

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS, MIGRAÇÃO E DESIGUALDADE DE RENDA NO BRASIL

Gislene Joselita de Souza Fonseca¹
Viviani Silva Lírio²

RESUMO

Este estudo investiga os impactos das mudanças climáticas, particularmente dos eventos climáticos extremos, na desigualdade de renda no Brasil. Utilizando um Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM), a pesquisa explora as relações de longo prazo entre a vulnerabilidade às mudanças climáticas, resiliência, migração e desigualdade de renda, sendo esta medida pelo índice de Gini.

Os resultados indicam que a vulnerabilidade às mudanças climáticas tem uma influência significativa no aumento da desigualdade de renda, enquanto a resiliência desempenha um papel crucial na mitigação desses efeitos. A capacidade das comunidades de se adaptarem e se recuperarem de eventos climáticos extremos é essencial para reduzir as disparidades econômicas. As populações mais pobres são desproporcionalmente afetadas, tanto pela perda de ativos quanto pelo acesso desigual à recuperação pós-desastre. Além disso, a migração induzida pelas mudanças climáticas emerge como um fator crítico, exacerbando as disparidades socioeconômicas ao deslocar comunidades em busca de melhores condições de vida.

A pesquisa destaca a necessidade de políticas públicas integradas que não apenas respondam aos impactos imediatos dos desastres climáticos, mas também abordem os fatores estruturais que perpetuam a desigualdade. Recomenda-se o fortalecimento dos sistemas de proteção social, a melhoria da infraestrutura resiliente ao clima e a implementação de estratégias de desenvolvimento inclusivas. Essas medidas visam promover uma distribuição mais equitativa dos recursos e oportunidades, reduzindo as disparidades regionais e socioeconômicas no Brasil. Em conclusão, este estudo contribui para uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas entre mudanças climáticas, desigualdade de renda e migração no Brasil. Os achados fornecem subsídios valiosos para a formulação de políticas públicas que promovam um desenvolvimento mais equitativo e sustentável, frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Palavras chave: Mudanças Climáticas, Desigualdade de renda, Vulnerabilidade a mudanças climáticas.

ABSTRACT

This study investigates the impacts of climate change on income inequality in Brazil, focusing on extreme weather events and their socioeconomic consequences. Utilizing a Vector Error Correction Model (VECM), the research explores the long-term relationships between climate change vulnerability, resilience, migration, and income inequality, measured by the Gini index. The results indicate that climate change vulnerability has a significant influence on increasing income inequality, while resilience plays a crucial role in mitigating these effects. The ability of communities to adapt and recover from extreme weather events is essential for reducing economic disparities. Poorer populations are disproportionately affected, both by asset loss and unequal access to post-disaster recovery. Furthermore, climate-induced migration emerges as a critical factor, exacerbating socioeconomic disparities by displacing communities in search of better living conditions.

¹ Estudante de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa

² Professora do Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa

The research highlights the need for integrated public policies that not only respond to the immediate impacts of climate disasters but also address the structural factors that perpetuate inequality. Strengthening social protection systems, improving climate-resilient infrastructure, and implementing inclusive development strategies are recommended. These measures aim to promote a more equitable distribution of resources and opportunities, reducing regional and socioeconomic disparities in Brazil.

In conclusion, this study contributes to a deeper understanding of the dynamics between climate change, income inequality, and migration in Brazil. The findings provide valuable insights for the formulation of public policies that promote more equitable and sustainable development in the face of climate change challenges.

Keywords: Climate Change, Income Inequality, Climate Change Vulnerability.

