos para o consumo de nutrientes específicos, visando corrigir deficiências de micronutrientes e combater doenças crônicas. As diretrizes dietéticas de primeira geração continuaram enfatizando nutrientes individuais. No entanto, avanços na pesquisa mostraram que alimentos e padrões alimentares eram mais importantes para a prevenção de doenças crônicas, resultando nas diretrizes dietéticas baseadas em alimentos (2ª geração) (8). A dupla carga de má nutrição, definida como a manifestação simultânea de desnutrição (deficiências de micronutrientes, baixo peso e baixa estatura) e de excesso de peso, começou a ser reconhecida, levando a uma abordagem mais holística na ciência da nutrição (9).

E, atualmente, a Era da Sustentabilidade do Sistema Alimentar, com início em 1970, é marcada pelo reconhecimento crescente dos desafios ambientais e pelo pouco sucesso em conter a alta prevalência da dupla carga de desnutrição e de doenças crônicas, o que levou ao surgimento de uma "Nova Ciência da Nutrição" como alternativa aos enfoques biomédicos tradicionais da ciência e orientação nutricional (10). Esse contexto foi apoiado por uma agenda internacional de desenvolvimento sustentável (Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e seus sucessores, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) (11) e pelo surgimento de diretrizes dietéticas baseadas em alimentos com ênfase nos determinantes sociais da saúde e na necessidade de abordar as desigualdades no acesso aos alimentos. É importante ressaltar que o Brasil está dentre os cinco países (Canadá, Suécia, Catar e Alemanha) que conseguiram integrar com sucesso as considerações de sistemas alimentares sustentáveis em suas diretrizes dietéticas (12,13).

Nesse contexto, os sistemas alimentares são o principal determinante do maior desafio do século XXI, a chamada sindemia global, caracterizada pela tripla carga de

obesidade, desnutrição e mudanças climáticas, que coexistem de forma sinérgica no tempo e espaço, compartilhando fatores sociais e apresentando sequelas complexas, como os impactos das mudanças climáticas na saúde humana e planetária (14). Podemos verificar que aproximadamente 1,9 bilhão de pessoas no mundo estão com sobrepeso e obesidade, enquanto mais de 805 milhões estão cronicamente subnutridas e 2 bilhões de pessoas sofrem de deficiências de micronutrientes, incluindo ferro, iodo, zinco e vitamina A (15).

Ademais, a produção de alimentos exerce impactos sobre o meio ambiente e, simultaneamente, é por ele influenciada, o que altera tanto a quantidade quanto a variedade de alimentos disponíveis para o consumo (15). A agricultura exerce um impacto significativo sobre as Barreiras Planetárias (BPs), isto é, nos limites biofísicos críticos para manter a estabilidade do Sistema Terrestre (16). A ultrapassagem desses limites pode provocar mudanças abruptas e não lineares, ameaçando a resiliência socioecológica em escalas globais e regionais (16). Entre as nove BPs, a agricultura é o principal fator responsável pela transgressão completa de duas: a integridade da biosfera e os fluxos biogeoquímicos (17). Além disso, contribui significativamente para três BPs que estão em zona de risco crescente: mudança do sistema terrestre, uso de água doce e mudança climática, sendo um agente de pressão relevante (17).

Os sistemas alimentares atuais são caracterizados por cadeias de suprimento globais extensas, alta dependência de insumos químicos intensivos, culturas geneticamente modificadas, e uma visão da agricultura como um "processo de entrada e saída" que separa produtores de consumidores (18). Isso resulta em mudanças significativas no suprimento de alimentos, exacerbadas pelas pressões competitivas do comércio internacional e pela consolidação do poder em grandes corporações, que normalmente intensificam sua produção (19).

Essa intensificação da produção global de alimentos causa danos ambientais substanciais, ultrapassando os limites de reposição dos recursos naturais. A agricultura consome mais da metade das terras livres de gelo e cerca de 70% da retirada de água doce, poluindo fontes de água e contribuindo significativamente para as mudanças climáticas, já que também é responsável por até 30% de todas as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (15) - o Brasil é o sexto maior emissor do

mundo, com 80% das emissões vindas direta ou indiretamente da agropecuária (20). Com a globalização da agricultura, a produção de alimentos triplicou desde a década de 1960, mas cerca de um terço dos alimentos produzidos são perdidos ou desperdiçados anualmente (21). Essas questões elucidam a necessidade urgente de sistemas alimentares mais sustentáveis e integrados, ampliando o escopo da prática da ciência da nutrição e da formulação de políticas públicas (21).

Nesse contexto, esforços científicos têm sido empregados para desenvolver índices que meçam a sustentabilidade dos sistemas alimentares globalmente, identificando áreas passíveis de melhorias em cada país (22–26). No entanto, muitos desses índices desconsideram desigualdades internas em países de extenso território e heterogêneos. Para superar essa limitação, Carvalho e colaboradores desenvolveram o Índice Multidimensional para Sistemas Alimentares Sustentáveis (MISFS), utilizando dados oficiais do Brasil e indicadores selecionados em nível estadual para medir a sustentabilidade do sistema alimentar no país (27). Essa iniciativa evoluiu para uma versão aprimorada em 2023, o MISFS-Revisado (MISFS-R), identificando 46 indicadores em quatro dimensões (nutricional, ambiental, econômica e social) para cada estado brasileiro (Figura 1) (28).

