



C A P Í T U L O 2

ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E SEGURANÇA ALIMENTAR: ESTRATÉGIAS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.703112610022>

Arilsângela de Jesus Conceição

Universidade do Estado da Bahia
Juazeiro – Bahia

<https://orcid.org/0000-0002-2242-8601>

Fábio Del Monte Coccozza

Universidade do Estado da Bahia
Juazeiro – Bahia

<https://orcid.org/0000-0002-5431-9936>

Gertrudes Macario Oliveira

Universidade do Estado da Bahia
Juazeiro – Bahia

<https://orcid.org/0000-0002-7587-5800>

RESUMO: Este capítulo aborda a complexa intersecção entre adaptação climática e segurança alimentar, posicionando-a como um dos desafios globais mais prementes do século XXI. Inicia-se com a contextualização da segurança alimentar, definida pela FAO, e imediatamente a conecta à crescente ameaça das mudanças climáticas, que intensificam a fome e a insegurança nutricional em escala global. O problema central da pesquisa reside em como a crise climática compromete a capacidade dos sistemas alimentares de produzir, distribuir e garantir acesso a alimentos nutritivos, impactando desproporcionalmente as populações mais vulneráveis. O trabalho detalha os múltiplos impactos das mudanças climáticas, que se manifestam na destruição da produção agrícola por eventos extremos, na vulnerabilidade de regiões específicas, e nas ameaças à biodiversidade, aos ecossistemas marinhos, à polinização e à propagação de pragas e doenças, fatores que elevam custos e desestabilizam as cadeias de valor. São igualmente analisadas as consequências sociais, como o deslocamento forçado de comunidades e a desproporcionalidade

dos impactos sobre as mulheres. Diante desse cenário crítico, o capítulo explora uma vasta gama de estratégias de adaptação e mitigação. Estas incluem inovações e práticas para sistemas alimentares resilientes (agricultura sustentável e de precisão, agroecologia, biotecnologia, novas fontes alimentares e economia circular), a necessidade de políticas públicas robustas, o fortalecimento institucional e a cooperação internacional. Por fim, são discutidos os desafios persistentes para a implementação efetiva dessas soluções, como a escassez de financiamento, as desigualdades políticas e a resistência à inovação, sublinhando a urgente necessidade de uma governança eficaz, ação local e investimento contínuo em pesquisa para assegurar um futuro alimentar sustentável e equitativo para todos.

PALAVRAS-CHAVES: Segurança Alimentar; mudanças climáticas; fome; agroecologia.

CLIMATE ADAPTATION AND FOOD SECURITY: STRATEGIES FOR A SUSTAINABLE FUTURE

ABSTRACT: This chapter addresses the complex interconnections between climate change and food security, recognizing them as one of the most pressing global challenges of the 21st century. It begins by contextualizing food security according to FAO's definition, immediately linking it to the escalating threat posed by climate change, which intensifies hunger and nutritional insecurity worldwide. The central research problem lies in how the climate crisis compromises the capacity of food systems to produce, distribute, and ensure access to nutritious food, disproportionately affecting the most vulnerable populations. The study details the multifaceted impacts of climate change, including the destruction of agricultural production by extreme events, heightened vulnerability in specific regions, and threats to biodiversity, marine ecosystems, pollination, and the proliferation of pests and diseases, all of which elevate costs and destabilize value chains. Social consequences, such as forced displacement of communities and gender inequalities in impact, are also analyzed. In response to this critical scenario, the chapter explores a wide range of adaptation and mitigation strategies. These encompass innovations and practices for resilient food systems (sustainable and precision agriculture, agroecology, biotechnology, alternative food sources, and the circular economy), the need for robust public policies, institutional strengthening, and international cooperation. Finally, it discusses persistent challenges to the effective implementation of these solutions, such as funding scarcity, political inequalities, and resistance to innovation, underscoring the urgent need for effective governance, local action, and continuous investment in research to ensure a sustainable and equitable food future for all.

KEYWORDS: Food Security; climate change; hunger; agroecology.

INTRODUÇÃO

Segundo a definição apresentada na Cúpula Mundial da Alimentação da FAO, realizada em Roma, em 1996, a segurança alimentar corresponde à condição que existe quando “todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos que atendam às suas necessidades alimentares e preferências para uma vida ativa e saudável” (FAO, 1996). No entanto, a concretização desse conceito, que abrange as dimensões de disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade, enfrenta um desafio cada vez maior, especialmente no contexto das rápidas e profundas mudanças climáticas (Ma et al., 2025).

