



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

HERMESON CARLOS DOS SANTOS

**VULNERABILIDADE E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO ÀS  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS ENTRE QUILOMBOLAS NO NORDESTE  
BRASILEIRO**

Recife  
2025

HERMESON CARLOS DOS SANTOS

**VULNERABILIDADE E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO ÀS  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS ENTRE QUILOMBOLAS NO NORDESTE  
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Biologia vegetal.  
Área de concentração: Ecologia e Conservação

Orientador: Ulysses Paulino Albuquerque - UFPE

Coorientador: Rodrigo Felipe Rodrigues do Carmo - UFRPE

Recife

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Santos, Hermeson Carlos dos.

Vulnerabilidade e estratégias de adaptação às mudanças climáticas entre quilombolas no Nordeste brasileiro / Hermeson Carlos Dos Santos. - Recife, 2025.

55f.: il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, 2025.

Orientação: Ulysses Paulino Albuquerque.

Coorientação: Rodrigo Felipe Rodrigues do Carmo.

1. Afrodescendentes; 2. Mudanças climáticas; 3.

Vulnerabilidade climática; 4. Saberes tradicionais; 5. Soluções locais. I. Albuquerque, Ulysses Paulino. II. Carmo, Rodrigo Felipe Rodrigues do. III. Título.

HERMESON CARLOS DOS SANTOS

**VULNERABILIDADE E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO ÀS  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS ENTRE QUILOMBOLAS NO NORDESTE  
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre(a) em Biologia Vegetal.

Aprovada em 28/08/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ulysses Paulino Albuquerque (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Júlio Marcelino Monteiro (Examinador Externo)  
Universidade Federal do Piauí

---

Prof. Dr. Ygor Jessé Ramos Dos Santos (Examinador Externo)  
Universidade Federal da Bahia

Dedico aos meus pais, que sonharam comigo antes mesmo que eu soubesse sonhar, e aos meus ancestrais, que lutaram e não conseguiram chegar, mas deixaram sementes pelo caminho. É por eles que estou aqui, seguindo adiante, abrindo trilhas onde antes havia silêncio. Dedico também aos amigos, que foram abrigo, alento e companhia nas travessias mais densas, compartilhando o peso e a esperança. Por eles, por mim e por quem ainda virá, esta caminhada ganha sentido.

## AGRADECIMENTOS

A jornada que culmina nesta dissertação é feita de muitos passos — meus e de tantos outros que vieram antes e ao meu lado. Não se trata apenas de um trabalho individual, mas da tessitura coletiva de afetos, trocas, aprendizados e resistências. Agradeço, com reverência, aos meus ancestrais, cujas forças me atravessam mesmo sem que eu os tenha conhecido. Suas lutas, seus sonhos interrompidos, seus caminhos forjados com coragem e dignidade são parte viva deste trabalho. Aos meus guias espirituais, visíveis e invisíveis, que me acompanharam em silêncio, com proteção e sabedoria, minha profunda gratidão.

À minha família, que é a base mais firme da minha trajetória, deixo um agradecimento que carrego no peito. Aos meus pais, pelo amor, pela força e pela confiança, e à minha mãe, em especial, por sua ternura incansável, pela fé que me sustentou nos momentos de cansaço, por ser porto e impulso. Sem esse alicerce, não haveria chão firme nem coragem suficiente. Ao meu companheiro Artur Freitas, agradeço com todo o meu afeto. Sua presença ao meu lado foi respiro e luz. Obrigado por me apoiar com paciência, por ser abrigo nas incertezas e por compartilhar comigo as pequenas vitórias que tornaram esta caminhada mais leve e mais significativa.

Aos amigos e amigas que estiveram comigo com generosidade e constância, minha gratidão mais sincera. À Natalia Santos, Jessica Santos, Erica Silva e à Larissa Cândido, por cada gesto de cuidado, pelas palavras certas, pelo companheirismo que resistiu ao tempo e à distância. Às amigas Viviany e Thalia, por me lembrarem quem sou, por me impulsionarem com afeto e presença, por serem parte das minhas raízes mais antigas — desde os tempos da escola e da minha cidade. Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos (LEA) da UFPE, que foram também amigos e parceiros de reflexão, debates e afetos, deixo meu mais profundo reconhecimento. Em especial, agradeço à Maria Vittoria e à Rayane Santos, por todas as idas ao campo, pelas trocas tão ricas e pelo companheirismo sincero que tornou a prática científica também um espaço de humanidade.

Estendo um agradecimento comovido a todos os moradores e moradoras do Quilombo Brejinhos, que abriram suas portas, corações e caminhos para mim. Obrigado por me acolherem com confiança, por partilharem seus saberes, suas histórias e suas lutas com tanta generosidade. Às lideranças da comunidade, meu respeito e minha admiração por conduzirem com firmeza e delicadeza o cuidado

coletivo. A experiência em Brejinhos foi mais do que parte da pesquisa, foi um encontro transformador, que reverbera em mim e neste trabalho de forma profunda. O acolhimento que encontrei ali me permitiu não apenas compreender realidades distintas, mas também descobrir aspectos de mim mesmo que estavam em silêncio. Conhecer Brejinhos foi, também, uma forma de me reencontrar.

Ao Professor Ulysses Paulino de Albuquerque, minha gratidão transborda. Não apenas pelo papel formal de orientador, mas por tudo o que ele representou ao longo desta jornada: um exemplo de cientista comprometido com o conhecimento, com as pessoas e com o mundo. Seu acolhimento foi como o solo fértil que me permitiu lançar raízes profundas. Em sua presença, encontrei escuta, respeito e liberdade — condições raras e preciosas que me permitiram crescer com autenticidade. Ulysses foi mais do que um orientador: foi como um pai acadêmico, alguém que me ofereceu sombra nos dias mais duros, luz nos momentos de dúvida e espaço para me conhecer como pesquisador e como pessoa. Seu exemplo de humanidade, rigor e generosidade será sempre uma das maiores heranças desta caminhada.

Ao Professor Rodrigo Felipe Rodrigues do Carmo, agradeço com carinho pela coorientação atenta e generosa, pelas contribuições sempre relevantes e pela presença constante e tranquila. Sua ajuda foi fundamental para que este trabalho encontrasse firmeza e direção em momentos decisivos. A sensibilidade com que acolheu minhas dúvidas, o cuidado nos comentários e a disposição em caminhar lado a lado tornaram sua orientação um verdadeiro porto seguro ao longo dessa jornada. Sou profundamente grato não apenas pelo conhecimento compartilhado, mas também pela escuta atenta. Sua postura ética, gentil e comprometida foi, para mim, um exemplo de professor e de ser humano.

Por fim, agradeço a mim mesmo — pelo esforço, pela persistência, pela coragem de seguir mesmo nos dias mais difíceis. Esta dissertação não é apenas um produto acadêmico; é também um testemunho de afetos, encontros e transformações. É a prova de que caminhar junto é sempre mais potente do que caminhar só.

*“Não há transição que não implique um ponto de partida, um processo e um ponto de chegada. Todo amanhã se cria num ontem, através de um hoje. De modo que o nosso futuro baseia-se no passado e se corporifica no presente. Temos de saber o que fomos e o que somos, para sabermos o que seremos.”*

Paulo Freire

## **RESUMO**

As mudanças climáticas afetam desproporcionalmente as comunidades quilombolas, cujo profundo vínculo com o território molda suas experiências frente às ameaças ambientais. Essas populações permanecem sub-representadas em avaliações climáticas globais, identificamos uma lacuna de conhecimento sobre como as percepções do uso dos recursos naturais e da vulnerabilidade influenciam as percepções dos impactos climáticos e as respostas adaptativas, o que justificou a presente investigação. Para isso, realizamos um estudo quantitativo na comunidade quilombola de Brejinhos, em João Alfredo (Pernambuco, Brasil), com 110 participantes. Os dados foram coletados por meio de formulários, entrevistas semiestruturadas e observações diretas. A análise empregou Modelos Lineares Generalizados (GLMs), com família Poisson e Quasipoisson, para correção de sobredispersão. Os resultados revelam que a percepção de uso dos recursos naturais é um impulsionador central da mobilização adaptativa quilombola. Adicionalmente, a escolaridade, especialmente a partir do ensino fundamental completo, parece modular a compreensão dos impactos climáticos locais e facilita o desenvolvimento de estratégias de adaptação. Esses achados sublinham a importância de considerar o vínculo com os recursos naturais e o nível educacional na formulação de políticas de adaptação às mudanças climáticas, promovendo resiliência local para as comunidades quilombolas nordestinas.

**Palavras-chave:** Afrodescendentes; Mudanças climáticas; Vulnerabilidade climática; Saberes tradicionais; Soluções locais;

## ABSTRACT

Climate change disproportionately affects quilombola communities, whose deep connection to their territories shapes their experiences in the face of environmental threats. These populations remain underrepresented in global climate assessments, we identified a knowledge gap regarding how perceptions of natural resource use and vulnerability influence perceptions of climate impacts and adaptive responses, which motivated this investigation. To address this, we conducted a quantitative study in the quilombola community of Brejinhos, located in João Alfredo (Pernambuco, Brazil), with 110 participants. Data were collected through questionnaires, semi-structured interviews, and direct observations. The analysis employed Generalized Linear Models (GLMs) with Poisson and Quasipoisson families to correct for overdispersion. The results reveal that the perception of natural resource use is a central driver of quilombola adaptive mobilization. Additionally, education—particularly from the completion of primary school onward—appears to shape the understanding of local climate impacts and facilitates the development of adaptive strategies. These findings underscore the importance of considering both the connection to natural resources and educational level in the formulation of climate change adaptation policies, thereby fostering local resilience among quilombola communities in Northeastern Brazil.

**Keywords:** Afro-descendants; Climate change; Climate vulnerability; Traditional knowledge; Local solutions;

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### ARTIGO 1 – VULNERABILIDADE E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ENTRE QUILOMBOLAS NO NORDESTE BRASILEIRO

Figura 1 –	Contexto geográfico da comunidade quilombola Brejinhos, João Alfredo, Pernambuco, Brasil. (A) Brasil. (B) Estado de Pernambuco. (C) Município de João Alfredo. (D) Localização da comunidade quilombola Brejinhos.	22
Figura 2 –	Elementos do patrimônio e da subsistência no quilombo Brejinhos, João Alfredo, Pernambuco, Brasil. (A) Extração de palma para alimentação animal. (B) Coleta de frutas em quintal produtivo. (C) Casarão colonial, sob o qual se encontra a antiga senzala. (D) Estruturas coloniais abandonadas e em processo de degradação. (E) Barreiro, reservatório de água comunitário. (F) Vargem, área úmida de armazenamento de água.	25
Figura 3 –	Modelo Linear Generalizado (GLM) que representa a relação entre a Percepção de Uso dos Recursos Naturais (Eixo X) e a frequência de Indicadores Locais dos impactos das mudanças climáticas (Eixo Y) na comunidade quilombola Brejinhos.	32
Figura 4 -	Modelo Linear Generalizado (GLM) que representa a relação entre a Percepção de Vulnerabilidade (Eixo X) e a frequência de Indicadores Locais dos impactos das mudanças climáticas (Eixo Y) na comunidade quilombola Brejinhos.	32
Figura 5 -	Modelo Linear Generalizado (GLM) que representa a relação entre a Percepção de Uso dos Recursos Naturais (Eixo X) e a frequência de adaptações aos impactos das mudanças climáticas (Eixo Y) na comunidade quilombola Brejinhos.	33
Figura 6 -	Modelo Linear Generalizado (GLM) que representa a relação entre a Percepção de Vulnerabilidade (Eixo X) e a frequência de adaptações aos impactos das mudanças climáticas (Eixo Y) na comunidade quilombola Brejinhos.	34
Figura 7 -	Modelo Linear Generalizado referente a distribuição dos indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas (Eixo Y) por Nível Educacional (Eixo X) na comunidade quilombola Brejinhos. Os gráficos de violino representam a frequência de indicadores para cada categoria de nível educacional.	35
Figura 8 -	Modelo Linear Generalizado referente a distribuição das adaptações aos impactos climáticos (Eixo Y) por Nível	36

Educacional (Eixo X) na comunidade quilombola Brejinhos. Os gráficos de violino representam a frequência de adaptações para cada categoria de nível educacional.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1 – VULNERABILIDADE E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ENTRE QUILOMBOLAS NO NORDESTE BRASILEIRO

Tabela 1 -	Perfil sociodemográfico dos participantes da comunidade quilombola Brejinhos, João Alfredo, Pernambuco (Nordeste do Brasil)	26
Tabela 2 -	Resumo do modelo GLM (Poisson) para Indicadores Locais dos impactos das mudanças climáticas em função de Percepção de uso dos recursos naturais e Percepção de vulnerabilidade. A tabela mostra estimativas, erro padrão, IC, valor z e p-valor	29
Tabela 3 -	Resumo do modelo GLM (Quasipoisson) para Adaptações em função de Percepção de uso dos recursos naturais e Percepção de vulnerabilidade. A tabela mostra estimativas, erro padrão, IC, valor t e p-valor	
Tabela 4 -	Resumo do modelo GLM (quasipoisson) para Indicadores Locais dos Impactos das Mudanças Climáticas em função da formação educacional. A tabela apresenta estimativas, erro padrão, valor t e p-valor	
Tabela 5 -	Resumo do modelo GLM (quasipoisson) para Adaptações em função da formação educacional. A tabela apresenta estimativas, erro padrão, valor t e p-valor	

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CIL	Conhecimentos indígenas e locais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
PICL	Pessoas indígenas e comunidades locais
SLP	Sistemas Locais de Previsão
LICCI	Indicadores locais dos impactos das Mudanças Climáticas

## **SUMÁRIO**

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>4</b>
2.1 Comunidades quilombolas e as mudanças climáticas	4
2.2 Percepções de uso de recursos naturais e de vulnerabilidade	7
2.3 Indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas	10
2.4 Adaptações às mudanças climáticas	13
<b>3 ARTIGO – VULNERABILITY AND ADAPTATION STRATEGIES TO CLIMATE CHANGE AMONG QUILOMBOLA COMMUNITIES IN NORTHEASTERN BRAZIL</b>	<b>18</b>
<b>MATERIAL SUPLEMENTAR</b>	<b>37</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>50</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

As mudanças climáticas alteram o equilíbrio entre comunidades e ambientes ao impactar diretamente a disponibilidade de recursos naturais e modificar relações históricas com a natureza (ARENAS-WONG et al., 2023; KCHOUK et al., 2023). Esse processo, embora descrito cientificamente como mudanças climáticas, assume dimensões políticas e éticas quando reconhecido como emergência climática, dado o caráter crítico e a necessidade de respostas imediatas (IPCC, 2014). Seus efeitos são particularmente acentuados entre populações com forte vínculo territorial e dependência direta dos recursos, cuja vulnerabilidade se intensifica diante da redução de disponibilidade ambiental desses recursos e do aumento das temperaturas (REYES-GARCÍA et al., 2024).