JEL Classification:E24

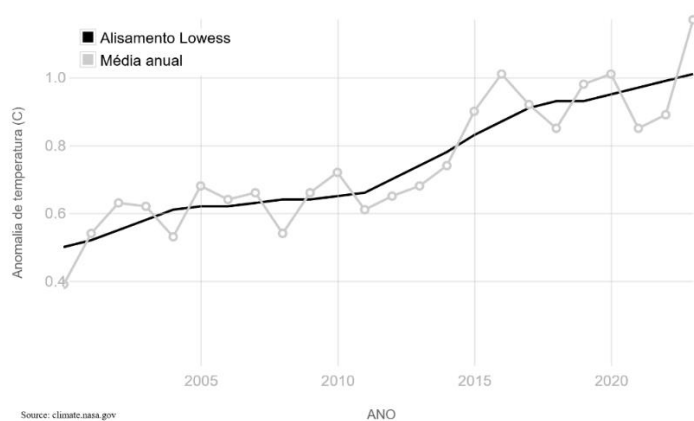
ÁREA 13: DESIGUALDADE, POBREZA E POLÍTICAS SOCIAIS

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm efeito significativo e indiscutível na biodiversidade, afetando os ecossistemas e as espécies de diversas maneiras. O aumento da temperatura, as mudanças nos padrões de chuva e outras alterações climáticas podem levar ao declínio da diversidade biológica (OMM,2023). É importante ressaltar, que as mudanças climáticas não apenas representam uma ameaça ambiental, repercutem de forma direta e significativa nas dinâmicas populacionais globais, os eventos cada vez mais frequentes relacionados a alteração do clima, afetam diretamente a economia e a sociedade (Field, 2014; Dell e Olken, 2014; Burke e Miguel, 2015).

Na última década, várias alterações climáticas significativas têm sido observadas em todo o mundo. As temperaturas médias globais continuam a subir, sendo que os últimos 5 anos são considerados os mais quentes já registrados, onde o aumento estimado foi de aproximadamente 1,40 °C (IPCC,2023). Além disso, o número e a intensidade de eventos climáticos extremos, como tempestades, secas, ondas de calor e furacões, têm aumentado em muitas regiões, como ilustrado na figura 1. Além da percepção de algumas alterações graduais, como o crescimento médio da temperatura ao longo dos anos, essas transformações climáticas incluem eventos extremos fora de época e em áreas que tradicionalmente não os experimentavam, causando danos significativos à infraestrutura, agricultura e comunidades (IPCC, 2021;2023).

Figura1- Evolução da temperatura mundial



Fonte: NASA

O mundo experimentou no ano de 2023, os maiores impactos relacionados a eventos climáticos e meteorológicos extremos. Estes incluíram grandes inundações, ciclones tropicais, calor extremo e seca, e incêndios florestais associados. As inundações associadas às chuvas extremas causadas pelo ciclone Daniel, no Mediterrâneo, afetaram a Grécia, a Bulgária, a Turquia e a Líbia. O ciclone tropical Freddy, que ocorreu em fevereiro e março, foi um dos ciclones tropicais mais longevos do mundo, com grandes impactos em Madagascar, Moçambique e Malawi. O ciclone tropical Mocha, em maio, foi um dos ciclones mais intensos já observados na Baía de Bengala (OMM, 2023).

O calor extremo afetou muitas partes do mundo. Alguns dos mais significativos registaram-se no Sul da Europa e no Norte de África, especialmente na segunda quinzena de julho, onde ocorreu um calor intenso e excepcionalmente persistente. As temperaturas na Itália atingiram 48,2 °C, e temperaturas recordes foram relatadas em Tunes (Tunísia) 49,0 °C, Agadir (Marrocos) 50,4 °C e Argel (Argélia) 49,2 °C.

Os países em desenvolvimento enfrentam uma combinação de fatores que aumentam sua vulnerabilidade às mudanças climáticas. Principalmente, porque a economia desses países muitas vezes depende de setores sensíveis ao clima, como agricultura, pesca e recursos naturais (Wenz, 2020). Mudanças nos padrões de chuvas, temperatura e disponibilidade de água podem ter impactos devastadores nesses países.

As alterações climáticas e a desigualdade de renda são então, consideradas dois dos grandes desafios globais contemporâneos, e suas interações têm profundas implicações para o futuro da humanidade (Rikani, 2023). As comunidades mais vulneráveis socioeconomicamente são as mais sensíveis aos impactos das mudanças climáticas, principalmente porque são a parcela da população mais suscetível à perda de meios de subsistência, diminuição da produtividade agrícola e aumento do desemprego, o que intensifica a desigualdade de renda.

À medida que o clima global continua a sofrer mudanças significativas, a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos tornaram-se uma preocupação urgente, com implicações de longo alcance para as sociedades em todo o mundo. Uma das consequências críticas desses eventos climáticos extremos é seu potencial para servir como catalisadores para o deslocamento populacional e a migração, à medida que indivíduos e comunidades buscam se adaptar às condições ambientais em mudança. (SILVA, 2007) (Goldman et al., 2018). De fato, os perigos meteorológicos e climáticos exacerbaram os desafios relacionados com a segurança alimentar, com a produção agrícola, com a disponibilidade de recursos naturais como fonte de renda e meio de subsistência. Além disso, estimulam processos migratórios, prolongados e aumentam a vulnerabilidade de muitos agravando a pobreza e as desigualdades sociais já existentes (Cevik; Jalles, 2023).