Figura 2. Indicadores do MISFS-R, 2023.



Fonte: Marchioni DML, Carvalho AMD, 2023. Pág. 5 (29)

A escolha do Brasil como local para o desenvolvimento do MISFS fundamenta-se em suas dimensões continentais, abrangendo território desde a Linha do Equador até o Trópico de Capricórnio. Essa extensão confere ao país uma notável diversidade em termos de clima e biomas, variando de acordo com sua localização geográfica (30). A disparidade entre os climas e biomas exerce influência sobre a história local,

a cultura e as atividades econômicas (30). Em última análise, cria um cenário geopolítico heterogêneo que se mostra crucial ao formular políticas adequadas para atingir a sustentabilidade do sistema alimentar local (31).

Apesar do MISFS-R servir como parâmetro para comparar diferentes localidades geográficas (32), percebeu-se a necessidade de investigar as relações entre os indicadores do MISFS-R e a análise longitudinal entre dois momentos para compreender melhor a evolução dos sistemas alimentares no âmbito estadual e seus impactos na saúde e nutrição da população brasileira.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar as relações entre os indicadores do MISFS-R e suas evoluções entre dois pontos no tempo visando compreender a evolução dos sistemas alimentares no âmbito estadual e seus impactos na saúde e nutrição da população brasileira.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

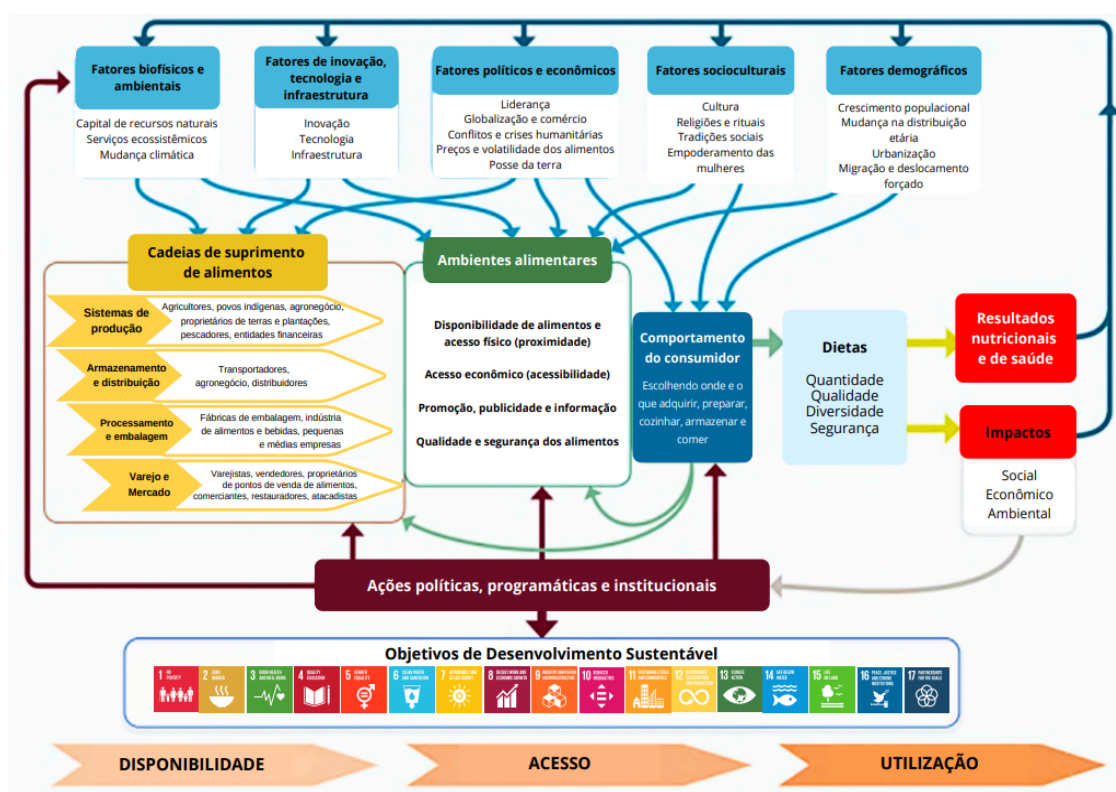
1. Desenvolver um modelo conceitual mostrando as relações entre os indicadores do MISFS-R;
2. Coletar os dados dos indicadores do MISFS-R em 2006-2009;
3. Comparar os dados coletados de 2006-2009 com os dados já organizados de 2017-2020;
4. Discutir os impactos dos sistemas alimentares brasileiros na saúde da população, especificamente na área da nutrição;
5. Elaborar estudos de caso de dois estados brasileiros, com o objetivo de ilustrar as relações entre o modelo conceitual e a comparação longitudinal dos indicadores do MISFS-R.