No Brasil, os quilombolas, descendentes de pessoas escravizadas, exemplificam como os impactos climáticos se entrelaçam a um histórico de marginalização socioambiental (COSTA; SILVA, 2021; SANTOS et al., 2023; GUTIÉRREZ et al., 2024). Apesar de partilharem desafios semelhantes aos de outros povos tradicionais, os quilombolas permanecem relativamente invisíveis na literatura climática. Essa invisibilidade não é casual, mas expressão de uma lógica colonial e racista da ciência, que relegou os quilombolas a um segundo plano. Em seus territórios, os impactos das mudanças climáticas se manifestam na precarização de recursos naturais, na ameaça às práticas culturais e saberes ancestrais e na intensificação do racismo ambiental, que distribui riscos de forma desigual e priva essas comunidades de políticas públicas adequadas (FERDINAND, 2022; RIGOTTO et al., 2023; MONTEIRO et al., 2023).

O racismo ambiental agrava a vulnerabilidade quilombola ao se expressar tanto na precarização das condições de vida quanto na marginalização cultural (FERDINAND, 2022; MONTEIRO et al., 2023). Enquanto grupos privilegiados conseguem mitigar efeitos por meio de infraestrutura e políticas, comunidades quilombolas enfrentam eventos extremos, escassez de recursos e ausência de proteção institucional (RIGOTTO et al., 2023; MONTEIRO et al., 2023). Essa desigualdade compromete a segurança alimentar, ameaça modos de vida e perpetua a exclusão colonial (SANTOS et al., 2023). As comunidades locais, como os quilombolas, desenvolvem sistemas próprios de percepções sobre necessidades e

ameaças ambientais, que se tornam ferramentas fundamentais para interpretar os desafios que enfrentam (REYES-GARCÍA et al., 2024).

Neste estudo, destacamos duas percepções centrais. A primeira é a percepção de uso dos recursos naturais, que, no contexto quilombola, não se restringe à visão utilitarista, mas articula território, ancestralidade e práticas de subsistência (FAN et al., 2014; NISENGWE et al., 2021; ISLAM et al., 2024). A segunda é a percepção de vulnerabilidade climática, que revela como os indivíduos reconhecem sua sensibilidade, suscetibilidade e capacidade adaptativa frente aos danos das mudanças ambientais (HASAN; KUMAR, 2019; CHRISTIAN et al., 2021; TIWARI et al., 2025). Juntas, essas percepções constituem um sistema interpretativo que orienta as respostas comunitárias às transformações climáticas.

Esse sistema de percepções é decisivo para a formulação de interpretações locais dos impactos climáticos, que se expressam como indicadores construídos a partir da observação de alterações atmosféricas, biológicas e físicas em seus territórios (CHRISTIAN et al., 2021; ISLAM et al., 2024). Esses indicadores locais evidenciam como as comunidades quilombolas percebem os efeitos das mudanças climáticas sobre a subsistência e a paisagem (REYES-GARCÍA et al., 2016; REYES-GARCÍA et al., 2024). Paralelamente, tais percepções são preditoras das estratégias adaptativas, pois delimitam os danos percebidos e orientam processos decisórios (CHRISTIAN et al., 2021; ISLAM et al., 2024).

As adaptações climáticas englobam práticas e decisões relacionadas à gestão territorial, agricultura, educação e cultura, voltadas a minimizar impactos (IPCC, 2014; PISOR et al., 2022). Contudo, políticas públicas e sistemas científicos de previsão climática raramente incorporam o contexto quilombola ou se tornam acessíveis a essas comunidades (PAPARRIZOS et al., 2023). Em resposta, muitas desenvolvem Sistemas Locais de Previsão (SLP), que integram saberes tradicionais e observações ambientais como mecanismos autônomos de adaptação à imprevisibilidade (CASTILLO; LADIO, 2018; ANDRADE et al., 2022).

Além das percepções, características sociodemográficas como a educação também influenciam interpretações e adaptações climáticas (CHRISTIAN et al., 2021). A literatura aponta que a escolarização pode favorecer a interpretação de impactos locais e fortalecer o planejamento de respostas (STRIESSNIG et al., 2013; CHAN et al., 2016; PHUONG et al., 2025). Contudo, no caso quilombola, a educação formal carrega ambiguidades: ao mesmo tempo em que pode ampliar acesso a informações

e redes, também foi historicamente um instrumento da colonialidade do saber, deslegitimando pedagogias orais, territoriais e ancestrais (CAFÉ, 2020).

Apesar da relevância, a literatura carece de análises que investiguem como as percepções de uso dos recursos naturais e de vulnerabilidade climática influenciam indicadores locais de impactos e estratégias adaptativas em comunidades quilombolas. Também permanece pouco explorado o papel da educação nesse contexto, tanto como mediação para processar informações climáticas quanto como espaço de disputa epistemológica. Este estudo busca avançar nesse campo ao analisar essas relações em uma comunidade quilombola, articulando observações ambientais, práticas adaptativas e saberes locais, ampliando a compreensão sobre como tais populações enfrentam as transformações climáticas em contextos de forte vínculo territorial e epistemologias próprias.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Comunidades quilombolas e as mudanças climáticas**

O legado da diáspora africana e da escravidão de pessoas negras na história do Brasil representa um capítulo brutal na formação social do país (MOURA, 2014). Milhões de africanos de diversas etnias foram escravizados e deslocados compulsoriamente para as Américas e o Caribe, submetidos a um sistema de exploração baseado na violência e na apropriação da terra (FERDINAND, 2022; GONÇALVES; HANAZAKI, 2023). No Brasil, esse sistema persistiu por mais de três séculos, com cerca de cinco milhões de cativos trazidos, muitos dos quais pereceram na travessia atlântica (MOURA, 2014). Essa violência sistemática não apenas explorava sua força de trabalho, mas também buscava a supressão de sua cultura e identidade (FERNANDES et al., 2016).

No Nordeste brasileiro, principal porta de entrada desses povos, eles eram submetidos a um trabalho exaustivo em plantações, sem direitos básicos, que alimentavam e enriqueciam o comércio europeu de commodities como cana-de-açúcar e algodão (CARNEIRO, 1958; MOURA, 2014; SILVA, 2010). Como resposta a essa opressão, muitos africanos escravizados, em articulação com povos originários, desenvolveram estratégias de resistência. Uma das mais marcantes foi a fuga para áreas de difícil acesso, onde formaram comunidades resistentes denominadas quilombos — termo de origem Bantu que significa “fortaleza” (CARNEIRO, 1958; SCHWARTZ, 1987; FURTADO et al., 2014). Esses lugares de refúgio se tornaram territórios marcados por uma diversidade cultural, sustentados por uma rica organização social, espiritual e ambiental (FERNANDES et al., 2016). O termo quilombo deixou de ser apenas um refúgio histórico e passou a simbolizar identidade política e resistência de povos de matriz africana. Esse sentido é fortalecido pelo art. 68 do ADCT da Constituição Federal de 1988, que garante o direito ao reconhecimento e à titulação de seus territórios, fundamentais à sobrevivência e à preservação de saberes (BRASIL, 1988).

Apesar de sua resiliência e cultura histórica, essas comunidades são desproporcionalmente afetadas pelas mudanças climáticas, que impõem novos desafios à sua subsistência (SANTOS et al., 2023; GUTIÉRREZ et al., 2024). A vulnerabilidade que enfrentam não é uma fragilidade intrínseca de seus modos de vida, mas sim uma condição estrutural, decorrente do legado histórico de

marginalização e do racismo ambiental. No Brasil, esse racismo não se limita à exposição a riscos, mas é um fenômeno estrutural que perpetua a lógica da escravidão e do colonialismo. Ele se manifesta na destinação histórica dessas comunidades a áreas marginalizadas, pobres em recursos e ecologicamente sensíveis, ao mesmo tempo em que a falta de políticas públicas as exclui do acesso a saneamento, água e moradia segura (RIGOTTO et al., 2023).

Um dos principais impactos é a escassez de água: a diminuição da precipitação tem comprometido o acesso a esse recurso essencial, como relatam Amorim et al. (2017) sobre a comunidade quilombola Mata Cavalo, no Rio Grande do Norte, onde a escassez hídrica afeta até a higiene básica. Além disso, a combinação entre a redução hídrica e a degradação do solo tem agravado a insegurança alimentar. Em uma comunidade quilombola em Alcântara, no Maranhão, Gutiérrez et al. (2024) observaram que as mudanças climáticas têm comprometido o crescimento e a produção de plantas cultivadas, bem como a polinização, fator crucial para a produção de frutos.

Esses impactos se somam a outros efeitos sobre a segurança alimentar, como o adoecimento das lavouras: o aumento das temperaturas favorece o surgimento de doenças em cultivos importantes como a mandioca (*Manihot esculenta*), o que compromete não apenas a produção, mas também o próprio sistema alimentar tradicional (DALLA-NORA & SATO, 2019). Além da alimentação, as mudanças climáticas também afetam o bem-estar físico. Por estarem situadas frequentemente em áreas periféricas e cercadas por monoculturas, as comunidades quilombolas sofrem com alterações microclimáticas em seus territórios (CASTRO; BARBOSA, 2022). Em casos mais extremos, como o da comunidade quilombola Camburi, em Ubatuba, São Paulo, eventos climáticos intensos, como deslizamentos de terra e chuvas extremas, têm se tornado mais frequentes, impactando diretamente o cotidiano dessas famílias (CARVALHO et al., 2024).

Para além dos efeitos diretos na subsistência e saúde, as mudanças climáticas ameaçam a preservação dos patrimônios culturais e saberes tradicionais, especialmente aqueles associados à biodiversidade local (COSTA; SILVA, 2021). Essas perdas culturais, aliadas às dificuldades de manter a produção e a vida no campo, frequentemente levam essas populações a abandonarem seus territórios e migrarem para as periferias urbanas, enfrentando uma marginalização social ainda

mais profunda e maiores barreiras ao acesso a condições de vida digna (RIGOTTO et al., 2023).

Esse contexto é especialmente evidente no Nordeste brasileiro, região que concentra a maior parte das comunidades quilombolas abordadas em estudos sobre mudanças climáticas (SANTOS et al., 2023). Essa concentração está relacionada ao próprio processo histórico de formação e distribuição dos quilombos na região (CARNEIRO, 1958), bem como à destinação dessas populações a áreas de elevada vulnerabilidade socioambiental, como o semiárido (RIGOTTO et al., 2023). O semiárido tem como principal bioma a caatinga, e esta vem sendo fortemente impactada pelas mudanças climáticas, afetando diretamente os modos de vida de populações que dependem intensamente dos recursos naturais para sobreviver (MENEZES, 2023).

Diante dessa realidade, torna-se evidente o impacto desproporcional das mudanças climáticas sobre comunidades quilombolas, atingindo simultaneamente dimensões sociais e ecológicas (SANTOS et al., 2023). Os impactos extrapolam a dimensão ambiental, configurando desigualdades estruturais que comprometem não apenas o bem-estar físico, mas também a continuidade de modos de vida e a própria colonialidade do ser e do saber (FERDINAND, 2022; RIGOTTO et al., 2023), ou seja, a tentativa de anular a identidade e os conhecimentos desses povos. No entanto, é crucial destacar que, apesar de sua vulnerabilidade, os quilombolas são agentes ativos e adaptativos, que produzem saberes ecológicos e políticos para enfrentar as crises. A luta pela terra, a preservação de sementes crioulas e o manejo sustentável dos recursos naturais são exemplos de como essas comunidades, historicamente silenciadas, se mantêm resilientes e constroem um futuro de autonomia (FANTINI et al., 2024).

## 2.2 Percepções de uso de recursos naturais e de vulnerabilidade

A relação entre os seres humanos e o ambiente, ao longo de sua história evolutiva, sempre esteve sujeita à construção de vínculos cognitivos e perceptivos com os elementos e processos do ambiente natural no qual estão inseridos (SILVA; ALBUQUERQUE, 2014). A literatura apresenta a percepção ambiental como um processo multidimensional (biológico, psicológico e cultural). Embora ela esteja associada à capacidade de responder a estímulos ambientais captados pelos sentidos (TUAN, 1990), autores como Okamoto (1997), Silva e Albuquerque (2014) e Ferreira-Júnior et al. (2016) destacam que a cultura também desempenha um papel fundamental.

No contexto das mudanças climáticas e desastres ambientais, a capacidade de perceber os riscos decorrentes de alterações nos padrões ecossistêmicos é crucial para que comunidades quilombolas compreendam os impactos em suas atividades de subsistência e desenvolvam estratégias de adaptação (CHRISTIAN et al., 2021; TIWARI et al., 2025). De acordo com Silva et al. (2014), a percepção de risco envolve processos de julgamento, tomada de decisão e crenças individuais ou coletivas sobre a natureza e a magnitude das ameaças. A compreensão de como esses riscos são percebidos permite identificar vulnerabilidades e orientar intervenções mais adequadas nos sistemas socioecológicos.

Os riscos climáticos geram diversas formas de vulnerabilidade estrutural nos sistemas socioecológicos, expondo os indivíduos a impactos variados (FEDELE et al., 2020). De acordo com o IPCC (2014), a vulnerabilidade está relacionada ao grau de sensibilidade aos riscos, à suscetibilidade aos danos e à capacidade de adaptação. Em contraste, a vulnerabilidade percebida refere-se à crença sobre a probabilidade de uma ameaça ocorrer, com origem no Modelo de Crenças em Saúde (MAIMAN; BECKER, 1974), um modelo biomédico individualista cuja transposição para o contexto coletivo dos quilombos exige problematização. A percepção de vulnerabilidade não reflete a vulnerabilidade real, mas expressa como essas populações se veem diante das ameaças (MAIMAN; BECKER, 1974; CHRISTIAN et al., 2021).

A vulnerabilidade percebida, ainda pouco discutida na literatura, é um fator importante na tomada de decisões frente às mudanças climáticas (HASAN; KUMAR, 2019). Segundo Tiwari (2025) e Christian et al. (2021), ela está relacionada à forma

como as pessoas interpretam os efeitos das mudanças no clima em seu cotidiano. No Brasil, por exemplo, uma comunidade quilombola na Amazônia demonstra essa percepção ao compreender as transformações nos ecossistemas que afetam sua subsistência (GUTIÉRREZ et al., 2024). A percepção de vulnerabilidade ajuda a identificar desafios e a desenvolver respostas que buscam influenciar a sensibilidade, a suscetibilidade e a capacidade adaptativa (CHRISTIAN et al., 2021; TIWARI et al., 2025). Essa percepção não é igual para todos; fatores como características sociodemográficas, por exemplo, influenciam como cada pessoa ou grupo percebe os riscos das mudanças climáticas (CHRISTIAN et al., 2021; TIWARI et al., 2025; MORALES et al., 2025).

Em um cenário de mudanças na disponibilidade de recursos naturais, a percepção tem um papel fundamental na gestão e na continuidade das atividades de subsistência (ISLAM et al., 2024). A percepção de uso dos recursos refere-se à forma como indivíduos e comunidades compreendem sua relação e necessidade de elementos essenciais, como água, solo e biodiversidade (NISENGWE et al., 2021). Para os quilombolas, essa percepção vai além da utilidade, pois o território é um espaço de memória e ancestralidade. A percepção de uso dos recursos pode não refletir com precisão a realidade biofísica, mas ainda assim orienta como as comunidades interpretam os impactos das mudanças climáticas e elaboram estratégias de adaptação (NISENGWE et al., 2021).

