



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



THAYNÁ SANTOS SGARIONI

**SISTEMA ALIMENTAR E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL:  
UMA REVISÃO NARRATIVA**

Limeira  
2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



THAYNÁ SANTOS SGARIONI

## **SISTEMA ALIMENTAR E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição pela Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Julicristie Machado De Oliveira

Limeira  
2021

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas  
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

Sg16s Sgarioni, Thayná Santos, 1998-  
Sistema alimentar e sustentabilidade ambiental : uma revisão narrativa /  
Thayná Santos Sgarioni. – Limeira, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Julicristie Machado de Oliveira.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Comportamento Alimentar. 2. Sustentabilidade. 3. Impacto ambiental. I.  
Oliveira, Julicristie Machado de, 1979-. II. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações adicionais, complementares

**Titulação:** Bacharel em Nutrição

**Banca examinadora:**

Barbara Leandro Monteiro

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 06-12-2021

**Autor:** Thayná Santos Sgarioni

**Título:** Padrões Dietéticos e Sustentabilidade Ambiental: Uma revisão narrativa

**Natureza:** Trabalho de Conclusão de Curso em Nutrição

**Instituição:** Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas

**Aprovado em:** 06/12/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Julicristie Machado De Oliveira  
(Orientadora) – Presidente  
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)



---

Prof<sup>a</sup>. Barbara Leandro Monteiro – Avaliador  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Este exemplar corresponde à versão final da monografia aprovada.



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Julicristie Machado de Oliveira  
(Orientadora)  
Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP)

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Laura Silveira Leite, uma grande amiga que abriu meus olhos para os impactos ambientais de nossas decisões alimentares, e despertou em mim curiosidade e atenção a essa temática tão importante, me permitindo tomar decisões alimentares individuais mais conscientes, e contribuindo com meu interesse pelo tema deste trabalho.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Julicristie Machado de Oliveira pelas matérias ministradas ao longo da graduação, que despertaram meu interesse pelo estudo da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), e me permitiram potencializar minha visão crítica e sistêmica sobre o atual modo de produção e consumo de alimentos. Também a agradeço pelo acolhimento e orientação tão cuidadosa e respeitosa durante este ano, que me permitiu desenvolver este projeto com tanta qualidade.

Por fim, meu imenso agradecimento ao meu namorado Guilherme Marino Zanini, pelo constante apoio em todas as etapas mais difíceis da minha vida durante os últimos 4 anos, e pela disposição durante este ano em contribuir criticamente com meu trabalho, e me incentivar e encorajar a entregar meu melhor dentro de minhas limitações.

SGARIONI, Thayná. Título: Padrões Dietéticos e Sustentabilidade Ambiental: Uma revisão narrativa. 2021. nºf. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição.) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2021.

## RESUMO

Um sistema de produção de alimentos insustentável não é capaz de produzir alimentos saudáveis para a população, com isso, torna-se necessária uma visão sistêmica, ou seja, que considere todas as etapas pelas quais os alimentos são submetidos até serem consumidos. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão narrativa que investigou os impactos ambientais do atual sistema alimentar. Utilizou-se para localização dos estudos as seguintes palavras chave: padrões dietéticos; sustentabilidade; produção de alimentos; consumo de carne; e impacto ambiental; e as seguintes bases de dados: Pubmed, Scielo e Google Acadêmico. Foram analisados 31 artigos enquadrados em seis tópicos a respeito da relação entre o sistema alimentar e os desequilíbrios ambientais, que demonstraram que o atual modo de produção de alimentos é insustentável no longo prazo. Conclui-se que se faz necessário repensar os modos de produção e consumo, em busca de soluções que atendam e respeitem as diversidades regionais e ambientais, e promovam um modelo sustentável para os processos biológicos naturais, a saúde humana, a biodiversidade e a dignidade dos animais, visando a proteção do meio ambiente e a soberania e segurança alimentar e nutricional da população.

**Palavras-chave:** Padrões dietéticos. Sustentabilidade. Produção de alimentos. Consumo de carne. Impacto ambiental.

SGARIONI, Thayná. Título: Padrões Dietéticos e Sustentabilidade Ambiental: Uma revisão narrativa. 2021. nºf. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição.) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2021.

### **ABSTRACT**

An unsustainable food production system is not capable of producing healthy food for the population, hence a systemic view is needed, namely one that considers all the steps through which food is submitted, until it is consumed. The objective of this work was to carry out a narrative review that investigated the environmental impacts of the current food system. The following keywords were used to locate the studies: dietary patterns; sustainability; food production; meat consumption; and environmental impact; and the following databases: Pubmed, Scielo and Google Scholar. Thirty-one articles were analyzed and after they were framed in six topics regarding the relationship between the food system and environmental imbalances, which demonstrated that the current way of food production is unsustainable in the long term. It was concluded that it is necessary to rethink the modes of production and consumption, in search of solutions that meet and respect regional and environmental diversities, and promote a sustainable model for natural biological processes, human health, biodiversity, and dignity of animals, aiming at the protection of the environment and the sovereignty and food and nutritional security of the population.

**Palavras-chave:** Dietary standards. Sustainability. Food production. Meat consumption. Environmental impact.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>Anvisa</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>DDT</b>	Dicloro-Tricloroetano
<b>DGAC</b>	Dietary Guidelines Advisory Committee
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
<b>FCA</b>	Faculdade de Ciências Aplicadas
<b>GEE</b>	Gases do Efeito Estufa
<b>GWP</b>	Global warming potential
<b>HCH</b>	Hexaclorociclohexano
<b>IAN</b>	Insegurança Alimentar e Nutricional
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>ICMS</b>	Comercialização de Mercadorias e Serviços
<b>LMR</b>	Limite Máximo de Resíduos
<b>MEA</b>	Millennium Ecosystem Assessment
<b>NA</b>	Não Autorizados
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PNDA</b>	Resíduos Sólidos Urbanos
<b>RSU</b>	Programa Nacional de Defensivos Agrícolas
<b>SAN</b>	Segurança Alimentar e Nutricional
<b>SANRA</b>	Escala de Avaliação de Artigos de Revisão Narrativa
<b>WCRF</b>	World Cancer Research Fund
<b>WRI</b>	World Resources Institute

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	9
<b>2 OBJETIVO</b>	13
<b>3 MÉTODOS</b>	13
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	14
4.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DESTE SISTEMA ALIMENTAR	21
4.2. PRODUÇÃO E CONSUMO DE CARNE	25
4.2.1. O consumo de carne e a expansão agropecuária	25
4.2.2. Uso da terra	27
4.2.3. Produção de GEE	30
4.2.4. Uma visão de dietas mais sustentáveis	37
4.3. AGROTÓXICOS E FERTILIZANTES	42
4.4. BIODIVERSIDADE E RECURSOS NATURAIS	50
4.4.1. Biodiversidade	50
4.4.2. Recursos Naturais	54
4.5. PROCESSAMENTO, COMERCIALIZAÇÃO E DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS	57
4.5.1. Processamento e Comercialização	57
4.5.2. Desperdício	58
4.6. SAÍDAS E POSSIBILIDADES DE UMA NOVA FORMA DE PRODUÇÃO E CONSUMO	61
<b>5 CONCLUSÃO</b>	65
<b>6 REFERÊNCIAS</b>	67

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que o aumento da produção de alimentos global, dependente do pacote tecnológico que inclui fertilizantes sintéticos, agrotóxicos, variedades transgênicas, e cultivos agrícolas extensivos que afetam a biodiversidade, impactam diretamente no estado nutricional e saúde da população. Há, portanto, diversos impactos de todos os processos produtivos dos alimentos, o que demonstra que a saúde dos indivíduos não pode ser isolada da saúde dos ecossistemas (SEED e ROCHA; 2018).

Assim, parte-se do princípio que um sistema de produção de alimentos insustentável não é capaz de produzir alimentos saudáveis para população, e que a alimentação saudável deve abarcar também a sustentabilidade (MARTINELLI e CAVALLI; 2019). É interessante que a concepção de alimentação saudável integre uma visão sistêmica que considere todas as etapas pelas quais os alimentos são submetidos, como produção, extração, processamento, distribuição e comercialização, até ser consumido (RIBEIRO; JAIME; VENTURA; 2017). Por isso, em 2010, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) definiu o conceito de dieta sustentável como:

“Dietas de baixo impacto ambiental que contribuem para a segurança alimentar e nutricional e para a vida saudável das gerações presentes e futuras. As dietas sustentáveis protegem e respeitam a biodiversidade e os ecossistemas, são culturalmente aceitáveis, acessíveis, economicamente justas e acessíveis; nutricionalmente adequado, seguro e saudável; ao mesmo tempo em que otimiza os recursos naturais e humanos” (Food and Agriculture Organization, 2010, p.7).

O Brasil se tornou conhecido pelas diretrizes dietéticas do Guia Alimentar para a População Brasileira de 2014, um dos primeiros do mundo que utilizou uma perspectiva para além dos nutrientes, uma vez que considerou uma alimentação saudável levando em conta dimensões culturais, socioeconômicas, ambientais,

biológicas e comportamentais, afirmando que “dietas saudáveis derivam de sistemas alimentares social e ambientalmente sustentáveis” (Ministério da Saúde do Brasil, 2014).

Partindo dessas considerações sobre alimentação saudável e sustentável, é preciso levar em conta que os sistemas alimentares cada vez mais globalizados tornam-se insustentáveis, por serem compostos por alimentos que usam muita água e energia para sua produção, além de necessitarem de grande extensão de terra para serem produzidos (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Desde a Revolução Verde obtivemos um aumento abrupto da produtividade de alimentos, via monoculturas especializadas e seu pacote tecnológico; e para dar destino a essa superprodução, passou-se a incentivar um aumento do consumo de carne, sobretudo bovina, para além das necessidades nutricionais. Assim, percebe-se que o sistema agrícola adotado após a Revolução Verde levou ao uso intensivo do solo, redução da biodiversidade, êxodo rural e aumento da concentração de terras; em contrapartida, a realidade da Insegurança Alimentar e Nutricional (IAN) não foi reduzida (RIBEIRO; JAIME; VENTURA; 2017).

A permanência da IAN e de carências nutricionais apesar do aumento significativo da produção de alimentos, é consequência da priorização do uso da terra a serviço do agronegócio, da produção de commodities e de biocombustíveis, expandindo uma agricultura moderna relacionada ao consumo de alimentos que geram grandes impactos ambientais em seus processos produtivos (TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013).

Além das mudanças trazidas pela Revolução Verde, vê-se que na última década, a globalização tem levado o mundo a uma ocidentalização. A ocidentalização e a modernização foram os principais gatilhos para mudanças drásticas no padrão alimentar do mundo, que aos poucos, abandonou suas dietas tradicionais e culturais, e adotou padrões de consumo ocidentais. Os hábitos alimentares ocidentais são aqueles associados a uma redução do consumo de produtos básicos tradicionais, como arroz e raízes e um aumento do consumo de produtos industrializados e de origem animal (CARVALHO; 2020).

Esse atual padrão dietético, baseado em alimentos de alto valor energético e pobres em diversidade, intensifica o agronegócio, e inclui o uso de tecnologias que

umentam a produção para atender a demanda exagerada de padrões de consumo. Essa alta produtividade, e alta demanda de produtos de origem animal, estão associadas ao uso de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, que contaminam os alimentos; práticas de agricultura que impactam socialmente, economicamente e ambientalmente a população; emissão de GEE; além da poluição do ar, da água, da terra, consumo de energia, perda da biodiversidade e desperdício de alimentos (MARTINELLI e CAVALLI; 2019; TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013).

Quando se trata das práticas de agricultura, a estrutura fundiária baseada na monocultura e uso intensivo da terra, se apresenta como um dos maiores desafios para uma produção sustentável de alimentos no país. Um exemplo disso, é que em 2006, menos de 1% do número de estabelecimentos agropecuários ocupava 44% da área cultivável brasileira, sendo que essas grandes áreas são utilizadas para criação de animais e produção de commodities (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

O problema é que o uso da terra para criação de animais está altamente relacionado ao desflorestamento para criação de áreas de pastagem, tanto que, o padrão alimentar possui grande potencial para reduzir a demanda de terra. Por exemplo, substituir todos os alimentos de origem animal por alimentos vegetais, consegue reduzir a demanda de terra da dieta em até 60% (HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015; TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013).

Nesse sentido, alguns estudos comparativos levantaram percepções sobre alimentos cultivados em sistemas de produção convencional, e alimentos produzidos em sistemas alternativos de base ecológica, demonstrando que os últimos possuíam efeitos benéficos a saúde, qualidade nutricional superior, favoreceram a manutenção da saúde do solo, aumentando sua biodiversidade e reduzindo a perda de nutrientes e uso de energia (PEREIRA; FRANCESCHINI; PRIORE; 2021). Em outro estudo, ao comparar-se padrões dietéticos onívoros, vegetarianos e veganos, apontou-se que dietas baseadas em alimentos orgânicos e restritos em produtos de origem animal, são mais adequados à saúde humana e a saúde dos ecossistemas (TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013).

Esses dados confirmam que a criação animal está relacionada a um elevado impacto no ecossistema. Relatórios da ONU demonstraram que os impactos ambientais da produção intensiva de gado, além da contribuição direta no

desflorestamento, também perpassa por poluição de água, degradação do solo, eutrofização, emissão de gases e degeneração de recifes de coral, além de promover riscos à saúde humana (SEED e ROCHA; 2018).

Tratando-se do impacto nas emissões antropogênicas dos gases do efeito estufa (GEE), estas têm aumentado desde os tempos pré industriais, devido em grande parte pelo setor da agricultura. Graças às técnicas de produção utilizadas, a agricultura mecanizada necessita de combustíveis fósseis para utilização de insumos químicos, e uso de energia durante irrigação e demais práticas agrícolas, o que tornou o setor agrícola o responsável por 10 a 12% das emissões globais de GEE, em 2007 (TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013; HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015).

O uso maciço de fertilizantes químicos e agrotóxicos também é um componente fortemente atrelado ao atual padrão dietético, uma vez que possibilitam atender a alta demanda de consumo da população e do gado. No caso do Brasil, ocupamos a primeira posição no uso de agrotóxicos no mundo desde 2008, devido em particular, a produção de soja, que leva a poluição de cursos d' água e lençóis freáticos, a contaminação do solo e o empobrecimento da biodiversidade; além da própria produção, que consome grandes quantidades de combustíveis fósseis e leva a liberação de quantidades significativas de CO<sub>2</sub> atmosférico (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017; MARTINELLI e CAVALLI; 2019; TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013).

O uso abusivo de água e de energia não renovável também são componentes importantes na prática agrícola intensiva. A agricultura é o setor com maior consumo de água doce do mundo, sendo responsável por utilizar até 70% do total, ultrapassando setores industriais e domésticos. Além disso, todo o processo de produção da carne conta com um elevado consumo de energia, obtida de fontes não renováveis, como os combustíveis fósseis (TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013).

O uso intensivo da terra, que necessita de grandes áreas desflorestadas para atender a demanda de produção; as emissões de GEE, que aumentam progressivamente; o uso maciço de fertilizantes químicos e agrotóxicos, que poluem a água, o solo e impactam na saúde da população; e as questões relacionadas à escassez de água e uso abusivo de fontes de energia não renováveis; possuem forte relação com o padrão atual de dieta, que se baseia em alimentos altamente

processados, e em grande parte, de origem animal (TAKEUTI e OLIVEIRA; 2013; MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Nesse sentido, discute-se o papel de modelos agrícolas voltados à promoção da saúde, que levam em consideração a importância socioeconômica e ambiental da agricultura familiar, que contribui para uma "Agricultura Sensível à Nutrição". Esse conceito leva em consideração uma alimentação saudável para além do componente nutricional, que é baseada em sistemas alimentares socialmente justos, ambientalmente sustentáveis, e que garantem segurança alimentar e nutricional (RIBEIRO; JAIME; VENTURA; 2017).

## **2 OBJETIVO**

Analisar os impactos ambientais do atual sistema alimentar, investigando a relação entre produção, processamento, distribuição, consumo, sustentabilidade ambiental e saúde nutricional.

