

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEGURANÇA ALIMENTAR: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO BRASIL

CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY: CHALLENGES AND PERSPECTIVES IN BRAZIL

CAMBIO CLIMÁTICO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA: DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS EN BRASIL

Rafael da Silva Paiva^{1*} ; Rafael Fonteles de Souza² ; Mateus Santana Rodrigues³ 

¹Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Mestrando em Ciências Ambientais na Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil; ²Bacharelado em Serviço Social Pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI). Graduando em Tecnologia em Gestão Pública no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Belém, Pará, Brasil; ³Bacharelado em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Doutorando em Biotecnologia Vegetal na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

*Autor correspondente: paivarrafael@gmail.com.

Recebido: 17/02/2025 | Aprovado: 10/03/2025 | Publicado: 11/03/2025

Resumo: O artigo aborda a relação entre mudanças climáticas e segurança alimentar, destacando os desafios enfrentados pelo setor agrícola global, com foco no Brasil. As mudanças climáticas têm intensificado eventos extremos, como secas, inundações e ondas de calor, impactando negativamente a agricultura e a qualidade de vida. A pesquisa utilizou a base de dados Science Direct, analisando artigos relacionados ao tema. Foram identificados impactos diretos das mudanças climáticas na produtividade de culturas como arroz, soja e milho, influenciados por fatores como temperatura, precipitação e radiação solar. O desmatamento e as mudanças no uso do solo também contribuem para alterações nos padrões de chuva, reduzindo a produtividade agrícola. A preservação florestal é apontada como essencial para a segurança alimentar, regulando o microclima e os ciclos hidrológicos. Políticas que promovam a conservação das florestas e a adaptação agrícola são fundamentais para enfrentar os desafios climáticos, proteger a biodiversidade e sustentar a produção de alimentos.

Palavras-chave: Agricultura. Clima. Segurança alimentar.

Abstract: The article addresses the relationship between climate change and food security, highlighting the challenges faced by the global agricultural sector, with a focus on Brazil. Climate change has intensified extreme events such as droughts, floods and heat waves, negatively impacting agriculture and quality of life. The research used the Science Direct database, analyzing articles related to the topic. Direct impacts of climate change on the productivity of crops such as rice, soybeans and corn were identified, influenced by factors such as temperature, precipitation and solar radiation. Deforestation and changes in land use also contribute to changes in rainfall patterns, reducing agricultural productivity. Forest preservation is considered essential for food security, regulating the microclimate and hydrological cycles. Policies that promote forest conservation and agricultural adaptation are essential to face climate challenges, protect biodiversity and sustain food production.

Keywords: Agriculture. Climate. Food security.

Resumen: El artículo aborda la relación entre cambio climático y seguridad alimentaria, destacando los desafíos que enfrenta el sector agrícola global, con foco en Brasil. El cambio climático ha intensificado los fenómenos extremos, como sequías, inundaciones y olas de calor, impactando negativamente la agricultura y la calidad de vida. La investigación utilizó la base de datos Science Direct, analizando artículos relacionados con el tema. Se identificaron impactos directos del cambio climático en la productividad de cultivos como arroz, soja y maíz, influenciados por factores como la temperatura, las precipitaciones y la radiación solar. La deforestación y los cambios en el uso de la tierra también contribuyen a cambios en los patrones de lluvia, reduciendo la productividad agrícola. La preservación de los bosques se considera esencial para la

seguridad alimentaria, ya que regula el microclima y los ciclos hidrológicos. Las políticas que promueven la conservación de los bosques y la adaptación agrícola son fundamentales para enfrentar los desafíos climáticos, proteger la biodiversidad y sostener la producción de alimentos.

Palabras-clave: Agricultura. Clima; Seguridad. alimentaria.

1 INTRODUÇÃO

O clima pode ser definido como o conjunto de condições atmosféricas de longo prazo proporcionando a caracterização de uma região sendo influenciado por atividades econômicas, sociais e ambientais especialmente a do agronegócio que em todas as suas fases do desenvolvimento agrícola sofrem com a interferência do clima (Werndl, 2016; Tol, 2018; Palinkas & Wong, 2020).