Assim como a percepção de vulnerabilidade, a percepção de uso dos recursos naturais está positivamente associada à forma como comunidades interpretam os efeitos das mudanças climáticas, especialmente por reconhecerem que tais mudanças comprometem diretamente a disponibilidade desses recursos (NISENGWE et al., 2021; ISLAM et al., 2024). A literatura destaca ainda que essa percepção contribui para o desenvolvimento de processos adaptativos, estando frequentemente relacionada à adoção de estratégias de gestão dos recursos naturais, em especial da água (FAN et al., 2014; NISENGWE et al., 2021; ISLAM et al., 2024). Essa relação evidencia o papel central da percepção de uso dos recursos no contexto climático, embora fatores sociodemográficos, como a ocupação profissional, possam influenciar sua formação e distribuição (ISLAM et al., 2024).

## 2.3 Indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas

Os povos indígenas e comunidades locais (PICL) mantêm uma relação profundamente interconectada com seus territórios, baseada na dependência direta dos recursos naturais para a subsistência e a manutenção de suas práticas culturais (GARCÍA-DEL-AMO et al., 2023). Dessa interação contínua emergem os Conhecimentos Indígenas e Locais (CIL), saberes que fornecem o arcabouço interpretativo para entender os processos de uso e as transformações na disponibilidade desses recursos (POPOVICI et al., 2021; HARNEK et al., 2025). Esses conhecimentos são construídos e atualizados constantemente pela interação dialógica entre grupos humanos e seus ecossistemas, representando a cristalização de experiências históricas acumuladas e transmitidas entre gerações (BOILLAT; BERKES, 2013; SCHLINGMANN et al., 2021). Eles não se limitam a técnicas de manejo ambiental, mas se revelam instrumentos indispensáveis para compreender os impactos das mudanças climáticas em uma dimensão que vai além do instrumental, abarcando as dimensões culturais, espirituais e políticas desses fenômenos (REYES-GARCÍA et al., 2019; POPOVICI et al., 2021).

Os CILs permitem que as comunidades percebam as mudanças nos padrões ecológicos, particularmente no que concerne ao calendário tradicional de subsistência. Isso inclui alterações nos regimes de chuva que regulam as atividades agrícolas, transformações nos ciclos de vida de espécies vegetais e no comportamento de espécies animais (POPOVICI et al., 2021; REYES-GARCÍA et al., 2023). Essas percepções encontram-se indissociavelmente ligadas aos CILs, refletindo não apenas mudanças concretas, mas também dimensões simbólicas e cosmológicas que estruturam a vida comunitária (REYES-GARCÍA et al., 2019; REYES-GARCÍA et al., 2024). Tais alterações permeiam todas as dimensões do cotidiano, afetando desde atividades produtivas até práticas culturais, evidenciando como os CILs fornecem os esquemas perceptivos para compreender e responder a essas transformações ambientais (POPOVICI et al., 2021; HARNEK et al., 2025).

A interpretação das transformações ambientais, sobretudo no contexto das mudanças climáticas, varia em função de um conjunto complexo de fatores (REYES-GARCÍA et al., 2024). Entre os principais aspectos que modulam essas percepções, destacam-se as características do ambiente, as variáveis sociodemográficas, os sistemas produtivos predominantes, o histórico de exposição a eventos climáticos

extremos e o acesso a diferentes fontes de informação (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2016; REYES-GARCÍA et al., 2016). Complementarmente, estudos apontam que os contextos socioculturais são cruciais para compreender como a relação entre as pessoas e o ambiente molda suas interpretações e atitudes frente às mudanças ambientais (FERREIRA-JUNIOR et al., 2016).

A literatura aponta a educação formal como um fator que pode influenciar a interpretação dos impactos climáticos locais (Christian et al., 2021; Striessnig et al., 2013; Phuong et al., 2025). Indivíduos com maior escolaridade, especialmente aqueles com ensino superior, tendem a apresentar mais facilidade para acessar, organizar e relacionar informações complexas sobre eventos climáticos e suas consequências (Striessnig et al., 2013). Um estudo realizado no Vietnã exemplifica esse efeito, mostrando que a educação formal possibilitou às famílias compreender melhor a linguagem científica dos impactos climáticos, interpretar sinais de risco e tomar decisões adaptativas mais informadas frente às mudanças ambientais (Phuong et al., 2025). Dessa forma, a escolaridade funciona como um recurso que amplia o repertório interpretativo, apoiando a conexão entre conhecimento técnico e experiências cotidianas.

Além das características sociodemográficas, as interpretações locais das mudanças climáticas apresentam uma variabilidade regional significativa, refletindo a forma como esses fenômenos globais se manifestam de maneira distinta em diferentes contextos (SAVO et al., 2016; REYES-GARCÍA et al., 2023; REYES-GARCÍA et al., 2024). Um estudo conduzido por García-del-Amo et al. (2023) na Sierra Nevada, na Espanha, destacou como principais preocupações as alterações no sistema atmosférico e no sistema físico, seguidas por impactos biológicos. Em contraste, uma pesquisa realizada por Miara et al. (2022) na Argélia revelou que a principal preocupação estava voltada para os eventos climáticos extremos e o aumento da frequência de tempestades de areia. Esses exemplos ilustram como as percepções sobre as mudanças climáticas refletem tanto padrões globais quanto particularidades locais, destacando a diversidade de impactos e as diferentes formas de adaptação e preocupação nas várias regiões.

Para catalogar e analisar as interpretações sobre os impactos das mudanças climáticas, Reyes-García et al. (2024) desenvolveram o protocolo LICCI (Local Indicators of Climate Change Impacts). O protocolo organiza as interpretações comunitárias em três categorias principais de indicadores: (1) mudanças nos sistemas

atmosféricos, como alterações nos padrões de precipitação, (2) transformações nos sistemas biológicos, como modificações nos ciclos reprodutivos de espécies cultivadas, e (3) alterações nos sistemas físicos, como variações na umidade do solo. O LICCI não cria esses indicadores, mas os organiza a partir de uma lógica externa para sistematizar e documentar as percepções locais dos impactos das mudanças climáticas. O protocolo fornece, portanto, um quadro para analisar a relação entre o conhecimento local e a resposta a mudanças ambientais, buscando entender como essas interpretações se conectam com as estratégias adaptativas das comunidades (REYES-GARCÍA et al., 2024).

A crescente imprevisibilidade dos calendários tradicionais evidencia não apenas a vulnerabilidade das comunidades dependentes de recursos naturais, mas também sua notável capacidade de observação e interpretação frente às alterações ambientais (REYES-GARCÍA et al., 2023). No entanto, a distribuição desigual dos estudos ao redor do globo, com sub-representação marcante no sul global, reforça a urgência de ampliar as investigações em regiões marginalizadas, de modo a incorporar os saberes dessas comunidades aos esforços globais de enfrentamento das mudanças climáticas (REYES-GARCÍA et al., 2019; 2024). A pesquisa sobre CILs é essencial para um enfrentamento das crises climáticas que não apenas reconheça, mas também legitime e valorize as múltiplas formas de conhecimento.

## 2.4 Adaptações às mudanças climáticas

As mudanças climáticas desafiam a subsistência de comunidades em todo o mundo, impactando de maneira ainda mais intensa as PICLs, cuja capacidade de se adaptar a eventos extremos torna-se progressivamente limitada (LEBEL, 2013; SCHLINGMANN et al., 2021; ISLAM et al., 2024). Nesse cenário, a adaptação assume um papel central, uma vez que, segundo Pisor et al. (2022), ela envolve transformações em múltiplas dimensões — desde o uso sustentável dos recursos naturais e o fortalecimento das redes comunitárias até a diversificação das fontes de renda —, todas orientadas para a redução dos riscos. Contudo, de acordo com Grigorieva et al. (2023), é importante destacar que a adaptação não deve ser confundida com a mitigação, que se concentra na redução das causas das mudanças climáticas — como a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, a transição para fontes de energia renovável e a proteção das florestas. Assim, enquanto a mitigação busca conter o avanço das mudanças climáticas, a adaptação visa fortalecer a resiliência das comunidades, capacitando-as a enfrentar de maneira mais eficaz os impactos ambientais e sociodemográficos resultantes desse fenômeno (GRIGORIEVA et al., 2023).

As adaptações às mudanças climáticas ocorrem em diferentes níveis e esferas da vida humana e, de modo geral, refletem a capacidade de promover mudanças — comportamentais, sociais, ambientais ou econômicas — com o objetivo de reduzir riscos e fortalecer a resiliência diante da emergência climática (PISOR et al., 2022). Essas estratégias adaptativas, contudo, não são homogêneas e podem se manifestar em diversas escalas, desde iniciativas individuais e comunitárias, como métodos tradicionais de manejo agrícola, até políticas regionais e nacionais, como programas de proteção territorial ou mecanismos de acesso a financiamento climático (BERRANG-FORD et al., 2021). Uma revisão sistemática da literatura (BERRANG-FORD et al., 2021) indica que aproximadamente 82% das adaptações aos danos climáticos são predominantemente de escopo local, ocorrendo em níveis individual e familiar.

Dessa forma, a natureza e a intensidade das estratégias adaptativas são moldadas por fatores sociodemográficos, ambientais, econômicos e institucionais. Uma revisão sistemática global conduzida por SCHLINGMANN et al. (2021) sobre os padrões de adaptação a mudanças climáticas por povos indígenas e comunidades

locais (PICL), abrangendo comunidades do mundo todo, revelou que, embora as estratégias estejam relacionadas a diferentes fatores sociodemográficos, elas variam amplamente conforme o contexto geográfico e ambiental. Essa análise detalhada mostrou que dois terços (63%) das respostas locais dos PICL concentram-se em setores de subsistência dependentes de recursos naturais, com destaque para cultivo (40%), pecuária (13%) e pesca (5%). Tal predominância é observada em comunidades na Ásia (70%), África e América Latina (15%), refletindo que as respostas nesses continentes são voltadas à segurança alimentar e à agricultura. De modo geral, as adaptações dos PICL são frequentemente impulsionadas por eventos climáticos como secas e variabilidade de precipitação, que afetam diretamente seus meios de subsistência na África e nas Américas Central e do Sul.

Mesmo sendo resultado de contextos específicos, de acordo com o quadro de adaptações às mudanças climáticas elaborado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), às estratégias adaptativas abrangem múltiplas categorias que envolvem aspectos fundamentais das necessidades humanas e da estrutura comunitária. São essas categorias que orientam a classificação utilizada neste estudo. Entre elas, destaca-se a categoria relacionada ao desenvolvimento humano, que engloba o acesso à educação, nutrição, saúde, energia, habitação segura e espaços comunitários — elementos essenciais para o fortalecimento da resiliência populacional. Outra categoria refere-se ao alívio da pobreza, envolvendo o acesso e o controle de recursos, a posse da terra, redes de proteção social, seguros e medidas de redução do risco de desastres, fatores que atuam na diminuição das vulnerabilidades socioeconômicas. Já as adaptações no campo da infraestrutura física incluem medidas como proteção costeira, abrigos contra inundações e ciclones, sistemas de armazenamento de água, desenvolvimento de variedades agrícolas e pecuárias adaptadas, utilização de conhecimentos indígenas e tradicionais, irrigação, práticas agrícolas sustentáveis, armazenamento de alimentos, reflorestamento, bancos de sementes, além da expansão de serviços municipais, de saúde e emergenciais.

Já a categoria de segurança dos meios de subsistência busca a diversificação da renda, melhorias na infraestrutura, acesso a fóruns tecnológicos, fortalecimento do poder de decisão e mudanças nas práticas agrícolas, pecuárias e aquícolas, conforme sugerido pelo IPCC (2014). A gestão de riscos de desastres complementa essas iniciativas, com medidas como o acesso à informação, múltiplas fontes de água,

drenagem, abrigos e melhorias na infraestrutura de transporte. As adaptações institucionais incluem programas municipais de gestão hídrica, iniciativas baseadas na comunidade e a gestão integrada de recursos, enquanto as adaptações sociais envolvem a promoção de educação, equidade de gênero, valorização dos conhecimentos locais e conservação dos recursos naturais. A gestão de ecossistemas abrange a preservação de zonas úmidas, espaços verdes urbanos e a gestão comunitária dos recursos naturais, enquanto o uso do solo trata do planejamento habitacional, a ocupação de áreas propensas a inundações e o zoneamento. Por fim, as mudanças práticas, políticas e pessoais envolvem transformações comportamentais, culturais e ecológicas, além da reavaliação de crenças sobre as mudanças climáticas.

Dentro desse amplo espectro de adaptações, a capacidade de prever eventos climáticos é crucial para comunidades indígenas e locais, especialmente aquelas com atividades agrícolas, que precisam antecipar eventos importantes, tanto de curto quanto de longo prazo, para tomar decisões adequadas relacionadas às suas atividades de subsistência (CASTILLO; LADIO, 2018; ANDRADE et al., 2022; PAPARRIZOS et al., 2023; GUTIÉRREZ et al., 2024). Algumas dessas comunidades têm maior facilidade em acessar essas informações científicas de previsão, seja por meio da internet ou por outras formas de divulgação de dados, enquanto outras enfrentam dificuldades significativas para obter tais dados (PAPARRIZOS et al., 2023). Em função dessa escassez de acesso à previsibilidade climática, algumas populações, para suprir essa lacuna, desenvolveram, com base em conhecimentos herdados de seus ancestrais, um sistema local de previsão climática, o qual associa padrões cíclicos da natureza a eventos climáticos essenciais, como, por exemplo, o início da quadra chuvosa (PAPARRIZOS et al., 2023). Inclusive, esses conhecimentos de previsão através de padrões da natureza são chamados por Castillo e Ladio (2018) de etnoindicadores – os quais se distinguem dos indicadores do LICCI por focarem na antecipação de eventos climáticos e não em impactos já observados –, variando muito de acordo com o contexto local.

Um estudo realizado por Paparrizos et al. (2023), por meio de uma revisão sistemática, identificou que esses etnoindicadores estão ligados a vários elementos naturais. Os animais, segundo esse levantamento, são os principais elementos da natureza usados para prever eventos climáticos significativos, especialmente para as comunidades agrícolas. O estudo apontou que aves, artrópodes, anfíbios e mamíferos

auxiliam as populações locais e indígenas a anteciparem e planejar atividades vinculadas aos seus meios de subsistência (PAPARRIZOS et al., 2023). A utilização dessa relação entre os animais e os padrões climáticos como instrumento de previsão, historicamente adotada pelas IPLCs, deve-se à interconexão entre os comportamentos reprodutivos e migratórios desses seres vivos (ARAÚJO et al. 2005; CASTILLO; LADIO, 2018; ANDRADE et al., 2022).

De acordo com Paparrizos et al. (2023), outros seres vivos, como as plantas, também são instrumentos importantíssimos para a previsão do clima. A fenologia vegetal, ou seja, eventos como floração, frutificação e a cor das folhagens, é usada como indicador por diferentes populações — inclusive quilombolas —, uma vez que o ciclo de vida dos vegetais depende diretamente de determinadas condições ambientais (ANDRADE et al., 2022). Já os indicadores associados a padrões de elementos não vivos estão vinculados a diferentes aspectos do ambiente: algumas comunidades utilizam mudanças percebidas em padrões meteorológicos como ferramentas de previsão, observando, por exemplo, a direção e a intensidade do vento, a cor das nuvens e alterações na temperatura (ANDRADE et al., 2022; PAPARRIZOS et al., 2023). A astronomia, de acordo com o levantamento, também tem sido utilizada como instrumento, com a lua e o halo que se forma ao seu redor sendo métodos tradicionais de previsão climática; além disso, as estrelas e suas posições também são empregadas nesse contexto (ANDRADE et al., 2022).