O cenário global da fome e da insegurança alimentar reflete essa complexidade. Atualmente, 318 milhões de pessoas enfrentam insegurança alimentar aguda nos países onde o Programa Mundial de Alimentos (WFP) atua (WFP, 2025, p. 3), um número que representa mais que o dobro dos níveis pré-pandêmicos. Além da fome visível, a “fome oculta”, caracterizada por deficiências de micronutrientes, afeta bilhões, comprometendo a saúde e perpetuando ciclos de pobreza (André et al., 2018).

As projeções para 2026 são igualmente preocupantes, com o agravamento da insegurança alimentar esperado em 16 focos de fome, impulsionados por conflitos, desaceleração econômica e, crucialmente, pelos eventos climáticos extremos como secas e inundações, que impactam diretamente os preços e a disponibilidade de alimentos (WFP, 2025, p. 3-5). Esses desafios globais estão intrinsecamente ligados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, em especial o ODS 2 (Fome Zero) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), que, apesar dos esforços, ainda revelam um panorama desigual e a persistência da desnutrição e anemia em bilhões de pessoas (United Nations, 2025, p. 10-11).

A urgência dessa questão é sublinhada pela rápida escalada das mudanças climáticas, com 2024 registrando o ano mais quente da história, 1,55°C acima dos níveis pré-industriais, e emissões globais de gases de efeito estufa atingindo um recorde em 2023 (United Nations, 2025, p. 34-36, Wheeler; Von Braun, 2013).

Esta intensificação dos eventos climáticos extremos, como secas, inundações, ondas de calor e alterações nos padrões de precipitação, não apenas impulsiona deslocamentos e perdas econômicas, mas também desestabiliza diretamente os ecossistemas e as cadeias produtivas alimentares, impactando desproporcionalmente as populações mais vulneráveis. Nesse cenário de crescente vulnerabilidade, o problema central desta pesquisa reside na ameaça multifacetada que as mudanças climáticas representam para a segurança alimentar global, ao comprometerem diretamente a capacidade dos sistemas alimentares de produzir, distribuir e garantir o acesso a alimentos nutritivos.

Fenômenos como o aumento das temperaturas, a alteração nos regimes de precipitação, a intensificação de eventos climáticos extremos e a propagação de pragas e doenças agrícolas desestabilizam ecossistemas e cadeias produtivas, impactando desproporcionalmente as populações mais vulneráveis e exigindo a urgente identificação e implementação de estratégias eficazes de adaptação e mitigação.

Diante dessa realidade premente, este capítulo tem como objetivo analisar os múltiplos impactos das mudanças climáticas sobre a segurança alimentar, bem como discutir as principais estratégias e soluções que estão sendo propostas e implementadas para construir sistemas alimentares mais resilientes e sustentáveis.

O CENÁRIO GLOBAL: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS PRELIMINARES NA SEGURANÇA ALIMENTAR

O termo “mudanças climáticas” refere-se às alterações de longo prazo nos padrões climáticos globais, caracterizadas principalmente pelo aumento das temperaturas médias. Este fenômeno é amplamente atribuído ao aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, resultante das atividades humanas (IPCC, 2023; Malhi et al., 2021; Raza et al., 2019).

Tais alterações desencadeiam modificações nos ciclos naturais da Terra, abrangendo mudanças nos padrões de precipitação, o registro de temperaturas extremas, o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, e profundas transformações nos ecossistemas (IPCC, 2023; Yuan et al., 2024; Ali et al.; 2017).

Neste contexto, a interconexão entre fome e crise climática emerge como um dos temas mais relevantes e urgentes da atualidade. As mudanças climáticas não são apenas um fenômeno ambiental isolado; elas atuam como um multiplicador de ameaças, intensificando os desafios existentes para a segurança alimentar global.

Os efeitos resultantes, como secas e inundações mais frequentes e severas, não apenas devastam a agricultura e os sistemas alimentares, mas também exacerbam a insegurança alimentar e a pobreza, especialmente em países e comunidades já vulneráveis (United Nations, 2025, p. 2-3; Pérez-Escamilla et al., 2017). Esta dinâmica complexa exige uma compreensão aprofundada de como as alterações ambientais se traduzem em impactos sociais e econômicos diretos sobre a capacidade das populações de acessar alimentos suficientes e nutritivos.

OS MÚLTIPLOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SEGURANÇA ALIMENTAR: Impactos Diretos na Produção Agrícola e Disponibilidade de Alimentos

As alterações climáticas manifestam-se em fenómenos meteorológicos extremos que destroem plantações e prejudicam a infraestrutura de transporte, dificultando a distribuição de alimentos. Um exemplo marcante é o Furacão Maria, que em 2017 devastou grandes áreas agrícolas em Porto Rico, culminando em uma severa crise alimentar na região (FAO, 2018a). A intensificação e frequência de eventos como secas prolongadas e chuvas excessivas têm um efeito direto e muitas vezes devastador na produção agrícola.