3. MÉTODOS

3.1. MODELO CONCEITUAL DOS INDICADORES DO MISFS-R

Para a elaboração do modelo conceitual, utilizou-se como base a estrutura conceitual de sistemas alimentares desenvolvida pelo *High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition* (HLPE), a qual é dividida em três subsistemas: cadeias de suprimento de alimentos, ambientes alimentares e comportamento alimentar do consumidor (33). Esses elementos fundamentais estão interconectados e são influenciados por uma variedade de fatores, incluindo condições biofísicas e ambientais, inovação e tecnologia, estruturas políticas e econômicas, fatores socioculturais e demográficos (33). Essas influências moldam as dinâmicas das cadeias alimentares, configuram o ambiente alimentar e determinam o comportamento do consumidor, com consequências diretas sobre a segurança alimentar e nutricional, bem como sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais dos sistemas alimentares (Figura 3).

Figura 3. Mapa conceitual de sistemas alimentares para dietas e nutrição, 2017



Fonte: Baseado em HLPE, 2017 (33). Tradução Própria.

Os 46 indicadores do MISFS-R foram inseridos nos subsistemas do HLPE de acordo com a relação com sua definição (cadeias de suprimento de alimentos, ambientes alimentares, comportamento alimentar do consumidor e desfechos) (Quadro 1). Essa organização facilitou a análise e a compreensão das inter-relações entre os diferentes aspectos dos sistemas alimentares.

Quadro 1. Características dos indicadores do MISFS-R, de acordo com os subsistemas do HLPE.

(continua)			
HLPE	Subtema	Nome do indicador	Dimensão
Cadeias de suprimento de alimentos			
	Equidade de gênero	Percentual de mulheres entre os trabalhadores da agricultura (%)	Social
		Percentual de fazendas gerenciadas por mulheres (%)	Social
	Equidade de raça/ cor de pele	Desigualdade racial na gerência de fazendas	Social
Mercado de trabalho		Renda média dos trabalhadores do setor de produção de alimentos (BRL)	Econômica
		Geração de empregos pelo setor de produção de alimentos (%)	Econômica
		Coefficiente de GINI para renda dos trabalhadores do setor de produção de alimentos (Escore)	Econômica
Condições de trabalho		Percentual de trabalhadores da agricultura menores de idade (%)	Social
		Percentual de trabalhadores informais na agricultura (%)	Social
		Porcentagem de trabalhadores da base da cadeia de produção de alimentos com renda abaixo da linha da pobreza (%)	Social
		Número de notificações de intoxicação por agrotóxicos no ambiente de trabalho por 10.000 trabalhadores da agricultura (n)	Social
Resiliência		Percentual de produtores em cooperativas (%)	Econômica
Rentabilidade		Contribuição da agricultura para o PIB (%)	Econômica
Produtividade da terra		Produtividade (US\$/hectare)	Econômica
Toxicidade		Venda por classe de uso e UF de agroquímicos pela soma de hectares da agropecuária (tons/hectares)	Ambiental
Infraestrutura		Número de tratores por 1.000 habitantes da zona rural (n)	Econômica
		Percentual de fazendas com acesso à eletricidade (%)	Econômica
		Percentual de produtores que receberam orientação técnica (%)	Econômica
		Concentração de terras na produção de alimentos (Escore)	Econômica
Uso de água		Recursos hídricos alocados para a produção agropecuária (m ³ /s)	Ambiental
Disponibilidade de água		Superfície de água (hectares)	Ambiental
		Precipitação anual (L/s/hectares)	Ambiental
Uso do solo		Uso de terra per capita na agricultura (%)	Ambiental
Manejo do solo		Percentual de produção orgânica (%)	Ambiental

(conclusão)

HLPE	Subtema	Nome do indicador	Dimensão
Ambientes Alimentares			
Acesso financeiro		Porcentagem dos gastos da residência com alimentação (%)	Social
		Valor da Cesta Básica de Alimentos (BRL)	Econômica
Acesso físico		Densidade de estabelecimentos para compra de alimentos no território (n)	Social
Abastecimento local		Exportação (%)	Econômica
Comportamento alimentar do consumidor			
Adequação da ingestão de macro e micronutrientes		Nutrient Rich Diet (NRD 9.3) - Qualidade da Dieta (Escore)	Nutricional
Aleitamento materno		Prevalência de aleitamento materno exclusivo (%)	Nutricional
Diversidade alimentar		FAO Score - Diversidade na dieta (%)	Nutricional
Cultura alimentar		Participação de alimentos ultraprocessados na dieta	Nutricional
Uso de água na ingestão de alimentos		Escassez de água pela dieta per capita (km ³ eq/dia)	Ambiental
Impacto da dieta na qualidade da água		Eutrofização da água pela dieta per capita (tons [PO ₄] ³ -eq)	Ambiental
Emissão de gases de efeito estufa na ingestão alimentar		Emissão de gases de efeito estufa pela dieta per capita (Mt CO ₂ -eq)	Ambiental
Desfechos			
Fome e vulnerabilidade social		Prevalência de Magreza (%)	Social
Segurança alimentar		Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (%)	Social
Deficiência de micronutrientes		Marcador do ônus de deficiência nutricional (DALY/1000)	Nutricional
Doenças transmitidas por alimentos		Marcador do ônus de infecções intestinais (DALY/1000)	Nutricional
Ingestão de contaminantes químicos		Ingestão estimada de agrotóxicos (g/day)	Nutricional
Desnutrição		Percentual de crianças com baixa estatura para a idade, considerando o público menor de 5 anos. Indicador de desnutrição crônica (%)	Nutricional
Obesidade		Prevalência de obesidade em indivíduos >18 anos (%)	Nutricional
Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT)		Taxa de mortalidade atribuída às DCNT (morte/1000)	Nutricional
Degradação		Alteração da área agrícola nos últimos 5 anos (%)	Ambiental
Emissão de GEE na produção de alimentos		Emissão de GEE pela agropecuária (Mt CO ₂ -eq)	Ambiental
Desmatamento		Desmatamento nos últimos 5 anos (%)	Ambiental

Fonte: Adaptado de Norde MM et al., 2023.