### **3 ARTIGO – VULNERABILITY AND ADAPTATION STRATEGIES TO CLIMATE CHANGE AMONG QUILOMBOLA COMMUNITIES IN NORTHEASTERN BRAZIL**

Hermeson Carlos dos Santos, Rodrigo Felipe Rodrigues do Carmo, Ulysses Paulino Albuquerque

#### **ABSTRACT**

Climate change imposes increasing risks on quilombola communities, intensified by the scarcity of natural resources and environmental racism. However, little is known about how social and perceptual factors influence the adaptive capacity of these communities. Here, we investigate how perceptions of vulnerability, use of natural resources, and educational level influence the recognition of climate impacts and the adoption of adaptation strategies in the quilombola community of Brejinhos in Northeastern Brazil. One hundred and ten participants were interviewed, and data were analyzed using Generalized Linear Models. Our results indicate that perception of natural resource use is linked to an increase in adaptive strategies. Educational attainment equal to or above completion of elementary school positively influenced both the identification of climate impacts and the adoption of adaptations. The study highlights the central role of social capital and connection with natural resources in climate resilience, reinforcing the urgency of inclusive and territorially sensitive policies for quilombola communities.

**Keywords:** Climate vulnerability; Natural resources; Education; Adaptive strategies; Traditional knowledge

## INTRODUCTION

Climate change imposes increasing challenges on the maintenance of ecosystem services and the availability of vital natural resources for human communities (Muluneh 2021; Arenas-Wong et al. 2023; IPCC 2023). Among the most affected human groups are Indigenous peoples and local communities (IPLC), such as quilombolas, who are descendants of enslaved Africans (Santos et al. 2023). Vulnerability is heightened among quilombolas due to environmental racism — a form of socio-environmental injustice that results in the disproportionate exposure of these communities to environmental challenges — and their strong dependence on natural resources for subsistence (Castro and Barbosa et al. 2022; Santos et al. 2023; Monteiro et al. 2023).

Local communities are not passive in the face of environmental changes; they construct perceptions of climate impacts based on traditional knowledge and daily observation of their environment (Reyes-García et al. 2023; Gutiérrez et al. 2024). Perception of vulnerability — understood as the feeling of exposure, sensitivity, and low adaptive capacity — can favor understanding of climate impacts and the adoption of preventive responses (Christian et al. 2021; Tiwari et al. 2025). In turn, perception of natural resource use involves understanding dependence on and management of essential elements, such as water, soil, and vegetation, and influences both the recognition of climate damages and the development of adaptive strategies (Fan et al. 2014; Nisengwe et al. 2021; Islam et al. 2024).

Beyond perceptions, sociodemographic variables, especially educational level, contribute to strengthening the capacity to interpret climate information and plan responses (Striessnig et al. 2013; Chan et al. 2016; Phuong et al. 2025). In this sense, education can act as a factor that enhances both the perception of climate impacts and the development of local responses, as it provides access to important information on climate and adaptation to the impacts of climate change (Striessnig et al. 2013).

Perceptions of these communities regarding climate damages serve as important local indicators, constructed based on observed changes in atmospheric, physical, and biological systems (García-del-Amo et al. 2023; Reyes-García et al. 2024). These signals — such as shortening of rainy periods, changes in animal behavior, or phenological alterations — combined with traditional ecological knowledge, allow a sensitive reading of both environmental changes and subsistence activities (Reyes-García et al. 2024; Aliyar et al. 2024). In response, diverse adaptive

strategies are developed, such as adjusting agricultural calendars, managing water resources, and using ethno-indicators — natural elements used to anticipate environmental events (Castillo and Ladio 2018; Schlingmann et al. 2021; Andrade et al. 2022). However, the nature of these adaptations varies according to local factors, including sociocultural, ecological, and economic aspects (Berrang-Ford et al. 2021). Global reviews show that Indigenous and local communities primarily adapt in subsistence sectors dependent on natural resources, such as agriculture, livestock, and fisheries, especially in regions of Asia, Africa, and Latin America (Schlingmann et al. 2021).

Despite the recognized importance of these factors, there is a gap in studies that specifically relate them to quilombola communities. Filling this gap is essential to promote climate and epistemic justice. This article aims to explore how perceptions and educational levels shape indicators of climate impacts and climate adaptation in the quilombola community. To this end, we formulated the following research questions: a) Do natural resource use and perceived vulnerability influence local indicators of climate change impacts? b) Do natural resource use and perceived vulnerability influence adaptation strategies? c) Does education influence local indicators of climate change impacts and adaptation strategies? The last question emerged during data analysis and has an exploratory character, considering the importance of education.

For the first question, there are two hypotheses. H1 proposes that perception of natural resource use influences the identification of local indicators of climate impacts. The prediction is that higher levels of perception of natural resource use will be associated with a more detailed identification of local indicators of climate impacts. H2 suggests that perception of vulnerability influences the identification of local indicators of climate impacts, and its prediction is that higher levels of perceived vulnerability will also be associated with a more detailed identification of local indicators of climate impacts.

For the second question, there are also two hypotheses. H3 states that perception of natural resource use influences the adoption of adaptation strategies to climate change. The prediction is that higher levels of perception of natural resource use will be associated with a higher frequency of adaptive practices. Finally, H4 proposes that perception of vulnerability influences the adoption of adaptation

strategies to climate change, and its prediction is that higher levels of perceived vulnerability will be associated with a higher frequency of adaptive practices.

## MATERIALS AND METHODS

### Study Area

The Brejinhos quilombo is an agricultural community located in the municipality of João Alfredo, in the state of Pernambuco, Northeastern Brazil, belonging to the Agreste mesoregion ( $7^{\circ}51'29''$  S,  $35^{\circ}35'25''$  W) (Feitosa 2016) (Fig. 1D). The name “Brejinhos” refers to areas situated at higher altitudes with a certain level of humidity, characteristics that favor the cultivation of various agricultural products, such as beans (*Phaseolus* sp.), cassava (*Manihot esculenta*), pumpkin (*Cucurbita* sp.), maize (*Zea mays*), cactus (*Opuntia* sp.), and exotic fruits (Fig. 2A, 2B). In addition, native plants such as cashew (*Anacardium occidentale*) play a crucial role in promoting subsistence and income generation.

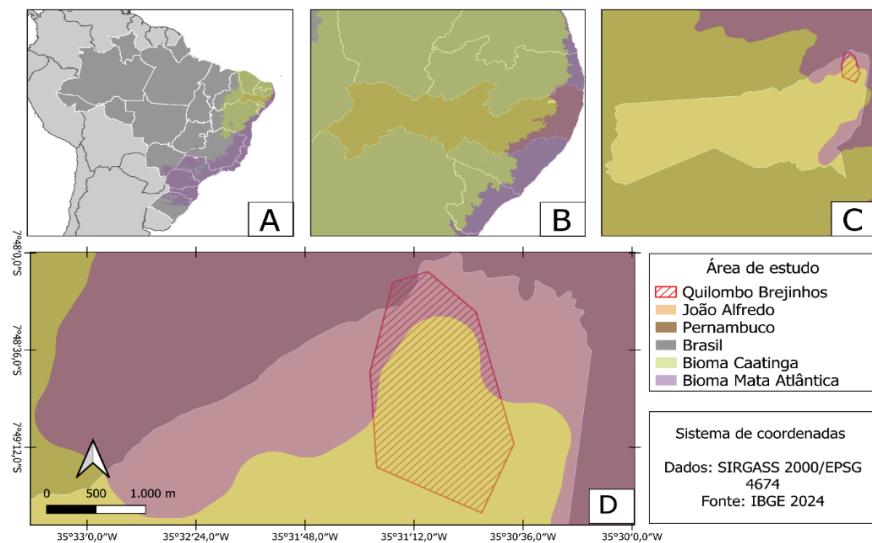


Figure 1 – Geographic context of the Brejinhos quilombola community, João Alfredo, Pernambuco, Brazil. (A) Brazil. (B) State of Pernambuco. (C) Municipality of João Alfredo. (D) Location of the Brejinhos quilombola community.

This is the first research conducted in the community, and due to the historical erasure that often affects quilombola and Black communities — marked by the absence of official records and the marginalization of their narratives — very little is known about its origins. However, older residents recount stories of resistance which, combined with the municipality's history and records of other quilombos in the

Northeast, especially in the Agreste of Pernambuco (Santos 1987; Silva 2010), help reconstruct part of this past. It is assumed that Brejinhos emerged from the flight and resistance of enslaved African and Indigenous peoples who found, in this territory, a possible place to live in freedom. Material traces reinforce this hypothesis: to this day, there are remnants of chains in the former slave quarters of a casa-grande located in the community, belonging to a slaveholding family, as well as ancient ruins of colonial structures from the past (Fig. 2C, 2D). It was in this space, marked by suffering, that the ancestors found the strength to rebuild, constructing their homes and consolidating the community.

The territory where Brejinhos is located is predominantly within the Caatinga biome, although it is also influenced by the Atlantic Forest. The landscape is characterized by dry tropical forests, with vegetation composed of cacti and shrubs that change drastically in appearance during the dry periods (Feitosa 2016). These transformations accentuate the challenges faced by the community in managing natural resources, particularly water, whose scarcity is constant. To cope with this, residents adopt their own storage strategies, while the municipal government provides supply to community reservoirs (Fig. 2E, 2F).

In addition to natural limits, the territory of Brejinhos is also affected by external pressures that alter the community's environmental and social balance. The presence of monocultures, especially sugarcane, affects local agriculture and fauna, including reports of impacts on cashew pollination, affecting production. Sugarcane, an economic activity that today represents one of the main sources of income for the local population, carries the symbolic weight of a past marked by exploitation. During the colonial period, it was precisely sugarcane production, supported by the forced labor of enslaved Africans and Indigenous peoples, that drove the construction of casas-grandes and slave quarters such as those found around Brejinhos (Santos 1987; Silva 2010). The continuation of this practice, even in new forms, contributes to the perpetuation of historical inequalities. Beyond these monocultures, the situation is further aggravated by the proximity of factories that pollute the air, deforest nearby areas, and extract natural resources from the territory, further compromising residents' quality of life.

Despite so many challenges, the quilombola community of Brejinhos keeps its history of resistance alive. This spirit is manifested in cultural expressions that span generations. The rural maracatu, a traditional rhythm of the region, is one of the main

forms of celebrating Afro-descendant identity, combining elements of daily life, symbolic clothing, and instruments of African and Indigenous origin. Capoeira, in turn, is experienced as both play and dance, revealing the skill, creativity, and pride of a people who transformed suffering into art and collective strength. Even while still awaiting official recognition as a quilombola community, Brejinhos reaffirms daily its existence, memory, and belonging to the territory.

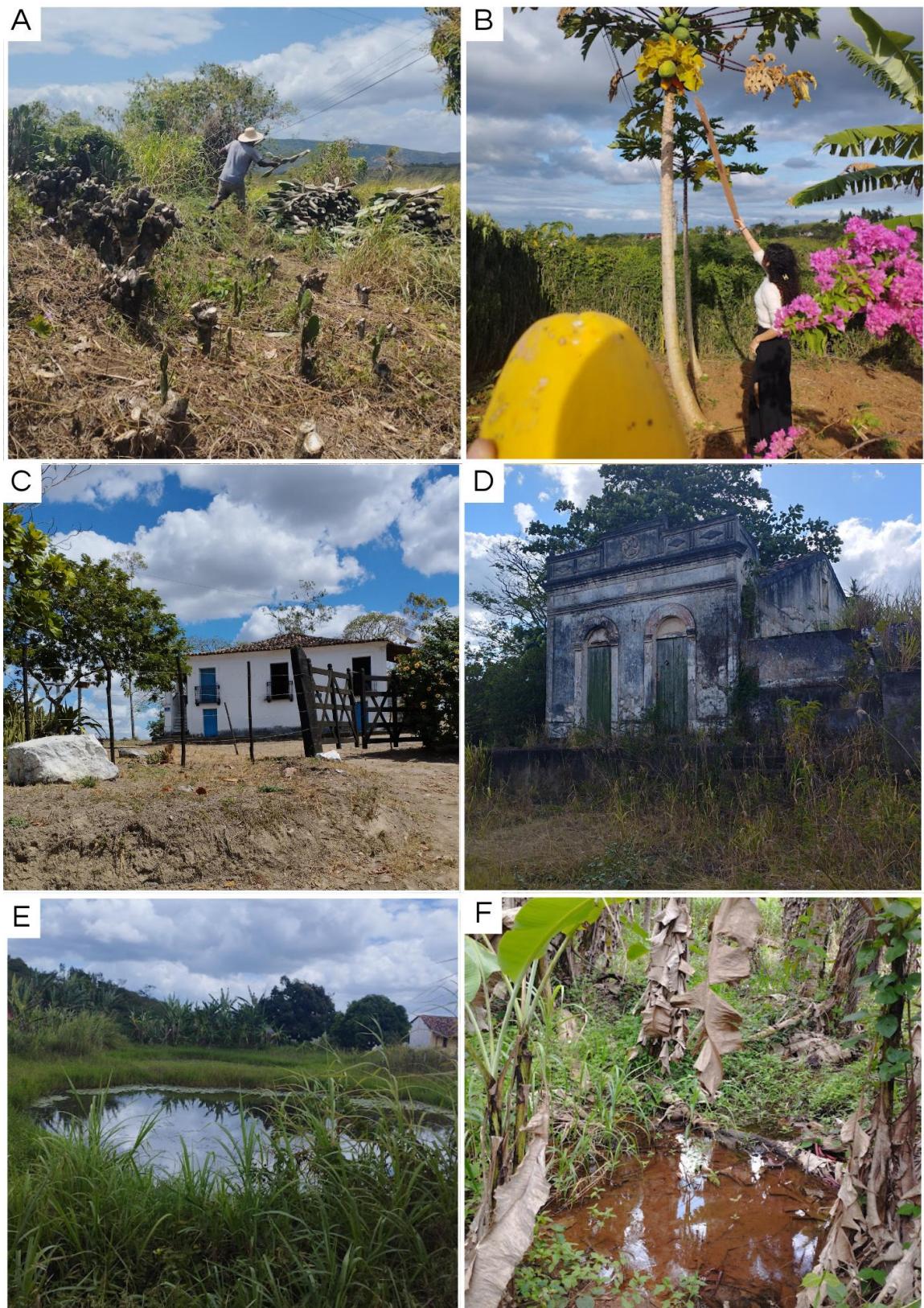


Figure 2 – Heritage and subsistence elements in the Brejinhos quilombo, João Alfredo, Pernambuco, Brazil. (A) Harvesting of cactus (*Opuntia* sp.) for animal feed. (B) Fruit collection in a productive backyard. (C) Colonial casa-grande, under which the former slave quarters are located. (D) Abandoned colonial structures in a state of degradation. (E) Barreiro, community water reservoir. (F) Vargem, wetland area for water storage.