Nas últimas décadas, as mudanças climáticas se tornaram um tema central no debate público principalmente sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável por apresentar grande importância para a sociedade. Nesse contexto, o setor agrícola é um cenário globalmente preocupante, pois a produção suficiente e o abastecimento de alimentos estão ameaçados devido a variabilidades climáticas irreversíveis. Por sua vez, está desafiando os padrões globais de alimentação, particularmente em países cuja agricultura é parte integrante de sua economia e produtividade total, como é o caso do Brasil. Portanto, mitigar os impactos das mudanças climáticas deve ser de extrema importância e essa ameaça global requer compromisso para lidar com suas terríveis implicações para garantir o sustento global (Otto *et al.*, 2019; Abbass *et al.*, 2022).

As mudanças climáticas são uma realidade global, com impactos perceptíveis em todos os continentes devido às alterações nas temperaturas. Essas mudanças têm intensificado a ocorrência de eventos extremos, que afetam especialmente os ambientes urbanos e seus moradores. Entre os exemplos desses fenômenos estão enchentes, secas, queimadas e ondas de calor ou frio, os quais também influenciam negativamente a qualidade de vida e a saúde das pessoas (Salvaio *et al.*, 2023).

Desde meados do século XX, os eventos extremos de calor têm se tornado mais frequentes, enquanto os de frio vêm diminuindo. Com o aumento contínuo das temperaturas globais, a ocorrência de ondas de calor tende a crescer ainda mais, mesmo que o aquecimento seja limitado a níveis considerados aceitáveis para evitar impactos severos. Caso o aumento da temperatura alcance valores mais elevados, como 3°C acima dos níveis anteriores à industrialização, a intensidade desses extremos de calor poderá se multiplicar significativamente, agravando os desafios climáticos enfrentados em todo o mundo (IPCC, 2021).

As alterações no clima global, que tendem a intensificar as disparidades econômicas entre os países, reforçam a necessidade de adaptação nas cidades para enfrentar os impactos decorrentes desses fenômenos. Nações em desenvolvimento, como o Brasil, podem ser particularmente afetadas, já que as mudanças climáticas podem resultar em custos mais elevados com habitação, alimentação e saúde. Além disso, é fundamental considerar os impactos climáticos sob a ótica das questões humanas, analisando a vulnerabilidade das populações diante desses desafios (IPCC, 2021).

Dentre os fatores que as mudanças climáticas afetam está a segurança alimentar que está envolvida com a capacidade de garantir a todos acessos a alimentos básicos de qualidade e em quantidade suficiente, sem comprometer as outras necessidades essenciais. Possui quatro dimensões: acesso, disponibilidade, utilização e estabilidade (FAO, 2017).

Nesse cenário, pesquisas indicam que as mudanças climáticas impactam negativamente a segurança alimentar. Esses impactos estão relacionados a diversos fatores, como pobreza, nível educacional, desemprego, elevação nos preços dos alimentos, dificuldade no acesso a alimentos, ausência de garantias de propriedade ou terra, condições de trabalho precárias e questões climáticas ou ambientais. A gravidade desses efeitos dependerá da habilidade de adaptação e resposta às novas circunstâncias (Ziska, Epstein & Schlesinger, 2009).

Desde o início dos anos 1990, o número de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas, inundações e tempestades, duplicou, registrando uma média de 213 ocorrências anuais entre 1990 e 2016. Entre os riscos observados, destacam-se o aumento da variabilidade das chuvas, resultando em inundações e secas mais frequentes e severas; mudanças no escoamento dos rios; redução na produtividade agrícola; aumento da temperatura global entre 1,8°C e 4°C; alterações na composição do solo; e modificações nos ciclos de vetores de doenças, o que tem impactado diretamente a saúde da população. Nesse contexto, alguns cultivos demonstram maior sensibilidade às mudanças climáticas, como o trigo, que é mais suscetível às variações de temperatura em comparação com o arroz, por exemplo (Myers *et al.*, 2017; Jaime *et al.*, 2018).