A cadeia de fornecimento de alimentos (representada em amarelo na Figura 3) abrange desde a produção até o varejo e mercado, influenciando diretamente a disponibilidade e a qualidade dos alimentos (33). Dos 46 indicadores do MISFS-R, 24 foram categorizados dentro do sistema de produção da cadeia de fornecimento, sendo subdivididos em sete indicadores sociais, relacionados às condições de trabalho; sete indicadores ambientais, associados ao uso de recursos naturais e à biodiversidade na

produção de alimentos; e dez indicadores econômicos, que abordam o desempenho agrícola e o mercado de trabalho rural.

Já os ambientes alimentares (representados em verde na Figura 3) referem-se aos contextos físicos, econômicos e sociais nos quais as pessoas têm acesso aos alimentos. Isso inclui a disponibilidade de pontos de venda de alimentos, os tipos de alimentos oferecidos e os preços dos itens alimentares. Um ambiente alimentar favorável pode facilitar escolhas alimentares mais saudáveis, enquanto um ambiente alimentar ruim pode levar a padrões alimentares não saudáveis (33). Dentro desse sistema foram categorizados dois indicadores do domínio econômico, dois do domínio social e dois do domínio nutricional.

Enquanto o comportamento do consumidor (representado em azul na Figura 3), ao determinar a demanda por diferentes alimentos, exerce uma influência significativa sobre o sistema alimentar como um todo (33). Dentro desse contexto, foram categorizados cinco indicadores nutricionais e três ambientais, este último relacionado às 'pegadas ambientais da dieta'. Essa métrica permite quantificar o impacto ambiental das escolhas alimentares, desde a produção até o consumo final, evidenciando a interconexão entre as decisões individuais e os impactos no meio ambiente.

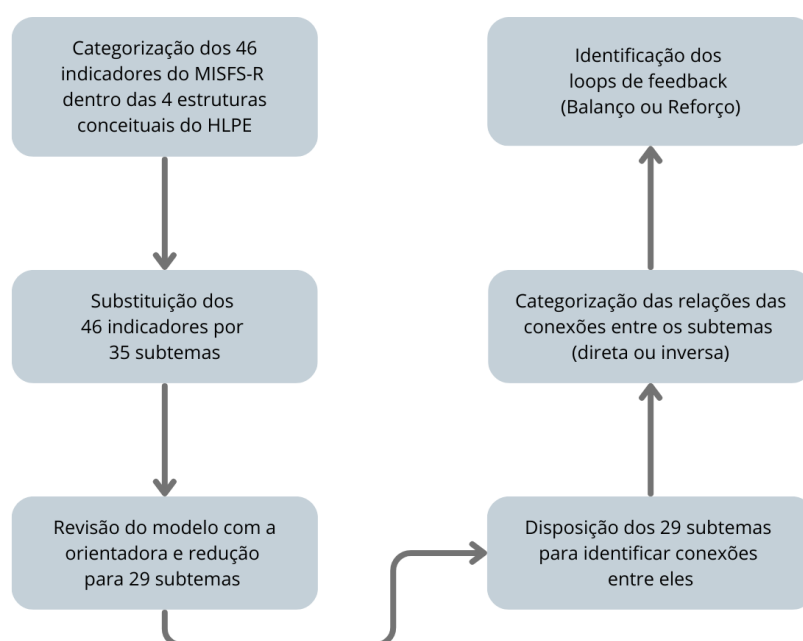
Por fim, com relação aos desfechos (representados em vermelho na Figura 3), essa estrutura conceitual enfatiza que as interações entre os três principais elementos constituintes do sistema alimentar (cadeias de suprimento de alimentos, os ambientes alimentares e o comportamento do consumidor) determinam os efeitos nutricionais, de saúde, sociais, econômicos e ambientais do sistema alimentar (33). Através dos indicadores sociais, nutricionais e ambientais foi possível identificar 5 desfechos relacionados com a segurança alimentar e nutricional, e 3 relacionados com as mudanças climáticas, respectivamente.

Em última análise, a estrutura conceitual demonstra que as interações complexas entre os três principais constituintes do sistema alimentar resultam em uma série de desfechos que transcendem a nutrição individual. O impacto de cada um dos determinantes de mudança depende da natureza do sistema alimentar, dos atores envolvidos e das ações e políticas implementadas (33).

3.2. ABORDAGEM PARA ELABORAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL

Após os 46 indicadores terem sido inseridos no contexto do modelo do HLPE, percebemos que diversos indicadores representavam informações similares entre si. Dessa forma para facilitar a compreensão e a análise do modelo, optamos por substituir os indicadores do MISFS-R pelos subtemas definidos no Quadro 1. Isto é, os indicadores que medem características comuns foram substituídos pelos seus subtemas, chegando a um modelo mais claro e conciso com 35 subtemas (Figura 4).