## Ethical Aspects

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Academic Center of Vitória of the Federal University of Pernambuco (CAV/UFPE), under number CAAE 78472324.1.0000.9430, on June 26, 2024. All procedures followed the guidelines of the Declaration of Helsinki and Resolution No. 510/16 of the National Health Council. The Informed Consent Form (ICF) was obtained from all participants, ensuring autonomy and confidentiality.

## Participant Recruitment

According to data from the Family Health Unit, between October and December 2024, the Brejinhos quilombo had approximately 282 residents. Of these, 149 were adults (18 years or older) and therefore eligible to participate in the study. Considering this population, the target was set at approximately 108 interviews, a number corresponding to a fraction of the total adult population. However, participant selection did not follow probabilistic criteria. A non-probabilistic sampling approach was chosen, prioritizing individual accessibility, which allowed greater feasibility in fieldwork and suitability to the exploratory nature of the study (Albuquerque et al., 2014). In total, 110 interviews were conducted, involving 47 men and 63 women (Table 1).

**Tabela 1** - Perfil sociodemográfico dos participantes da comunidade quilombola Brejinhos, João Alfredo, Pernambuco (Nordeste do Brasil)

Sociodemographic Characteristics	Men		Women	
	Mean	SD	Mean	SD
Idade	46,8	18 ±	47	15,8 ±
<b>Education</b>				
Incomplete primary	48,9%		57,1%	
Complete primary	12,8%		3,1%	
Incomplete secondary	38,3%		3,1%	
Complete secondary	38,2%		28,5%	
Complete higher education	0%		7,9%	
<b>Occupation</b>				
Farmers	89,3%		92%	
Traders	2,1%		0%	
Health professionals	2,1%		1,5%	
Students	2,1%		1,5%	
Mechanics	4,2%		0%	
Teachers	0%		4,7%	

## Data Collection

To establish a solid rapport with participants and ensure a respectful and empathetic approach, the study began with the implementation of rapport-building strategies (Albuquerque et al., 2014). This initial step was essential for creating mutual trust and encouraging openness among respondents throughout the study. For this purpose, visits to the community were conducted, guided by the leader of the community association and local residents, which allowed a closer understanding of the daily dynamics of the territory.

Before large-scale data collection, research instruments were validated through pre-tests. Five key participants, including community leaders and local teachers, were selected to evaluate the interview protocol. During this process, participants' contributions were fundamental in adapting the language to the community's everyday expressions, eliminating overly technical terms and replacing them with practical examples rooted in local life. Additionally, the sequence of questions was reorganized to follow the natural flow of conversation, reducing the risk of mechanical responses and increasing spontaneity. This step ensured that the methodology was culturally sensitive, comprehensible, and adapted to the sociocultural context of the quilombola community.

Data collection was conducted through semi-structured interviews (Albuquerque et al., 2014) between October and December 2024. Interview duration varied on average between 20 and 50 minutes, adjusting to each participant's availability, which also facilitated greater study adherence. During the interviews, basic sociodemographic data were recorded (Supplementary Material 1), but individual income information was not collected, in response to a request from the community leadership. This decision was made due to the sensitive nature of the topic and residents' reluctance to share financial information, which could compromise data quality. Careful attention to language was a priority throughout the process: questions were adapted to different educational levels, ensuring that all participants could understand and respond without discomfort.

In the Brejinhos quilombola community, this study investigated two sets of explanatory (or independent) variables: perception of vulnerability to climate damages and perception of natural resource use. Both were analyzed in relation to two sets of response (or dependent) variables: local indicators of climate change impacts and adaptation strategies developed by the community. This terminological distinction is

essential to clarify the analytical design: while perceptions function as predictor variables, the indicators and strategies reflect observed outcomes or effects at the local level.

Data collection regarding the explanatory variables was conducted using structured forms. Perception of vulnerability was measured using questions based on the Health Belief Model's perception of vulnerability, but specifically adapted to the climate change context (Christian et al., 2021; Tiwari et al., 2025), covering three dimensions: sensitivity, susceptibility, and reduced adaptive capacity. The aim was to capture how residents assess their own exposure to climate risks, such as heat waves, prolonged droughts, floods, or landslides (Supplementary Material 2). Perception of natural resource use was assessed through a questionnaire exploring the community's daily dependence on resources such as water, land, plants, and animals, considering seasonal availability and the impacts of the climate crisis on these resources (Supplementary Material 3). Both questionnaires used a five-point Likert scale, ranging from 1 ("Strongly disagree") to 5 ("Strongly agree"). For example, for vulnerability, participants were asked: "Do you feel strongly affected by climate change, such as extreme heat, lack of rain, floods, or landslides?" For resource use, an illustrative question was: "Do you rely heavily on the water, land, plants, or animals in your area?"

Local indicators of climate impacts, the first response variable, were obtained using the LICCI (Local Indicators of Climate Change Impacts) protocol by Reyes-García et al. (2023). The original question — "Since you were young, what changes have you noticed in the environment?" — was adapted to: "Regarding the past 30 years, what are the main changes you have observed in the community? Were they weak or strong?" This adjustment aimed to introduce a temporal frame that would facilitate participants' recall, although it also introduced heterogeneity, especially for young participants under 30 who had not experienced the entire period. Despite this limitation, they were included because their perceptions reflect the generation that will most experience future climate impacts and, therefore, have particular sensitivity to change (Jones & Lucas, 2023).

Responses regarding impacts were organized into three main categories, following the indicator structure established in the LICCI protocol (Reyes-García et al., 2023): changes in the atmospheric system (rainfall patterns, temperature increase, strong winds), changes in the biological system (impacts on flora and fauna), and changes in the physical system (soil erosion, water level decrease, increase in

wildfires). Classification strictly followed the protocol's typology, ensuring standardization and comparability with other studies applying the same approach (Supplementary Material 7).

Adaptation strategies to climate change, the second response variable, were measured based on categories proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014), covering various aspects of human life and basic needs (Supplementary Material 5). The IPCC framework was considered the most comprehensive and interdisciplinary for the objectives of our study. To collect the information that allowed a detailed and contextualized understanding of these adaptations, semi-structured interviews were conducted. Interview questions were developed dynamically as the conversation with the participant unfolded, following the flow and order of information. Additionally, direct observations and photographic records were employed (Albuquerque et al., 2014) to document daily practices, land use, and management structures present in the territory. These procedures enriched data collection by capturing collective and individual adaptations, including those not verbalized during interviews, thereby enhancing understanding of the community's strategies. Observations were conducted throughout visits, recording routines, management practices, and adaptation-related infrastructures, while photographs served as visual support to document practices and local landscapes. Furthermore, sociodemographic data complemented the collection of adaptation information, such as educational level, which the IPCC considers an adaptation to climate change (Supplementary Material 8).

Additionally, data on ethno-indicators were collected, as discussed by Castillo and Ladio (2018) and Andrade et al. (2022). These ethno-indicators include observations such as plant phenology, cloud structure, and animal reproductive behavior, acting as essential tools for anticipating key climatic events for the local calendar and were integrated as a new category into the IPCC adaptation framework. To collect this information, questions were designed to understand the elements the community uses to predict climate events crucial for their subsistence activities (Supplementary Material 6). An example question was: "Can you 'predict' or perceive climate changes (e.g., the arrival of rain or dry periods) through patterns in nature?" Based on responses, information was classified and grouped as subcategories of ethno-indicators according to their relationships. For instance, information about insects was grouped under "Arthropods," while other elements, such as plants and

cloud observations, were assigned to specific subcategories (Supplementary Material 9).

## Data Analysis

To analyze the effects of perceptions of natural resource use and vulnerability on reported climate impacts and adaptation strategies, Generalized Linear Models (GLMs) were employed. Different distribution families were specified according to the nature of each response variable. Explanatory variables were initially measured using five-point Likert scales, which were later transformed into standardized continuous variables ranging from 0 to 1. This transformation aimed to improve the interpretation of results: values close to 0 indicate low perception, while values close to 1 indicate high perception of vulnerability or resource use.

The dependent variable for climate impacts was constructed by summing the indicators cited and classified by the authors according to individual participant responses and the LICCI protocol classification. This measure reflects the number of impacts perceived at the individual level. The second dependent variable, related to adaptation strategies, was constructed by counting responses associated with adaptation measures reported in each interview. For modeling local indicators, a Poisson GLM was used; for adaptations, a quasi-Poisson GLM was applied, given that residuals exhibited overdispersion. Model fit quality was assessed through traditional graphical inspections, simulated residual analysis using the DHARMA package, and formal overdispersion tests, ensuring robustness of the results (Supplementary Material Fig. S1, S2, S3, and S4).

Additionally, the effect of formal educational attainment on the same outcomes was evaluated by constructing supplementary quasi-Poisson GLMs. To enable more consistent statistical analyses, educational levels were grouped into two main categories: participants who did not complete primary education and those who had completed at least primary education, including secondary (complete or incomplete) and higher education. This strategy reduced dispersion among categories and strengthened result comparability.

In all models, estimated coefficients were interpreted using the Incidence Rate Ratio (IRR), obtained by exponentiating the coefficients ( $\exp(\beta)$ ). The IRR indicates how many times the count of the response variable tends to change for each unit increase in the explanatory variable. Model fit was further evaluated using different

pseudo-R<sup>2</sup> measures, including McFadden's R<sup>2</sup>, which indicates the proportion of variance explained by the explanatory variables relative to the null model. All analyses and transformations were performed using the R programming language in RStudio (R Core Team, 2025), ensuring traceability and replicability of statistical procedures.

## RESULTS

Our results did not show a statistically significant association between the perception of natural resource use and the number of reported climate change indicators ( $\beta = 0.53$ ,  $p = 0.063$ ). Therefore, it is not possible to assert that individuals who perceive higher use of natural resources provide more detailed responses regarding observed climate changes (Table 2; Fig. 3). Similarly, no effect of perceived vulnerability on climate change indicators was identified ( $\beta = -0.12$ ,  $p = 0.673$ ), indicating that subjective perception of vulnerability does not translate into greater recognition or reporting of climate changes (Table 2; Fig. 4). The explanatory power of the predictor variables in the model was represented by a McFadden pseudo-R<sup>2</sup> of approximately 0.84%, indicating that only a small proportion of the variation in climate change indicators can be associated with the variables included in the model.

Table 2 – Summary of the GLM (Poisson) model for Local Indicators of Climate Change Impacts as a function of Perception of Natural Resource Use and Perception of Vulnerability. The table shows estimates, standard error, confidence intervals, z-value, and p-value.

Variable	Estimate	Standard error	CI	z-value	p-value
(Intercept)	0.9028	0.2531	0.406 – 1.399	3.567	0.00036
Perception of Natural Resource Use	0.5316	0.2861	-0.029 – 1.092	1.858	0.0631
Perception of Vulnerability	-0.1178	0.2794	-0.665 – 0.430	-0.422	0.6733

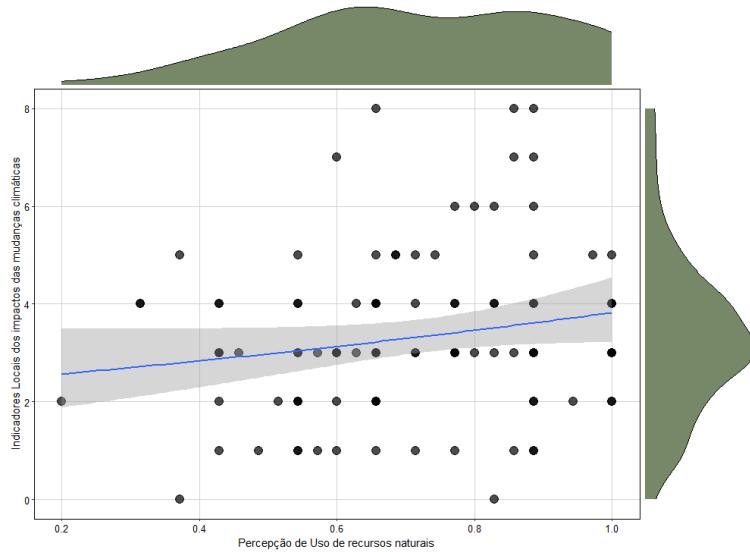


Figure 3 – Generalized Linear Model (GLM) representing the relationship between Perception of Natural Resource Use (X-axis) and the frequency of Local Indicators of Climate Change Impacts (Y-axis) in the Brejinhos quilombola community.

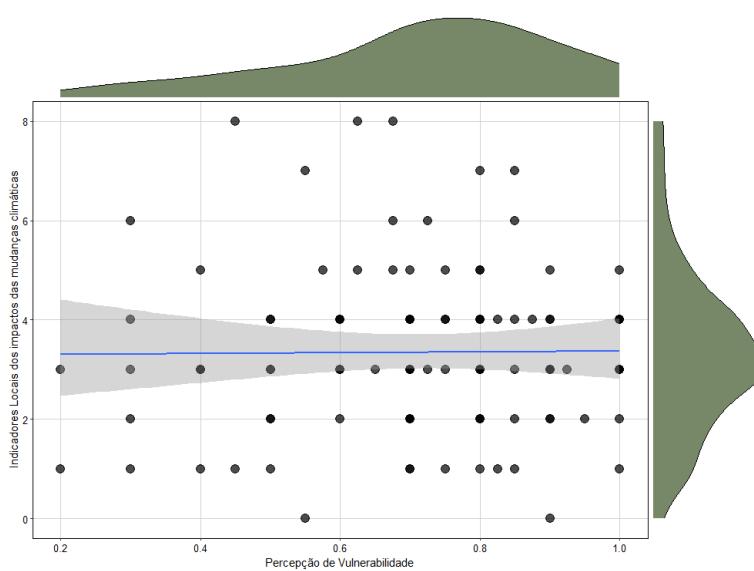


Figure 4 – Generalized Linear Model (GLM) representing the relationship between Perception of Vulnerability (X-axis) and the frequency of Local Indicators of Climate Change Impacts (Y-axis) in the Brejinhos quilombola community.

Perception of natural resource use emerged as a predictor of the adoption of adaptation strategies ( $\beta = 0.28$ ,  $p = 0.033$ ;  $IRR \approx 1.33$ , or 33%), indicating that for each unit increase in this perception, the expected count of adaptation strategies is multiplied by approximately 1.33, i.e., it increases by about 33% relative to the previous expected count (Table 3; Fig. 5). This highlights the central role of this factor in mobilizing practical responses to environmental changes. Perceived vulnerability

showed no significant effect ( $\beta = 0.11$ ,  $p = 0.396$ ; IRR  $\approx 1.12$ , or 12%), suggesting that this variable alone does not drive adaptive responses (Table 3; Fig. 6). The explanatory power of the predictor variables in the model was reflected by the pseudo- $R^2$ , which reached approximately 96.5%, indicating that most of the observed variation in the count of adaptation strategies can be attributed to the variables included in the model.

Table 3 – Summary of the GLM (Poisson) model for Adaptation Strategies as a function of Perception of Natural Resource Use and Perception of Vulnerability. The table shows estimates, standard error, confidence intervals, t-value, and p-value.