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura científica, traçando um panorama da relação entre as mudanças climáticas e a segurança alimentar, visando elucidar os desafios presentes e as perspectivas no Brasil.

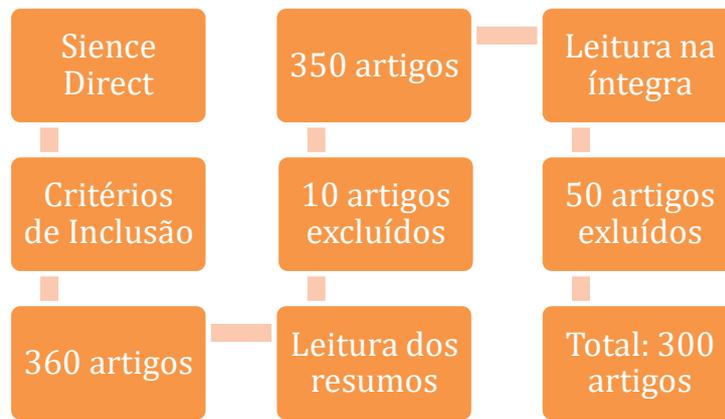
2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na base de dados Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>) no período de novembro a dezembro de 2024, utilizando a combinação dos descritores: [climate change and food security] no título.

Considerando que este artigo de revisão tem como objetivo fazer uma aproximação do tema das mudanças climáticas com a segurança alimentar optamos por utilizar somente o Science Direct por ser uma das principais bases de dados de artigos científicos do mundo na área ambiental e climática.

Os critérios de inclusão foram: (1) somente artigos originais; (2) idioma em inglês; (3) ter uma relação direta com os temas estabelecidos. Excluiu-se resumos, monografias, dissertações, teses, capítulo de livro.

Para a elaboração da revisão avaliou-se inicialmente os títulos, seguido da leitura dos resumos e posteriormente, a leitura integral dos estudos. Com base no critério ano de 2023 buscado na plataforma foi encontrado inicialmente 10,849. Em seguida foi selecionado artigos de revisão identificando 7,385. Posteriormente, foi indicado artigos na área de ciência do meio ambiente totalizando 360 artigos.

Figura 1 – Esquema representativo da busca de artigos para o estudo.

Fonte: Autores, 2024.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos trabalhos foi possível observar que as mudanças climáticas são capazes de influenciar na produtividade de diferentes culturas agrícolas como foi elucidado no trabalho de Zhan *et al.* (2023) onde a temperatura foi identificada como o principal fator que influencia a produtividade do arroz em todas as regiões sob os cenários climáticos. Contudo, outros elementos, como precipitação, radiação solar e umidade relativa, também tiveram impactos significativos e, em algumas situações, prevaleceram. Esses resultados evidenciam respostas variadas e, por vezes, contraditórias da produtividade do arroz às mudanças climáticas em diferentes. As conclusões do estudo podem subsidiar políticas futuras voltadas à garantia da segurança alimentar em nível regional e nacional no país.

Os impactos das mudanças climáticas variam entre as regiões do mundo, mas, no Brasil, têm se manifestado principalmente por meio da maior frequência de eventos como secas e inundações. Esses fenômenos acarretam consequências significativas, como prejuízos à agricultura, aumento na incidência de doenças, ocorrência de incêndios florestais e queimadas em áreas desmatadas, além da intensificação das inundações em áreas urbanas. Diante disso, é fundamental que ocorra processos de adaptação e mitigação devem ser considerados urgentes, especialmente nos municípios com maior vulnerabilidade social e econômica. (Silva *et al.*, 2023).