O crescimento populacional rápido e a urbanização descontrolada em muitos países em desenvolvimento aumentam a exposição das pessoas a riscos climáticos (Burke, 2019). O desenvolvimento social na maioria desses países é decorrente de um contexto de formação histórica da sociedade, os altos níveis de pobreza e desigualdade presentes nessas nações, implicam em comunidades com menos recursos para se adaptar aos impactos das mudanças climáticas (Hallegatte; Rozenberg, 2017).

Outro ponto relevante em relação as mudanças climáticas, diz respeito a interseção dessa com os processos migratórios, que estão cada vez mais relevantes. As mudanças climáticas atualmente são fator de destaque e de crescente deslocamento humano ao redor do mundo, afetando tanto as migrações internas quanto as internacionais. O processo migratório é devido principalmente aos impactos dos eventos extremos que exercem interrupções sobre a normalidade no meio ambiente e nas condições de vida das pessoas.

Assim, fica claro que as mudanças climáticas, particularmente em seus movimentos mais extremados, representam um dos maiores desafios globais do século XXI, afetando de maneira desigual as diferentes regiões e populações do planeta. No Brasil, um país marcado por uma

vasta diversidade climática e socioeconômica, os impactos das mudanças climáticas têm se manifestado de forma particularmente aguda. A ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas, enchentes e tempestades, tem se tornado mais frequente e intensa, gerando consequências significativas para a economia, a sociedade e o meio ambiente. Isto posto, a questão central da pesquisa é: o aumento dos eventos extremos relacionados às mudanças climáticas aumenta a migração e a desigualdade de renda no Brasil? Essa indagação é crucial para entender como as mudanças no clima afetam diretamente as condições de vida da população brasileira, especialmente aquelas mais vulneráveis, exacerbando desigualdades socioeconômicas já existentes e potencialmente estimulando movimentos migratórios internos e externos.

Partindo dessas reflexões, o objetivo geral deste estudo é identificar se as mudanças climáticas têm contribuído para o aumento da desigualdade de renda no Brasil. Para tanto, serão analisados dados históricos e contemporâneos sobre a vulnerabilidade e resiliência do país as mudanças climáticas, padrões de migração e indicadores socioeconômicos.

Ao fornecer uma análise detalhada das interações entre mudanças climáticas, desigualdade de renda e migração, este trabalho espera contribuir para um entendimento mais profundo das dinâmicas socioeconômicas no Brasil em um contexto de mudanças climáticas. Além disso, busca fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas que possam mitigar os efeitos negativos dessas mudanças e promover um desenvolvimento mais equitativo e sustentável.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As inter-relações complexas entre as alterações climáticas, a migração e a desigualdade de rendimentos têm sido objeto de extensa investigação nos últimos anos. As mudanças climáticas, com seus amplos impactos ecológicos, sociais, econômicos e jurídicos, emergiram como um fator significativo na deslocação humana e na migração³. Os efeitos das alterações climáticas, como eventos meteorológicos extremos, secas, elevação do nível do mar e outras perturbações ambientais, têm o potencial de exacerbar as desigualdades socioeconômicas existentes, impactando desproporcionalmente as populações mais vulneráveis (Islam & Winkel, 2017; World Social Report, 2020).

A literatura identificou vários mecanismos pelos quais as alterações climáticas podem intensificar a desigualdade de rendimentos. Primeiramente, os grupos desfavorecidos tendem a estar mais expostos aos efeitos adversos das alterações climáticas devido à sua localização geográfica, dependência de meios de subsistência sensíveis ao clima e acesso limitado a recursos e tecnologia (Islam & Winkel, 2017). Além disso, essas populações vulneráveis são frequentemente mais suscetíveis aos danos causados pelas alterações climáticas devido à sua menor capacidade de adaptação e resiliência. Finalmente, a capacidade dos pobres e marginalizados de enfrentar e se recuperar de choques e tensões relacionados ao clima é significativamente diminuída, agravando ainda mais a sua situação precária (Islam & Winkel, 2017). Essas dinâmicas não só se manifestam dentro dos países, mas também a nível global, com as nações e comunidades mais pobres suportando o peso das consequências das alterações climáticas (World Social Report, 2020).

A interação entre as alterações climáticas, a desigualdade de rendimentos e a migração tem implicações profundas para os direitos humanos e a segurança. A deslocação e migração

³ Deslocamento humano e migração são conceitos relacionados, mas distintos no contexto dos movimentos populacionais. O deslocamento humano geralmente refere-se à movimentação de indivíduos ou grupos dentro de uma região ou país, frequentemente causada por fatores como desastres naturais, conflitos ou desenvolvimento econômico. Já a migração envolve a mudança de residência para outra região ou país, seja temporária ou permanentemente, motivada por razões como oportunidades de trabalho, reunificação familiar ou busca de melhores condições de vida.

induzidas pelas alterações climáticas levantam questões prementes relativas à proteção dos direitos humanos e da dignidade das populações afetadas (Manou et al., 2017).