O impacto é particularmente crítico em regiões já vulneráveis, que frequentemente enfrentam desafios socioeconômicos estruturais. No semiárido brasileiro, por exemplo, a seca, que já é uma característica histórica, tem se intensificado nos últimos anos, comprometendo a produção local e a segurança alimentar de milhões de pessoas (Marengo et al., 2018; Marengo et al., 2021; Cunha et al., 2019).

Similarmente, a África Subsaariana e outras regiões semiáridas da Ásia e da África experimentam uma variabilidade climática extrema que agrava a pobreza e amplia a insegurança alimentar em comunidades dependentes da agricultura de subsistência, muitas vezes com infraestrutura agrícola deficiente (Pecl et al., 2017; Habib-Ur-Rahman et al., 2022; Omotoso et al., 2023).

Nessas áreas, a forte dependência de colheitas locais e a pequena escala da produção agrícola expõem essas comunidades a falhas na produção, tornando as crises alimentares mais graves e de difícil mitigação, pela falta de acesso a reservas ou meios financeiros para importar alimentos (Habib-Ur-Rahman et al., 2022; Omotoso et al., 2023).

Mesmo em países de clima temperado, como os Estados Unidos, a intensificação da variabilidade climática já resultou na diminuição da produtividade de cultivos essenciais como trigo e milho (Lobell et al., 2011; Farooq et al., 2022). Esses exemplos ilustram como os reflexos das mudanças climáticas afetam profundamente a agricultura e a produção de alimentos, ameaçando a subsistência de comunidades que dependem diretamente da terra (Gómez-Zavaglia et al., 2020; IFAD, 2020).

Ameaças aos Ecossistemas e Recursos Naturais Essenciais

Além dos impactos diretos na agricultura terrestre, as mudanças climáticas representam uma grave ameaça à biodiversidade e aos ecossistemas que sustentam a produção alimentar. A polinização, um processo biológico fundamental para a reprodução de muitas culturas agrícolas, é diretamente afetada pelo aquecimento

global, que altera a distribuição e a dinâmica populacional de polinizadores como abelhas e borboletas (IPBES, 2019; Muluneh, 2021). A redução desses agentes naturais pode ter um efeito cascata na produtividade e na diversidade dos alimentos.

A saúde dos oceanos também tem sido profundamente impactada, com o aumento do calor oceânico e a intensificação da acidificação atingindo níveis críticos. Entre 2023 e 2025, o quarto evento global de branqueamento de corais afetou 84% dos recifes mundiais (United Nations, 2025, p. 34-36). Esses processos não apenas destroem ecossistemas marinhos cruciais para a biodiversidade, mas também comprometem a pesca e o uso de outros recursos marinhos, dos quais muitas populações dependem como fonte principal de proteína e sustento econômico (NASA, 2022; FAO, 2018a). A acidificação, impulsionada pelo aumento das concentrações de dióxido de carbono na atmosfera, agrava ainda mais esta situação, ameaçando a segurança alimentar de comunidades costeiras vulneráveis (Doney et al., 2020; Hall-Spencer et al., 2008).

Propagação de Pragas, Doenças e Aumento de Custos

A segurança alimentar é igualmente comprometida pela propagação de doenças e pragas agrícolas, um fenômeno exacerbado pelas mudanças climáticas (Ma et al., 2025). O aumento das temperaturas globais pode expandir a área geográfica de inúmeras pragas, como gafanhotos e moscas-das-frutas, que antes se restringiam a regiões mais quentes (Skendžić et al., 2021a; Skendžić et al., 2021b; IPCC, 2023).

A maior incidência e dispersão dessas pragas não apenas ameaçam diretamente a produtividade das lavouras, resultando em perdas significativas de alimentos, mas também demandam maiores investimentos em controle fitossanitário. Esse aumento nos custos de produção, por sua vez, pode levar à elevação dos preços dos alimentos, afetando o acesso a populações de baixa renda e agravando a insegurança alimentar (Ma et al., 2025; Skendžić et al., 2021a; Skendžić et al., 2021b).

Agravamento das Vulnerabilidades Sociais e Deslocamento Humano

As mudanças climáticas não afetam apenas os ambientes naturais e os sistemas produtivos; elas têm profundas consequências sociais, exacerbando vulnerabilidades existentes e impulsionando o deslocamento humano. A escassez de recursos hídricos e a desertificação de terras agrícolas, como observado na região do Sahel na África, levam milhares de pessoas a abandonar suas terras em busca de melhores condições de vida, um padrão também reportado em outros contextos de agricultura de sequeiro (Simane et al., 2025).