## **3 MÉTODOS**

Trata-se de uma revisão narrativa realizada a partir da agregação de estudos que foram publicados durante o período de janeiro de 2014 a junho de 2021. Na identificação da bibliografia para a revisão, foram realizadas buscas nas bases de dados Scielo, Pubmed e Google Acadêmico. Ademais, foram procedidas também buscas manuais nas listas de referências dos materiais bibliográficos incluídos.

As estratégias de buscas foram compostas pelas palavras chaves padrões dietéticos; sustentabilidade; produção de alimentos; consumo de carne; e impacto ambiental. Para a elaboração deste trabalho, definiu-se como material bibliográfico: trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, artigos originais, artigos de revisão de literatura, redigidos em inglês, francês, espanhol, e português.

A metodologia de redação baseou-se nos parâmetros da Escala de Avaliação de Artigos de Revisão Narrativa (SANRA), um instrumento para avaliação crítica e guia de redação em revisões narrativas (BAETHGE; GOLDBECK-WOOD; MERTENS; 2019). Com isso, foram selecionados 6 tópicos que guiaram o desenvolvimento da revisão.

A necessidade e importância de uma revisão bibliográfica surge devido a abundância de informações e alta taxa de publicações, sendo necessária uma síntese desse conhecimento, para avaliar o que já foi publicado e reunir as melhores evidências disponíveis (FERRARI; 2015).

O método de revisão narrativa pareceu ser mais apropriado para este estudo por buscar conhecimentos teóricos referentes a um dado tema, não requerendo provas estatísticas para basear a posição do autor, reunindo conhecimentos em torno de aspectos significantes sobre o tema investigado, a fim de realizar uma síntese teórico-analítica (FARO e PEREIRA; 2013). As revisões narrativas são essenciais para levantar questões sobre uma determinada temática e colaborar para atualização do conhecimento (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

<b>Título</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>País produzido</b>	<b>Objetivo principal</b>	<b>Tópico principal que se enquadra</b>
Achieving Healthy and Sustainable Diets: A Review of the Results of Recent Mathematical Optimization Studies	2019	Nova Zelândia	Revisão de estudos que utilizaram a otimização matemática para atingir os objetivos de nutrição e sustentabilidade ambiental	Produção e consumo de carne
Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas	2014	Brasil	Avaliar os principais impactos negativos da agricultura convencional e relação aos modelos mais ecológicos de produção	Saídas e possibilidades de uma nova forma de produção e consumo
Agroecologia:	2016	Brasil	Propor a	Saídas e

Um caminho para a sustentabilidade			agroecologia como um novo paradigma produtivo	possibilidades de uma nova forma de produção e consumo
Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática	2018	Brasil	Revisão sistemática sobre os malefícios para a saúde humana e ambiental da exposição aos agrotóxicos	Agrotóxicos e Fertilizantes
Alignment of Healthy Dietary Patterns and Environmental Sustainability: A Systematic Review	2016	Estados Unidos	Revisão sistemática que estuda a relação entre os padrões de ingestão alimentar e a saúde e o ambiente	Produção e consumo de carne
Alimentação e mudanças climáticas: percepções e o potencial de mudanças comportamentais em prol da mitigação	2018	Brasil	Compreender as percepções sobre as possíveis mudanças do clima e seus impactos no setor alimentar	Produção e consumo de carne
Alimentação e Sustentabilidade	2017	Brasil	Apresentar um panorama e uma reflexão sobre as complexas e intrincadas questões que envolvem a alimentação, sob uma perspectiva da sustentabilidade global	Impactos ambientais deste sistema alimentar
Alimentação saudável e sustentável: uma	2019	Brasil	Revisão narrativa de literatura acerca	Impactos ambientais deste sistema

revisão narrativa sobre desafios e perspectivas			de sistemas alimentares saudáveis e sustentáveis	alimentar
Are the Dietary Guidelines for Meat, Fat, Fruit and Vegetable Consumption Appropriate for Environmental Sustainability? A Review of the Literature	2014	Austrália	Revisão de literatura sobre os impactos ambientais das recomendações dietéticas	Produção e consumo de carne
Climate Change and Food Systems: Assessing Impacts and Opportunities	2017	Estados Unidos	Relatório do Meridian Institute sobre mudanças climáticas e os sistemas alimentares	Produção e consumo de carne
Considerações sobre a sustentabilidade ambiental, social e econômica dos hábitos alimentares ocidentais	2020	Portugal	Revisão de evidências sobre a sustentabilidade dos hábitos alimentares ocidentais, considerando três dimensões de sustentabilidade: ambiental, social e econômica	Biodiversidade e Recursos Naturais
Dietary Change Scenarios and Implications for Environmental, Nutrition, Human Health and Economic Dimensions of Food Sustainability	2019	Índia	Análise das consequências da mudança alimentar, abordando dimensões nutricionais, ambientais e econômicas	Produção e consumo de carne
Dietary greenhouse gas emissions of	2014	Reino Unido	Estimar a diferença nas emissões de GEE	Produção e consumo de carne

meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK			na dieta entre comedores de carne, comedores de peixe, vegetarianos e veganos auto-selecionados no Reino Unido	
Does meat consumption exacerbate greenhouse gas emissions? Evidence from US data	2021	Estados Unidos	Investigar empiricamente o efeito do consumo de carne nas emissões de gases de efeito estufa nos EUA.	Produção e consumo de carne
Environmental impact of dietary change: a systematic review	2015	Suécia	Revisão sistemática avaliando o impacto ambiental da mudança alimentar	Produção e consumo de carne
Evaluating the sustainability of diets—combining environmental and nutritional aspects	2015	Suécia	Examinar o que é necessário na concepção de instrumentos de política que promovam sistemas alimentares sustentáveis	Produção e consumo de carne
Excessive red and processed meat intake: relations with health and environment in Brazil	2016	Brasil	Verificar a proporção da população que consumia mais carne vermelha e processada do que a recomendação dietética do World Cancer Research Fund (WCRF), para estimar o impacto ambiental	Produção e consumo de carne

			do consumo de carne bovina e a possível redução das emissões de gases de efeito estufa se a recomendação dietética for seguida	
Gases de efeito estufa em sistemas de produção animal brasileiros e a importância do balanço de carbono para a preservação ambiental	2015	Brasil	A emissão de gases do efeito estufa devido a produção de carne no Brasil e seus impactos ambientais	Produção e consumo de carne
Improving diet sustainability through evolution of food choices: review of epidemiological studies on the environmental impact of diets	2017	França	Revisão dos estudos que avaliam, em nível individual, tanto o impacto ambiental quanto a qualidade nutricional ou salubridade de dietas auto selecionadas	Produção e consumo de carne
Meat consumption, health, and the environment	2018	Estados Unidos	Análise do consumo de carne e sua relação com a saúde e o meio ambiente	Produção e consumo de carne
Meat in a sustainable food system	2018	África do Sul	Análise completa da cadeia de produção de carne, sua importância nutricional e impactos ambientais	Produção e consumo de carne

Position of the Society for Nutrition Education and Behavior: The Importance of Including Environmental Sustainability in Dietary Guidance	2019	Estados Unidos	Discussão sobre sustentabilidade dentro das diretrizes dietéticas governamentais	Impactos ambientais deste sistema alimentar
Qualidade dos alimentos segundo o sistema de produção e sua relação com a segurança alimentar e nutricional: revisão sistemática	2021	Brasil	Comparar a qualidade dos alimentos, segundo o sistema de produção, e sua relação com a SAN	Agrotóxicos e Fertilizantes
Reducing meat consumption in developed and transition countries to counter climate change and biodiversity loss: a review of influence factors	2017	Alemanha	Revisão da viabilidade de reduzir o consumo de carne em países desenvolvidos e em transição	Produção e consumo de carne
Relationship between food waste, diet quality, and environmental sustainability	2018	Estados Unidos	Análise da relação entre desperdício de alimentos, qualidade da dieta, desperdício de nutrientes e várias medidas de sustentabilidade	Processamento, comercialização e desperdício de alimentos
Research and development on climate change	2014	África do Sul	Discutir produção animal e mudanças	Saídas e possibilidades

and greenhouse gases in support of climate-smart livestock production and a vibrant industry			climáticas	de uma nova forma de produção e consumo
Seguridad alimentaria, medio ambiente y nuestros hábitos de consumo	2018	Argentina	Discussão sobre as dimensões da segurança alimentar e a importância das mudanças dos hábitos de consumo para modificar o uso da terra nas áreas rurais e minimizar a pegada ambiental	Produção e consumo de carne
Solutions for the sustainability of the food production and consumption system	2020	Espanha	Revisão de alguns problemas detectados na produção e consumo de alimentos	Saídas e possibilidades de uma nova forma de produção e consumo
Sustainable diets: The interaction between food industry, nutrition, health and the environment	2016	Turquia	Discussão da necessidade de dietas sustentáveis, explorando as interações entre a indústria de alimentos, nutrição, saúde e meio ambiente	Produção e consumo de carne; e Processamento, comercialização e desperdício de alimentos
The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: A Systematic Review	2016	Reino Unido	Revisão sistemática sobre as mudanças nas emissões de GEE, uso da terra e uso da água, desde a mudança da ingestão	Produção e consumo de carne

			alimentar atual para padrões alimentares ambientalmente sustentáveis	
Vegetarian Diets: Planetary Health and Its Alignment with Human Health	2019	Estados Unidos	Revisão sobre a sustentabilidade ambiental das dietas vegetarianas e seu alinhamento com a saúde das pessoas	Produção e consumo de carne

#### 4.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DESTE SISTEMA ALIMENTAR

O ato de alimentar-se perpassa por diversas questões e elementos que vão muito além do comer, englobando uma cadeia de produção complexa com início no campo que vai do plantio até a comercialização, envolvendo atores com interesses diversos, e principalmente envolvendo questões tecnológicas, financeiras e sociais. Percebe-se esse cenário, quando analisamos o modelo agrícola de desenvolvimento adotado a partir da Revolução Verde, com o pretexto de acabar com a fome, surgiu um modelo com produção em larga escala, com uso de alta tecnologia e com grande influência de grandes corporações, além do aparecimento de uma propriedade rural mais concentrada e aumento da desigualdade de renda (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017; MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Já nessa época, alertava-se sobre o limite da capacidade alimentícia da terra, o que permitiu o uso da mesma para beneficiar sistemas produtivos que incentivavam a alta produção, juntamente ao consumo de carne e alimentos ultraprocessados. Com isso, o problema da fome, se tornou profundamente permeado por questões políticas e econômicas, que se traduziram na modernização da agricultura rumo a um sistema de produção insustentável que permanece até hoje (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Prova de que o problema da fome se deu como pretexto para a expansão da fronteira agrícola e permeado por interesses, é que a insegurança alimentar não foi reduzida. Isso ocorre principalmente porque alguns países, sobretudo aqueles em

vias de desenvolvimento, favorecem as exportações agrícolas em detrimento da soberania alimentar (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Estimava-se em 2013 que cerca de uma a cada oito pessoas sofriam de fome crônica, e ainda em 2016, haviam 800 milhões de pessoas passando fome, e dois milhões com deficiência de micronutrientes ao redor do mundo (ALSAFFAR; 2016; RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Esse cenário se dá, porque aumentar a produção de alimentos não é o caminho para resolver o problema da fome no mundo, é preciso levar em consideração também as culturas utilizadas, a disponibilidade e o uso dos alimentos. Uma grande parte dos alimentos produzidos são perdidos durante a cadeia de produção, outra parte significativa é destinada à alimentação do gado ou a geração de energia (biocombustíveis). Enquanto as classes mais baixas não têm recursos para pagar pelos alimentos, o agronegócio se volta para o mercado internacional de commodities, e produção de grãos para alimentar o gado (GARIBALDI et al.; 2018; RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

O agronegócio nos moldes da monocultura não existe para acabar com a fome no mundo. A área cultivada de commodities teve grande crescimento, enquanto a área agrícola de produtos básicos da alimentação brasileira sofreu redução, uma vez que os investimentos nesse setor se voltam para a exportação. Um demonstrativo desse cenário é a área plantada de cana de açúcar, soja e milho que aumentou de 28 milhões de hectares em 1990 para 55,2 milhões em 2014, um aumento de 98% nesses 24 anos. Por outro lado, a plantação de arroz, feijão e mandioca, produtos que formam a base da alimentação brasileira, tiveram uma diminuição de sua área de cultivo de 11,4 milhões de hectares em 1990 para 7,1 milhões em 2014, uma queda de 37,8% no mesmo período (KUROISHI; 2016).

Além da discussão voltada para a insegurança alimentar e nutricional, o problema da agricultura é indissociável do problema da água, uso da terra e mudanças climáticas, uma vez que as alterações no sistema alimentar vem causando danos ambientais de forma crescente (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017; MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

O atual sistema alimentar sobrecarrega os recursos naturais, ao passo que faz usos sem precedentes de água, energia e terra, deixando esses elementos à

beira do esgotamento. Por exemplo, o sistema global de alimentos, consumo e produção, são responsáveis por 70% de todo o uso de água doce, além de estar ligado a boa parte de sua poluição; contribui com até 30% das emissões de gases do efeito estufa; e cerca de 80% do desmatamento mundial, além de seu grande papel na perda da biodiversidade. (NELSON et al.; 2016; FRESÁN e SABATÉ; 2019).

A principal preocupação é que essa sobrecarga não possui projeção de regressão, uma vez que o consumo de alimentos continua a aumentar, e até 2050 poderá ser necessário o uso adicional de 0,2 a 1 bilhão de hectares de terra para suprir a produção agrícola. Essa expansão da fronteira agrícola, a fim de atender a demanda de consumo, irá ampliar massivamente todos os impactos ambientais mencionados. Sem medidas corretivas ou preventivas, o impacto do sistema alimentar pode aumentar de 50% a 90% em 30 anos (CARVALHO; 2020; FRESÁN e SABATÉ; 2019).

Tratando-se da degradação global dos solos, esta está relacionada principalmente ao setor pecuário, uma vez que o desflorestamento para pastagem do gado e cultivo de sua alimentação, gera a destruição de habitats naturais, tendo como consequência a liberação de carbono, a escassez de recursos hídricos e a perda da biodiversidade. Assim, o uso da terra e a estrutura fundiária são um dos maiores desafios para uma produção sustentável (CARVALHO; 2020).

Em 2006, esse setor ocupava 30% da superfície terrestre do planeta, sendo que 28,1% eram pastagens extensivas com baixa produtividade. Além disso, a pecuária ocupa aproximadamente 78% do território agrícola mundial, sendo que 33% é utilizado apenas para cultivo da alimentação animal (CARVALHO; 2020).

A degradação global dos solos é principalmente atrelada ao setor pecuário, uma vez que um forte componente da criação do gado e seus alimentos é o desflorestamento, esgotamento dos solos por erosão, redução da fertilidade e desertificação. No Brasil, por exemplo, a criação desses animais é considerada o principal gerador do desmatamento da floresta Amazônica (CARVALHO; 2020).

A destruição dos habitats naturais advinda do desflorestamento tem diversas consequências ambientais, como liberação de carbono, emissão de gases do efeito estufa e contribuição com as alterações climáticas; esgotamento dos recursos

hídricos; e a perda da flora e fauna únicas existentes nas florestas, impactando diretamente na perda da biodiversidade. Inclusive, em 2005, o Millennium Ecosystem Assessment (MEA) afirmou que as mudanças no uso da terra são as principais causadoras da redução da biodiversidade (CARVALHO; 2020).

E como mencionado, a expansão da fronteira agrícola possui apenas projeções de aumento, sendo a grande razão disso, o aumento pela procura de alimentos de origem animal. Essa procura deve aumentar 60% até 2050, devido ao aumento populacional e de seus salários. Com esse consumo progressivo e uso crescente da terra, a degradação ambiental se potencializa, influenciando até mesmo na produtividade da agricultura (CARVALHO; 2020; ROSE, HELLER, ROBERTO; 2019).

Prevê-se que até 25% da produção de alimentos mundial será perdida neste século devido a mudanças climáticas, degradação do solo, carência de água e perda da biodiversidade, sendo os principais responsáveis pela destruição da terra, as técnicas utilizadas no manejo de cultura e do solo, o desmatamento e o sobrepastoreio (ROSE, HELLER, ROBERTO; 2019).