Variable	Estimate	Standard error	CI	z-value	p-value
(Intercept)	2.9517	0.1174	2.721 – 3.182	25.145	<0.001
Perception of Natural Resource Use	0.2837	0.1310	0.027 – 0.541	2.165	0.033
Perception of Vulnerability	0.1109	0.1300	-0.144 – 0.366	0.853	0.396

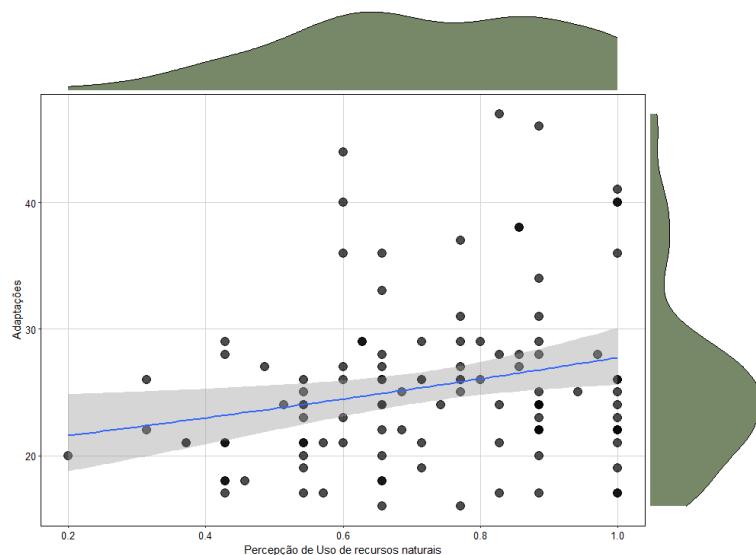


Figure 5 – Generalized Linear Model (GLM) representing the relationship between Perception of Natural Resource Use (X-axis) and the frequency of adaptation strategies to climate change impacts (Y-axis) in the Brejinhos quilombola community.

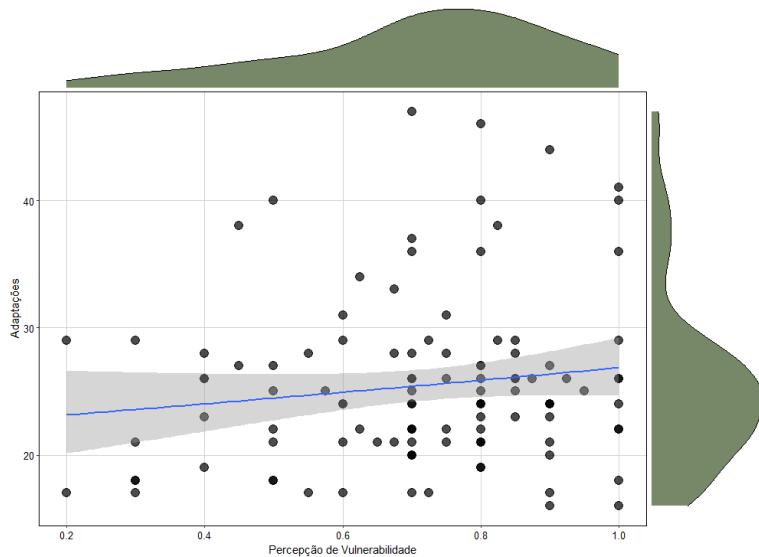


Figure 6 – Generalized Linear Model (GLM) representing the relationship between Perception of Vulnerability (X-axis) and the frequency of adaptation strategies to climate change impacts (Y-axis) in the Brejinhos quilombola community.

Educational attainment had a positive and statistically significant effect on the number of reported local indicators of climate change ( $\beta = 0.22$ ,  $p = 0.017$ ; IRR  $\approx 1.25$ , or 25%), indicating that individuals with education equal to or higher than completed primary education reported, on average, about 25% more indicators than those with lower educational levels (Table 4; Fig. 7). This result suggests that a higher level of education is associated with greater perception of local environmental changes. The explanatory power of the education variable in the model, reflected by the pseudo- $R^2$ , reached approximately 98.2%, indicating that most of the observed variation in the count of climate change indicators can be attributed to educational level.

Table 4 – Summary of the GLM (quasi-Poisson) model for Local Indicators of Climate Change Impacts as a function of Educational Attainment. The table shows estimates, standard error, t-value, and p-value.

Variable	Estimate	Standard error	CI	z-value
(Intercept)	1.09861	0.06612	16.616	< 2e-16
Equal to or higher than completed primary education	0.22184	0.09177	2.417	0.0173

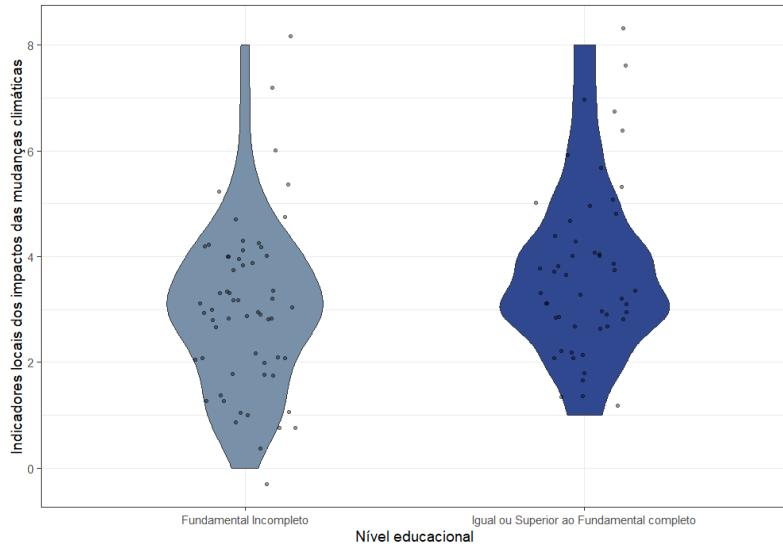


Figure 7 – Generalized Linear Model showing the distribution of local indicators of climate change impacts (Y-axis) by Educational Level (X-axis) in the Brejinhos quilombola community. Violin plots represent the frequency of indicators for each educational level category.

Formal educational attainment had a positive and significant effect on the reported count of adaptation strategies ( $\beta = 0.20$ ,  $p < 0.001$ ;  $IRR \approx 1.22$ ), indicating that individuals with education equal to or higher than completed primary education reported, on average, about 22% more adaptations than those with lower educational levels (Table 5; Fig. 8). This suggests that higher education is associated with the adoption of responses to local environmental changes. The explanatory power of the education variable in the model, reflected by the pseudo- $R^2$ , reached approximately 96.9%, indicating that most of the observed variation in the count of adaptation strategies can be attributed to respondents' educational level.

Table 5 – Summary of the GLM (quasi-Poisson) model for Adaptation Strategies as a function of Educational Attainment. The table shows estimates, standard error, t-value, and p-value.

Variable	Estimate	Standard error	CI	z-value
(Intercept)	3.14064	0.03252	96.561	< 2e-16
Equal to or higher than completed primary education	0.19924	0.04539	4.389	2.66e-05

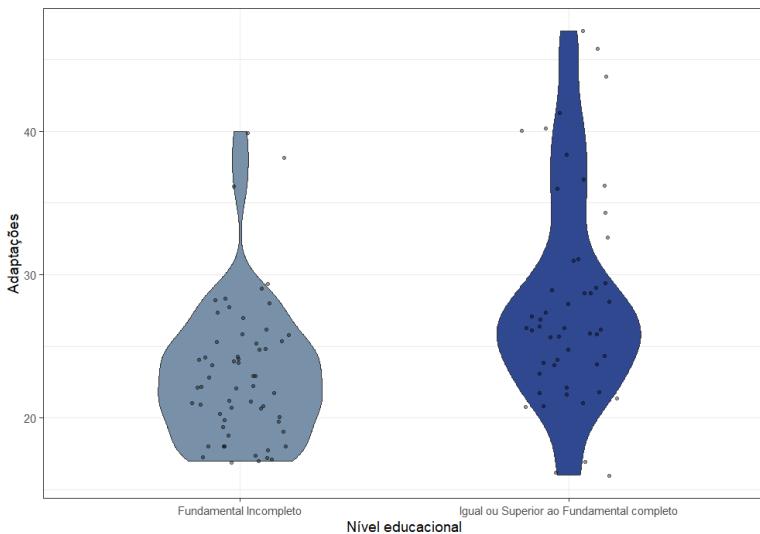


Figure 8 – Generalized Linear Model showing the distribution of adaptation strategies to climate change impacts (Y-axis) by Educational Level (X-axis) in the Brejinhos quilombola community. Violin plots represent the frequency of adaptations for each educational level category.

## DISCUSSION

Our results demonstrate that perceived use of natural resources and educational attainment are critical vectors of sensitivity and action in the face of climate change in vulnerable contexts. Of the four tested hypotheses, only H3 was confirmed, showing that individuals with higher perception of natural resource use tend to adopt more adaptation strategies. In contrast, perception of resource use and perceived vulnerability were not significantly associated with the identification of climate change impacts. Moreover, perception of these impacts did not influence the adoption of actions. These findings suggest that, while direct contact with nature may stimulate practical responses, the translation of this experience into explicit perception of impacts may depend on additional factors. Such results can be understood in light of Michetti and Ghinoi (2020), who highlight how memory and the difficulty of attributing specific problems to climate change affect impact recognition. Local memory, focused on seasonal and extreme events, may not register slow changes. Additionally, the tendency to attribute problems such as crop losses to immediate causes, like pests, rather than to a complex global phenomenon, hinders the identification of climate impacts.

Regarding perceived vulnerability, our data showed no significant association with impact perception or adoption of adaptation strategies. Although the literature

indicates that vulnerability perception can influence adaptation in other contexts (Hasan; Kumar 2019; Nelson et al., 2023; Tiwari et al., 2025), this relationship was not observed in our study. This suggests that the mobilization of practical responses may depend more on concrete experiences and local conditions than on subjective risk awareness. Furthermore, studies with quilombola communities (Gutiérrez et al., 2024) point out that perceived vulnerability may reflect factors such as social inequality and economic insecurity, not solely climate risks.

The analysis revealed that the connection to natural resource use, although not associated with explicit impact perception, is directly related to adaptive action. This supports evidence that direct environmental experience can stimulate practical responses, especially in rural communities exposed to climate-related damages (Islam et al., 2024; Nisengwe et al., 2021). This experience functions as an “ecological window” that mobilizes action. Education acts as a catalyst, transforming empirical experience into a more elaborated repertoire of action. Although not initially hypothesized, a positive association was observed between educational level, impact identification, and adoption of adaptation strategies, likely due to greater access to information and resources on climate change (Striessnig et al., 2013; Chan et al., 2016; Phuong et al., 2025). This effect reveals an ambivalence, as formal education, historically rooted in colonial systems, often devalues traditional knowledge, even while providing tools that enhance adaptation to climate impacts (Branco et al., 2025).

This finding calls for caution so that formal schooling is not interpreted as a superior way of reading reality, since Eurocentric systems tend to weaken rather than strengthen local knowledge (Café, 2020). When guided by a sensitive perspective, formal environmental education can function as a bridge between different knowledge logics, articulating school-based knowledge, collective memory, and traditional practices into contextualized responses to the climate emergency (Branco et al., 2025). At the same time, it reinforces bonds of solidarity and belonging, transforming empirical experience into informed action, aligned with territorial management practices (Britto & Sousa, 2025).

These findings challenge top-down approaches that assume mere provision of information on climate risks is sufficient to generate local responses. Instead, more effective policies should focus on strengthening ecological connection and education—particularly in its decolonial and community dimensions—as central axes to amplify adaptive capacity. Integration of traditional knowledge, practical experience, and

critical teaching emerges as a promising pathway to enhance local resilience. This approach requires careful attention to contexts of vulnerability, recognizing that adaptive responses do not emerge solely from risk perception, but from the effective capacity to translate it into action.

## **CONCLUSION**

This study demonstrates that, in the Brejinhos quilombola community, perceived use of natural resources was associated with the adoption of adaptation strategies, even though it did not directly influence the identification of climate change impacts. In contrast, subjective perception of vulnerability showed no significant effect on the processes analyzed, suggesting that practical engagement with the territory mobilizes action more than abstract awareness of risk. Educational attainment, particularly at or above the completion of primary school, stood out as a relevant factor both in interpreting environmental signals and in implementing responses, acting as a cognitive catalyst that transforms empirical experience into adaptive action.

The main contribution of this study lies in the integrated analysis of perceptions and adoption of adaptation strategies, including consideration of local forecasting systems and traditional management practices—elements central to the cosmology and ancestral knowledge of quilombola communities. By highlighting how these knowledge systems intersect with everyday experiences and formal education, the results reinforce that quilombolas should not be seen merely as recipients of policies, but as legitimate producers of climate knowledge, capable of generating situated, evidence-based, and adaptive responses.

A relevant limitation of the study concerns the use of Likert-type scales converted into continuous frequencies, which may reduce the subjective nuances of responses and introduce biases in quantifying complex perceptions, such as the assessment of environmental impacts and adaptation strategies. Recognizing this limitation is important for interpreting the results cautiously and guiding future research that may incorporate complementary methodological approaches.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

We are especially grateful to the Brejinhos quilombola community and its community association for embracing our research. We also thank the Laboratory of Ecology and Evolution of Socio-Ecological Systems (LEA) for their support throughout all stages of the study. Additionally, we express our gratitude to biologists Maria Vittória, Natália Santos, and M.A. Rayane Santos for their assistance with data collection.

## MATERIAL SUPLEMENTAR

**Tabela S1** - Entrevista para coleta de dados sociodemográficos dos quilombolas

---

### Entrevista sociodemográfica

---

Nome:

Qual sua ocupação profissional?

Qual é o seu estado civil?

- Solteiro
- Casado
- Morando junto/amasiado
- Viúvo
- Divorciado/separado

Data de Nascimento:

Qual o seu nível de formação:

- Ensino fundamental (Incompleto)
  - Ensino Fundamental (Completo)
  - Ensino Médio (Incompleto)
  - Ensino Médio (Completo)
  - Ensino Superior (Em andamento)
  - Ensino Superior (Completo)
  - Especialização (Em andamento)
  - Especialização (Concluída)
  - Mestrado (Em andamento)
  - Mestrado (Concluído)
  - Doutorado (Em andamento)
  - Doutorado (Concluído)
-

**Tabela S2** – Formulário para coleta de dados sobre a percepção de uso dos recursos naturais

<b>Entrevista percepção de uso dos recursos naturais</b>						
Você depende muito da água, terra, plantas ou animais de onde vive?	1	2	3	4	5	
Suas atividades domésticas são afetadas diretamente pela falta de recursos naturais?	1	2	3	4	5	
Sua fonte de renda depende diretamente dos recursos naturais?	1	2	3	4	5	
Seus animais de criação ou plantações dependem dos recursos naturais para poder se desenvolver?	1	2	3	4	5	
Quando o verão chega e começa a faltar recursos como água ou alimento para os animais de criação, você tem que gastar dinheiro para poder ter acesso a eles?	1	2	3	4	5	
Você depende diretamente de água, terra, plantas ou animais para poder gerar renda e manter suas necessidades?	1	2	3	4	5	
Sua saúde depende de recursos naturais como plantas medicinais ou a caça de animais? E a falta deles pode comprometer sua saúde da cabeça ou do corpo?	1	2	3	4	5	

1 = Não concordo de jeito nenhum; 2 = Não concordo muito; 3 = Nem concordo nem discordo; 4 = Concordo um pouco; 5 = Concordo totalmente.