Esse fenômeno, conhecido como migração climática, gera desafios complexos para a segurança alimentar global, pois as populações deslocadas frequentemente enfrentam grandes dificuldades no acesso a alimentos nutritivos em suas novas áreas de acolhimento (Burigo; Porto, 2021; Campbell et al., 2016).

Além disso, o impacto da insegurança alimentar decorrente das mudanças climáticas é desproporcionalmente sentido pelas mulheres, especialmente em comunidades rurais e países em desenvolvimento. Por dependerem fortemente da agricultura familiar e possuírem, historicamente, menor acesso a recursos produtivos e tecnológicos, as mulheres, apesar de seu papel crucial na produção de alimentos e na gestão de recursos naturais, enfrentam barreiras estruturais e sociais que limitam severamente suas capacidades de adaptação (Lecoutere et al., 2023). Este cenário exige uma atenção particular às dimensões de gênero na formulação de respostas eficazes à crise climática e alimentar.

ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO: CAMINHOS PARA A RESILIÊNCIA

Diante da complexidade e da gravidade dos impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar, conforme detalhado na seção anterior, torna-se imperativo o desenvolvimento e a implementação de estratégias abrangentes de adaptação e mitigação. Estas estratégias devem atuar em múltiplas frentes, desde inovações tecnológicas e práticas agrícolas sustentáveis até políticas públicas robustas e uma cooperação internacional eficaz. O objetivo é construir sistemas alimentares mais resilientes, capazes de absorver choques climáticos e garantir o acesso universal a alimentos nutritivos. Esta seção explorará as principais abordagens e inovações que emergem como pilares para um futuro alimentar sustentável.

A construção de sistemas alimentares resilientes exige a adoção de inovações e práticas que permitam à agricultura se adaptar aos novos cenários climáticos e, ao mesmo tempo, reduzir sua pegada ambiental. Essas abordagens variam desde o aprimoramento de técnicas tradicionais até o emprego de tecnologias de ponta e a exploração de fontes alimentares alternativas (Fellmann et al., 2021).

A agricultura sustentável desponta como uma das principais alternativas para aumentar a resiliência das culturas. Isso envolve a adoção de práticas como o uso de sementes mais resistentes, a rotação de culturas e a conservação do solo (Embrapa, 2019). Complementarmente, a agricultura de precisão, que faz uso de tecnologias como sensores, drones e sistemas de informação geográfica, otimiza o uso de recursos como água e fertilizantes, minimizando o desperdício e maximizando a eficiência (Brasil, 2020).

Em resposta à crescente escassez de água, a irrigação inteligente, por meio de sistemas de gotejamento e sensores de umidade do solo, tem se mostrado eficaz, contribuindo para uma gestão hídrica mais sustentável e aumentando a produtividade em condições climáticas adversas, a exemplo de sua aplicação em áreas áridas do Oriente Médio e África (Embrapa, 2019; FAO, 2018b).

Outra medida fundamental é o incentivo à agroecologia, que promove a utilização de práticas agrícolas diversificadas e que respeitam o meio ambiente (Altieri; Nicholls, 2020; Belmin; Paulin; Malézieux, 2023). Essa abordagem visa melhorar a saúde do solo, promover a biodiversidade e reduzir a dependência de agroquímicos, resultando em maior sustentabilidade e resiliência das comunidades rurais às mudanças climáticas (FAO, 2018b; Altieri; Nicholls, 2020; IPBES, 2019).

Adicionalmente, sistemas agroflorestais, que integram árvores com cultivos agrícolas, aumentam a biodiversidade, melhoram a qualidade do solo e a absorção de carbono, contribuindo para uma produção de alimentos mais resiliente (Fahad et al., 2022; Udawatta; Rankoth; Jose, 2019). A agricultura regenerativa, por sua vez, foca na restauração da saúde do solo por meio de técnicas como rotação de culturas, plantio direto e compostagem, o que não só melhora a fertilidade mas também fortalece a capacidade dos ecossistemas de absorver carbono, mitigando os efeitos climáticos (Khangura et al., 2023).

A busca por alternativas alimentares ganha urgência diante do aumento populacional e dos desafios climáticos à produção de carne (Grossi et al., 2018). Proteínas vegetais (leguminosas) e as produzidas por fermentação de microrganismos estão se popularizando devido à sua menor pegada ecológica em comparação com as proteínas de origem animal (Onwezen et al., 2020).