Figura 4. Abordagem para o desenvolvimento do modelo conceitual.



Fonte: elaborado pela autora.

Com base nas conexões identificadas na análise dos 35 subtemas, a versão preliminar do modelo inicial foi refinada por meio de uma reunião presencial com a orientadora. Durante o processo, oito subtemas foram removidos, pois já estavam contemplados em outros subtemas, dois subtemas foram incluídos, devido sua relevância para a explicação do modelo, e um subtema foi realocado de ambientes alimentares para os desfechos para promover a identificação direta das conexões de causa e efeito no modelo (Quadro 2), totalizando 29 subtemas (Quadro 3).

Quadro 2. Modificações no modelo conceitual.

Subtemas Incluídos	Justificativa
Disponibilidade de Alimentos	Facilitar a compreensão e a análise
Precipitação Intensa	Facilitar a compreensão e a análise
Modificações	Justificativa
Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs)	Categorização em desfecho, ao invés de ambiente alimentar
Subtemas Removidos	Justificativa
Ingestão de Contaminantes Químicos	Indicador sem dados em 2008
Emissão de gases de efeito estufa pela ingestão alimentar	É um proxy da produção. Fator de confusão
Uso da água pela dieta individual	É um proxy da produção. Fator de confusão
Impacto da dieta na qualidade da água	É um proxy da produção. Fator de confusão
Fome ("Undernourishment")	Refere-se a Prevalência de magreza. Incluso no subtema "Desnutrição"
Deficiência de Micronutrientes	Incluso no subtema "Desnutrição"
Diversidade Alimentar	Incluso no subtema "Qualidade da Dieta"
Uso de Água na Produção de Alimentos	Incluso no subtema "Disponibilidade de Água na Produção de Alimentos"

Fonte: elaborado pela autora.

Após a finalização da escolha dos subtemas e da definição da parte do sistema alimentar que cada um representaria, começou-se a definir as conexões entre eles, que foram representadas por setas, com sinais positivos (+) ou negativos (-), indicando uma relação direta ou inversa entre os subtemas. Em seguida, foram identificados e incorporados ao modelo os loops de feedback de balanço (B) e de reforço (R). Os loops de balanço atuam como mecanismos estabilizadores, impedindo que o sistema se desvie significativamente de seu estado desejado, enquanto os loops de reforço promovem mudanças na mesma direção, intensificando uma alteração inicial e afastando o sistema do equilíbrio (34). De modo geral, os loops de feedback se concentram em um 'mecanismo central do sistema', composto por um conjunto de nós que forma o núcleo do sistema (34). Esses loops podem ser analisados em relação ao seu potencial para gerar pontos de inflexão, contribuindo para a mitigação ou prevenção da síndrome global.

O capítulo 4 do livro '*Systems Mapping*' sobre diagramas de loop causal (34), os artigos do site *TheSystemsThinker.com* e os artigos "*Fine-Tuning Your Causal Loop Diagrams - Part I e Part II*" serviram como referência para a construção e interpretação dos loops (35,36), proporcionando um embasamento teórico sólido para a análise.

Quadro 3. Subtemas do modelo conceitual final.

Elementos do HLPE	Subsistema	Subtema
Cadeia de fornecimento de alimentos	Sistema de produção	Condições de trabalho
		Diversidade de culturas agrícolas
		Equidade
		Infraestrutura
		Manejo do solo para produção orgânica
		Mercado de trabalho
		Produtividade da terra
		Rentabilidade agrícola
		Resiliência econômica na produção de alimentos
		Uso de pesticidas na agricultura
		Uso do solo na produção de alimentos
		Uso e disponibilidade de água na produção de alimentos
Ambientes alimentares		Acesso financeiro ou econômico
		Acesso físico
		Disponibilidade de alimentos
Consumo alimentar		Adequação da ingestão de macro e micronutrientes
		Aleitamento materno
		Participação de alimentos ultraprocessados na dieta
		Qualidade da dieta
Desfechos		Degradação do solo
		Desmatamento
		Desnutrição
		Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT)
		Doenças transmitidas por alimentos
		Emissão de gases de efeito estufa na produção de alimentos
		Mudanças climáticas
		Obesidade
		Precipitação intensa
Segurança alimentar e nutricional		

Fonte: elaborado pela autora.

3.2. ANÁLISE LONGITUDINAL DOS INDICADORES DO MISFS-R

Os indicadores do MISFS-R se referem ao período de 2016 até 2021, sendo a maioria de 2017. Definiu-se, para o presente projeto, a coleta de dados dos indicadores de cerca de 10 anos antes para a comparação de dados. Dessa forma, a construção do banco de dados dos indicadores, no presente trabalho, é referente aos dados de 2006 a 2009.

Assim, foi realizada uma coleta de dados públicos com o maior nível de granulação disponível para o cálculo dos indicadores. A coleta e o processamento dos dados foram realizados de forma a garantir a consistência e a comparabilidade dos resultados entre as diferentes unidades geográficas. A base de dados foi construída a partir de metadados extraídos de plataformas online de órgãos governamentais como o Ministério da Saúde. O DATASUS, plataforma do Ministério, forneceu dados dos Painéis de Monitoramento (SVS), da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) e do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN). Complementarmente, foram utilizadas informações do *Global Burden of Disease*.