**Tabela S3 – Formulário para coleta de dados sobre a percepção de vulnerabilidade dos impactos das mudanças climáticas**

<b>Entrevista percepção de vulnerabilidade</b>	1	2	3	4	5
Você acha que é muito afetado pelas mudanças climáticas? Como, por exemplo, calor muito forte ou a falta de chuvas? ou inundações? Deslizamentos?	1	2	3	4	5
Você acha que com o passar do tempo, sua casa foi ficando mais quente ou começou a ter risco de inundações?	1	2	3	4	5
Quando as condições climáticas não estão adequadas para seu trabalho ou atividade doméstica, elas podem afetar suas economias de dinheiro?	1	2	3	4	5
A sua saúde é prejudicada pelas mudanças climáticas? Por exemplo, calor ou frio em excesso, ventania ou a falta de ventilação.	1	2	3	4	5
Você acha que sua casa sofre mais as mudanças no clima do que a dos vizinhos? como por exemplo: pela seca, muito calor, muito frio, deslizamento de terra ou inundações?	1	2	3	4	5
Você acredita que é muito mais afetado pelas mudanças no clima mais do que outra pessoa da comunidade? como por exemplo: pela seca, muito calor, muito frio, deslizamento de terra ou inundações?	1	2	3	4	5
Você ou alguém da sua família já teve que sair da sua comunidade, por conta das mudanças no clima? como por exemplo: pela seca, muito calor, muito frio, deslizamento de terra ou inundações?	1	2	3	4	5
Você acredita que se tivesse um pouco mais de dinheiro, os efeitos da mudança climática seriam menores na sua vida? como por exemplo: pela seca, muito calor, muito frio, deslizamento de terra ou inundações?	1	2	3	4	5

1 = Não concordo de jeito nenhum; 2 = Não concordo muito; 3 = Nem concordo nem discordo; 4 = Concordo um pouco; 5 = Concordo totalmente.

**Tabela S4** – Entrevista semiestruturada para coleta de dados sobre os relatos os Indicadores Locais dos Impactos das Mudanças climáticas

<b>Entrevista indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas</b>
Em relação aos últimos 30 anos, quais as principais mudanças que você observou na comunidade? Elas foram fracas ou fortes?
Além dessas mudanças, você conseguiu nesse tempo que você vive aqui perceber outras mudanças?
Você consegue perceber o que fez isso acontecer? O que pode ter contribuído para que isso tenha acontecido?

**Tabela S5** – Formulário para coleta de adaptações embasado no quadro de adaptações às mudanças climáticas conforme as Diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)

<b>Quadro de adaptações do IPCC</b>		
<b>Desenvolvimento humano</b>	<b>Segurança de meios de subsistência</b>	<b>Gestão de ecossistemas</b>
Acesso à educação Nutrição Instalações de saúde Instalações de energia Habitação segura Centros e associações comunitárias	Diferentes fontes de renda Infraestrutura melhorada Acesso a fóruns tecnológicos Aumento do poder de decisão Mudanças na agricultura, pecuária e aquicultura	Zonas úmidas Espaços verdes urbanos Reservatórios Gestão ecológica Gestão comunitária de recursos
<b>Alívio da pobreza</b>	<b>Gestão de riscos de desastres</b>	<b>Uso do solo</b>
Acesso e controle de recursos Redução do risco de desastres Posse da terra Redes de proteção social Seguros	Acesso à informação Diferentes fontes de recursos hídricos Drenagem Abrigo contra inundações e ciclones Códigos de construção Gestão de esgoto Infraestrutura rodoviária e transporte	Habitação e infraestrutura Áreas propensas a inundações Modernização Urbana Leis de zoneamento
<b>Estrutural físico</b>	<b>Institucional</b>	<b>Mudanças prático, político e pessoal</b>
Proteção costeira, abrigos contra inundações e ciclones Armazenamento de água Variedades agrícola e pecuária Conhecimentos indígenas e tradicionais	Programas municipais de gestão hídrica Adaptação baseada na comunidade Gestão integrada de recursos hídricos	Mudanças comportamentais Ações políticas, sociais, culturais e ecológicas Suposições e crenças Visões de mundo individuais e coletivas sobre mudanças climáticas

Irrigação  
Agricultura sustentável  
Armazenamento de alimentos  
Florestamento  
Bancos de sementes  
Serviços municipais  
Serviços de saúde  
Samu

---

**Social**  
Educação  
Equidade de gênero na educação  
Conhecimentos tradicionais e locais  
Conservação do solo e da água

**Tabela S6** - Entrevista semiestruturada para coleta de dados sobre etnoindicadores da comunidade quilombola

---

**Entrevista meteorologia popular**

---

Você consegue “adivinhar” ou perceber as mudanças climáticas (por exemplo, chegada de chuva ou períodos de estiagem) através de alguns padrões da natureza?

Qual outra forma de prever as mudanças climáticas em sua comunidade que você usa?

---

**Tabela S7** – Média e desvio padrão das categorias gerais e específicas dos indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas coletados na comunidade quilombola Brejinhos, Pernambuco, Nordeste do Brasil

Categorias gerais e específicas dos indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas	Homens		Mulheres	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
<b>Sistema atmosférico</b>				
Aumento do calor extremo	1,38	0,84	1,65	0,91
Diminuição da precipitação média	0,59	0,49	0,55	0,50
Aumento das tempestades de raios	0,53	0,50	0,42	0,49
Aumento das tempestades de raios	0,02	0,14	0,06	0,24
Mudanças na duração das estações	0,21	0,41	0,28	0,45
Aumento do frio extremo	0,08	0,28	0,17	0,38
Aumento da precipitação extrema	0,02	0,14	0,12	0,33
Mudanças na precipitação sazonal	0,04	0,20	0,06	0,24
Aumento da radiação solar	0,06	0,24	0,03	0,17
<b>Sistema físico</b>	0,70	1,04	0,57	0,87
Aumento da temperatura do solo	0,10	0,31	0,07	0,27
Diminuição da qualidade do solo	0,19	0,39	0,15	0,36
Diminuição da umidade do solo	0,06	0,24	0,07	0,27
<b>Sistema biológico</b>	1,48	1,33	1,26	1,24
Diminuição da produtividade agrícola	0,53	0,50	0,47	0,50
Aumento de plantas mais secas	0,14	0,35	0,17	0,38
Diminuição da fauna nativa	0,14	0,35	0,09	0,29
Crescimento da vegetação	0,10	0,31	0,07	0,27
Mudanças no tempo de frutificação nativo	0,06	0,24	0,06	0,24
Mudanças no tempo de frutificação agrícola	0,08	0,28	0,03	0,17
Mudanças no tempo de floração nativo	0,08	0,28	0,03	0,17
Diminuição na produtividade nativa	0,04	0,20	0,04	0,21

**Tabela S8** – Média e desvio padrão por gênero das categorias gerais de adaptações do IPCC coletadas na comunidade quilombola Brejinhos, Pernambuco, Nordeste do Brasil

Categorias gerais e específicas das adaptações do quadro do IPCC	Homens		Mulheres	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
<b>Desenvolvimento humano</b>				
Acesso à educação	4,10	1	4,22	1,14
Acesso à nutrição	0,36	0,48	0,39	0,49
Centro e associações comunitárias	0,23	0,42	0,28	0,45
Habitação segura	0,87	0,33	0,88	0,31
Instalações de energia	0,78	0,41	0,73	0,44
Instalações de saúde	0,95	0,20	0,98	0,12
	0,97	0,14	1	1
<b>Alívio da pobreza</b>	1,76	1,27	1,74	0,94
Acesso à controle de recursos	0,61	0,49	0,63	0,48
Posse da terra	0,70	0,46	0,79	0,40
Redes de proteção	0,06	0,24	0,11	0,31
Redução do risco de desastres	0,23	0,42	0,12	0,33
Seguros	0,04	0,20	0,06	0,24
<b>Estrutural físico</b>	4,7	1,75	4,63	1,44
Agricultura sustentável	0,08	0,28	0,12	0,33
Armazenamento de água	0,89	0,31	0,76	0,42
Armazenamento de alimentos	0,04	0,20	0	0
Atendimento móvel de saúde	0,91	0,28	0,82	0,38
Bancos de sementes	0,06	0,24	0,09	0,29
Conhecimentos indígenas e tradicionais	0,59	0,49	0,53	0,50
Florestamento	0,04	0,20	0,03	0,17
Irrigação	0,04	0,20	0,07	0,27
Serviços de saúde	1	1	0,98	0,12
Serviços municipais	0,95	0,20	0,96	0,17
Variedades agrícola e pecuária	0,25	0,44	0,22	0,41
<b>Segurança dos meios de subsistência</b>	0,48	0,83	0,49	0,89
Acesso a fóruns tecnológicos	0	0	0,01	0,12
Aumento do poder de decisão	0,02	0,14	0,03	0,17
Diferentes fontes de renda	0,23	0,42	0,28	0,45
Infraestrutura melhorada	0,06	0,24	0,04	0,21
Mudanças na agricultura, pecuária e aquicultura	0,10	0,31	0,11	0,31
<b>Gestão de riscos de desastres</b>	0,82	0,93	1	1,25
Acesso à informação	0,36	0,45	0,34	0,48

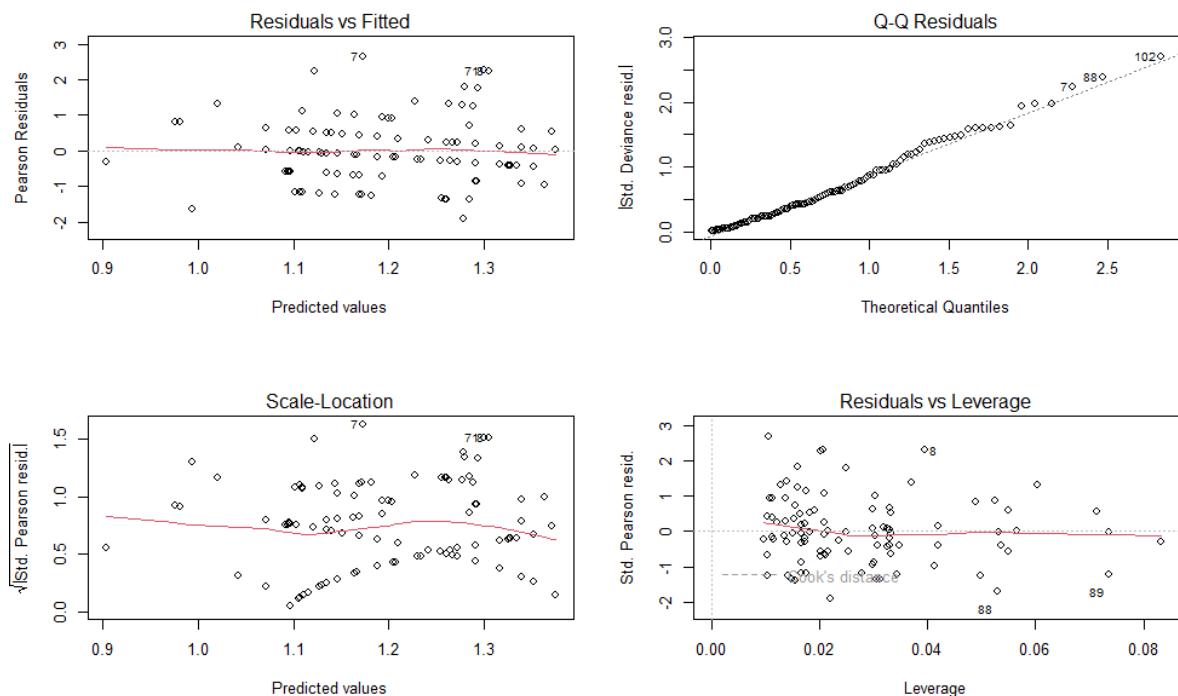
Esgoto	0,02	0,14	0,03	0,17
Infraestrutura rodoviária	0,02	0,14	0,04	0,21
Diferentes fontes de recursos naturais	0,36	0,48	0,42	0,49
<b>Institucionais</b>	<b>2,93</b>	<b>0,43</b>	<b>2,96</b>	<b>0,25</b>
Adaptação baseada na comunidade	0,97	0,14	0,98	0,12
Programas municipais de gestão hídrica	0,97	0,14	0,96	0,17
Gestão integrada de recursos naturais	0,95	0,20	0,95	0,21
<b>Social</b>	<b>1,27</b>	<b>0,94</b>	<b>1,57</b>	<b>1,22</b>
Conhecimentos tradicionais e locais	0,65	0,47	0,65	0,48
Educação	0,31	0,47	0,41	0,49
Equidade de gênero na educação	0,06	0,24	0,38	0,48
Conservação do solo e de água	0,17	0,37	0,23	0,42
<b>Gestão de ecossistemas</b>	<b>4,29</b>	<b>0,80</b>	<b>4,39</b>	<b>0,49</b>
Espaços verdes e urbanos	1	1	1	1
Zonas úmidas	1	1	0,98	0,12
Gestão comunitária de recursos	1	1	0,96	0,17
Reservatórios	0,80	0,39	0,77	0,41
Gestão ecológica	0,74	0,44	0,71	0,45
<b>Uso do solo</b>	<b>1,31</b>	<b>0,81</b>	<b>1,36</b>	<b>0,82</b>
Habitação e infraestrutura	0,76	0,42	0,69	0,46
Modernização urbana	0,40	0,49	0,47	0,50
Áreas propensas a inundações	0,10	0,31	0,11	0,31
Leis de zoneamento	0	0	0,07	0,27
<b>Políticas, práticas e pessoais</b>	<b>1,34</b>	<b>1,20</b>	<b>1,41</b>	<b>1,25</b>
Visões de mundo individuais e coletivas sobre mudanças climáticas	0,53	0,50	0,53	0,50
Suposições e crenças	0,40	0,49	0,44	0,50
Mudanças comportamentais	0,23	0,42	0,22	0,41
Ações políticas, sociais, culturais e ecológicas	0,17	0,37	0,17	0,38

**Tabela S9** – Média e desvio padrão por gênero das categorias gerais e específicas de adaptações relacionada a meteorologia popular coletadas na comunidade quilombola Brejinhos, Pernambuco, Nordeste do Brasil