Além disso, a economia circular, que visa a redução de resíduos e o reaproveitamento de recursos, pode ser aplicada à cadeia de suprimentos de alimentos para promover o reaproveitamento de subprodutos e reduzir o desperdício desde a produção até o consumo (Chiaraluce; Bentivoglio; Finco, 2021).

O Brasil, sendo um dos maiores produtores de alimentos do mundo, enfrenta desafios consideráveis exacerbados pelas mudanças climáticas, particularmente na região Norte, que já demonstra alterações nos regimes de chuva e aumento de temperaturas (Embrapa, 2020; Vogel et al., 2019). Nesse contexto, o empoderamento feminino nas zonas rurais emerge como uma medida estratégica; investir em programas que capacitem mulheres agricultoras e em políticas de inclusão social é essencial para fortalecer a resiliência alimentar, dada a dependência da agricultura familiar e o papel crucial das mulheres na produção e gestão de recursos (Lecoutere et al., 2023; Bryan et al., 2024).

Finalmente, a educação e a conscientização sobre as mudanças climáticas e seus impactos na segurança alimentar são elementos-chave para a construção de uma sociedade mais resiliente. A disseminação de informações sobre práticas agrícolas sustentáveis, uso racional de recursos naturais e a importância da biodiversidade pode impulsionar uma transformação no comportamento de produtores e consumidores, promovendo uma alimentação mais saudável e sustentável.

Cooperação Internacional e Engajamento Global

A dimensão global da crise climática e alimentar exige uma resposta coordenada e colaborativa. A cooperação internacional é fundamental para lidar com os desafios impostos pelas mudanças climáticas na segurança alimentar, com organizações como a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) e o WFP (Programa Mundial de Alimentos) desempenhando um papel vital no apoio a países vulneráveis.

Essas instituições promovem políticas e práticas agrícolas que fortalecem a resiliência climática, oferecendo assistência técnica, financeira e compartilhando conhecimentos entre nações. O Acordo de Paris, ao estabelecer metas para a redução das emissões de carbono, também reflete a importância de uma ação coletiva para mitigar os impactos das mudanças climáticas na agricultura (IPCC, 2023).

Contudo, a implementação dessas soluções enfrenta obstáculos consideráveis, como a escassez de financiamento, as desigualdades políticas e a resistência à adoção de tecnologias inovadoras, que representam desafios significativos a serem superados (Santos; Ferreira; Pedersen, 2022).

O futuro da segurança alimentar, portanto, depende de uma ação coordenada e multifacetada entre governos, organizações internacionais, setor privado e sociedade civil, onde o comprometimento com políticas eficazes, a inovação tecnológica e a cooperação internacional são indispensáveis (Altieri; Nicholls, 2020; Grigorieva; Livenets; Stelmakh, 2023).

Em 2023, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) reiterou a necessidade urgente de ações de mitigação e adaptação, alertando que o aumento das temperaturas médias globais pode levar a uma redução significativa na produção de alimentos até 2050 (IPCC, 2023; Muluneh, 2021; Abebaw, 2025). Esse cenário reforça a inadiável necessidade de sistemas alimentares mais resilientes e sustentáveis.

DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Embora as estratégias de adaptação e mitigação discutidas na seção anterior ofereçam caminhos promissores para construir sistemas alimentares mais resilientes,

sua implementação em larga escala enfrenta uma série de desafios complexos e interconectados.

A transição para um futuro alimentar sustentável não depende apenas da existência de soluções técnicas, mas também da superação de barreiras socioeconômicas, políticas e institucionais. A transição para sistemas alimentares resilientes, embora vital, é dificultada por barreiras substanciais que vão além da mera disponibilidade de soluções. Primeiramente, a escassez de financiamento representa um obstáculo crítico, especialmente para países em desenvolvimento e pequenos agricultores que carecem dos recursos necessários para investir em novas tecnologias e práticas sustentáveis (Matthews; Wynes, 2022; Santos; Ferreira; Pedersen, 2022; An et al., 2024).

Paralelamente, as desigualdades políticas e a fragmentação de interesses podem minar os esforços coordenados, impedindo a formulação e execução de políticas agrícolas coerentes e de longo prazo. Além disso, a resistência à adoção de tecnologias inovadoras e práticas mais sustentáveis por parte de produtores e comunidades é um desafio cultural e socioeconômico significativo. Essa resistência pode decorrer da falta de conhecimento, de percepções de risco elevadas, da ausência de incentivos adequados ou da dificuldade de acesso a informações e capacitação. Superar essas barreiras exige não apenas a oferta de soluções, mas também a construção de confiança e o engajamento ativo das comunidades no processo de mudança.