Cabe pontuar que um serviço crucial relacionado a segurança alimentar é a preservação dos ecossistemas é a manutenção da precipitação proporcionada pelas florestas. As florestas desempenham esse papel por meio de diversos mecanismos, incluindo a evapotranspiração, que libera vapor d'água para a atmosfera, e a influência na formação de nuvens e no ciclo hidrológico. Além disso, elas atuam na regulação do microclima e contribuem para a reciclagem de umidade, que é crucial para a continuidade das chuvas, especialmente em regiões tropicais (Batista, Duku e Hein, 2023).

Vários estudos projetam que o setor agrícola no Brasil sofre implicações referente as mudanças no uso e cobertura do solo, como redução de chuvas, aumento da temperatura, e encurtamento da duração da estação chuvosa. Ainda há uma compreensão limitada sobre o impacto exato que o desmatamento nas últimas décadas já causou no setor agrícola devido à alteração dos padrões de chuva. Preencher essa lacuna de conhecimento é

essencial para orientar tanto o setor agrícola quanto os formuladores de políticas sobre a importância das florestas na regulação das chuvas e suas consequências para a segurança alimentar. É crucial que os agricultores compreendam que a expansão da produção agrícola, alcançada por meio da conversão de novas áreas de terra, já resultou na redução das chuvas, o que, por sua vez, tem contribuído para a queda na produtividade agrícola (Batista, Duku & Hein, 2023).

Deste modo, a agricultura está intimamente ligada às condições climatológicas no trabalho de Batista, Duku & Hein (2023) os rendimentos da soja e milho poderiam ter sido 6,6% e 9,9% maiores ao ano se os padrões de precipitação não tivessem sido alterados pelo desmatamento. Além disso, este estudo ressalta o papel vital da preservação florestal para a resiliência agrícola e a segurança alimentar.

Deste modo, as mudanças climáticas intensificam os desafios relacionados à segurança alimentar. Se as emissões de gases de efeito estufa continuarem no ritmo atual, a temperatura média global poderá subir 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais antes de 2030, alcançando 2 °C até 2050. Esse aquecimento acarreta impactos profundos na produção agrícola, como a redução da produtividade, a diminuição das áreas disponíveis para cultivo, o aumento na proliferação de pragas, a alta nos preços e a instabilidade no fornecimento de alimentos. Esses fatores não apenas ameaçam a segurança alimentar, mas também dificultam os esforços para reduzir a pobreza e a desigualdade. Já é possível perceber esses efeitos atualmente, com o aumento da temperatura global variando entre 1,1 e 1,2 °C (Domene *et al.*, 2023).

O aumento da temperatura global intensifica a ocorrência de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas e inundações. Esses fenômenos geram maior estresse hídrico nas plantas e podem alterar a composição do solo, comprometendo seriamente a produção de cereais essenciais para a segurança alimentar mundial, como trigo, milho e arroz. Além disso, o aquecimento global afeta os ecossistemas marinhos, com estimativas de perda de 1,5 milhão de toneladas de alimentos provenientes do oceano se a temperatura aumentar 1,5 °C, e de até 3 milhões de toneladas com um aquecimento de 2 °C (Marschalek, 2023; Hadley *et al.*, 2023).

As mudanças climáticas não apenas comprometem a disponibilidade de alimentos, mas também desestabilizam os sistemas alimentares, o que pode desencadear graves crises econômicas. No caso do Brasil, essa vulnerabilidade é ainda mais acentuada, já que, em 2021, toda a cadeia produtiva da agropecuária representou 27,6% do PIB nacional. Qualquer instabilidade nesse setor impacta o emprego, a renda e os preços dos alimentos, agravando a insegurança alimentar no país (Subedi, Poudel & Aryal, 2023; Pixley *et al.*, 2023).

Embora a produção de alimentos seja profundamente afetada pelas mudanças climáticas, ela também desempenha um papel significativo como fator de contribuição. O Brasil ocupa a quinta posição entre os maiores emissores globais de gases de efeito estufa, sendo que, em 2020, 27% dessas emissões vieram da agropecuária, com 75% desse total associado à criação de gado. Além disso, 46% das emissões foram decorrentes de mudanças no uso da terra, principalmente desmatamento e conversão de vegetação nativa em áreas agrícolas e pastagens (Mirzabaev *et al.*, 2023).