Ao longo das últimas décadas, as mudanças climáticas no Brasil tornaram-se um tópico de crescente interesse e investigação científica. Pesquisadores e formuladores de políticas têm se esforçado para compreender melhor o cenário ambiental em evolução do país, que enfrenta uma série de eventos climáticos extremos com consequências socioeconômicas significativas. Algumas regiões do Brasil têm se destacado e apresentado novos desafios oriundos das mudanças climáticas. A região sudeste, em particular, tem experimentado mudanças consideráveis em sua vegetação dominante, com alternâncias históricas entre ecossistemas florestais e campestres impulsionadas por flutuações no clima e na atividade econômica (Henderson et al., 2016; Silva et al., 2020).

Uma das tendências mais proeminentes observadas na região sudeste tem sido o aumento da frequência e severidade de eventos extremos de precipitação, especialmente durante as estações de primavera e verão. Esses padrões extremos de precipitação estão associados ao clima tropical quente e úmido, bem como à complexa geografia física e aos processos de urbanização da região (Luiz-Silva & Júnior, 2022). As condições pluviométricas ao longo da vasta bacia amazônica também têm sido objeto de extensa análise, revelando notável variabilidade espacial e temporal (Sombroek, 2001). Enquanto áreas ao redor dos principais sistemas fluviais tendem a experimentar padrões de precipitação mais consistentes, outras partes da Amazônia exibem diferenças substanciais na precipitação, afetando assentamentos agrícolas, risco de incêndios florestais e a funcionalidade da Amazônia como sumidouro de carbono (Sombroek, 2001).

Além das regiões sudeste e amazônica, outras zonas climáticas do Brasil enfrentam seus próprios desafios. O Nordeste árido e semiárido luta com chuvas esparsas e pouco confiáveis, enquanto o Sul enfrenta desafios climáticos avassaladores (Burattini et al., 2016). À medida que o Brasil continua a lidar com as realidades dinâmicas e complexas das mudanças climáticas, uma compreensão detalhada das variações regionais nos padrões e impactos será crucial para informar estratégias eficazes de mitigação e adaptação.

O Brasil também lida há muito tempo com a questão da desigualdade de renda, que tem profundas implicações socioeconômicas para sua população (Góes & Karpowicz, 2017). Nas últimas décadas, o Brasil testemunhou flutuações em seus indicadores de desigualdade de renda, refletindo esforços contínuos para enfrentar esse desafio persistente. No entanto, períodos de instabilidade macroeconômica, alta inflação e necessidade de intervenção governamental para restabelecer o equilíbrio fiscal impactaram negativamente o progresso na redução da desigualdade de renda, evidenciado pelo aumento da insegurança alimentar e da pobreza durante a recessão de 2014-2016 e a pandemia de COVID-19, além de eventos climáticos extremos que atingiram uma parcela considerável da população (Júnior e Lopes, 2023).

Um dos principais motores da desigualdade de renda no Brasil são as persistentes disparidades regionais. As regiões Nordeste e Norte apresentam níveis de pobreza significativamente mais elevados em comparação com as regiões Sul e Sudeste, mais industrializadas. Esse desequilíbrio regional está enraizado na distribuição desigual de oportunidades e recursos econômicos, uma herança do passado colonial brasileiro e de décadas de políticas de desenvolvimento desiguais (Signor et al., 2019).

O Brasil tem experimentado movimentos populacionais significativos tanto dentro de suas fronteiras quanto através de suas fronteiras internacionais, refletindo dinâmicas sociais, econômicas e políticas complexas. O processo de urbanização do país tem sido notável, com mais de 78% da população residindo atualmente em áreas urbanas (Burattini et al., 2016). Essa rápida urbanização foi acompanhada por uma mudança na distribuição geográfica da população, com as regiões Norte e Nordeste experimentando as maiores taxas de migração interna (Burattini et al., 2016). A região Norte tem visto um fluxo significativo de migrantes,

enquanto o Nordeste, a região mais pobre do país, também tem sido uma fonte de migração interna.