A eficácia das respostas às mudanças climáticas na segurança alimentar depende intrinsecamente de uma governança robusta e políticas públicas bem articuladas. É imperativo que os governos desenvolvam e implementem quadros regulatórios que incentivem a adaptação e a mitigação, garantindo que as estratégias discutidas na seção anterior sejam viáveis e acessíveis. Isso inclui não apenas financiamento, mas também apoio técnico, acesso a mercados e a criação de ambientes favoráveis à inovação. Uma abordagem integrada e multissetorial é essencial.

A coordenação entre diferentes níveis de governo, setores da economia (agricultura, meio ambiente, saúde, infraestrutura) e a sociedade civil é crucial para evitar soluções isoladas e garantir que as políticas considerem as interdependências dos sistemas alimentares. A visão de longo prazo, alinhada com as metas globais como a Agenda 2030, deve guiar a formulação de políticas que não apenas reajam às crises, mas que previnam vulnerabilidades futuras e promovam a equidade.

Enquanto soluções globais e tecnológicas são fundamentais, a ação local é, sem dúvida, essencial para garantir a resiliência da segurança alimentar. É nas comunidades e no nível da base que as mudanças mais significativas podem e devem ocorrer. O fortalecimento da resiliência local passa pela capacitação de líderes

comunitários, que podem atuar como multiplicadores de conhecimento e agentes de transformação, adaptando as estratégias globais às realidades e necessidades específicas de suas regiões.

O incentivo a práticas agrícolas tradicionais sustentáveis, que muitas vezes já são adaptadas aos ecossistemas locais, e o fortalecimento de redes de solidariedade local são fatores-chave. Essas redes permitem a troca de conhecimentos, recursos e apoio mútuo, fundamentais para enfrentar os desafios alimentares decorrentes das mudanças climáticas de forma eficaz e inclusiva. A compreensão e o respeito pelo conhecimento local, combinados com inovações, criam um modelo de resiliência que é tanto sustentável quanto culturalmente relevante.

O cenário de mudanças climáticas impõe uma agenda contínua e dinâmica de pesquisa e inovação. Como alertado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em 2023, a necessidade urgente de ações de mitigação e adaptação é premente, com projeções indicando que um aumento de 2°C nas temperaturas médias globais até 2050 pode resultar em uma redução de até 30% na produção de alimentos em algumas regiões (IPCC, 2023; Muluneh, 2021; Abebaw, 2025).

Isso exige não apenas o aprimoramento das soluções existentes, mas a exploração de novas fronteiras científicas e tecnológicas para desenvolver culturas mais resistentes, sistemas de produção mais eficientes em recursos e abordagens que melhorem a capacidade de adaptação dos ecossistemas. A inovação deve ser direcionada para a criação de sistemas alimentares que não apenas produzam alimentos, mas que também sejam intrinsecamente sustentáveis, equitativos e capazes de prosperar em um clima em transformação, garantindo a segurança alimentar para as gerações futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A segurança alimentar emerge, indubitavelmente, como um dos maiores desafios globais do século XXI, e sua complexidade tem sido exponencialmente amplificada pelas mudanças climáticas. À medida que o planeta experimenta fenômenos climáticos extremos cada vez mais frequentes e intensos, desde secas prolongadas e inundações devastadoras até a acidificação dos oceanos, o impacto sobre a produção e o acesso a alimentos é profundo e, em muitas ocasiões, irreversível.

Ao longo deste estudo, foram analisados os múltiplos impactos dessas alterações climáticas sobre cada dimensão da segurança alimentar, evidenciando como ecossistemas, cadeias produtivas e populações são afetados. Em resposta a esse cenário crítico, foram delineadas diversas estratégias de adaptação e mitigação, que abrangem desde inovações em agricultura sustentável, biotecnologia e exploração de novas fontes alimentares, até a formulação de políticas públicas eficazes e o

fortalecimento da cooperação internacional. A urgência de construir sistemas alimentares mais resilientes, capazes de absorver choques e garantir a nutrição de todos, é um imperativo moral e prático.

REFERÊNCIAS

ABEBAW, S. A Global Review of the Impacts of Climate Change and Variability on Agricultural Productivity and Farmers' Adaptation Strategies. **Food Science & Nutrition**, v.13, 2025. Doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.70260>.

ALI, S.; LIU, Y.; LIU, Y. et al. Climate Change and Its Impact on the Yield of Major Food Crops: Evidence from Pakistan. **Foods**, v. 6, 2017. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods6060039>.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology and the emergence of a post COVID 19 agriculture. **Agriculture and Human Values**, v. 37, p. 525–526, 2020.