A FAO até mesmo afirmou que cerca de 33% dos recursos terrestres do planeta estão moderada ou altamente degradados, fato preocupante, uma vez que essa degradação dos solos implica na baixa produtividade de alimentos, afetando a segurança alimentar e nutricional ao redor do mundo (ROSE, HELLER, ROBERTO; 2019; CARVALHO; 2020).

Com isso, podemos observar que a Revolução que transformou a agricultura e o modelo de produção, incrementou tecnologias somadas à exploração natural, causando, como mencionado, diversas consequências negativas para o meio ambiente, difundindo a ideia de que esse é o único modo de produção viável que daria conta do aumento populacional mundial (KUROISHI; 2016).

Esse modelo de agricultura se pauta no argumento do progresso tecnológico, crescimento econômico, e combate à fome mundial, porém, esse discurso mascara um modo de produção que impõe as necessidades do mercado em detrimento da produção de acordo com o ecossistema local. Enquanto a monocultura é aclamada pela economia capitalista, o discurso do agronegócio toma o lugar da agricultura sustentável, perpetuando a insegurança alimentar e nutricional, e sufocando a

agrobiodiversidade. Assim, o consumo de alimentos atual se dá às custas da resiliência planetária, fazendo-se necessário práticas alimentares mais sustentáveis (KUROISHI; 2016; RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Para o desenvolvimento de práticas alimentares sustentáveis, é importante levar em consideração as formas de produção e comercialização dos alimentos, além dos modos de consumo. Segundo Lappé afirmou ainda em 1976, ao mudarmos a base da nossa alimentação para proteínas de origem vegetal, é possível maximizar a capacidade planetária de suprir as necessidades nutricionais, ao minimizarmos o impacto dos ecossistemas (Lappé, 1976, apud RIBEIRO, JAIME, VENTURA, 2017).

Além disso, segundo Friel publicou em 2014, uma dieta incluindo menos produtos de origem animal, e envolvendo maior consumo de alimentos de origem vegetal possui benefícios para a saúde humana e dos ecossistemas (Friel et al., 2014, apud ALSAFFAR, 2016). Assim, em geral, uma mudança para dietas baseadas em plantas resulta em diminuição na emissão de gases do efeito estufa e também economia de água, como veremos de forma destrinchada nos próximos tópicos (CHEN, CHAUDHARY, MATHYS; 2019).

## **4.2. PRODUÇÃO E CONSUMO DE CARNE**

### **4.2.1. O consumo de carne e a expansão agropecuária**

Como já mencionado, devido ao constante crescimento populacional e ao aumento dos salários, temos cada vez mais uma expansão da pecuária. Já em 2016, o sistema agropecuário ocupava 50% da superfície terrestre, e a cada nova área plantada temos a substituição de sistemas biologicamente ricos, como as florestas tropicais, por safras e pastos (GARIBALDI et al.; 2018).

Boa parte dessa expansão deu-se devido ao consumo de carne, que necessita tanto de pastagem para o gado, quanto de safras para sua alimentação. Em 2018, o consumo médio global per capita de carne foi estimado em 122 gramas por dia, incluindo um terço de porco e aves, um quinto de carnes bovinas, e o restante de ovelhas, cabras e outros animais. Em 2012, em uma revisão da FAO, foi projetado um aumento do consumo de carne de 76% até 2050, com o dobro do

consumo de aves, um aumento de 69% de carnes bovinas, e 42% de carnes suínas (GODFRAY et al.; 2018; ALEXANDRATOS e BRUINSMA; 2012).

Estima-se que a produção agrícola precisará aumentar de 60% a 120% até 2050 para suprir essa demanda de consumo dos 9 bilhões de habitantes da Terra, e que o consumo per capita de carne suína e bovina aumentará em 23% e 31%, respectivamente, até lá (GARIBALDI et al.; 2018).

A FAO também se posicionou nesse sentido, projetando um consumo global anual de carne e laticínios de 45 kg e 95 kg, respectivamente, por pessoa até 2030; e um aumento de 73% e 58% na produção de carne e leite, respectivamente, até 2050 (REYNOLDS et al.; 2014; DOS SANTOS MESQUITA e BURSZTYN; 2018).

Para falarmos mais especificamente do Brasil, foi feita uma pesquisa em 2016, publicada no artigo “Excessive red and processed meat intake: relations with health and environment in Brazil”, que analisou o consumo de carne de 34.003 brasileiros. O resultado foi um consumo médio de carnes per capita de 127 gramas por dia, sendo 88 gramas por dia de carnes vermelhas e processadas e 39 gramas por dia de aves. Demonstrou-se com isso, que mais de 80% da população brasileira consumia mais carne do que as recomendações do WCRF (World Cancer Research Fund) (DE CARVALHO et al.; 2016).

Esse aumento do consumo, especialmente no Brasil, é bastante atrelado a aspectos culturais. Durante muito tempo a carne ocupou destaque na dieta humana, sendo supervalorizada devido a sua composição nutricional, sendo rica em proteínas de alto valor biológico, vitaminas B e minerais, além de serem nutrientes com alta digestibilidade. Deu-se então uma concepção de que esse alimento seria essencial no crescimento, desenvolvimento e manutenção da vida, estando diariamente presente na alimentação da população (MUCHENJE, MUKUMBO, NJISANE; 2018).

Entretanto, esse alimento tão completo tem sido consumido de forma exagerada como já demonstrado, e além disso, a criação animal está associada a um elevado impacto ambiental, envolvendo alterações climáticas, degradação dos solos, emissões de gases do efeito estufa, uso abusivo de recursos naturais, e perda da biodiversidade (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

#### 4.2.2. Uso da terra

Enquanto o consumo de carne beneficia a sociedade através da sua composição nutricional, ele sobrecarrega e deteriora o meio ambiente. A produção de gado resulta em poluição e esgotamento de água, degradação dos solos e consequências negativas para a biodiversidade (MUCHENJE, MUKUMBO, NJISANE; 2018). Quando analisamos as categorias de alimentos e bebidas, as carnes e os laticínios foram os que mais geraram impactos negativos no meio ambiente, uma vez que no geral, esses itens exigem mais recursos para produção, e causam maiores emissões de gases do que as plantas (ALSAFFAR; 2016).

Quando se trata do uso da terra, a pecuária, tanto de forma direta através do pastoreio, quanto indireta por meio da produção de ração, caracteriza-se como a indústria que abrange as maiores proporções de terra do mundo. Por exemplo, a produção animal de forma intensiva abrange aproximadamente 40% de toda a produção agrícola. (MUCHENJE, MUKUMBO, NJISANE; 2018; GARIBALDI et al.; 2018).

Além disso, produzir gado por meio de uma alimentação baseada em grãos, se demonstra ineficiente, uma vez que os animais consomem grande parte da energia advinda dos grãos em seus processos metabólicos. Exemplificando, estima-se que apenas 3% da energia do milho chega à população através do consumo de carne bovina; e um bovino que consome de 7 a 16 quilos de soja produz apenas 1 quilo de carne para população (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Dessa forma, fazemos uso de uma grande extensão de hectares de terra que não são destinados ao consumo humano. É preciso produzir uma alta quantidade de ração animal para produzirmos pequenas quantidades de carne, sendo 7 kg de grãos para 1 kg de carne bovina, 4 kg de grãos para 1 kg de carne de porco, e 2 kg de grãos para 1 kg de frango. Assim, mais da metade das safras de alimentos mundiais é usada para alimentação animal, sendo 97% do farelo de soja e 40% dos cereais utilizados para esse fim (ALSAFFAR; 2016).

De toda a produção agrícola mundial, apenas 50-60% é destinada ao consumo humano, enquanto 35-40% é atribuída ao gado; e de todos os hectares de

terra usados no sistema agrícola, 75% são para produção animal (GARIBALDI et al.; 2018). De acordo com estimativas, se toda a safra de grãos usada para alimentação animal e biocombustíveis fosse destinada para a população, teríamos 70% de calorias a mais disponíveis no sistema alimentar mundial, e assim, 4 bilhões de pessoas a mais poderiam se alimentar. Considerando que o crescimento populacional estimado para 2050 é de 3 bilhões de pessoas, teríamos o problema da insegurança alimentar combatido (STOLL-KLEEMANN e SCHMIDT; 2017).

Além da ineficiência de produção, a agricultura desses cereais exigem muitos recursos naturais, possuindo grande pegada ambiental, uma vez que envolvem desflorestamento de grandes extensões de terra, o que ameaça a biodiversidade das florestas e dos solos, e leva ao uso abusivo de água (GARIBALDI et al.; 2018).

As carnes e os laticínios de ruminantes usam comprovadamente de forma intensiva e onerosa os recursos do meio ambiente, quando comparados a maioria dos alimentos à base de plantas. Para produção de 1 kg de feijão são utilizados 3,8 m<sup>2</sup> de terra, 2,5 m<sup>3</sup> de água, 39 gramas de fertilizantes e 2,2 gramas de pesticidas; enquanto a produção da mesma quantidade de carne bovina, utiliza 52 m<sup>2</sup> de terra, 20,2 m<sup>3</sup> de água, 360 gramas de fertilizantes e 17,2 gramas de pesticidas, totalizando 8 a 14 vezes mais recursos para produção da carne (FRESÁN e SABATÉ; 2019).

O potencial para reduzir a demanda de terra da alimentação está diretamente ligado à quantidade de carne ruminante consumida, uma vez que a substituição de todo o conteúdo de origem animal da dieta por alimentos de origem vegetal, reduz a demanda de terra da dieta em até 60%. Porém, substituir metade do consumo de suínos e aves da dieta por alimentos vegetais reduziria apenas 5% da demanda de terra, demonstrando que realmente o consumo de carne vermelha é o principal fator para expansão pecuária e desflorestamentos (HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015).

Estudos que avaliaram o efeito da mudança dietética na demanda de terra ao longo prazo, demonstraram que a demanda global média per capita de terra projetada para 2030 e 2050 com o consumo da dieta atual seria de 5.000 m<sup>2</sup>, porém, a substituição por uma dieta restrita em carne de ruminantes é capaz de reduzir a demanda para 3.500 m<sup>2</sup>, sendo esse número ainda mais significativo para a

transição para uma dieta vegetariana ou vegana, que possuem potencial de redução para 2.100 m<sup>2</sup> e 1.600 m<sup>2</sup> respectivamente (HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015).

Os resultados dos estudos citados acima, indicam que faz-se necessário tanto melhorias na produção, quanto mudanças no consumo para reduzirmos a demanda de terras agrícolas nos próximos anos (HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015).

Outro estudo, feito em 2013, analisou o consumo de alimentos de 398 mulheres jovens holandesas, em busca de avaliar o uso da terra como característica ambiental principal. Os resultados demonstraram que a carne foi o contribuinte da dieta mais importante para o uso da terra, uma vez que contribuiu com 39%. Além disso, uma simulação foi feita sobre os efeitos da substituição de carnes e laticínios por alimentos de origem vegetal, e quando essa substituição foi completa, o uso da terra foi reduzido pela metade (PERIGNON et al.; 2017).

Como demonstrado por diversos estudos, a produção de carne é um dos principais contribuintes que afetam o uso da terra no meio ambiente. Desmatamos florestas para criação de pastagens e terras aráveis para produção de ração animal, gerando desgastes ambientais inimagináveis (GODFRAY et al.; 2018).

A agricultura e as mudanças no uso da terra estão associadas a uma emissão global de 25% de gases do efeito estufa, além de a agricultura ser exclusivamente responsável por 75% do desmatamento global (NILES et al.; 2017).

Em 2016, o setor agropecuário já incluía 20 bilhões de animais, usando 30% das terras globais para pastagem, sendo a produção de ração responsável por 45% das emissões de gases do setor. Entre 1995 e 2005, a pecuária foi responsável por emissões de 5,6-7,5 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> por ano (NILES et al.; 2017).

Essas mudanças no uso da terra, principalmente as que envolvem a criação de gado, têm um grande impacto nos fluxos de carbono. Isso ocorre porque as florestas contêm grandes quantidades de carbono, e quando são queimadas pelo desmatamento, temos grandes quantidades de dióxido de carbono sendo liberadas para o solo e para atmosfera. Podemos estimar que as emissões de gases induzidas pelo gado são capazes de emitir cerca de 2,4 bilhões de toneladas de dióxido de carbono por ano (CARVALHO; 2020).

No Brasil, podemos citar o caso da Caatinga, que devido ao manejo inadequado dos sistemas produtivos, e do uso do fogo para o desflorestamento, temos solos altamente degradados e em desertificação, com seu ciclo de carbono alterado, emitindo GEE para atmosfera. É possível estimar, que apenas a região Nordeste do país foi responsável pela emissão de 13% do metano (CH<sub>4</sub>), e 14% do óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), emitidos pelo setor agropecuário brasileiro em 2014 (OLIVEIRA; 2015).

Além das mudanças na terra, a criação de gado contribui para as emissões de GEE através de quatro processos: fermentação entérica dos animais; gestão de estrume; todo o processo de produção de ração; e por meio do consumo de energia necessário para que esses processos rodem na cadeia produtiva (CARVALHO; 2020).

#### **4.2.3. Produção de GEE**

Todo o conjunto de atividades do sistema produtivo, desde o plantio, processamento, armazenamento, distribuição, comercialização, métodos de preparação, e descarte de alimentos, influenciam e contribuem para as emissões de GEE (MUCHENJE, MUKUMBO, NJISANE; 2018).

Dentre todos os contribuintes das emissões de gases, a agricultura já era responsável em 2011 por 30% do total de emissões. Os alimentos de origem animal são um dos mais importantes contribuintes para o uso dos recursos, sendo a produção de carne uma das mais relevantes fontes de gases do efeito estufa, principalmente de metano, que tem um alto potencial de aquecimento atmosférico (HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015; GODFRAY et al.; 2018).

Nas últimas duas décadas tivemos alguns estudos de análise de ciclo da vida que avaliaram as emissões dos gases de acordo com os diferentes sistemas de produção de carne, revelando que a carne produz mais emissões por unidade de energia do que as plantas, porque perde-se energia em cada nível trófico. Além disso, dentre os tipos de carne, a de ruminantes é a que gera maiores emissões,

quando comparada a mamíferos não ruminantes; e a produção de aves emite ainda menos gases que a produção de mamíferos (GODFRAY et al.; 2018).

O gado de corte e o gado leiteiro, que são animais ruminantes, se caracterizam como a fonte mais importante de emissões. Já os animais não ruminantes, como porcos, aves, búfalos e até pequenos ruminantes, emitem níveis bem mais baixos de gases, representando no máximo 10% das emissões de GEE do setor pecuário (CARVALHO; 2020; NILES et al.; 2017).

Isso se dá principalmente pela fermentação entérica realizada pelos ruminantes, mas também, porque estes animais necessitam de uma maior quantidade de ração, pois apresentam menor digestibilidade por quilograma do que os animais monogástricos, e assim, a contribuição dos ruminantes para emissões por meio do consumo de ração é considerada bem maior, sendo responsável por 64% a 78% das emissões do setor (NILES et al.; 2017).

Os gases do efeito estufa mais importantes são o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), sendo que a produção de carne é capaz de emitir os três tipos, e é a mais importante fonte de metano mundialmente (GODFRAY et al.; 2018).

Estes gases são um indicador importante de alterações climáticas, uma vez que são responsáveis pelo efeito estufa, um processo no qual uma parte da radiação infravermelha, que é emitida pela superfície terrestre, é absorvida por esses gases atmosféricos, fazendo com que parte do calor seja irradiado de volta para superfície. Trata-se de um processo natural e fundamental para manutenção da temperatura de forma a garantir a vida na Terra (CARVALHO; 2020).

No entanto, as atividades humanas, incluindo a produção de carne, têm elevado os níveis atmosféricos desses gases, causando desequilíbrio na troca de energias, e conseqüentemente, o efeito estufa leva ao aquecimento global (CARVALHO; 2020).