Ademais, a presente análise utilizou os microdados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A granularidade desses dados, em nível individual, permitiu a construção de indicadores precisos e detalhados para todos os estados.

A construção do banco de dados para os anos de 2006-2009 foi limitada pela ausência de dados completos desse período em quatro plataformas de pesquisa: Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN), Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Para garantir a comparabilidade temporal entre os períodos, e considerando a heterogeneidade de dados do Distrito Federal em relação aos demais estados, foi decidido restringir a análise aos 26 estados brasileiros. Após a busca, 33 dos 46 indicadores estavam disponíveis para os estados brasileiros entre 2006 e 2009.

A análise longitudinal dos indicadores foi feita a partir da comparação pareada de médias. Para ilustrar as relações entre o modelo conceitual e as mudanças nos indicadores do MISFS-R ao longo do tempo, selecionamos dois estudos de casos: Santa Catarina, que apresentou os melhores resultados no MISFS-R em 2017, e Goiás, um estado da região Centro-Oeste com grande relevância na produção agrícola nacional. Essa escolha permitiu analisar a diversidade de contextos dos sistemas alimentares brasileiros.

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a construção do modelo conceitual com diagramas de loops causais, foi utilizado o website Kumu Inc[®], o qual permitiu identificar os loops de reforço e balanço, além de possibilitar a visualização das interações complexas dentro dos sistemas alimentares e sua relação com a sindemia global. A organização e análise dos dados foram realizadas com os *softwares Microsoft Excel* e *Stata 17*, facilitando a elaboração de tabelas claras e concisas.

O *software Stata SE*, versão 17.0 (StataCorp LLC, Texas, EUA) foi escolhido devido à sua flexibilidade e à disponibilidade de comandos específicos para análise de grandes bancos de dados, além de ter sido utilizado para os cálculos do índice revisado em 2023. Esse *software* foi utilizado para realizar testes estatísticos pareados com o objetivo de comparar dados de 2006-2009 e 2017-2020. O comando “svyset” foi utilizado para análise de dados provenientes de amostras complexas - como os dados da POF - ajustando os procedimentos de estimação para considerar estratificação, conglomerados e pesos amostrais, garantindo a validade e precisão das inferências estatísticas. Os resultados foram registrados em planilha *Microsoft Excel*, considerando os valores de $P < 0,05$ como estatisticamente significativos.

4. RESULTADOS

Serão publicados em revista da área.

5. DISCUSSÃO

Será publicado em revista da área.

6. CONCLUSÃO

Será publicado em revista da área.

7. IMPLICAÇÕES PARA PRÁTICA NO CAMPO DE ATUAÇÃO

Com base nos resultados deste estudo, a atuação do nutricionista nas áreas e subárea de acordo com a Resolução CFN 600/2018 de Nutrição em Saúde Coletiva (IV) e de Nutrição no Ensino, Pesquisa e Extensão (VI) pode ser substancialmente enriquecida por uma visão integrada dos impactos dos sistemas alimentares sobre a saúde e a sustentabilidade (55). No segmento de Vigilância em Saúde e, especificamente, em Vigilância Epidemiológica, os dados indicam a importância de monitorar e promover dietas diversificadas e sustentáveis, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas que atendam às necessidades nutricionais e que também considerem a acessibilidade e os impactos ambientais dos alimentos. Essa perspectiva é essencial para identificar padrões epidemiológicos de consumo alimentar que afetem tanto a saúde individual quanto coletiva.

Na subárea de Pesquisa, é fundamental que os nutricionistas explorem as inter-relações entre políticas agrícolas, padrões alimentares regionais e desfechos em saúde pública. Pesquisas futuras podem contribuir para avaliar o impacto de intervenções focadas em dietas sustentáveis na prevenção de desfechos nutricionais, como obesidade, desnutrição e DCNT, e na promoção de uma melhor qualidade de vida. O aprofundamento desses estudos fortalece a base científica que orienta as práticas e recomendações nutricionais no contexto de saúde coletiva e ambiental.

Além disso, a atuação do nutricionista no contexto das subáreas de Vigilância em Saúde e Pesquisa deve incluir o envolvimento em políticas públicas e iniciativas de educação nutricional que promovam a agricultura familiar e práticas agroecológicas. Tais iniciativas ampliam o acesso a alimentos frescos e de alta qualidade nutricional, fortalecendo a segurança alimentar e nutricional das populações. A implementação de uma abordagem holística na prática profissional permite que o nutricionista contribua ativamente para a saúde pública, incorporando práticas sustentáveis que favoreçam tanto a saúde humana quanto a preservação ambiental.