AN, Z.; YANG, Y.; YANG, X. et al. Promoting sustainable smallholder farming via multistakeholder collaboration. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 121, 2024. <https://doi.org/10.1073/pnas.2319519121>

ANDRÉ, H. P. et al. Indicadores de insegurança alimentar e nutricional associados à anemia ferropriva em 321 crianças brasileiras: uma revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.23, n. 4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018234.16012016>.

BELMIN, R., PAULIN, M., & MALÉZIEUX, É. Adapting agriculture to climate change: what paths lie behind policy initiatives? **Agronomy for Sustainable Development**, v. 43, p. 1-18, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00910-y>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Mudanças climáticas e agricultura*. Brasília, 2020.

BRYAN, E.; ALVI, M.; HUYER, S. Addressing gender inequalities and strengthening women's agency to create more climate-resilient and sustainable food systems. **Global Food Security**, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100731>.

BURIGO, A. C.; PORTO, M. F. 2030 Agenda, health and food systems in times of syndemics: from vulnerabilities to necessary changes. **Cien Saude Colet**. V. 26, n. 10, p. 4411-4424, 2021. Doi: 10.1590/1413-812320212610.13482021

CAMPBELL, B. M.; VERMEULEN, S. J.; AGGARWAL, P. K. et al., Reducing food security risks arising from climate change. **Glob. Food Secur.** v. 11, p. 34–43, 2016. Doi: 10.1016/J.GFS.2016.06.002

CHIARALUCE, G.; BENTIVOGLIO, D.; & FINCO, A. (2021). Circular Economy for a Sustainable Agri-Food Supply Chain: A Review for Current Trends and Future Pathways. **Sustainability**. <https://doi.org/10.3390/su13169294>.

CUNHA, A.; ZERI, M.; LEAL, K. et al., Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019. **Atmosphere**, 2019. Doi: <https://doi.org/10.3390/atmos10110642>.

DONEY, S., BUSCH, D., COOLEY, S. et al. The Impacts of Ocean Acidification on Marine Ecosystems and Reliant Human Communities. **Annual Review of Environment and Resources**, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-083019>.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.

FAHAD, S.; CHAVAN, S.; CHICHAGHARE, A. et al. Agroforestry systems for improving and maintaining soil health. **Sustainability**, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3390/su142214877>.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Agroecology and sustainable food systems*. Rome, 2018b.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Food security*. Rome: FAO, 2009.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The State of Food Security and Nutrition in the World*. Rome: FAO, 2018a.

FAO World Food Summit [Internet]. Rome (Italy): FAO; 1996. [cited 2017 Jul 5]. Available from: http://www.fao.org/wfs/index_en.htm.

FAROOQ, M. S.; UZAIR, M.; RAZA, A. et al. Uncovering the Research Gaps to Alleviate the Negative Impacts of Climate Change on Food Security: A Review. **Front Plant Sci**, v. 11, n. 13, 2022. Doi: 10.3389/fpls.2022.927535

FELLMANN, T.; DOMÍNGUEZ, P. I.; WITZKE P. et al. Greenhouse gas mitigation technologies in agriculture: Regional circumstances and interactions determine cost-effectiveness. **Journal of Cleaner Production**, v. 137, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128406>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Climate change, agriculture and food security**. Ed. rev. Rome: FAO, 2016. 1 PDF. Disponível em:  www.fao.org. Acesso em: 30 jan. 2026.

GÓMEZ-ZAVAGLIA, A. et al., Climate change and food systems. **Food Research International**, v. 136, 2020.

GROSSI, G., GOGLIO, P., VITALI, A. et al. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. **Animal Frontiers: The Review Magazine of Animal Agriculture**, v. 9, p. 69 – 76, 2018. <https://doi.org/10.1093/af/vfy034>.

GRIGORIEVA, E.; LIVENETS, A.; STELMAKH, E. Adaptation of Agriculture to Climate Change: A Scoping Review. **Climate**. 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/cli11100202>.

HABIB-UR-RAHMAN, M., AHMAD, A., RAZA, A. et al. Impact of climate change on agricultural production; Issues, challenges, and opportunities in Asia. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.925548>.

HALL-SPENCER, J., RODOLFO-METALPA, R., MARTIN, S. et al. Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification. **Nature**, v. 454, p. 96-99, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1038/nature07051>

INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT (IFAD). **Smallholder farmers adapt: The Adaptation for Smallholder Agriculture Programme (ASAP)**. Rome: IFAD, 2020. 4 p.

IPBES – INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. *Global Assessment Report*. Bonn, 2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC, 2023.

KHANGURA, R.; FERRIS, D.; WAGG, C. et al. Regenerative Agriculture—A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health. **Sustainability**, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/su15032338>.