As tendências migratórias no Brasil refletem a complexa interação de fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais que moldaram o cenário demográfico do país (Menegheti, 2020). As interconexões entre escassez de água, mudanças climáticas e padrões de migração humana têm sido objeto de extensa pesquisa. À medida que os recursos hídricos se tornam mais escassos devido a secas, inundações e outros fenômenos climáticos extremos, o estresse sobre os meios de subsistência e os ecossistemas pode obrigar indivíduos a buscar condições de vida mais sustentáveis em outros lugares (Arafteh et al., 2018). Isso é particularmente verdadeiro para as comunidades mais vulneráveis do Brasil, onde os impactos das mudanças climáticas são frequentemente mais agudos e a capacidade de adaptação é mais limitada (Nagabhatla & Fioret, 2020).

A interação entre eventos climáticos extremos, escassez de água e migração humana tem implicações significativas para formuladores de políticas e agências de segurança. À medida que o mundo enfrenta os desafios das mudanças climáticas, uma compreensão mais profunda dessas dinâmicas interconectadas será crucial para desenvolver estratégias eficazes de adaptação climática, gestão de recursos hídricos e proteção das populações vulneráveis.

Um fator crucial que tem recebido menos atenção é o papel dos eventos climáticos extremos no agravamento das desigualdades de renda. O Brasil tem experimentado um aumento na frequência e intensidade de desastres naturais, como secas, inundações, ondas de calor e tempestades (Clementi e Schettino, 2013; Signor et al., 2019; Medeiros et al., 2015). Esses eventos podem ter impactos devastadores em populações vulneráveis, afetando desproporcionalmente comunidades pobres e marginalizadas.

É evidente que os fenômenos supracitados estão interligados, influenciando e sendo influenciados por dinâmicas socioeconômicas complexas. Enquanto as mudanças climáticas exacerbam vulnerabilidades existentes, especialmente entre populações de baixa renda e migrantes, políticas públicas que abordem simultaneamente essas questões são essenciais. Além de promover a resiliência climática, é crucial adotar abordagens inclusivas que considerem as disparidades socioeconômicas, garantindo que as respostas climáticas sejam equitativas e eficazes para todos os brasileiros, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica.

3 METODOLOGIA

Para investigar a relação entre mudanças climáticas, migração e desigualdade de renda no Brasil, este estudo emprega uma abordagem quantitativa baseada em análises econométricas.

3.1. Base de Dados

Os dados utilizados neste estudo serão coletados de diversas fontes secundárias. Os Dados de vulnerabilidade e resiliência às mudanças climáticas serão obtidos através do ND-GAIN (Notre Dame Global Adaptation Initiative). Informações sobre migração interna e desigualdade de renda, medidos pelo índice de Gini serão coletadas da base de Dados do Banco Mundial.

3.2. Modelagem Econométrica

O Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM) é uma ferramenta econométrica que permite analisar as relações dinâmicas entre múltiplas variáveis de séries temporais, particularmente no contexto de sistemas cointegrados. Neste artigo, explora-se o VECM, seus conceitos subjacentes e suas aplicações na análise empírica. O VECM é uma extensão do modelo Vector

Autoregressive (VAR), que é amplamente utilizado na análise de séries temporais. Todavia, ao contrário do modelo VAR, que assume que as variáveis no sistema são estacionárias, o VECM é projetado para lidar com variáveis não estacionárias que são cointegradas, o que significa que exibem uma relação de equilíbrio de longo prazo. Portanto, o VECM decompõe as mudanças nas variáveis dependentes em ajustes de curto prazo e correções de equilíbrio de longo prazo, fornecendo informações valiosas sobre as interações dinâmicas entre as variáveis. O modelo VECM que captura as relações entre as variáveis de interesse é descrito por:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_1 \Delta X_{1t} + \beta_2 \Delta X_{2t} + \beta_3 \Delta X_{3t} + \gamma_1 Z_{1t-1} + \dots + \gamma_p Z_{pt-1} + \varepsilon_t$$

Em que:

- Y_t é o índice de Gini, medida de desigualdade.
- $X_{1t}, X_{2t} + X_{3t}$ são as variáveis independentes representativas das vulnerabilidade às mudanças climáticas, resiliência às mudanças climáticas e índice de migração, respectivamente.
- $Z_{1t-1} Z_{pt-1}$ são os termos de correção de erros do modelo VECM, que capturam as relações de curto e longo prazo entre as variáveis.
- ε_t é o termo de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção é dedicada a apresentar os resultados da estimação do modelo proposto anteriormente. Neste estudo, analisaremos a relação de longo prazo entre as variáveis de interesse para atingir os objetivos propostos são: Índice de Gini, Vulnerabilidade a mudanças climáticas, Resiliência às mudanças climáticas e Migração. Assim tem-se uma análise mais robusta das dinâmicas que influenciam a desigualdade, a capacidade de adaptação e os movimentos populacionais em resposta às mudanças climáticas.