Nesse aumento da produção de gases, a agricultura foi identificada em 2019, como responsável por 40% do total de emissões globais de gases do efeito estufa, sendo que dentro disso, o setor pecuário contribuiu com quase 80% das emissões. Para exemplificar, a pecuária é capaz de emitir mais GEE do que a soma da

emissão de todo o setor de transportes (carros, aviões, comboios, autocarros e caminhões) usados todos os dias no mundo (CARVALHO; 2020).

Segundo um relatório publicado em 2013 pela FAO, o setor pecuário é responsável por 27% do dióxido de carbono, 29% do óxido nitroso e 44% do metano emitidos globalmente (CARVALHO; 2020). Um relatório publicado pelo Banco Mundial em 2014, revelou que a indústria pecuária foi responsável por 51% das emissões mundiais de gases do efeito estufa naquele ano, envolvendo a limpeza de terras para o pasto, o cultivo de ração, o processamento e o transporte do alimento (ALSAFFAR; 2016).

Os animais, especialmente o gado ruminante, são realmente ineficientes quando se trata de converter proteínas vegetais consumidas em formato de ração, para a proteína animal consumível (ALSAFFAR; 2016). Durante a digestão de seus alimentos, os ruminantes realizam a fermentação entérica, onde o alimento é digerido em seu trato digestivo, por meio da ação de microrganismos que liberam metano para atmosfera. De 2% a 12% do que um ruminante ingere, é perdido em forma de  $\text{CH}_4$ , um dos principais gases envolvidos nas mudanças climáticas (GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

Além do mais, em toda a cadeia produtiva da carne, existe contribuição para a emissão de GEE. De forma mais direta, a respiração do gado contribui para liberação de carbono, mas uma quantidade ainda maior é liberada indiretamente pela emissão de metano advindo da decomposição de fertilizantes e estrume animal; mudanças no uso da terra para produção de ração e pasto; degradação do solo; uso de combustíveis fósseis na produção das safras e do gado; transporte; refrigeração; e produção de fertilizantes (CARVALHO; 2020).

O dióxido de carbono e o óxido nitroso são liberados principalmente durante o processo de produção de ração, incluindo produção, processamento e transporte, uma vez que o desflorestamento para expansão de culturas e pastagens, gera oxidação do carbono do solo e da vegetação, que é emitido em forma de dióxido de carbono para atmosfera (OLIVEIRA; 2015; CARVALHO; 2020).

Além disso, temos como forte contribuinte a produção de fertilizantes, e a produção e transporte da alimentação do gado, que leva a queima de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, liberação de  $\text{CO}_2$ . A emissão de óxido nitroso também

advém do uso de fertilizantes nitrogenados, produção de ração, deposição do estrume no pasto, manejo de dejetos, e deposição destes sobre as pastagens (OLIVEIRA; 2015; CARVALHO; 2020).

Em 2013, a produção de gado correspondeu a 14,5% das emissões globais de GEE, sendo a fermentação entérica responsável por 39%, esterco 26%, produção de ração por 24%, e desmatamento para cultivo de grãos e criação de pasto por 9% (DOS SANTOS MESQUITA e BURSZTYN; 2018).

Em suma, todos os processos que ocorrem no sistema produtivo da carne necessitam de energia, que é extraída da queima de combustíveis fósseis que causa emissão de gases do efeito estufa (CARVALHO; 2020).

Em 2013, as emissões obtidas pela produção, processamento e transporte de ração representavam 45% das emissões da indústria pecuária. O uso de fertilizantes para ração e deposição de dejetos nas pastagens representavam juntos um quarto das emissões globais de gases do setor; e as culturas de soja e milho, produzidas para ração, eram responsáveis por um quarto adicional nas emissões (CARVALHO; 2020).

Já a fermentação entérica se caracterizava como a segunda maior fonte de emissão, pois representava 40% do total de gases emitidos. Por fim, o uso de energias, tanto direta quanto indiretamente associadas aos combustíveis fósseis ligadas a produção da ração, e fabricação de fertilizantes, representavam 20% das emissões totais do setor (CARVALHO; 2020).

Mundialmente, temos uma tendência na expansão da pecuária, como consequência do aumento pela demanda de alimentos, o que implica também no aumento das emissões de GEE associadas ao setor, caso não sejam tomadas medidas de mitigação (OLIVEIRA; 2015).

Estudos realizados no Brasil pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, demonstraram em 2018 e 2019 que as exportações de carne bovina, de frango, e suína tenderiam a representar 60,6%, 89,7% e 21% do comércio mundial, respectivamente, fazendo com que a carne fosse de uma produção de 24,6 milhões de toneladas para uma produção de 37,2 milhões de toneladas nos anos citados (OLIVEIRA; 2015).

Segundo a projeção de Ripple em 2014, a produção mundial anual de carne de 229 milhões de toneladas relatadas em 2000, passaria a representar 465 milhões em 2050 (Ripple et al., 2014, apud OLIVEIRA, 2015).

No Brasil, segundo informações de 2014 das “Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa”, as emissões totais de gases do efeito estufa no país chegaram a 1.203.424 Gg de CO<sub>2</sub>eq, sendo que 37% desse valor (446.445 Gg de CO<sub>2</sub>eq), está relacionada à agropecuária, e 15% (175.685 Gg de CO<sub>2</sub>eq) relacionadas às mudanças no uso da terra e florestas (também indiretamente provocadas pela pecuária) (OLIVEIRA; 2015).

Enquanto o CO<sub>2</sub> advém principalmente de atividades não relacionadas à agropecuária, como usinas de energia, transporte, e produção de petróleo e gás, podemos afirmar que a produção de CH<sub>4</sub> resulta principalmente da fermentação entérica de ruminantes, sendo este gás uma responsabilidade primordial da pecuária em particular (SCHOLTZ et al.; 2014).

Assim, analisando as atuais escolhas alimentares individuais, e considerando que estas apresentam anualmente um aumento no consumo de produtos de origem animal, temos uma projeção de um acréscimo de até 80% nas emissões de GEE no sistema produtivo em 2050. Por isso, alguns estudos sugerem que mudanças na dieta podem ser mais eficazes na redução das emissões de GEE, do que tentativas de mitigação através das técnicas agrícolas (NILES et al.; 2017).

Refeições com proteína de origem animal, apresentam em média nove vezes mais emissões de gases do efeito estufa, do que uma refeição equivalente com proteínas vegetais. Estudos da Europa, que avaliaram o ciclo da vida, demonstraram que dietas sem carne tiveram de 18% a 31% menos emissões de gases do efeito estufa do que a dieta média analisada. Além disso, uma dieta baseada em animais, necessita de 2,5 a 5 vezes mais energia; 2 a 3 vezes mais água; 13 vezes mais fertilizante; e 1,4 vezes mais uso de pesticidas por caloria do que dietas baseadas em plantas (REYNOLDS et al.; 2014).

Da mesma forma, estudos brasileiros de 2008 relataram que o consumo de carne por cidadão, naquele ano, contribuiu com 1.005 kg de CO<sub>2</sub> equivalentes, sendo esta a mesma quantidade de gás produzida por um carro que percorreu 5.370 km. Ao todo, a população do país nesse mesmo ano, emitiu 191.777.487 toneladas

de CO<sub>2</sub> equivalentes, e caso o consumo de carne fosse reduzido para 43 gramas/dia, as emissões de CO<sub>2</sub> seriam reduzidas em 31% (DE CARVALHO et al; 2016).

Como já mencionado anteriormente, 80% da população brasileira possui um consumo de carne que excede as recomendações do WCRF, e além disso, o consumo se concentra principalmente em carnes vermelhas e processadas, que representam 70% do consumo total de carnes no Brasil. Segundo pesquisas, cada cidadão brasileiro consome uma quantidade de carne bovina equivalente a uma viagem de carro de 5.000 km em emissões de gases do efeito estufa (DE CARVALHO et al; 2016).

Em outro estudo foi constatado a produção de 410 mil toneladas de carne consumidas apenas pela cidade de São Paulo, sendo a partir disso, emitidas 18 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2003. Todos esses resultados demonstram o grande impacto ambiental que a pecuária tem causado, principalmente pela emissão de gases e influência no aquecimento global, além claro, da poluição da água e perda da biodiversidade, devido a expansão constante do desmatamento Amazônico para pastagem no país (DE CARVALHO et al; 2016).

De acordo com estatísticas do World Resources Institute (WRI), também temos os Estados Unidos como grande consumidor de carne e contribuinte em emissões de gases. Atualmente, os EUA contribuem com 14,36% do total de emissões de gases do efeito estufa no mundo, e seu consumo per capita de carne se encontra entre os maiores globalmente: o consumo anual per capita de carne bovina e suína foi de 84,75 kg em 1960 para 96,5 kg em 2016; e o consumo de frango foi de 10,35 kg para 42,8 kg no mesmo período (SHAFIULLAH, KHALID, SHAHBAZ; 2021).

Outros estudos que estimaram a contribuição da produção e consumo de carne nas emissões de gases do efeito estufa relataram que a produção de carne em 2006 gerou de 4,6 a 7,1 bilhões de toneladas de gases do efeito estufa. Em uma revisão feita em 2010, foi revelado que para produção de 1 kg de carne suína, frango, e carne bovina eram emitidos 3,9 a 10 kg de CO<sub>2</sub>, 3,7 a 6,9 kg de CO<sub>2</sub>, e 14 a 32 kg de CO<sub>2</sub>, respectivamente (SHAFIULLAH, KHALID, SHAHBAZ; 2021).

A cada aumento de 1% no consumo total de carne, teremos um aumento de 0,574%, 0,707% e 0,694%, nas emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, e N<sub>2</sub>O, respectivamente, sendo que, o consumo de animais monogástricos, como aves e suínos, conseguem minimizar o impacto nas emissões de carbono até um certo limite, contudo, o consumo de carne bovina aumenta as emissões em qualquer nível de consumo (SHAFIULLAH, KHALID, SHAHBAZ; 2021).

O ponto mais crítico e importante das emissões de GEE gira em torno da mudança climática global advinda do efeito estufa em desequilíbrio. No último relatório, feito em 2014, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, um órgão das Nações Unidas, relatou que o crescimento das emissões de gases acelerou muito na última década. Realmente isso tem afetado diretamente a temperatura global, que durante o século 21 apresentou 15 dos 16 anos mais quentes já registrados (ROSE, HELLER, ROBERTO; 2019).

Para exemplificar, entre 1990 e 2005, tivemos aumento global das emissões de CO<sub>2</sub> em 32%, tendo esse aumento uma previsão de dobrar até o fim do século XXI, o que será capaz de aumentar a temperatura global em 1,5 a 5,8 °C (SHAFIULLAH, KHALID, SHAHBAZ; 2021).

Através dos dados, é observado que a liberação antropogênica não controlada de GEE para atmosfera é considerada a causa primária do aumento sistemático da temperatura da terra e dos mares (SCHOLTZ et al.; 2014).

No geral, temos que o consumo de carne deteriora a qualidade ambiental, e agrava as emissões de gases do efeito estufa, aumentando conseqüentemente o aquecimento global (SHAFIULLAH, KHALID, SHAHBAZ; 2021). Os maiores benefícios foram identificados quando as dietas habituais foram reduzidas em quantidade de carne, como dietas veganas, vegetarianas e pescatarianas, sendo possível o alcance de reduções acima de 70% nas emissões de GEE e uso da terra, e 50% de redução no uso da água, quando da transição de padrões alimentares ocidentais para as dietas citadas (ALEKSANDROWICZ et al.; 2016).

#### **4.2.4. Uma visão de dietas mais sustentáveis**

Diante dessa situação e dos dados apresentados, modificações no modo de produção e consumo de alimentos são consideradas estratégias essenciais em prol de um sistema mais sustentável de produção de alimentos, e em busca da mitigação das emissões de GEE provenientes principalmente da pecuária (DOS SANTOS MESQUITA e BURSZTYN; 2018).

Dessa forma, faz-se necessário uma dieta com menores ou isentas quantidades de produtos de origem animal, ou com algumas substituições de carne de ruminantes por carnes de animais monogástricos, que possuem uma menor emissão de gases (DOS SANTOS MESQUITA e BURSZTYN; 2018). Se ocorrerem reduções no consumo desses tipos de animais, além da redução do impacto ambiental, é possível até mesmo aumentar a quantidade de grãos para consumo direto da população (GARIBALDI et al.; 2018).

Foi demonstrado que também é possível reduzir as emissões de gases do efeito estufa por meio de alguns manejos na agricultura, como melhorias no manuseio de nitrogênio e estrume, além de redução no uso de fontes de energia fóssil, que acarretariam em uma redução de 15% a 30% na produção de GEE. No entanto, maiores e mais significativas reduções são difíceis de serem alcançadas, uma vez que os processos biológicos que geram gases na agricultura são de difícil controle, como a emissão de metano por ruminantes. Assim, estudos comprovam que alterar a produção de alimentos e os atuais padrões alimentares é considerado um caminho mais promissor (RÖÖS et al.; 2015).

Em um estudo de 2014, foi analisado o padrão alimentar de 2.041 veganos, 15.751 vegetarianos, 8.123 comedores de peixe e 29.589 onívoros. Os resultados demonstraram maiores emissões de gases do efeito estufa para homens com alto consumo de carne, e menores emissões para mulheres veganas. Além disso, os valores médios de emissão desses gases em onívoros foram 46% a 51% maior do que para comedores de peixe; 50% a 54% maior do que era para vegetarianos; e 99% a 102% maior do que era para veganos (SCARBOROUGH et al.; 2014).

Além do mais, reduzir a quantidade de carne na dieta é capaz de reduzir a pegada de carbono dos indivíduos: considerando uma dieta de 2.000 kcal do Reino

Unido, a transição de uma dieta onívora e rica em carne, para uma dieta vegetariana estrita, foi capaz de reduzir a pegada de carbono em 1.230 kg CO<sub>2</sub>/ano; e a transição para uma dieta vegana reduziria em 1.560 kg CO<sub>2</sub>/ano; obtendo-se 2,5 vezes mais emissões de GEE em uma dieta onívora do que em uma dieta vegana. Foi então demonstrado, que as emissões de GEE estão diretamente e fortemente ligadas à quantidade de produtos de origem animal consumidas pelos indivíduos (SCARBOROUGH et al.; 2014).

Outro estudo, realizado em 2015, analisou os seguintes cenários: dietas saudáveis (onde a carne foi parcialmente substituída por alimentos de origem vegetal e produtos lácteos); dietas com a carne de ruminantes sendo substituída por carne de animais monogástricos (carne de porco e aves); dietas vegetarianas; dietas veganas; e dietas onívoras de ingestão energética balanceada. Os resultados demonstraram que as dietas veganas oferecem as maiores reduções nas emissões de GEE, seguida pelas dietas vegetarianas, dietas apenas com animais monogástricos, e as dietas saudáveis, respectivamente (HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015).

Esses potenciais de redução nas emissões de GEE são dependentes do tipo de carne e quantidade de produtos animais que são incluídos na alimentação, sendo a quantidade de carne vermelha, principalmente de ruminantes, o fator decisivo para resolução dos impactos ambientais (HALLSTRÖM, CARLSSON-KANYAMA, BÖRJESSON; 2015).

Em 2014, em um relatório preparado pelo Meridian Institute, estudos confirmaram que uma transição no consumo de carne vermelha para carne de porco ou aves é capaz de reduzir a emissão de GEE, uma vez que os impactos ambientais por caloria de suínos, aves, laticínios e ovos são semelhantes, mas, a carne vermelha possui capacidade de emitir cinco vezes mais emissões de GEE do que os demais tipos (NILES et al.; 2017).

Nesse mesmo relatório, foi indicado que a adoção de dietas livres de carnes, tanto vegetarianas quanto veganas, são capazes de reduzir em até 70% as emissões de GEE até 2050, quando comparadas a dietas onívoras. Ademais, algumas evidências também sugeriram que dietas com ingestão de energia

adequada de acordo com a demanda metabólica dos indivíduos, e que apresentam mais vegetais, também possuem menores emissões de GEE (NILES et al.; 2017).