8. REFERÊNCIAS

1. Ridgway E, Baker P, Woods J, Lawrence M. Historical Developments and Paradigm Shifts in Public Health Nutrition Science, Guidance and Policy Actions: A Narrative Review. *Nutrients*. 28 de fevereiro de 2019;11(3):531.
2. Galbes NMN. Construção e desafios de sistemas de pensamento na ciência da Nutrição: do reducionista ao sistêmico. 2024 fev.
3. Carpenter KJ. A Short History of Nutritional Science: Part 1 (1785–1885). *J Nutr*. março de 2003;133(3):638–45.
4. Callaway CW. Dietary guidelines for Americans: an historical perspective. *J Am Coll Nutr*. dezembro de 1997;16(6):510–6.
5. Funk Casmir null. The journal of State Medicine. Volume XX: 341-368, 1912. The etiology of the deficiency diseases, Beri-beri, polyneuritis in birds, epidemic dropsy, scurvy, experimental scurvy in animals, infantile scurvy, ship beri-beri, pellagra. *Nutr Rev*. junho de 1975;33(6):176–7.
6. Mertz W. Three decades of dietary recommendations. *Nutr Rev*. outubro de 2000;58(10):324–31.
7. Keys A, Menotti A, Karvonen MJ, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, et al. The diet and 15-year death rate in the seven countries study. *Am J Epidemiol*. dezembro de 1986;124(6):903–15.
8. FAO/WHO. Preparation and use of food-based dietary guidelines. Report of a joint FAO/WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1998;880:i–vi, 1–108.
9. Hoffmann I. Transcending reductionism in nutrition research. *Am J Clin Nutr*. setembro de 2003;78(3 Suppl):514S-516S.
10. Cannon G, Leitzmann C. The New Nutrition Science project. *Scand J Food Nutr*. março de 2006;50(1):5–12.
11. United Nations. The Rio Declaration on Environment and Development. UN: Geneva, Switzerland; 1992.
12. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Guia Alimentar Para a População Brasileira [Internet]. 2 ed., reimpr. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica; 2014. Disponível em: {https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/publicacoes-para-promocao-a-saude/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf/view}
13. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr*. janeiro de 2018;21(1):5–17.
14. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR, et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. *The Lancet*. fevereiro de 2019;393(10173):791–846.

15. Koohafkan P, FAO, organizadores. The state of the world's land and water resources for food and agriculture: managing systems at risk. Abingdon: Earthscan [u.a.]; 2011. 285 p.
16. Steffen W, Richardson K, Rockström J, Cornell SE, Fetzer I, Bennett EM, et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*. 13 de fevereiro de 2015;347(6223):1259855.
17. Campbell BM, Beare DJ, Bennett EM, Hall-Spencer JM, Ingram JSI, Jaramillo F, et al. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecol Soc*. 2017;22(4):art8.
18. Webb K. Public health nutrition: from principles to practice. *Aust N Z J Public Health*. fevereiro de 2008;32(1):95.
19. McMichael AJ. Integrating nutrition with ecology: balancing the health of humans and biosphere. *Public Health Nutr*. setembro de 2005;8(6a):706–15.
20. Vermeulen SJ, Campbell BM, Ingram JSI. Climate Change and Food Systems. *Annu Rev Environ Resour*. 21 de novembro de 2012;37(1):195–222.
21. Cederberg C, Sonesson U. Global food losses and food waste: extent, causes and prevention; study conducted for the International Congress Save Food! at Interpack 2011, [16 - 17 May], Düsseldorf, Germany. Gustavsson J, organizador. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2011. 29 p.
22. Béné C, Prager SD, Achicanoy HAE, Toro PA, Lamotte L, Bonilla C, et al. Global map and indicators of food system sustainability. *Sci Data*. 25 de novembro de 2019;6(1):279.
23. Chaudhary A, Gustafson D, Mathys A. Multi-indicator sustainability assessment of global food systems. *Nat Commun*. 27 de fevereiro de 2018;9(1):848.
24. Manning L, Soon JM. Development of sustainability indicator scoring (SIS) for the food supply chain. *Br Food J*. 5 de setembro de 2016;118(9):2097–125.
25. Oteros-Rozas E, Ruiz-Almeida A, Aguado M, González JA, Rivera-Ferre MG. A social–ecological analysis of the global agrifood system. *Proc Natl Acad Sci*. 26 de dezembro de 2019;116(52):26465–73.
26. Ruiz-Almeida A, Rivera-Ferre MG. Internationally-based indicators to measure Agri-food systems sustainability using food sovereignty as a conceptual framework. *Food Secur*. dezembro de 2019;11(6):1321–37.
27. Carvalho AMD, Verly Jr E, Marchioni DM, Jones AD. Measuring sustainable food systems in Brazil: A framework and multidimensional index to evaluate socioeconomic, nutritional, and environmental aspects. *World Dev*. julho de 2021;143:105470.
28. Norde MM, Porciuncula L, Garrido G, Nunes-Galbes NM, Sarti FM, Marchioni DML, et al. Measuring food systems sustainability in heterogeneous countries: The Brazilian multidimensional index updated version applicability. *Sustain Dev*. fevereiro de 2023;31(1):91–107.