Os resultados encontrados pela estimação do modelo proposto estão expostos na Tabela 1. A variação da Vulnerabilidade às mudanças climáticas não possuem muitos coeficientes significativos, sugerindo que pode não ser tão fortemente influenciada pelas variáveis no modelo, ou que outros fatores não incluídos no modelo são importantes. Em contraponto, a variação da Resiliência é positivamente influenciada pela variação da Vulnerabilidade do segundo período anterior.

Tabela 1- Resultados Estimados VECM

Equation	Parms	RMSE	R-sq	Chi2	p>chi2
Gini	10	.014824	0.7057	9.59347	0.4769
Vulnerabilidade	10	.009317	0.7553	12.34782	0.2625
Resiliencia	10	.024864	0.8399	20.99128	0.0212
Migração	10	.24094	0.9103	40.58775	0.0000

Fonte:Elaborado pelas autoras.

O resultado encontrado vai de acordo com o estudo de Goswami, (2020), que sugere que a resiliência, no contexto das alterações climáticas, refere-se à capacidade de um sistema ou comunidade de antecipar, absorver, adaptar-se e recuperar dos impactos dos perigos relacionados com o clima. À medida que a vulnerabilidade às alterações climáticas aumenta, o índice de resiliência também pode sofrer um declínio correspondente, à medida que as comunidades lutam para manter a sua capacidade de preparação, resposta e recuperação das consequências de um clima em mudança.

Assim como o estudo de Nunes, (2021) que ressalta a importância de compreender e reduzir a vulnerabilidade como forma de aumentar a resiliência. Ao abordar as causas profundas da vulnerabilidade, como as desigualdades sociais, a escassez de recursos e a falta de infraestruturas, as comunidades podem construir as suas capacidades adaptativas. e reforçar a sua resiliência às alterações climáticas. Além disso, o modelo especificado revela que a variação no índice de Migração é negativamente influenciada pela variação na Resiliência do segundo período anterior, ou seja, maior resiliência climática reduz as migrações.

De maneira similar, Cerqueti, (2018), e Serraglio, (2019), concluem que a resiliência climática, ou a falta dela pode influenciar as decisões e o padrão de migração. Além disso, os autores reforçam a importância de se compreender os padrões migratórios como fator de compreensão da capacidade de uma determinada região se adaptar e resistir aos impactos climáticos.

Outro resultado encontrado revela que a variável de Gini está cointegrada negativamente com a Resiliência de forma significativa, indicando uma relação de longo prazo onde aumentos na resiliência estão associados a diminuições no índice de Gini. O índice de Gini é uma medida de desigualdade de renda, onde valores mais altos indicam maior desigualdade. Assim, essa relação sugere que, a longo prazo, o aumento da resiliência climática está correlacionado com uma redução na desigualdade de renda. Assim, quando o Brasil aumenta sua resiliência às mudanças climáticas, isso pode levar a uma diminuição na desigualdade de renda.

Nesse sentido autores como Markkanen & Anger-Kraavi, (2019); Jafino et al., (2020) e Green & Healy, (2022) dissertam como o aumento da resiliência às alterações climáticas tem o potencial de reduzir a desigualdade de rendimentos, mas a relação entre os dois é complexa e multifacetada é necessário a ressalva de que o impacto do aumento da resiliência às alterações climáticas na desigualdade de rendimentos dependerá das políticas e estratégias específicas utilizadas, bem como do contexto social, económico e político mais amplo.

A cointegração negativa significativa entre o índice de Gini e a resiliência climática revela então que aumentar a resiliência pode ser uma estratégia efetiva para reduzir a desigualdade de renda a longo prazo. Políticas que visam melhorar a resiliência climática podem ter benefícios sociais e económicos amplos, contribuindo para um desenvolvimento mais equitativo e sustentável (Green & Healy, 2022; Brockhaus et al., 2021).

De maneira geral, os resultados apresentados até aqui indicam relações dinâmicas importantes entre as variáveis socioeconômicas e demográficas, ressaltando a importância de políticas que promovam a resiliência e a gestão da vulnerabilidade para influenciar positivamente o índice de Gini e os padrões de migração.

Os resultados apresentados para os dados referentes ao Brasil vão de acordo com a tendência mundial. O estudo de Cevik (2023), tem como resultado principal que um aumento na vulnerabilidade às alterações climáticas leva a um aumento da desigualdade de renda em 158 países do mundo. Além disso, o autor apresenta como resultado da pesquisa que o índice de resiliência melhora em pelo menos 1,5% o índice de desigualdade nos países em desenvolvimento.