Em 2016, um estudo feito com na coorte EPIC-Oxford no Reino Unido, analisou a dieta de onívoros auto-selecionados para estimar as diferentes emissões de GEE, quando comparados a vegetarianos e veganos. Como resultado, tivemos que as maiores emissões de GEE vieram de indivíduos que faziam consumo de uma dieta contendo mais de 100 gramas por dia de carne; e as emissões diminuíram conforme o consumo de carne foi reduzido para médias e pequenas quantidades (50 a 99 gramas por dia e menos que 50 gramas por dia), porém, ainda sim as menores emissões foram associadas a comedores de peixe, vegetarianos e veganos (NELSON et al.; 2016).

Em um estudo mais recente de 2019, analisou-se dietas onívoras, dietas ovolactovegetariana, e dietas veganas, e foram apresentados os seguintes resultados: a transição da dieta onívora para as dietas ovolactovegetariana e veganas obtiveram reduções médias de 35% e 49% nas emissões de GEE, respectivamente. Essa transição também apresentou uma redução no uso da terra de 42% e 49,5% respectivamente (FRESÁN e SABATÉ; 2019).

Esse estudo foi um pouco mais afundo quando se trata das transições entre as dietas e as emissões de GEE, apontando que a carne bovina substituída por laticínios, queijo e manteiga, é capaz de reduzir ou eliminar os impactos ambientais advindos da carne; porém se as carnes forem substituídas isocaloricamente por vegetais cultivados em estufas, que possuem alta demanda energética, e frutas não sazonais e que precisam ser transportadas a longas distâncias, não conseguiríamos alcançar grandes reduções na produção de GEE (FRESÁN e SABATÉ; 2019).

Esses resultados são oportunos para refletirmos também sobre a forma de produção, uso de fertilizantes, formas de transporte, sazonalidade, e comercialização dos alimentos, demonstrando que todo o sistema alimentar influencia nos impactos ambientais dos alimentos, e que é necessário pensar nos tipos de substituições alimentares que estamos fazendo, e se além de serem vegetarianas e veganas, elas são sustentáveis (FRESÁN e SABATÉ; 2019).

Uma revisão sistemática, também publicada em 2019, analisou 210 cenários de 63 estudos a respeito de 5 padrões alimentares que seriam mais sustentáveis em

termos de emissão de GEE: (1) dietas veganas, obtiveram redução de 45% nas emissões; (2) dietas com substituição de ruminantes por animais monogástricos sem laticínios, apresentaram 33% de redução das emissões; (3) dietas vegetarianas, e (4) dietas incluindo carne e laticínios, substituídos parcialmente por alimentos de origem vegetal, ambas com 31% de redução; e (5) dietas pescetarianas, com o menor potencial de redução, de 27%. Essas dietas com menor alimentos de origem animal, também apresentaram maiores reduções no uso da terra e água (WILSON et al.; 2019).

Outra revisão recente apresentada no mesmo artigo, chegou à conclusão de que a redução no consumo de carne e na ingestão energética, são primordiais para reduzir a emissão de GEE associados a dieta (WILSON et al.; 2019).

Por fim, a adoção de dietas vegetarianas, também é capaz de influenciar em outros aspectos ambientais, como a demanda de terras agrícolas. Por exemplo, se todo o mundo adotasse dietas vegetarianas, teríamos uma redução de 600 milhões de hectares de terras em 2050. Isso se dá, uma vez que 65% da expansão no uso da terra esteve ligada ao aumento da demanda por produtos de origem animal, nos anos de 1960 a 2011; além da criação animal, também ser responsável pela perda de 30% da biodiversidade global devido às mudanças no uso dessa terra (STOLL-KLEEMANN e SCHMIDT; 2017).

Dessa forma, mudanças na dieta em busca de reduções no consumo exagerado de carne, se tornam essencial para a redução da perda da biodiversidade e avanço nas mudanças climáticas (STOLL-KLEEMANN e SCHMIDT; 2017).

As proteínas vegetais são produzidas com maior eficiência, por demandarem menos água, terra, nitrogênio e energia fóssil para produção da mesma quantidade na forma de carne. E para além de todos os benefícios ambientais comprovados, é necessário enfatizar sua composição nutricional, e efeitos positivos na saúde do consumidor (GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

Tilman e Clark no artigo “Global diets link environmental sustainability and human health”, publicado em 2014, analisaram 3 padrões alimentares: pescetariano, vegetariano e não vegetariano, em busca de entender os efeitos ambientais e de saúde. Foram levadas em consideração 100 nações populosas, que como resultado, descobriram que as dietas baseadas em peixes e as dietas vegetarianas, foram

capazes de reduzir a mortalidade por todas as causas, bem como doenças cardíacas, isquêmicas, diabetes do tipo 2, e incidência de câncer, quando comparadas às dietas onívoras (Tilman e Clark, 2014, apud, NELSON et al., 2016).

Foram feitas as mesmas comparações para análise ambiental, que resultou em uma projeção de redução das emissões de GEE, e uso da terra para 2050 em dietas pescetarianas e vegetarianas. Obteve-se uma diferença em emissões de 250 vezes quando analisadas as gramas de proteína de carne de ruminantes e leguminosas (NELSON et al.; 2016)

Outro grupo de estudos do mesmo artigo, analisou o consumo de carnes vermelhas e processadas, avaliando um padrão alimentar médio da população do Reino Unido, em comparação com vegetarianos. Foi descoberto que um menor consumo de carnes vermelhas e processadas, ou a adoção da dieta vegetariana resultava em um menor risco de diabetes e câncer de colorretal (NELSON et al.; 2016).

Outros estudos também comprovaram os benefícios nutricionais de uma dieta baseada em alimentos de origem vegetal. Em 2007, foi relatado que dietas ricas em alimentos derivados de plantas estão associadas a menor risco de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer, e em 2005, foi também confirmado que uma dieta como essa também tem capacidade de reduzir o risco de diabetes, hipertensão e obesidade (ALSAFFAR; 2016).

Em geral, os padrões alimentares baseados em plantas, estão associados a benefícios na saúde do consumidor, devido a sua riqueza nutricional baseada em vitaminas, minerais, fibras, além de fitonutrientes, e por isso, vegetarianos e veganos possuem menor incidência de diabetes do tipo 2, obesidade, e doenças coronárias (FRESÁN e SABATÉ; 2019; GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

E assim, a pesquisa existente revela que, embora existam exceções, dietas saudáveis para saúde humana, também são saudáveis para saúde dos ecossistemas. O Dietary Guidelines Advisory Committee (DGAC) concluiu em 2015, que temos evidências consistentes advindas de diversos estudos, para afirmar que em geral, um padrão alimentar com base em alimentos de origem vegetal, e reduzido em alimentos de origem animal, é mais promotor da saúde humana, e está simultaneamente associado a menores impactos ambientais, como emissão de

GEE, uso de energia, uso da terra e de água, do que a dieta onívora média dia Estados Unidos (NELSON et al.; 2016).

Para alcançarmos uma mudança significativa no sentido da mitigação das emissões de GEE, faz-se necessário um grande foco nos consumidores como agentes ativos nesse processo das mudanças climáticas. É preciso envolver todos os atores do sistema de produção e consumo de alimentos, como comerciantes e cozinheiros de cantinas escolares, universidades, restaurantes, assim como donos de restaurantes, pois todos são responsáveis pela produção de padrões de consumo insustentáveis. Além de ser essencial a educação sobre os impactos climáticos e ambientais das escolhas alimentares e do consumo de alimentos, para que por meio da conscientização, possamos ter avanços com mudanças significativas no modo de consumo (DOS SANTOS MESQUITA e BURSZTYN; 2018).

#### **4.3. AGROTÓXICOS E FERTILIZANTES**

Os pesticidas surgiram e passaram a ser utilizados nos últimos dois séculos, mais intensamente após a Segunda Guerra Mundial, na intenção de controlar as pragas em lavouras e vetores de doenças. Foi na década de 1950, que os agrotóxicos ganharam força na agricultura, primeiramente nos Estados Unidos, com a chegada da Revolução Verde, que tinha por objetivo desenvolver a agricultura e aumentar sua produtividade (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017; LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

O combate às pragas em busca de uma maior produtividade do sistema alimentar, leva ao desequilíbrio dos ecossistemas, uma vez que a maioria delas faz parte de nichos ecológicos específicos e possuem funções essenciais no meio ambiente. Além do desequilíbrio, o uso intensivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos possui diversas consequências ambientais, ecológicas, sanitárias e nutricionais relevantes, como empobrecimento da diversidade; poluição das águas, do solo e do ar; perigos a saúde do consumidor e do agricultor; e comprometimento da qualidade nutricional e sanitária dos alimentos (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017; PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

A produção e emissão desses compostos estão em constante crescimento desde a Revolução Verde, com projeções de serem a segunda maior fonte de emissões agrícolas em 2024. Dentre os anos 2000 e 2010, a Ásia foi de longe a maior emissora de fertilizantes sintéticos, seguida das Américas e Europa (NILES et al.; 2017).

No contexto brasileiro, a chegada desse pacote tecnológico ocorreu na década de 1960, por meio da implementação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), que associava a utilização dessas substâncias com a concessão de créditos agrícolas, fazendo do Estado brasileiro um dos principais impulsionadores dessa prática (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018). Vinculou-se acesso ao crédito rural para aqueles que adotassem o uso dos chamados defensivos agrícolas em suas lavouras, disseminando seu uso em massa (KUROISHI; 2016).

Esse incentivo continua até os dias de hoje devido a influência da bancada ruralista no Congresso Nacional, que desenvolve políticas públicas para fomentar o uso e comercialização de agrotóxicos. Alguns exemplos dessas práticas são o baixo custo para o registro de produtos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que gira em torno de R\$ 180,00 a R\$ 1.800,00; e a isenção feita na maioria dos estados brasileiros perante o imposto sobre a Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS) (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Além disso, o Brasil possui desde 1970, legislações que regulamentam o registro, produção, comercialização e uso dos agrotóxicos em território nacional, acompanhada de frouxidão nesses processos, como por exemplo, a liberação de substâncias que são proibidas em outros países do mundo, e uma fiscalização frágil na verificação do cumprimento das legislações (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Concomitantemente a esse novo estilo de agricultura, surge o império da monocultura, com concentrações de terra na mão de poucos produtores agrícolas, que eram aqueles que conseguiam pagar pelos pacotes tecnológicos e se adequaram a essa agricultura industrial, intensificando ainda mais as desigualdades sociais e afastando os pequenos produtores, que não tinham condições de competir com a produção agrícola massiva nos moldes capitalistas implementados (KUROISHI; 2016).

Sabemos que nesse contexto, a agricultura no Brasil continuou avançando a cada ano, fazendo com que o país se tornasse um dos principais produtores agrícolas do mundo. Com o aumento das empresas agropecuárias, que já em 2006, contavam com 5,17 milhões de unidades, tivemos a expansão do mercado de agrotóxicos em 190% na última década, colocando o Brasil em primeiro lugar no ranking mundial de consumo de agrotóxicos desde 2008 até a atualidade (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Em 2019, tivemos no país o maior volume de agrotóxicos liberados para o uso desde os últimos dez anos, com um total geral de 474 registros concedidos até dezembro de 2019, sendo os de origem biológica e orgânica apenas 8%, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Assim, a produção e uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes ocasiona problemas que afetam além do meio ambiente e saúde do trabalhador rural, mas que também perpassa por questões de cidadania e segurança alimentar (KUROISHI; 2016).

Em relação aos impactos na saúde, tem-se revelado cada vez mais problemas associados ao uso de pesticidas, que se caracterizam como substâncias tóxicas para os seres humanos e animais silvestres. Essas substâncias possuem toxicidade aguda, podendo resultar em dores de cabeça, hipersecreção, náuseas, diarreia e até a morte precoce em casos mais graves de exposição constante; além da intoxicação crônica, associada ao desenvolvimento de diferentes tipos de câncer, e doenças crônicas neurodegenerativas (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Um estudo feito em 2012, relatou o registro de cerca de 10 mil casos de intoxicação por agrotóxicos nos períodos de 1999 a 2009 no Nordeste brasileiro, além de 2.052 óbitos relatados devido a intoxicação por agrotóxicos no período de 2000 a 2009 (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Estudos de 2014 também abordaram a intoxicação por agrotóxicos entre os agricultores rurais, investigando riscos de acidentes de trabalho relacionados à exposição a essas substâncias. No estudo com cultivadores de tabaco expostos, os trabalhadores tiveram danos em mecanismos de defesa celular e alterações nas atividades dos telômeros, além de transtornos mentais, doenças do tabaco e

sibilância. Além do mais, foi constatado que empregados rurais possuem maior chance de sofrer suicídio (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Também foi descoberto, que a exposição por agrotóxicos tem potencial para causar alterações celulares, e por isso, estão associados ao desenvolvimento de diferentes tipos de câncer, como neoplasia cerebral, melanoma cutâneo, câncer no sistema digestório, urinário, respiratório, câncer de esôfago, de mama, e nos sistemas reprodutores feminino e masculino (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Outras pesquisas feitas ainda em 2014 também demonstraram, que a exposição a alguns agrotóxicos, pode causar alterações no sistema reprodutor masculino e feminino, como efeitos antiandrogênicos em homens, e efeito estrogênico em mulheres; além de terem potencial para causar malformações congênitas, nascimentos prematuros e micropênis em recém-nascidos (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Tanto o contato direto, que os trabalhadores rurais possuem, quanto a exposição indireta, por meio do consumo de alimentos contaminados com agrotóxicos e fertilizantes, são capazes de causar danos ao sistema imunológico, saúde reprodutiva, e desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021). Além disso, o consumo de alimentos transgênicos contendo agrotóxicos, têm sido associados a problemas neurológicos, alterações hormonais, infertilidade, câncer e doença celíaca em humanos (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

A exposição da população por meio do consumo de alimentos produzidos com essas substâncias, apresentam grandes riscos à saúde como mencionado, além da composição nutricional comprometida que apresentam. Analisando a nutrição, alimentos produzidos de forma orgânica, apresentam maior nível absoluto de micronutrientes, maior quantidade de polifenóis, ácidos fenólicos, isoflavonas, estilbeno e antocianinas, possuindo qualidade nutricional superior quando comparados a alimentos convencionais (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Alimentos orgânicos, são aqueles que não contêm nenhum insumo artificial como agrotóxicos, hormônios, antibióticos, adubos químicos, drogas veterinárias ou sementes transgênicas (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Estudos também demonstraram maiores quantidades de ácidos graxos poliinsaturados totais e ômega 3 em carnes orgânicas; além de ácido alfa-linolênico, ácidos graxos ômega-3 totais, proteína, gordura, ácidos graxos poliinsaturados e ácido eicosapentaenoico, terem sido encontrados em maior quantidade em laticínios orgânicos, quando comparados aos de produção convencional. Ainda nesse estudo, foram encontrados duas vezes mais níveis de cádmio e metais pesados tóxicos nos alimentos convencionais do que orgânicos (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Estudos mais recentes feitos em 2021, também compararam alimentos cultivados nos atuais sistemas de produção convencional com alimentos produzidos de formas alternativas de base ecológica, e conseguiram comprovar que estes últimos possuem maior qualidade nutricional, e são capazes de contribuir para uma alimentação saudável e sustentável, uma vez que também favorecem a manutenção da matéria orgânica do solo, aumentando a biodiversidade e reduzindo a perda de nutrientes e gasto de energia, com menores impactos ambientais associados (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