LECOUTERE, E., MISHRA, A., SINGARAJU, N. et al. Where women in agri-food systems are at highest climate risk: a methodology for mapping climate–agriculture–gender inequality hotspots. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, 2023. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1197809>.

MA, C. S.; WANG, B. X.; WANG, X. J. et al. Crop pest responses to global changes in climate and land management. **Nat Rev Earth Environ**, v. 6, p. 264–283, 2025. Doi: <https://doi.org/10.1038/s43017-025-00652-3>

MALHI, Y. FRANKLIN, J. SEDDON, N. et al. Climate change and ecosystems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 46, 2021. DOI: 10.1098/rstb.2019.0104.

MARENGO, J., GALDOS, M., CHALLINOR, A. et al. Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. **Resiliência Climática e Sustentabilidade**, 2021. <https://doi.org/10.1002/cli2.17>

MARENGO, J.; ALVES, L.; ALVALÁ, R. et al. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1973-1985. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170206>

MATTHEWS, H.; & WYNES, S. Os esforços globais atuais são insuficientes para limitar o aquecimento a 1,5°C. **Science**, v. 376, p. 1404 – 1409, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.abo3378>.

MULUNEH, M. Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective - a review article. **Agriculture and Food Security**, v.10, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00318-5>

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. *Climate Change: Evidence*. Washington, 2022.

OMOTOSO, A. B.; LETSOALO, S.; OLAGUNJU, K. O. et al. Climate change and variability in sub-Saharan Africa: A systematic review of trends and impacts on agriculture. **Journal of Cleaner Production**, v. 414, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137487>

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York, 2015.

PECL, G.; ARAÚJO, M.; BELL, et al. Redistribution of biodiversity under climate change: impacts on ecosystems and human well-being. **Science**, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>.

PÉREZ-ESCAMILLA, R. Food Security and the 2015–2030 Sustainable Development Goals: From Human to Planetary Health. **Current Developments in Nutrition**, v. 1, 2017. Doi: <https://doi.org/10.3945/cdn.117.000513>.

PINHEIRO, J. et al. Secas e agricultura no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, 2021.

RAZA A.; TABASSUM J.; KUDAPA H. et al. Can omics provide temperature resilience ready-to-grow crops? **Crit. Rev. Biotechnol.** v.41, p.1209–1232, 2021. Doi: 10.1080/07388551.2021.1898332

RAZA, A. RAZZAQ, A.; MEHMOOD, S. S. et al. Impact of climate change on crops. **Agronomy**, v. 8, n. 2, 2019. Doi: 10.3390/plants8020034.

SANTOS, F.; FERREIRA, P.; PEDERSEN, J. The challenge of climate change: a review of the barriers and solutions to achieving a Paris solution. **Climate**, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3390/cli10050075>

SIMANE, B.; KAPWATA, T.; NAIDOO, N. Ensuring Africa's Food Security by 2050: The Role of Population Growth, Climate-Resilient Strategies, and Putative Pathways to Resilience. **Foods**, v. 14, 2025. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods14020262>.

SKENDŽIĆ, S.; ZOVKO, M.; ŽIVKOVIĆ, I. P. et al. Effect of Climate Change on Introduced and Native Agricultural Invasive Insect Pests in Europe. **Insects**, v. 12, n. 11, p. 985, 2021b. Doi: 10.3390/insects12110985.

SKENDŽIĆ, S.; ZOVKO, M.; ŽIVKOVIĆ, I. P. et al. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. **Insects**, v. 12, v. 5, p. 440, 2021a. Doi: 10.3390/insects12050440

UNITED NATIONS. **The Sustainable Development Goals Report 2025**. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2025. 48 p.

UDAWATTA, R.; RANKOTH, L.; & JOSE, S. Agroforestry and Biodiversity. Sustainability, 2019. Doi: <https://doi.org/10.3390/su11102879>.

VOGEL, E.; DONAT, M.; ALEXANDER, L. et al. The effects of climate extremes on global agricultural yields. **Environmental Research Letters**, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab154b>

WHEELER, T.; VON BRAUN, J. Climate change impacts on global food security. **Science**, v. 341, n. 6145, 2013. DOI:10.1126/science.1

WORLD FOOD PROGRAMME. **WFP 2026 Global Outlook: Hunger and hope: Innovative solutions to address food insecurity**. Rome: World Food Programme, Nov. 2025.

YUAN, X.; Li, S.; Chen J. et al. Impacts of Global Climate Change on Agricultural Production: A Comprehensive Review. **Agronomy**, v. 14, n. 7, p. 1360, 2024. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy14071360>