Em suma, os resultados encontrados nessa pesquisa indicam que, entre as variáveis estudadas, apenas a resiliência mostra uma relação significativa de longo prazo com a desigualdade de renda no Brasil. As outras variáveis, incluindo vulnerabilidade e migração, não parecem ter um impacto estatisticamente significativo no longo prazo no modelo proposto nesta pesquisa. É importante considerar esses achados no contexto mais amplo da pesquisa sobre mudanças climáticas, desigualdade de renda e migração no Brasil, e explorar outras possíveis explicações e variáveis que possam influenciar essas dinâmicas.

5 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa fornecem evidências contundentes de que os eventos climáticos extremos têm exacerbado as desigualdades de renda no Brasil. A análise empírica mostrou que a vulnerabilidade às mudanças climáticas e a capacidade de resiliência das comunidades são determinantes cruciais na ampliação das disparidades econômicas. As populações mais pobres e marginalizadas são desproporcionalmente afetadas, tanto pela perda de ativos quanto pelo acesso desigual à recuperação pós-desastre.

O uso do Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM) permitiu identificar relações de longo prazo entre as variáveis estudadas, revelando que a vulnerabilidade climática afeta significativamente o índice de Gini, medida de desigualdade de renda. A resiliência das comunidades, por sua vez, depende fortemente de intervenções eficazes que promovam a adaptação às mudanças climáticas e a gestão de riscos de desastres.

A migração induzida pelas mudanças climáticas também emerge como um fator crítico. As comunidades afetadas por eventos climáticos extremos frequentemente migram em busca de melhores condições de vida, o que pode agravar ainda mais as disparidades socioeconômicas. Este estudo ressalta a necessidade de políticas públicas integradas que abordem não apenas os efeitos imediatos dos desastres climáticos, mas também os fatores estruturais que perpetuam a desigualdade.

Recomenda-se o fortalecimento dos sistemas de proteção social, a melhoria da infraestrutura resiliente ao clima e a implementação de estratégias de desenvolvimento inclusivas. Além disso, é fundamental promover uma distribuição mais equitativa dos recursos e oportunidades, visando reduzir as disparidades regionais e socioeconômicas no Brasil.

Concluindo, a pesquisa contribui para uma compreensão mais profunda das dinâmicas entre mudanças climáticas, desigualdade de renda e migração no Brasil, oferecendo subsídios valiosos para a formulação de políticas públicas que promovam um desenvolvimento mais equitativo e sustentável frente às mudanças climáticas.

6 REFERENCIAS

ARIAS, D A G., MOHOR, G S., & MENDIONDO, E M. Multi-Year Index-Based Insurance for Adapting Water Utility Companies to Hydrological Drought: Case Study of a Water Supply System of the Sao Paulo Metropolitan Region, Brazil. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 12(11), 2954-2954. <https://doi.org/10.3390/w12112954>,2020.

BROCKHAUS, M., GREGORIO, M D., DJOUDI, H., MOELIONO, M., T.T., P., & WONG, G Y. The forest frontier in the Global South: Climate change policies and the promise of development and equity. *Springer Science+Business Media*, 50(12), 2238-2255. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01602-1>,2021.

BURATTINI, M N., LÓPEZ, L F., COUTINHO, F A B., SIQUEIRA, J B., HOMSANI, S., SARTI, E., & MASSAD, E. - Age and regional differences in clinical presentation and risk of hospitalization for dengue in Brazil, 2000-2014. *Elsevier BV*, 71(8), 455-463. [https://doi.org/10.6061/clinics/2016\(08\)08,2016](https://doi.org/10.6061/clinics/2016(08)08,2016)

BURATTINI, M N., LÓPEZ, L F., COUTINHO, F A B., SIQUEIRA, J B., HOMSANI, S., SARTI, E., & MASSAD, E. Age and regional differences in clinical presentation and risk of hospitalization for dengue in Brazil, 2000-2014. *Elsevier BV*, 71(8), 455-463. [https://doi.org/10.6061/clinics/2016\(08\)08,2016](https://doi.org/10.6061/clinics/2016(08)08,2016).

BURATTINI, M N., LÓPEZ, L F., COUTINHO, F A B., SIQUEIRA, J B., HOMSANI, S., SARTI, E., & MASSAD, E. Age and regional differences in clinical presentation and risk of hospitalization for dengue in Brazil, 2000-2014. *Elsevier BV*, 71(8), 455-463. [https://doi.org/10.6061/clinics/2016\(08\)08,2016](https://doi.org/10.6061/clinics/2016(08)08,2016).