É possível comprovar essa qualidade nutricional superior, através de diversos estudos que investigaram a qualidade nutricional de alguns alimentos isoladamente. Em um estudo de 2010, hortaliças orgânicas como alface, rúcula e almeirão apresentaram maior atividade antioxidante, devido ao seu maior teor de compostos fenólicos totais. Em 2011, pesquisas realizadas com manga e melão, comprovaram que o cultivo orgânico, favoreceu a formação desses frutos com maiores teores de açúcares, carotenóides totais, ácido ascórbico e folatos (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Por meio da análise de trigo, cevada, batata, cenoura e cebola, cultivados em sistemas de produção orgânicos e convencionais, foi constatado maiores quantidades de polifenóis, flavonol e luteína nos alimentos orgânicos, compostos estes associados a propriedades antioxidantes e atividades neuroprotetoras, cardioprotetoras, e a redução na ocorrência de câncer, doenças gastrointestinais, hepáticas, aterosclerose, obesidade e alergias (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Em estudo com tomates, aqueles produzidos de forma orgânica, possuíam maior quantidade de ácido salicílico, um importante anti-inflamatório natural, além de

uma maior quantidade de proteína do que os frutos cultivados de forma convencional. Todos esses resultados podem ser atribuídos ao fato de a cultura orgânica ser capaz de promover maior biodiversidade e ciclos biológicos, nos quais as culturas obtêm nitrogênio e nutrientes em um solo rico e diversificado (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Também foram feitas pesquisas em relação aos teores de macro e micronutrientes de compostos orgânicos e convencionais. Um estudo com soja orgânica de 2014, demonstrou que essa cultura possuía maiores quantidades de zinco, açúcares, proteínas totais e aminoácidos do que a soja convencional; além de ter apresentado níveis menores de ácidos graxos saturados, como ácido palmítico, demonstrando que a soja orgânica possui um perfil nutricional mais equilibrado do que as produzidas de forma convencional (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Os sistemas de produção orgânicos e de base ecológica, além de serem menos prejudiciais ao meio ambiente, são capazes de produzir alimentos com maior qualidade nutricional. A grande diferença entre os dois sistemas de produção está no gerenciamento da fertilidade do solo, que é capaz de interferir na qualidade nutricional das plantas. Além disso, os sistemas de produção convencional, fazem uso de exacerbadas quantidades de fertilizantes, contendo nitrogênio inorgânico solúvel e outros nutrientes que acabam ficando diretamente disponíveis para as plantas (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Também é importante citar a qualidade sanitária dos alimentos produzidos de maneira convencional com uso de fertilizantes e agrotóxicos, que muitas vezes geram insegurança alimentar e nutricional devido aos níveis elevados de resíduos de agrotóxicos contidos nos alimentos (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Dados do Ministério da Saúde, através do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, relataram que ocorreu contaminação por todos os 27 tipos de agrotóxicos testados em 25% das cidades brasileiras. De todos os produtos testados, 16 eram considerados extremamente ou altamente tóxicos pela Anvisa, e 11 estavam associados ao desenvolvimento de cânceres, disfunções hormonais e reprodutivas e malformação fetal (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

No Brasil, devido a fiscalização governamental frágil na verificação do cumprimento das legislações, a contaminação de alimentos por resíduos de agrotóxicos se torna muito comum, especialmente porque são utilizadas substâncias que são proibidas em outros países, e em quantidades maiores do que o permitido pela lei (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Aubos químicos e nitrogenados também utilizados em agricultura convencional, com o objetivo de aumentar a produtividade, são aplicados principalmente em hortaliças, e seu uso excessivo gera acúmulo de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) nas folhas das plantas, tornando-se a principal fonte de NO tóxico absorvido durante o consumo humano. Estudos feitos na Espanha e na República Tcheca em 2008, demonstraram que a taxa de nitratos em vegetais orgânicos são na maioria das vezes menores do que aqueles produzidos de forma convencional (PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

Quando se trata dos impactos ambientais do uso de agrotóxicos e fertilizantes, temos inúmeros apontamentos. Um estudo feito em 2016, identificou a presença de D no solo, e outros estudos de 2014 e 2012 relataram a rápida disseminação dos agrotóxicos no solo e águas, capazes de contaminar águas de rios e mares facilmente (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Agrotóxicos são capazes de contaminar reservatórios de água, rios, recursos hídricos, bacias fluviais, e interferir em todo o equilíbrio do ecossistema aquático de Dicloro-Tricloroetano (DDT) forma duradoura. Exemplo disso, é que algumas substâncias que foram proibidas há décadas no Brasil, como o Hexaclorociclohexano (HCH), ainda são encontrados em amostras de águas de poços e mananciais. Em regiões de produção de soja no Brasil, até mesmo na água da chuva foi localizada a presença de diversos agrotóxicos (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

A contaminação das águas pode afetar diretamente a flora aquática. Um estudo feito em São Paulo em 2017, indicou que os peixes estavam sendo intoxicados devido a exposição a águas contaminadas por agrotóxicos (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Os agrotóxicos não apenas contaminam as águas e impactam na sobrevivência e diversidade da flora aquática, como também são capazes de interferir na sobrevivência

de insetos e conseqüentemente, na produção de alimentos local. Agrotóxicos como cipermetrina, lambda-cialotrina, e tiametoxam, bastante utilizados na agricultura brasileira, são comprovadamente prejudiciais aos insetos como *Telenomus podisi*, alterando a biodiversidade local de insetos. Além de substâncias como o spinosad e o imidacloprido, que podem estar relacionadas a morte de abelhas, e interferências em suas atividades de voo, causando prejuízo ao número de espécies (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Os agrotóxicos também interferem negativamente na produção de alimentos e na segurança alimentar. Um estudo de 2013, verificou uma redução na produção de cenouras durante um período de 8 meses em uma plantação com aplicação de tembotriona. Em um estudo feito no ano seguinte, foram coletadas amostras de frutas no supermercado e foram encontrados resíduos de agrotóxicos, inclusive daqueles não autorizados para algumas culturas (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018).

Nakano et al. também detectou em mais de 40% das laranjas coletadas na cidade de São Paulo, a presença de agrotóxicos, sendo alguns deles acima do Limite Máximo de Resíduos (LMR) e outros Não Autorizados (NA) para aquela cultura. Em culturas de maçãs, morangos e tomates do Sul do Brasil, também foi detectada a presença de agrotóxicos nas mesmas situações, acima do LMR e Não Autorizados (Nakano, et al., 2016, apud LOPES e ALBUQUERQUE, 2018).

De modo geral, os estudos citados, demonstram relevante interferência dos agrotóxicos e fertilizantes no equilíbrio dos ecossistemas, com impactos que vão desde a composição do solo e poluição da água, até a interferência na biodiversidade dos organismos terrestres e aquáticos. Além disso, a intensificação do uso de fertilizantes nitrogenados, químicos e orgânicos, podem contribuir para o aumento das emissões de gases como óxidos de nitrogênio e amônia (LOPES e ALBUQUERQUE; 2018; CARVALHO; 2020).

A intensificação da produção agrícola tem sido acompanhada por grandes aumentos na produção e utilização de fertilizantes e agrotóxicos globalmente, visando a alta produtividade e a exportação agrícola, em detrimento da soberania alimentar e segurança alimentar e nutricional das populações. Esse fato indica uma necessidade urgente da substituição do atual modelo de produção convencional, por modelos de base ecológica, pautados na agrobiodiversidade e sustentabilidade,

onde os alimentos são livres de venenos e capazes de promover a SAN (CARVALHO; 2020; PEREIRA, FRANCESCHINI, PRIORE; 2021).

#### **4.4. BIODIVERSIDADE E RECURSOS NATURAIS**

##### **4.4.1. Biodiversidade**

Em 1992, na Convenção sobre Diversidade Biológica na Cúpula da Terra no Rio de Janeiro, a relevância da biodiversidade foi reconhecida como essencial para o desenvolvimento dos ecossistemas e o bem-estar humano, uma vez que é a biodiversidade que representa a quantidade e variedade de organismos vivos, que aumentam a produtividade, a resiliência e garantem a sustentabilidade dos ecossistemas (ROSE, HELLER, ROBERTO; 2019).

A biodiversidade é a base de todos os ecossistemas, e base para a sobrevivência, desenvolvimento humano, e promoção de saúde e segurança alimentar. É a variedade de genes, espécies e ecossistemas terrestres e marinhos que permitem a recuperação do meio ambiente perante secas, inundações, e poluição (CARVALHO; 2020).

No entanto, infelizmente, a soberania da alta produtividade, e a necessidade de intensificação dos sistemas agrícolas em prol da produção, impacta diretamente na perda da biodiversidade em escala mundial, sendo a característica fundamental dessa agricultura intensiva, a monocultura, com um controle extremamente rígido de variedades e espécies indesejadas (CARVALHO; 2020).

Os principais fatores que influenciam na redução da biodiversidade são: mudanças de habitats, como as mudanças no uso da terra; modificação física dos rios; retirada das águas dos rios, e perda de recifes de corais; alterações climáticas; espécies exóticas invasoras; sobre-exploração do solo, água, e florestas; e a poluição, sendo todos esses processos ligados de forma direta ou indireta a agropecuária e a produção e pesca de organismos marinhos (CARVALHO; 2020).

Tratando-se das mudanças de habitat, temos que os principais agentes na destruição e degradação dos habitats são a colheita agrícola, a pecuária, e a monocultura perene. Estima-se que de todas as aves ameaçadas mundialmente

temos que, 70% são impactadas pelas atividades agrícolas, e 60% pelas atividades florestais (CARVALHO; 2020).

O setor agropecuário é o principal causador das mudanças de habitats e mudanças no uso da terra, sendo a conversão de terras para pastagem, e a transformação das florestas em monoculturas intensivas de soja e milho, usadas para alimentação do gado, a forma direta pela qual a produção de carne afeta a biodiversidade. Tanto a produção intensiva de grãos para alimentação animal, quanto o uso da terra para pastagens, leva a profundas transformações nos habitats naturais, uma vez que causam a degradação da vegetação nativa, modificando o meio onde se localizam uma diversidade de vertebrados e invertebrados, impactando na redução da variedade de plantas usadas para alimentação e alteração nos locais de reprodução dos animais (CARVALHO; 2020; GODFRAY et al.; 2018).

Em 2015, estimou-se que 71% das florestas tropicais da América do Sul foram convertidas para pecuária, e mais de 14% transformadas em monoculturas de soja para ração animal, e para exportação de commodities (GODFRAY et al.; 2018).

Além disso, a produção de gado também impacta a biodiversidade por meio do sobrepastoreio, através do pisoteio das encostas que empobrece e causa erosões no solo, levando a perda da biodiversidade (GODFRAY et al.; 2018).

Um dos principais locais do mundo onde temos grandes volumes de florestas sendo convertidos em pastagens extensivas e destruição dos habitats naturais, em prol da produção e consumo de carne, é a América Latina, onde em 2010, cerca de dois terços da terra foi devastada em prol da pastagem animal (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Segundo dados da ONU de 2019, os ecossistemas naturais tiveram uma redução de 47%, e a degradação do solo devido às mudanças no uso da terra, conseguiu reduzir a produtividade em 23% em todas as áreas. Além disso, nas últimas décadas, mamíferos selvagens tiveram uma redução de 82%, enquanto temos 25% da fauna e da flora atualmente ameaçadas, demonstrando grande risco à biodiversidade agrícola e pecuária (GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

Também é importante mencionar o impacto das alterações climáticas na biodiversidade, que tem sido estudado recentemente. As alterações climáticas

conseguem afetar a biodiversidade de três formas: por meio das mudanças do clima médio; mudanças na incidência de eventos climáticos extremos; ou alterações na variabilidade climática (CARVALHO; 2020).

Estimava-se em 2014, que de todas as espécies existentes, poderíamos ter de 15% a 37% de extinção devido a mudanças climáticas. Isso porque, devido ao aumento da temperatura global, as espécies tendem a sair de seus habitats naturais e migrar para locais com condições climáticas mais favoráveis, gerando redistribuição da biodiversidade; ou até mesmo extinção daquelas espécies que não são capazes de se deslocar para novos lugares (CARVALHO; 2020).

Ademais, variadas espécies vulneráveis correm grandes riscos de extinção, principalmente aquelas que não lidam bem com mudanças de temperatura; que são muito dependentes de seus habitats ou que possuem oportunidades geográficas limitadas (vivem em ilhas e montanhas); e espécies com taxas de reprodução lentas e populações menores (CARVALHO; 2020).

Estudos feitos em 2002 já demonstravam o impacto das alterações climáticas na biodiversidade, relatando que as altas temperaturas eram capazes de afetar o tempo de reprodução da fauna e da flora, a migração dos animais, a duração do tempo de crescimento das espécies, a distribuição das espécies no ecossistema, o tamanho das populações, e a frequência de surtos de pragas e doenças; além disso, projetava-se que os aumentos de temperatura também podiam influenciar na distribuição e composição das espécies (CARVALHO; 2020).

Como demonstrado, as escolhas alimentares impactam diretamente o meio ambiente e a biodiversidade, uma vez que a agropecuária é a principal atividade responsável pelas alterações no uso da terra, mudanças de habitats e mudanças climáticas. No entanto, essa relação entre padrões alimentares e biodiversidade, é bidirecional: enquanto as escolhas alimentares influenciam na perda da biodiversidade, essa perda pode impactar na disponibilidade de alimentos, soberania alimentar e segurança alimentar e nutricional (ALSAFFAR; 2016).

No Brasil, país extremamente rico em biodiversidade, que abarca de 15% a 20% de toda a diversidade mundial, vem adquirindo uma grande redução de variedades alimentares consumidas, comprometendo a soberania alimentar e a segurança alimentar e nutricional da população (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Existem mais de sete mil espécies de plantas comestíveis no país, e apenas 30 tipos de culturas englobam 95% da alimentação diária dos brasileiros. Segundo dados do IBAMA de 2011, o Cerrado brasileiro já havia perdido 49% da sua vegetação nativa, e alcançava 14,2 mil km<sup>2</sup> por ano de área desmatada para formação de pasto (KUROISHI; 2016).

No Pantanal do país, temos uma concentração de 10% de toda produção de soja plantada no Brasil, e não existem legislações ou dispositivos legais capazes de conter a expansão agrícola nessa região. No Mato Grosso, tivemos um crescimento de 33% na área plantada de soja entre 2002 e 2012, e no Mato Grosso do Sul, tivemos um crescimento de 39% para o mesmo período, representando 879 mil hectares de área plantada de soja (KUROISHI; 2016).

Exemplos drásticos de perda da agrobiodiversidade também advém de outros países do globo: na Indonésia, a modernização da agricultura, ocasionou a extinção de cerca de 1.500 variedades de culturas de arroz. Em Bangladesh, a Revolução Verde gerou a perda de sete mil variedades tradicionais de arroz, e nas Filipinas, foram 300 variedades perdidas (KUROISHI; 2016).

Com isso, é demonstrado que, prevenir a perda da biodiversidade vegetal não é importante apenas do ponto de vista ambiental, mas impacta diretamente na diversidade de cultivos e opções de escolhas alimentares. A falta de diversidade dentro da alimentação, pode levar a inúmeras deficiências de micronutrientes, como ferro, folato, vitamina A, zinco, e iodo, que são particularmente preocupantes (ALSAFFAR; 2016).

A expansão do agronegócio extingue e arrisca a existência de inúmeras variedades de cultivo, enquanto aumenta a produção de algumas poucas espécies, desrespeitando os alimentos típicos de cada cultura, e ameaçando a soberania alimentar dos povos (KUROISHI; 2016).

#### **4.4.2. Recursos Naturais**

Alterações nos recursos hídricos, tanto em quantidade quanto em qualidade também estão ameaçadas. Foi feita uma análise global dos sistemas de água doce mundial, e descobriu-se que 80% da população sobrevive em ambientes onde o

acesso à água para o consumo e funcionamento dos ecossistemas é altamente ameaçado (ROSE, HELLER, ROBERTO; 2019).

Temos apenas 2,5% de água doce no planeta, considerando toda a água existente no mundo, tornando a indisponibilidade hídrica um problema cada vez maior, devido a nossa má gestão de recursos. Essa progressiva escassez mundial de água se dá principalmente devido à agricultura, uma vez que esta é a atividade humana que mais utiliza água, sendo responsável pelo uso de 75% a 84% de toda a água doce mundial (CARVALHO; 2020).

A água na agricultura, é utilizada principalmente para irrigação dos terrenos agrícolas, que representam 70% do uso de toda a água do mundo, além de seu uso vinculado à criação de gado. Nos Estados Unidos, estima-se que 90% da água é destinada para o setor agrícola, sendo que 56% é voltada à criação de gado (CARVALHO; 2020).

A pecuária tem um grande papel na depleção de água, estimando-se que quase um terço da água do mundo utilizada para agricultura, é vinculada à produção de carne. Isso ocorre, principalmente, porque a indústria pecuária necessita de grandes volumes de água para produzir os grãos que irão alimentar o gado, sendo a evapotranspiração o principal mecanismo pelo qual as culturas esgotam os recursos hídricos (CARVALHO; 2020).