29. Marchioni G DM, Carvalho, AM de, Galbes, NMN, Norde, MM, Porciuncula, LB, & Garrido. MISFS-R: resumo expandido. Índice Multidimensional de Sistemas Alimentares Sustentáveis Revisado para o Brasil [Internet]. 2023. Disponível em: https://www.fsp.usp.br/sustentarea/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio_ilustrado_final.pdf
30. Penereiro JC, Badinger A, Maccheri NA, Meschiatti MC. Distribuições de Tendências Sazonais de Temperatura Média e Precipitação nos Biomas Brasileiros. Rev Bras Meteorol. março de 2018;33(1):97–113.
31. Ribeiro JMP, Berchin II, Da Silva Neiva S, Soares T, De Albuquerque Junior CL, Deggau AB, et al. Food stability model: A framework to support decision-making in a context of climate change. Sustain Dev. janeiro de 2021;29(1):13–24.
32. Norde MM, Porciuncula L, Garrido G, Nunes-Galbes NM, Sarti FM, Marchioni DML, et al. Índice Multidimensional de Sistemas Alimentares Sustentáveis Revisado para o Brasil - MISFS-R: relatório ilustrado. São Paulo; 2022.
33. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. Nutrition and food systems. Rome: Committee on World Food Security; 2017.
34. Barbrook-Johnson P. Systems Mapping: How to Build and Use Causal Models of Systems. Cham: Springer International Publishing AG; 2022. 1 p.
35. Sterman J. Fine-Tuning Your Causal Loop Diagrams—Part I. Syst Think [Internet]. 2024; Disponível em: <https://thesystemsthinker.com/fine-tuning-your-causal-loop-diagrams-part-i/>
36. Sterman J. Fine-Tuning Your Causal Loop Diagrams—Part II. Syst Think [Internet]. 2024; Disponível em: <https://thesystemsthinker.com/fine-tuning-your-causal-loop-diagrams-part-ii/>
37. Mitidiero Junior M. O Agro Não É Tech, O Agro Não É Pop E Muito Menos Tudo. São Paulo, SP: Fundação Friedrich Ebert; 2021. (Análise).
38. Consumidor (IDEC) IB de D do. As Cinco Dimensões dos Sistemas Alimentares no Brasil: uma revisão de literatura [Internet]. IDEC; 2024. Disponível em: <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/36001061/b97d14e8-fbe9-499a-b281-dd1564b8e2e9/2.-IDEC-Revisao-de-Literatura-ptbr-digital.pdf>
39. Estatística (IBGE) IB de G e. Tabela 5938: Produção Agrícola Municipal [Internet]. 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5938#resultado>
40. Brasil GF do. Comex Stat [Internet]. 2020. Disponível em: https://oec.world/es/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/2019/
41. OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Estimativa de emissões de gases de efeito estufa dos sistemas alimentares no Brasil [Internet]. 2023. Disponível em: https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/10/SEEG_alimentares.pdf
42. Joly CA, others. 1o Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos. Campinas: BPBES; 2019.

43. Ingram J. A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Secur.* dezembro de 2011;3(4):417–31.
44. Tomazzoni GC, Schneider S. presença do cooperativismo na agricultura do Sul do Brasil: uma breve caracterização a partir dos dados do censo agropecuário 2017. *DRd - Desenvolv Reg Em Debate.* 11 de fevereiro de 2022;12(ed.esp.Dossie):65–88.
45. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 – Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms [Internet] [Internet]. Rome; 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cd1254en>
46. Estatística (IBGE) IB de G e. Produção Agropecuária: Bovinos [Internet]. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>
47. Wyness L, Weichselbaum E, O'Connor A, others. Red meat in the diet: an update. *Nutr Bull.* 2011;36:34–77.
48. Anastasiou K, Baker P, Hadjikakou M, Hendrie GA, Lawrence M. A conceptual framework for understanding the environmental impacts of ultra-processed foods and implications for sustainable food systems. *J Clean Prod.* setembro de 2022;368:133155.
49. Ridoutt BG, Anastasiou K, Baird D, Hendrie GA. Cropland footprints of Australian dietary choices. *Nutrients.* 2020;12(5):1212.
50. Lee JSH, Koh LP, Wilcove DS. Junking tropical forests for junk food? *Front Ecol Environ.* 2016;14(7):355.
51. Triches RM. Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. *Saúde Em Debate.* setembro de 2020;44(126):881–94.
52. Peres J. Avanço dos alimentos ultraprocessados desacelera no Brasil. O Joio E O Trigo [Internet]. 3 de abril de 2020; Disponível em: <https://ojoioetrigo.com.br/2020/04/aumento-no-consumo-de-alimentos-ultraprocessados-desacelera-no-brasil/>
53. Boccolini CS, Lacerda EMDA, Bertoni N, Oliveira N, Alves-Santos NH, Farias DR, et al. Trends of breastfeeding indicators in Brazil from 1996 to 2019 and the gaps to achieve the WHO/UNICEF 2030 targets. *BMJ Glob Health.* setembro de 2023;8(9):e012529.
54. World Health Organization (WHO) and United Nations Children's Fund (UNICEF). The extension of the 2025 maternal, infant and young child nutrition targets to 2030 [Internet]. 2021. Disponível em: <https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2021/05/UNICEF-WHOdiscussion-paper-extension-targets-2030.pdf>
55. Nutricionistas (BR) CF de. Resolução CFN no 600/2018, de 23 de maio de 2018. Dispõe sobre a definição das áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições, indica parâmetros numéricos mínimos de referência, por área de atuação, para a efetividade dos serviços prestados à sociedade e dá outras providências

[Internet]. 2018. Disponível em: http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_600_2018.htm