Nos últimos 30 anos, cerca de 60 milhões de hectares de vegetação nativa foram transformados em pastagens no Brasil, liberando grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera. Essa dinâmica coloca

o sistema agroalimentar brasileiro no centro das discussões climáticas, tanto no âmbito nacional quanto global (Sultana *et al.*, 2023).

As mudanças climáticas representam uma ameaça crescente à segurança alimentar global, comprometendo a disponibilidade, o acesso e a estabilidade do suprimento de alimentos em diversas regiões. Esse fenômeno intensifica os desafios relacionados ao cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável, especialmente aquelas voltadas para a erradicação da fome e a promoção de uma agricultura sustentável. Estudos indicam que as alterações nos padrões climáticos, como o aumento das temperaturas médias, a maior frequência de eventos climáticos extremos e mudanças na disponibilidade de recursos hídricos, exercem um impacto significativo sobre a produção agrícola, causando reduções no rendimento de culturas essenciais, como trigo, milho e arroz (Qiao, Cheng & Ali, 2023).

Além disso, essas mudanças geram um efeito cascata, influenciando diretamente o consumo, a qualidade nutricional e o preço dos alimentos, exacerbando as desigualdades econômicas e sociais, especialmente em países em desenvolvimento. Como resultado, a vulnerabilidade das populações mais pobres e dependentes da agricultura torna-se ainda mais evidente, exigindo estratégias urgentes e coordenadas para mitigar esses impactos e adaptar os sistemas alimentares às novas realidades climáticas (Qiao, Cheng & Ali, 2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa revisão foi possível concluir que as mudanças climáticas representam um desafio global com implicações profundas para a segurança alimentar, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil, onde a agricultura desempenha um papel central na economia. Os eventos climáticos extremos, associados ao aumento das temperaturas e à variabilidade das chuvas, têm comprometido a produtividade agrícola, intensificado os custos sociais e econômicos e agravado a vulnerabilidade das populações mais afetadas.

Nesse contexto, o desmatamento e as alterações no uso do solo emergem como fatores agravantes, destacando a necessidade urgente de medidas que promovam a preservação florestal e o manejo sustentável dos recursos naturais. As florestas, além de essenciais para a manutenção dos ciclos hidrológicos, desempenham um papel crucial na mitigação dos impactos climáticos e na garantia da estabilidade da produção agrícola.

O artigo reforça a importância de estratégias integradas que combinem adaptação às mudanças climáticas com ações de conservação ambiental. Essas estratégias devem ser orientadas por políticas públicas fundamentadas em evidências científicas, a fim de assegurar a resiliência do setor agrícola e a segurança alimentar das populações, contribuindo para um desenvolvimento sustentável e inclusivo no Brasil e globalmente.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Todos os autores contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará pelo suporte técnico e acadêmico durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., & Younis, I. (2022). A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42539-42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
- Batista, F. S., Duku, C., & Hein, L. (2023). Deforestation-induced changes in rainfall decrease soybean-maize yields in Brazil. *Ecological Modelling*, 486, 110533. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2023.110533>
- Change, I. C. (2014). Synthesis Report. Contribution of working groups I. II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 151(10.1017).
- Domene, S. M. Á., Agostini, K., Almeida, G. N. P. D., Camargo, R. G. M., carvalho, A. M. D., Corrêa, F. E., ... & Saraiva, A. M. (2023). Segurança alimentar: reflexões sobre um problema complexo. *Estudos Avançados*, 37(109), 181-206. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2023.37109.012>
- Hadley, K., Talbott, J., Reddy, S., & Wheat, S. Impacts of climate change on food security and resulting perinatal health impacts. (2023). In *Seminars in Perinatology* (p. 151842). WB Saunders, p. 151842. <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2023.151842>
- Jaime, P. C., Delmuè, D. C. C., Campello, T., Silva, D. O., & Santos, L. M. P. (2018). Um olhar sobre a agenda de alimentação e nutrição nos trinta anos do Sistema Único de Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23, 1829-1836. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018236.05392018>
- Marschalek, R. (2023). Manias do consumidor, mudanças climáticas, melhoramento genético e suas implicações na segurança alimentar. *Agropecuária Catarinense*, 36(2), 5-6.
- Mirzabaev, A., Kerr, R. B., Hasegawa, T., Pradhan, P., Wreford, A., von der Pahlen, M. C. T., & Gurney-Smith, H. (2023). Severe climate change risks to food security and nutrition. *Climate Risk Management*, 39, 100473. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100473>
- Myers, S. S., Smith, M. R., Guth, S., Golden, C. D., Vaitla, B., Mueller, N. D., ... & Huybers, P. (2017). Climate change and global food systems: potential impacts on food security and undernutrition. *Annual review of public health*, 38(1), 259-277. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044356>
- Otto, D., Caeiro, S., Nicolau, P., Disterheft, A., Teixeira, A., Becker, S., ... & Sander, K. (2019). Can MOOCs empower people to critically think about climate change? A learning outcome based comparison of two MOOCs. *Journal of Cleaner Production*, 222, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.190>
- Palinkas, L. A., & Wong, M. (2020). Global climate change and mental health. *Current opinion in psychology*, 32, 12-16. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.06.023>