- BURKE M, HSIANG S M AND MIGUEL- E Global non-linear effect of temperature on economic production *Nature* 527 235–9,2015
- CERQUETI, R., CLEMENTE, G P., & GRASSI, R.A Network-Based Measure of the Socio-Economic Roots of the Migration Flows. *Springer Science+Business Media*, 146(1-2), 187-204. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1883-6>,2018.
- CEVIK, S., & JALLES, J. T. For Whom the Bell Tolls: Climate Change and Income Inequality. REM Working Paper Series,2023.
- DELL M, JONES B F AND OLKEN B A - What do we learn from the weather? The new climate-economy literature *J. Econ. Literature* 52 740–98,2014
- FIELD C ET AL (ED) 2014 CLIMATE CHANGE 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects Contribution of Working Group II to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Cambridge: Cambridge University Press) (available at: <https://ipcc-wg2.gov/AR5/report/full-report/>)
- GÓES, C., & KARPOWICZ, I. Inequality in Brazil: A Regional Perspective. *International Monetary Fund*, 17(225), 1-1. <https://doi.org/10.5089/9781484324776.001>,2017.
- GOSWAMI, S. Overview on Adaptive Capacity to Climate Change. *Excellent Publishers*, 9(9), 2519-2523. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.909.315>,2020.
- GREEN, F., & HEALY, N. How inequality fuels climate change: The climate case for a Green New Deal. *Elsevier BV*, 5(6), 635-649. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.05.005>,2022.
- HENDERSON, K., BAUCH, C T., & ANAND, M. Alternative stable states and the sustainability of forests, grasslands, and agriculture. *National Academy of Sciences*, 113(51), 14552-14559. <https://doi.org/10.1073/pnas.1604987113>,2016.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647*
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE -IPCC, 2021 *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. (New York: Cambridge University Press). In Press.*
- JAFINO, B A., WALSH, B., ROZENBERG, J., & HALLEGATTE, S. Revised Estimates of the Impact of Climate Change on Extreme Poverty by 2030. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-9417>,2020.
- JÚNIOR, G B M., & LOPES, M A. Charting new sustainable agricultural innovation pathways in Brazil. *University of São Paulo*, 80. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2023-0067>,2023.
- KALKUHL M AND WENZ L -The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions *J. Environ. Econ. Manage.* 103 102360,2020
- LUIZ-SILVA, W., & JÚNIOR, A C O. Climate extremes related with rainfall in the State of Rio de Janeiro, Brazil: a review of climatological characteristics and recorded trends. *Springer Science+Business Media*, 114(1), 713-732. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05409-5>,2022.
- MARKKANEN, S., & ANGER-KRAAVI, A. Social impacts of climate change mitigation policies and their implications for inequality. *Taylor & Francis*, 19(7), 827-844. <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1596873>,2019.
- MENEGHETI, B C. Tratados internacionais e a legislação brasileira sobre os direitos dos refugiados. 2(2). <https://doi.org/10.21207/2675-0104.2017.657>,2020.
- MENEGHETI, B C. Tratados internacionais e a legislação brasileira sobre os direitos dos refugiados. 2(2). <https://doi.org/10.21207/2675-0104.2017.657>,2020.

NUNES, A R. Exploring the interactions between vulnerability, resilience and adaptation to extreme temperatures. *Springer Science+Business Media*, 109(3), 2261-2293. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04919-y>,2021.

SERRAGLIO, D A., FERREIRA, H S., & ROBINSON, N A.. Climate-induced migration and resilient cities: a new urban agenda for sustainable development. *Universidade Federal de Santa Catarina*, 42(83), 10-46. <https://doi.org/10.5007/2177-7055.2019v41n83p10> ,2019.

SILVA, G N., MINOTI, R T., & KOIDE, S. Mathematical Modeling of Watersheds as a Subsidy for Reservoir Water Balance Determination: The Case of Paranoá Lake, Federal District, Brazil. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 7(4), 85-85. <https://doi.org/10.3390/hydrology7040085>,2020.

SOMBROEK, W. Spatial and Temporal Patterns of Amazon Rainfall. *Springer Science+Business Media*, 30(7), 388-396. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-30.7.388>,2001.

SOMBROEK, W. Spatial and Temporal Patterns of Amazon Rainfall. *Springer Science+Business Media*, 30(7), 388-396. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-30.7.388>,2001.