Além disso, boa parte da água usada na pecuária é destinada à sobrevivência do gado. Em 2013, já contávamos com 70 bilhões de animais no mundo, e a grande maioria, precisa de 100 vezes mais litros de água por dia do que os humanos para sobreviver (CARVALHO; 2020).

Temos também a utilização de água no setor pecuário, chamada “água de serviço”, que é voltada para limpeza dos animais e das unidades onde eles se encontram, além do uso para arrefecimento das instalações, dos animais, para produção do leite e para depósitos de lixo (CARVALHO; 2020).

A água utilizada para o cultivo de ração representa 98% da pegada hídrica da produção pecuária, com água de beber para o gado, água de serviço e água de mistura para ração correspondendo a 1,1%, 0,8% e 0,03% da pegada hídrica total, respectivamente (GODFRAY et al.; 2018).

Nas últimas quatro décadas, a produção alimentar teve um aumento de 25% a mais do que o crescimento da população mundial, e paralelamente a isso, tivemos um aumento exponencial do consumo de carne, elevando drasticamente o consumo de água. Análise de cenários feitas em pesquisas demonstraram, que a procura por água pode aumentar de 20% a 90% nos próximos 50 anos, graças a forma como são geridos os sistemas agrícolas atualmente. Além disso, estima-se que o consumo de carne irá triplicar globalmente até 2050, gerando grandes preocupações voltadas ao consumo de água (CARVALHO; 2020).

Um exemplo disso é o aumento do consumo de carne ocorrido na China entre os anos de 1980 e 2007, que teve um consumo triplicado no período com 53 kg de carne sendo consumidas per capita, um dos maiores consumos do mundo. Com isso, também ocorreram aumentos nos últimos 20 anos, nas exportações de soja da América do Sul para a China, se caracterizando como um dos maiores fluxos internacionais de commodities do mundo em 2018. Esses resultados explicam porque a China possui a terceira maior pegada hídrica do mundo (CARVALHO; 2020).

Além da produção, o processamento da carne para o consumo, que requer higiene e qualidade, também faz uso de grandes volumes de água, e produz grande quantidade de águas residuais. Por exemplo, a FAO estimou em 2006, que foram utilizados 1.590 litros de água por ave processada, o que inclui água para lavagem de carcaças, limpeza, esquentar água quente antes do desmembramento das aves, água para o transporte de penas, cabeças, pés e vísceras, e para o arrefecimento dos animais (CARVALHO; 2020).

Já no processamento da carne bovina, são necessários de 6 a 15 litros por quilo de carcaça. Em 2019, tivemos 70 bilhões de aves abatidas no mundo, e 70,38 milhões de toneladas de carne bovina produzidas. Em uma estimativa conservadora, podemos constatar que neste ano, o processamento de aves representou 0,07% do uso global de água, e a produção bovina representou 0,011% a 0,027% do uso global de água (CARVALHO; 2020).

Para além da quantidade, a qualidade da água é também afetada pela agricultura e pecuária. Temos escoamento dos fertilizantes e do estrume advindos dos solos agrícolas, além dos compostos químicos produzidos pela indústria; e o

nitrogênio e fósforo do estrume animal, que possuem grande carga de nutrientes, resultando na proliferação de algas e esgotamento de oxigênio, prejudicando os ecossistemas aquáticos e a saúde humana (ROSE, HELLER, ROBERTO; 2019; GODFRAY et al.; 2018).

Outro recurso natural prejudicado pelo sistema alimentar é o uso de energia não renovável. A indústria de processamento de alimentos e bebidas é o quinto maior usuário de energia industrial nos Estados Unidos, e o quarto maior no Reino Unido. E com o avanço da industrialização, temos cada vez mais um aumento no consumo de alimentos processados, impactando na ampliação do consumo de energia na indústria de alimentos (ALSAFFAR; 2016).

Além disso, novamente o consumo de carne e seus derivados, possuem grande influência no esgotamento de recursos. O processamento de carnes e laticínios foi identificado como o principal setor de consumo de energia em 2006, uma vez que produtos de origem animal precisam de 4 a 40 vezes mais energia em sua produção, do que fornecem energia na nutrição quando consumidos. Como já mencionado, a produção de gado é ineficiente no quesito energia, pois os animais consomem grande parte da energia ingerida em seus processos metabólicos; e por isso, se toda a produção global de ração fosse destinada ao consumo humano, teríamos um aumento de 49% nas calorias dos alimentos consumidos (ALSAFFAR; 2016).

## **4.5. PROCESSAMENTO, COMERCIALIZAÇÃO E DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS**

### **4.5.1. Processamento e Comercialização**

Mais um aspecto importante de se avaliar quando discutimos os impactos ambientais do atual sistema alimentar são os níveis de processamento dos alimentos e suas formas de comercialização. A implementação de níveis elevados de processamento nos alimentos apresentam grandes riscos para uma alimentação saudável, quando perde-se grande parte dos nutrientes presentes na composição original do alimento e adicionam-se gorduras, sódio, açúcares, aditivos e conservantes (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Mas também, o processamento excessivo não é sustentável, uma vez que essa modificação nos alimentos é feita pelas grandes indústrias de alimentos, e não por pequenos produtores; e a comercialização se dá via grandes redes de supermercado, em detrimento de cadeias curtas que beneficiam produtores locais. Assim, quando os alimentos são transformados em versões industrializadas, o pequeno agricultor não ganha nenhum incentivo para manutenção do seu trabalho, sufocando esse tipo de agricultura e a diversidade biológica (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

Além disso, dentro dos atuais padrões de consumo, existe uma grande tendência dentro da comercialização de alimentos, de um maior fluxo de commodities alimentares em longas distâncias, que contribuem com o aumento das emissões de gases do efeito estufa através do transporte (ALSAFFAR; 2016).

Em 1990, foi desenvolvido o termo “Food Miles”, que se referiu à distância que o alimento percorre da produção até o consumidor final, e demonstrava que os alimentos produzidos localmente são ambientalmente mais sustentáveis, do que alimentos que percorrem grandes distâncias. Isso porque, o transporte de alimentos se dá às custas de grandes emissões de dióxido de carbono, e a comercialização de alimentos advindas de produtores locais, é capaz de limitar a energia do transporte, e ainda contribuir para um comércio justo, por meio de compras diretas entre agricultor e consumidor (ALSAFFAR; 2016).

São necessários maiores requisitos de energia para o processamento e transporte de alimentos em longas distâncias, resultando em aumento nas emissões de GEE. Um trabalho recente feito em 2017 na Noruega, descobriu que o consumo de refeições prontas utilizavam mais energia e emitiam maiores quantidades de GEE do que refeições equivalentes menos processadas; e ao deixar de comer alimentos prontos, priorizando apenas ingredientes frescos, uma família conseguiria reduzir as emissões de gases equivalente às emissões de um carro que percorre 900 km (NILES et al.; 2017).

Assim, quando discutimos o processamento e a comercialização de alimentos, devem ser priorizadas as compras em circuitos curtos de comercialização, contendo o mínimo de intermediários possível e maior proximidade geográfica, sendo estas, as compras que englobam alimentos menos processados e

mais saudáveis. As variadas formas de consumo que propiciam o contato direto entre produtor e consumidor, aproxima a população da origem do alimento, que segundo autores, beneficia a percepção do consumidor sobre a alimentação saudável, e é capaz de ampliar o conceito para questões culturais e sustentáveis (MARTINELLI e CAVALLI; 2019).

#### **4.5.2. Desperdício**

Problemas relacionados à perda de processamento, desperdício de alimentos, uso de embalagens, consumo de energia e água, transporte de alimentos e gestão de resíduos, são os problemas ambientais mais comuns na indústria de alimentos (ALSAFFAR; 2016).

Ocorrem perdas de alimentos em todas as fases de sua produção: na colheita, processamento, comercialização, armazenamento e durante o consumo. A perda de alimentos é considerada uma ação acidental, que ocorre durante as etapas iniciais da produção, como durante a colheita, transporte, e processamento; enquanto o desperdício de alimentos, se refere ao comportamento de varejistas e consumidores no descarte consciente de alimentos seguros para o consumo humano (ALSAFFAR; 2016; GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

As razões para o desperdício de alimentos são variadas e podem ocorrer devido a vida útil limitada, padrões estéticos, excesso de compras pelos consumidores e consumo excessivo, além de padrões de armazenamento de alimentos inadequados (ALSAFFAR; 2016; GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

Em 2017, os resultados de um estudo estimaram que, aproximadamente um terço dos alimentos produzidos são perdidos ou desperdiçados durante a cadeia de produção, o que equivale a cerca de 1,3 bilhões de toneladas por ano. As perdas de alimentos mais comuns englobam raízes, tubérculos e oleaginosas, com os maiores percentuais de perdas entre a pós-colheita e a distribuição, que foram estimados em 25% em 2016, seguido das hortaliças e frutas, com percentual de 20% (GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

Quando nos referimos ao desperdício de alimentos, os alimentos mais comuns são os de origem animal, frutas e vegetais, principalmente devido a vida útil e erros nas formas de armazenamento. A média global de perda total de alimentos

gira em torno de 14%, ao longo de toda cadeia produtiva e cadeias de abastecimento, sendo a América do Norte e a Europa líderes das porcentagens, desperdiçando em torno de 16% e 21% respectivamente (GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

Os países desenvolvidos são responsáveis pela maior parte dos alimentos desperdiçados durante o consumo humano, enquanto países em desenvolvimento possuem maiores perdas durante as etapas de processamento, armazenamento e transporte de alimentos (DOS SANTOS MESQUITA e BURSZTYN; 2018). Por exemplo, o desperdício de alimentos pelas populações da Europa e da América do Norte gira em torno de 95 a 155 quilos por pessoa por ano, enquanto na África Subsaariana e no Sul e Sudeste da Ásia, temos apenas 6 a 11 quilos desperdiçados (GARIBALDI et al.; 2018).

O ponto é que os alimentos desperdiçados também representam o desperdício de todos os insumos usados para sua produção, como mão de obra, água, energia, terra, além de produzirem milhões de emissões de gases do efeito estufa. De acordo com estimativas da FAO feitas em 2013, a pegada de carbono global emitida pelo desperdício de alimentos foi de 3,3 gigatoneladas de dióxido de carbono, além do desperdício de cerca de 250 km<sup>3</sup> de água, e 1,4 bilhões de hectares de terras agrícolas (GARIBALDI et al.; 2018; GARCÍA-OLIVEIRA et al.; 2020).

Para produzir todos os alimentos desperdiçados dentro do sistema alimentar, é necessário utilizar uma área maior do que o tamanho da China, e cerca de 21% da água doce do mundo. Além disso, se o desperdício fosse reduzido em apenas 25%, já seria possível alimentar todas as pessoas em condições de insegurança alimentar do mundo (GARIBALDI et al.; 2018).

Um estudo de 2018, feito com consumidores dos Estados Unidos, demonstrou que estes desperdiçaram 422 gramas de comida por pessoa por dia entre os anos de 2007 e 2014, sendo frutas e vegetais responsáveis por 39% do desperdício, seguidos de laticínios com 17%, carnes com 14% e grãos com 12%. Ou seja, quase 26% dos alimentos foram desperdiçados pela população dos Estados Unidos todos os dias no período citado, o que representa mais de 800 kcal por pessoa por dia (CONRAD et al.; 2018).

Esse desperdício, ocupa anualmente aproximadamente 30 milhões de hectares de terras agrícolas cultivadas, representando 7,7% de toda a área agrícola dos EUA; além de mais de 60% do solo utilizado para cultivar frutas serem desperdiçados, seguido por vegetais, que representam 56%. Ademais, são utilizados 4,2 trilhões de galões de água para irrigação das terras agrícolas usadas para produzir alimentos desperdiçados, sendo a maior parte dessa água, utilizada para produzir frutas (1,3 trilhão de galões), e vegetais (1,05 trilhão de galões) (CONRAD et al.; 2018).

Assim, foi demonstrado que o desperdício de 422 gramas de alimentos todos os dias pelos americanos entre os anos de 2007 e 2014, representaram cerca de 30% das calorias diárias disponíveis para consumo, e 7% de toda a área agrícola anual do país (CONRAD et al.; 2018).

O desperdício foi identificado como um grande contribuinte para as emissões de GEE da cadeia alimentar durante sua produção, distribuição e descarte de resíduos sólidos (MUCHENJE, MUKUMBO, NJISANE; 2018). A FAO estimou em 2013 que se a perda e o desperdício de alimentos fossem um país, seriam a terceira maior fonte de emissões de GEE do mundo (NILES et al.; 2017).

As emissões de GEE vinculadas a perda e desperdício de alimentos foram estimadas em 3,6 gigatoneladas por ano em 2011. Isso porque, a perda e o desperdício de alimentos, além de representarem uma redução na disponibilidade de alimentos de qualidade para o consumo, também retratam o desperdício das emissões de GEE ocorridas em toda a cadeia alimentar de transporte, processamento, distribuição, armazenamento e preparação dos alimentos; e quanto mais distante o alimento está da sua cadeia de abastecimento, maiores emissões de gases são desperdiçadas através do seu descarte (NILES et al.; 2017).

Adicionalmente aos impactos do desperdício dos alimentos, temos o impacto do desperdício de resíduos sólidos e líquidos produzidos pela indústria de alimentos durante a produção e preparação destes. Grandes quantidades dos resíduos sólidos, como as embalagens, são levadas a aterros sanitários, que representam mais uma vez emissões de GEE e fontes de poluição para os lençóis freáticos; enquanto os resíduos líquidos são lançados sem tratamento na água de rios, lagos e oceanos (DOS SANTOS MESQUITA e BURSZTYN; 2018; ALSAFFAR; 2016).

As taxas atuais de recuperação de embalagens são muito baixas, com grande parte desses resíduos sendo destinados a aterros. A geração mundial de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) foi determinada em 2017 em 1,3 bilhões de toneladas por ano, estimando-se um aumento de aproximadamente 2,2 bilhões de toneladas por ano até 2025, ou seja, cada pessoa irá aumentar sua produção de 1,2 kg/dia para 1,42 kg/dia em resíduos sólidos. Desse total, aproximadamente, 32% são resíduos secos, como as embalagens (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Assim, o desperdício de alimentos se torna um indicador muito relevante de sustentabilidade, uma vez que representa uma soma de todos os recursos utilizados para sua produção, incluindo terras agrícolas, agrotóxicos, fertilizantes e pesticidas, uso de água, energia, e emissões de gases do efeito estufa; além da geração de resíduos sólidos gerados através dos alimentos descartados (CONRAD et al.; 2018).

#### **4.6. SAÍDAS E POSSIBILIDADES DE UMA NOVA FORMA DE PRODUÇÃO E CONSUMO**

Diante de todas as constatações a respeito do desequilíbrio dos ecossistemas, que o atual sistema alimentar tem causado, faz-se necessário repensar os modos de produção e consumo, em busca de soluções que atendam e respeitem as diversidades regionais e ambientais, e promovam um modelo sustentável para os processos biológicos naturais, a saúde humana, a biodiversidade, e a dignidade dos animais, visando a proteção do meio ambiente e a soberania e segurança alimentar e nutricional da população (KUROISHI; 2016).

Nesse sentido, discute-se o papel dos atuais modelos agrícolas na promoção de saúde, e surge a importância socioeconômica e ambiental da agroecologia e da agricultura familiar, que possuem potencial para contribuir com uma “Agricultura Sensível a Nutrição”, que considera que uma alimentação saudável deve garantir a segurança alimentar e nutricional, e advir de sistemas alimentares socialmente justos e ambientalmente sustentáveis (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

Com base nos princípios agroecológicos, surgem diferentes vertentes de produções agrícolas alternativas, como a agricultura biológica, agricultura biodinâmica, agricultura natural, agricultura ecológica, permacultura, e a mais

difundida junto à pesquisa e o mercado, a agricultura orgânica (ROSSET et al.; 2014).