- Pixley, K. V., Cairns, J. E., Lopez-Ridaura, S., Ojiewo, C. O., Dawud, M. A., Drabo, I., ... & Zepeda-Villarreal, E. A. (2023). Redesigning crop varieties to win the race between climate change and food security. *Molecular Plant*, *16*(10), 1590-1611. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.09.003>
- Qiao, C., Cheng, C., & Ali, T. (2023). How climate change and international trade will shape the future global soybean security pattern. *Journal of Cleaner Production*, *422*, 138603. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138603>
- Salvalaio, R. C. N., Bussolotti, V. M., Pellegrini, I. U., Santos, J. S. A., & Alvarez, C. E. de (2023). Mudanças climáticas e envelhecimento populacional: uma necessária revisão sistemática de literatura. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, *14*, e023024-e023024. <https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8671221>
- Silva, S. S. da, Brown, F., Sampaio, A. de O., Silva, A. L. C., Santos, N. C. R. S. dos, Lima, A. C., Aquino, A. M. de S., Silva, P. H. da C., Moreira, J. G. do V., Oliveira, I., Costa, A. A & Fearnside, P. M. (2023). Amazon climate extremes: Increasing droughts and floods in Brazil's state of Acre. *Perspectives in Ecology and Conservation*, *21*(4), 311-317. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2023.10.006>
- Subedi, B., Poudel, A., & Aryal, S. (2023). The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security. *Journal of Agriculture and Food Research*, *14*, 100733. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100733>
- Sultana, F., Wahab, M. A., Nahiduzzaman, M., Mohiuddin, M., Iqbal, M. Z., Shakil, A., ... & Asaduzzaman, M. (2023). Seaweed farming for food and nutritional security, climate change mitigation and adaptation, and women empowerment: A review. *Aquaculture and Fisheries*, *8*(5), 463-480. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.09.001>
- Tol, R. S. (2018). The economic impacts of climate change. *Review of environmental economics and policy*. <https://doi.org/10.1093/reep/rex027>
- Werndl, C. (2016). On defining climate and climate change. *The British Journal for the Philosophy of Science*. <https://doi.org/10.1093/bjps/axu048>
- Zhan, P., Zhu, W., Zhang, T., & Li, N. (2023). Regional inequalities of future climate change impact on rice (*Oryza sativa* L.) yield in China. *Science of The Total Environment*, *898*, 165495. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165495>
- Ziska, L. H., Epstein, P. R., & Schlesinger, W. H. (2009). Rising CO₂, climate change, and public health: exploring the links to plant biology. *Environmental health perspectives*, *117*(2), 155-158. <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.11501>