A agricultura orgânica tem sido vista como uma alternativa para mitigar as consequências negativas que a agricultura convencional proporciona, através da sua intensificação agrícola. Nesse tipo de agricultura, não utilizam-se agrotóxicos e fertilizantes, e a criação dos animais é feita em conjunto com a gestão agrícola; além da manutenção da cobertura permanente do solo, uso de adubação orgânica e verde, controle da erosão, manejo da fertilidade do solo, e controle biológico de pragas (ROSSET et al.; 2014).

Em relação aos impactos ambientais, esta contribui com maior manutenção de matéria orgânica no solo, menores perdas de nutrientes, menor uso de energia e promoção da biodiversidade, pela ausência do uso dos atuais pacotes tecnológicos (MARTINELLI e CAVALLI; 2019; KUROISHI; 2016). É capaz de agir na mitigação das causas e consequências do aquecimento global e das mudanças climáticas, uma vez que esse sistema possui uma baixa emissão de carbono e nitrogênio na atmosfera, devido à diversificação das espécies e técnicas de manejo aplicadas (ROSSET et al.; 2014).

O que ocorre é que em solos cultivados de forma orgânica, existe dependência da fixação biológica de nitrogênio pelas leguminosas, uma vez que não são utilizados insumos sintéticos na produção, além de quantidades altas de matéria orgânica, o que resulta em grande disponibilidade de nitrogênio e carbono fixados no solo, ao invés de serem emitidos para atmosfera (ROSSET et al.; 2014).

Além disso, as técnicas de cultivo do solo utilizadas na agricultura orgânica, são capazes de melhorar a fertilidade da terra, o que aumenta sua capacidade de armazenar água e nutrientes, reduzindo eventos como erosões e lixiviação. Isso ocorre, pois nesse tipo de cultivo, temos a manutenção da cobertura do solo, e são aplicadas rotações de culturas, com incremento de matéria orgânica, que promovem a conservação solo (ROSSET et al.; 2014).

A agricultura orgânica também atua diminuindo os riscos de contaminação dos corpos hídricos, uma vez que não faz uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, que são as principais fontes de contaminantes do solo e da água em agriculturas convencionais. A ausência do uso desses produtos, também beneficia o

habitat natural local, tornando-o mais adequado à presença de aves, insetos e microorganismos do ecossistema, além de permitir um controle biológico de pragas (ROSSET et al.; 2014).

Dados de estudos de 2014 também sugerem, que a produção orgânica, é capaz de resultar em um menor uso de energia, e menores emissões de gases do efeito estufa relacionados ao uso de fertilizantes e agrotóxicos, resultando em um aquecimento global potencial (GWP) 7% menor do que sistemas de produção convencionais (NILES et al.; 2017).

Do ponto de vista do desenvolvimento social, a agricultura orgânica também oferece maior geração de empregos para as comunidades locais, uma vez que esse tipo de agricultura requer mais mão de obra para o seu cultivo, além de beneficiar a segurança dos agricultores, e a segurança alimentar e nutricional dos consumidores, ao não fazer uso de produtos tóxicos e mais saudáveis (ROSSET et al.; 2014).

Outra vertente de produção agrícola alternativa é o modelo de agricultura familiar de base agroecológica, que se baseia em obter maior autonomia dos pequenos produtores em relação às grandes indústrias de alimentos, e garante sistemas de produção que aproximam o consumidor do agricultor, e dessa forma, promovem diversidade alimentar e consumo saudável e sustentável (RIBEIRO, JAIME, VENTURA; 2017).

A agroecologia parece ser um caminho mais adequado para uma alimentação saudável e sustentável, em função de suas características de produção de forma diversificada, integrando tanto atividades vegetais quanto animais, em escalas menores de trabalho (MARTINELLI e CAVALLI; 2019). Trata-se de uma forma de cultivo multidisciplinar, que faz uso do conhecimento de diferentes ciências, e também do conhecimento tradicional, integrando princípios agronômicos, ecológicos, e socioeconômicos, ultrapassando uma visão unidimensional, baseada apenas na genética e agronomia, e agregando dimensões ecológicas, sociais e culturais (KUROIISHI; 2016).

Esse modelo valoriza o conhecimento empírico dos pequenos produtores, visando sua socialização e aplicação desses conhecimentos tradicionais locais, para o alcance da sustentabilidade da produção agrícola. São utilizados tanto conhecimentos científicos, como conhecimentos de agricultores, povos indígenas e

comunidades tradicionais, tendo todos os atores envolvidos na agricultura, o papel de participar da produção, fazendo com que todo o potencial local seja utilizado em prol da produção (KUROISHI; 2016).

Apesar de ser considerada uma ciência, a agroecologia não impõe o conhecimento externo e científico sobre os pequenos produtores, e sim, faz uso do conhecimento local para propor ações sociais coletivas, e usar todo o potencial de cada comunidade, de modo que a produção e as transformações se deem com a participação de todos os envolvidos (KUROISHI; 2016).

As técnicas aplicadas são ecologicamente corretas, uma vez que respeitam os processos biológicos locais, sem transformar radicalmente o ecossistema camponês, apenas usando elementos tradicionais e incorporando novos, para otimizar a produção. Esse destaque na manutenção dos recursos locais, acaba reduzindo os custos da produção e tornando as tecnologias agroecológicas economicamente mais acessíveis (KUROISHI; 2016).

Devido a esse viés de conservar conhecimentos tradicionais, a agroecologia além de fomentar a sustentabilidade, fomenta a emancipação social, ao respeitar o modo de produzir de cada pequeno produtor e as características biológicas das espécies locais; além de promover segurança alimentar, cidadania, dignidade, proteção do meio ambiente e proteção da cultura e economia local (KUROISHI; 2016).

Um sistema agroecológico sustentável se baseia na preservação dos recursos naturais, com adaptação dos cultivos a cada ambiente, e uma manutenção em nível moderado e sustentável da produtividade. Além disso, a produção agroecológica, principalmente as agroflorestas, são sistemas que potencializam a biodiversidade dos alimentos, pois permitem ações de intercâmbio de recursos genéticos e trocas de sementes entre os agricultores, e estimula a produção de mudas de espécies nativas, valorizando os alimentos regionais, o auto-consumo, e contribuindo fortemente para conservação do cultivo de alimentos locais (KUROISHI; 2016).

A promoção da biodiversidade de cultivos, árvores e animais contribui para reciclagem de nutrientes e matéria orgânica do solo; além dos policultivos e uso de poucos insumos, que permitem uma agricultura de solo fértil e controle natural de

pragas, não sendo necessária a aplicação dos pacotes tecnológicos usados na agricultura convencional (KUROISHI; 2016).

Assim, a agroecologia fortalece o agroecossistema por completo, e é capaz de restaurar sua resiliência em casos de degradação, promovendo métodos corretivos menos agressivos ao meio ambiente. E toda a sua interação com a biodiversidade do meio, promove menores necessidades de insumos químicos, e restaura os ciclos naturais de produção (KUROISHI; 2016).

A finalidade desse modo de produção não é o lucro, mas sim, promover uma produção ecológica, culturalmente e socialmente sustentável, reconhecendo o valor intrínseco da natureza, e respeitando seus ciclos de renovação e evolução. A agroecologia busca resgatar os conhecimentos tradicionais, e mudar a relação do homem com a natureza, de forma que ambos consigam se desenvolver em harmonia, respeitando a pluralidade e os processos biológicos (KUROISHI; 2016).

Dessa forma, a agroecologia e todas as suas vertentes agroecológicas, tornam-se uma alternativa capaz de promover a produção sustentável, que proporciona uma alimentação que não se dá às custas da residência planetária. A adoção desse método de cultivo, permite o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente consciente, socialmente justa economicamente viável (ROSSET et al.; 2014).

## **5 CONCLUSÃO**

A compreensão do sistema alimentar perpassa por diversas dinâmicas do alimento e seu consumo, englobando uma cadeia complexa pelo qual esse é submetido, desde o campo até o consumidor final, envolvendo aspectos nutricionais, econômicos, culturais, sociais e ambientais.

A Revolução Verde e a globalização, permitiram uma nova forma de organização do sistema alimentar, que se pauta no argumento do progresso tecnológico, crescimento econômico, e combate à fome mundial, porém contribui para a prevalência da IAN.

Esse modelo de produção é indissociável do problema da água, uso da terra e mudanças climáticas, uma vez que essas alterações no sistema alimentar vem

causando danos ambientais de forma crescente. O atual sistema alimentar sobrecarrega os recursos naturais, ao passo que faz usos sem precedentes de água, energia e terra, deixando esses elementos à beira do esgotamento e, dessa forma, o consumo de alimentos atual se dá às custas da resiliência planetária, fazendo-se necessário práticas alimentares mais sustentáveis.

Uma possível saída é encontrada em modelos alternativos de produção, capazes de contribuir para uma "Agricultura Sensível à Nutrição", que priorizam a soberania alimentar. Ademais, é essencial a promoção de sistemas alimentares socialmente justos e ambientalmente sustentáveis, através da valorização dos conhecimentos tradicionais, respeito às características biológicas das espécies locais, preservação dos recursos naturais, potencialização da biodiversidade de alimentos, e proteção do meio ambiente e da cultura e economia local.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALEKSANDROWICZ, Lukasz et al. The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review. *PloS one*, v. 11, n. 11, p. e0165797, 2016.
- ALEXANDRATOS, Nikos; BRUINSMA, Jelle. *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. 2012.
- ALSAFFAR, Ayten Aylin. Sustainable diets: The interaction between food industry, nutrition, health and the environment. *Food science and technology international*, v. 22, n. 2, p. 102-111, 2016.
- BAETHGE, Christopher; GOLDBECK-WOOD, Sandra; MERTENS, Stephan. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research integrity and peer review*, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2019.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Guia Alimentar para a população brasileira*. 2a ed. Brasília: MS; 2014.
- CARVALHO, Beatriz Pereira de. *Considerações sobre a sustentabilidade ambiental, social e económica dos hábitos alimentares ocidentais*. 2020. Tese de Doutorado.
- CHEN, Canxi; CHAUDHARY, Abhishek; MATHYS, Alexander. Dietary change scenarios and implications for environmental, nutrition, human health and economic dimensions of food sustainability. *Nutrients*, v. 11, n. 4, p. 856, 2019.
- CONRAD, Zach et al. Relationship between food waste, diet quality, and environmental sustainability. *PloS one*, v. 13, n. 4, p. e0195405, 2018.
- DE CARVALHO, Aline Martins et al. Excessive red and processed meat intake: relations with health and environment in Brazil. *British Journal of Nutrition*, v. 115, n. 11, p. 2011-2016, 2016.
- DOS SANTOS MESQUITA, Patricia; BURSZTYN, Marcel. *Alimentação e mudanças climáticas: percepções e o potencial de mudanças comportamentais em prol da mitigação*. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 49, 2018.
- FARO, André; PEREIRA, Marcos Emanuel. Medidas do estresse: uma revisão narrativa. *Psicologia, Saúde e doenças*, v. 14, n. 1, p. 101-124, 2013.
- FERRARI, Rossella. Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, v. 24, n. 4, p. 230-235, 2015.

- Food and Agriculture Organization. Sustainable Diets and Biodiversity [internet]. Roma; 2010 [acesso em 28 out 2012]. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i3004e/i3004e.pdf>.
- FRESÁN, Ujué; SABATÉ, Joan. Vegetarian diets: planetary health and its alignment with human health. *Advances in nutrition*, v. 10, n. Supplement\_4, p. S380-S388, 2019.
- GARCÍA-OLIVEIRA, P. et al. Solutions for the sustainability of the food production and consumption system. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, p. 1-17, 2020.
- GARIBALDI, Lucas A. et al. Seguridad alimentaria, medio ambiente y nuestros hábitos de consumo. *Ecología austral*, v. 28, n. 3, p. 572-580, 2018.
- GARZILLO, Josefa Maria Fellegger. A alimentação e seus impactos ambientais: abordagens dos guias alimentares nacionais e estudo da dieta dos brasileiros. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- GODFRAY, H. Charles J. et al. Meat consumption, health, and the environment. *Science*, v. 361, n. 6399, 2018.
- HALLSTRÖM, Elinor; CARLSSON-KANYAMA, Annika; BÖRJESSON, Pål. Environmental impact of dietary change: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, v. 91, p. 1-11, 2015.
- KUROISHI, Danielle Akemi Saito et al. Agroecologia: um caminho para a sustentabilidade. 2016.
- LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrochemicals and their impacts on human and environmental health: a systematic review. *Saúde em Debate*, v. 42, p. 518-534, 2018.
- MARTINELLI, Suellen Secchi; CAVALLI, Suzi Barletto. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, p. 4251-4262, 2019.
- MUCHENJE, Voster; MUKUMBO, F. E.; NJISANE, Y. Z. Meat in a sustainable food system. *South African Journal of Animal Science*, v. 48, n. 5, p. 818-828, 2018.
- NELSON, Miriam E. et al. Alignment of healthy dietary patterns and environmental sustainability: a systematic review. *Advances in Nutrition*, v. 7, n. 6, p. 1005-1025, 2016.

NILES, Meredith T. et al. Climate change and food systems: Assessing impacts and opportunities. 2017.

OLIVEIRA, Patrícia Perondi Anção. Gases de efeito estufa em sistemas de produção animal brasileiros e a importância do balanço de carbono para a preservação ambiental. Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.

PEREIRA, Nircia; FRANCESCHINI, Sylvia; PRIORE, Silvia. Food quality according to the production system and its relationship with food and nutritional security: a systematic review<sup>4</sup>. Saúde e Sociedade, v. 29, 2021.

PERIGNON, Marlène et al. Improving diet sustainability through evolution of food choices: review of epidemiological studies on the environmental impact of diets. Nutrition reviews, v. 75, n. 1, p. 2-17, 2017.

REYNOLDS, Christian John et al. Are the dietary guidelines for meat, fat, fruit and vegetable consumption appropriate for environmental sustainability? A review of the literature. Nutrients, v. 6, n. 6, p. 2251-2265, 2014.

RIBEIRO, Helena; JAIME, Patrícia Constante; VENTURA, Deisy. Alimentação e sustentabilidade. Estudos avançados, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.

RÖÖS, Elin et al. Evaluating the sustainability of diets—combining environmental and nutritional aspects. Environmental Science & Policy, v. 47, p. 157-166, 2015.

ROSE, Donald; HELLER, Martin C.; ROBERTO, Christina A. Position of the Society for Nutrition Education and Behavior: the importance of including environmental sustainability in dietary guidance. Journal of nutrition education and behavior, v. 51, n. 1, p. 3-15. e1, 2019.

ROSSET, Jean Sérgio et al. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. Scientia Agraria Paranaensis, v. 13, n. 2, p. 80-94, 2014.

SCARBOROUGH, Peter et al. Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. Climatic change, v. 125, n. 2, p. 179-192, 2014.

SCHOLTZ, M. M. et al. Research and development on climate change and greenhouse gases in support of climate-smart livestock production and a vibrant industry. South African Journal of Animal Science, v. 44, n. 5, p. 1-7, 2014.

SEED, Barbara; ROCHA, Cecilia. Can we eat our way to a healthy and ecologically sustainable food system?. *Canadian Food Studies/La Revue canadienne des études sur l'alimentation*, v. 5, n. 3, p. 182-207, 2018.

SHAFIULLAH, Muhammad; KHALID, Usman; SHAHBAZ, Muhammad. Does meat consumption exacerbate greenhouse gas emissions? Evidence from US data. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 9, p. 11415-11429, 2021.

STOLL-KLEEMANN, Susanne; SCHMIDT, Uta Johanna. Reducing meat consumption in developed and transition countries to counter climate change and biodiversity loss: a review of influence factors. *Regional Environmental Change*, v. 17, n. 5, p. 1261-1277, 2017.

TAKEUTI, Déborah; OLIVEIRA, Julicristie Machado. Para além dos aspectos nutricionais: uma visão ambiental do sistema alimentar. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 20, n. 2, p. 194-203, 2013.

WILSON, Nick et al. Achieving healthy and sustainable diets: a review of the results of recent mathematical optimization studies. *Advances in Nutrition*, v. 10, n. Supplement\_4, p. S389-S403, 2019.