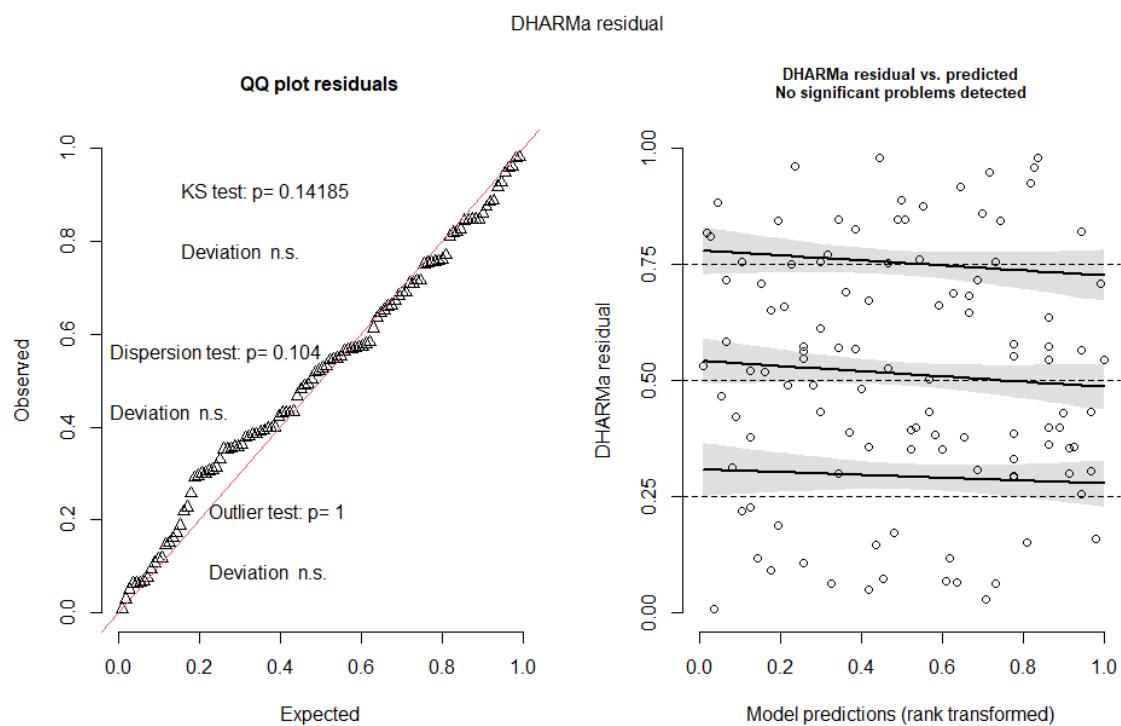
Categoria geral	Indicador específico	Nome científico	Homens		Mulheres	
			Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Eventos atmosféricos indicando chuva	Formação das nuvens	-	0,51	0,50	0,50	0,50
	Diminuição da temperatura	-	0,06	0,24	0,12	0,33
	Aumento da umidade	-	0,06	0,24	0,03	0,17
	Aumento dos ventos	-	0,04	0,20	0,01	0,12
	Arco-íris no céu	-	0	0	0,01	0,12
	Relâmpagos	-	0,02	0,14	0	0
Comportamento de artrópodes indicando período bom de chuva	Formigas enfileiradas caminhando	<i>Formicidae</i> spp.	0,25	0,44	0,19	0,39
	Aranhas caranguejeiras próximas às casas	<i>Theraphosidae</i> spp.	0,27	0,45	0,11	0,31
	Insetos voando em revoada	<i>Insecta</i> spp.	0,04	0,20	0,03	0,17
	Grilos cantando	<i>Gryllidae</i> spp.	0	0	0,03	0,17
	Lacraias próximas às casas	<i>Scolopendra</i> sp.	0	0	0,01	0,12
	Baratas-d'água próximas às casas	<i>Belostomatidae</i> spp.	0	0	0,01	0,12
Comportamento de aves indicando período bom de chuva	Anu-branco cantando em bando	<i>Guira guira</i>	0,08	0,28	0,11	0,31
	Saracura cantando	<i>Rallidae</i> sp.	0,02	0,14	0,01	0,12
	Rouxinol cantando	<i>Luscinia</i> sp.	0,04	0,20	0	0
	Sanhaço cantando	<i>Thraupis</i> spp.	0,02	0,14	0,01	0,12
	Acauã cantando	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	0,02	0,14	0	0
	Peitica cantando	<i>Sporophila</i> spp.	0,02	0,14	0	0
Comportamento de aves indicando período ruim de chuva	Anu-preto cantando em bando	<i>Crotophaga ani</i>	0	0	0,04	0,21
Cobras próximas às casas indicando período bom de chuva	-	-	0,08	0,28	0,01	0,12
Comportamento de anfíbios indicando período bom de chuva	Sapos cantando	<i>Anura</i> spp.	0,14	0,35	0,06	0,24

Categoria geral	Indicador específico	Nome científico	Homens		Mulheres	
			Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Fenologia vegetal indicando período bom de chuva	Rãs cantando	<i>Anura spp.</i>	0,04	0,20	0,04	0,21
	Floração do freijó	<i>Cordia sp.</i>	0,08	0,28	0,03	0,17
	Vegetação verdejante	-	0,04	0,20	0,01	0,12
	Frutificação do caju	<i>Anacardium occidentale</i>	0,04	0,20	0,01	0,12
Minhocas fazendo suas casas indicando período bom de chuva	Frutificação da manga	<i>Mangifera indica</i>	0	0	0,01	0,12
	-	<i>Oligochaeta sp.</i>	0,02	0,14	0,03	0,17
Céu noturno sem estrelas indicando período ruim de chuva	-	-	0,04	0,20	0,11	0,31

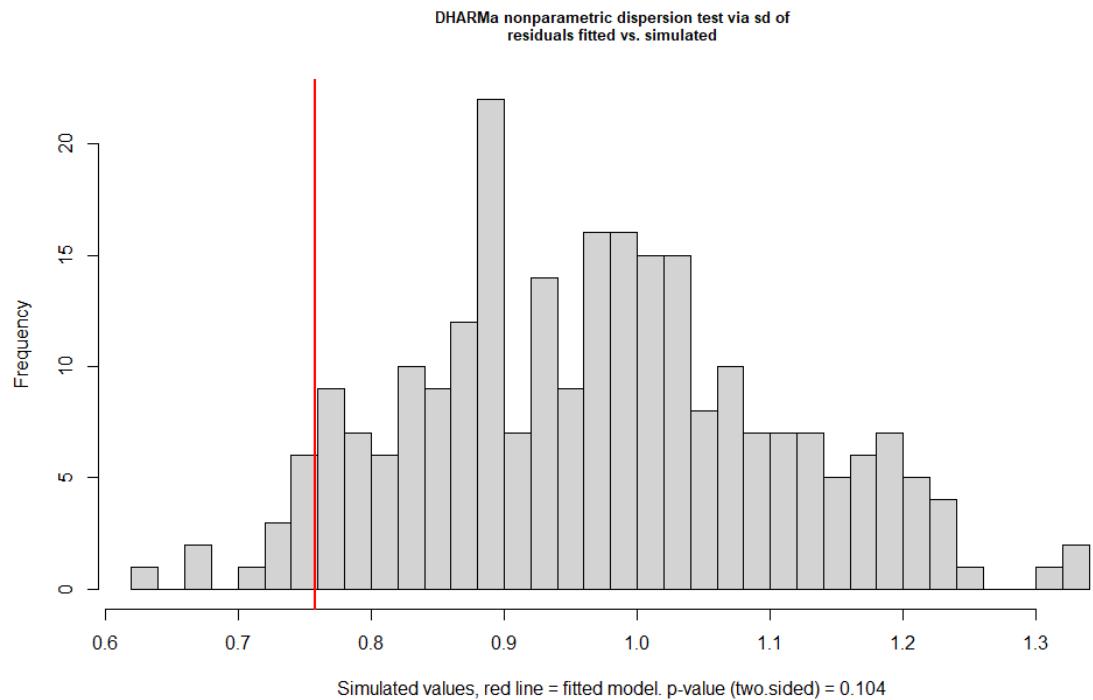
**Figura S1** - Gráficos de diagnóstico básicos do GLM (Resíduos vs. Valores Ajustados, Q-Q, Escala-Localização, Resíduos vs. Alavancagem) para o modelo referente ao efeito da percepção de vulnerabilidade aos impactos climáticos e percepção de uso dos recursos naturais nos indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas



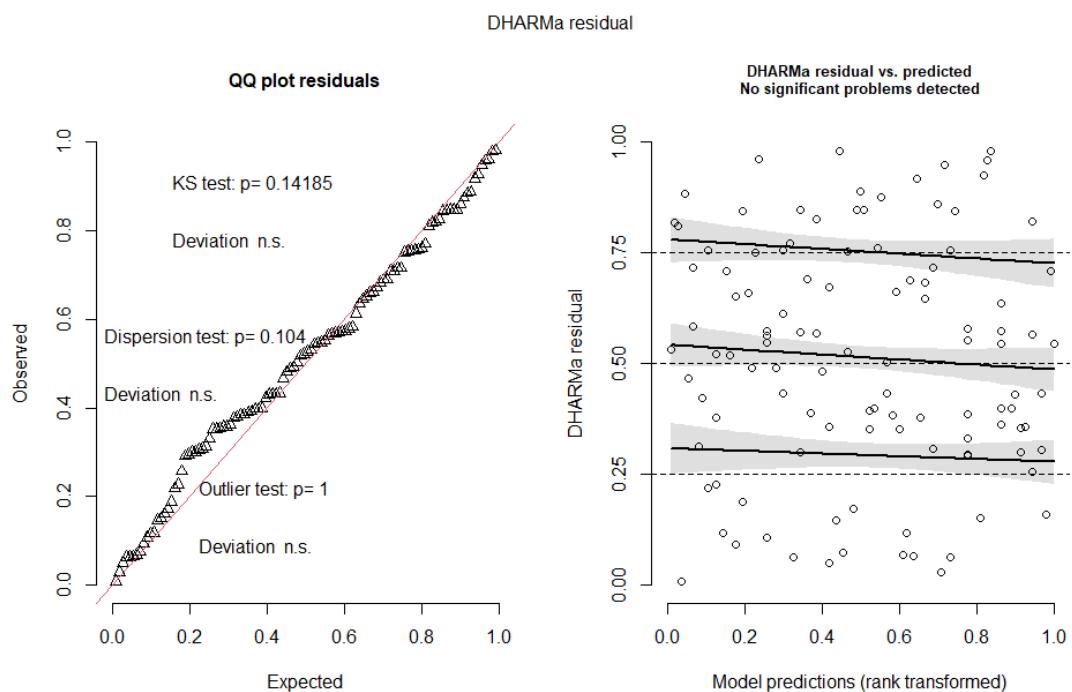
**Figura S2:** Histograma do teste de sobredispersão DHARMA para o modelo referente ao efeito da percepção de vulnerabilidade aos impactos climáticos e percepção de uso dos recursos naturais nos indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas



**Figura S3** - Gráficos de diagnósticos avançados do DHARMA (QQ plot de resíduos e resíduos DHARMA vs. preditos) para o modelo referente ao efeito da percepção de vulnerabilidade aos impactos climáticos e percepção de uso dos recursos naturais nos indicadores locais dos impactos das mudanças climáticas



**Figura S4** - Gráficos de diagnósticos de resíduos (Resíduos de Resposta, Pearson, Pearson Escalados e Desvio) para o modelo referente ao efeito da percepção de vulnerabilidade aos impactos climáticos e percepção de uso dos recursos naturais nas adaptações aos impactos climáticos



## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta dissertação investigou, de forma pioneira, as percepções que influenciam a interpretação dos impactos das mudanças climáticas e a adoção de estratégias adaptativas em uma comunidade quilombola inserida em uma floresta tropical seca. Os resultados evidenciam que a percepção de uso dos recursos naturais é um fator-chave na mobilização de respostas práticas, enquanto a percepção de vulnerabilidade se mostrou menos influente, revelando a complexidade das respostas locais, que vão além da mera sensação de risco. A escolaridade, por sua vez, emergiu como uma variável importante, associando-se tanto à capacidade de interpretar os sinais de mudança quanto ao engajamento em práticas de adaptação, reforçando o papel do acesso à educação como elemento estruturante da resiliência climática.

Ao abordar a realidade de uma comunidade historicamente vulnerabilizada, este estudo reforça que as mudanças climáticas atingem de forma desproporcional os quilombolas, que já enfrentam desigualdades estruturais, racismo ambiental e exclusão de políticas públicas. Esses grupos têm seus modos de vida ameaçados não apenas pelos eventos climáticos extremos, mas também pela redução da disponibilidade de recursos naturais essenciais à sua subsistência e identidade cultural. Diante desse cenário, torna-se urgente o desenvolvimento de políticas de adaptação que reconheçam e fortaleçam o vínculo ancestral dessas comunidades com seus territórios, promovendo autonomia e sustentabilidade. Ao integrar saberes tradicionais às análises científicas, esta pesquisa contribui para a etnobiologia e reafirma a necessidade de ações que promovam não apenas a adaptação climática, mas também a justiça epistêmica e social para povos quilombolas e indígenas no enfrentamento das crises ambientais globais.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Methods and techniques used to collect ethnobiological data. In: ALBUQUERQUE, U. P. et al. (eds) *Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology*. New York: Springer, p. 15–37, 2014.
- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Selection of Research Participants. In: ALBUQUERQUE, U. P. et al. (eds) *Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology*. New York: Springer, p. 1–13, 2014.
- ALIYAR, Q. et al. Perceptions of and adaptation to climate change in mountainous agro-pastoral communities: The case of the Afghan central highlands. **Climate Risk Management**, v. 45, p. 100639, 2024.
- AMORIM, P. M. et al. Latas d'água nas cabeças: Percepções sobre a água na comunidade quilombola de Mata Cavalo. **REMEEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 34, n. 3, p. 130-146, 2017.
- ANDRADE, L. D. S. et al. A meteorologia popular e seu uso em atividades produtivas na comunidade quilombola Mocambo, em Ourém, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 17, n. 2, p. e20210015, 2022.
- ARAUJO, H. F. P. et al. Prenúncio de chuvas pelas aves na percepção de moradores de comunidades rurais no município de Soledade-PB, Brasil. **Interciencia**, v. 30, n. 12, p. 764-769, 2005.
- ARENAS-WONG, R. A. et al. Climate-induced changes to provisioning ecosystem services in rural socioecosystems in Mexico. **Weather and Climate Extremes**, v. 41, p. 100583, 2023.
- BERRANG-FORD, L. et al. A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate change. **Nature Climate Change**, v. 11, p. 989–1000, 2021.
- BOILLAT, S; BERKES, F. Perception and interpretation of climate change among Quechua farmers of Bolivia: indigenous knowledge as a resource for adaptive capacity. **Ecology and Society**, v. 18, n. 4, 2013.
- BRANCO, E. A. et al. O lugar da Educação Ambiental frente às Mudanças Climáticas no Brasil: análises a partir dos Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). **Revista Territorial**, v. 14, p. 26-55, 2025.
- BRASIL. Constituição (1988). Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Art. 68. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 4 set. 2025.
- BRITTO, S. H. Z.; SOUSA, F. R. Ecologia Decolonial e Educação Popular:: aportes para a construção da justiça socioambiental e da memória ancestral. **Horizontes**, v. 43, n. 1, p. e023181-e023181, 2025.

- CAFÉ, L. S. Racismo, colonialidade e descolonização do currículo formal: duas experiências no chão da escola e a fuga de uma história única. **Cadernos de Aplicação**, v. 33, n. 2, 2020.
- CARNEIRO, E. O quilombo dos Palmares. Brasiliiana, 1958.
- CARVALHO, A. V. D. et al. Cultivating resilience: Camburi Quilombo's role in preserving local knowledge amid climate change. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development**, v. 14, n. 5, p. 777-781, 2024.
- CASTILLO, L; LADIO, A. Mammals and birds as ethno-indicators of change: their importance to livestock farmers in Arid Patagonia (Argentina). **Environment, Development and Sustainability**, v. 20, n. 5, p. 2161-2179, 2018.
- CASTRO, C. S; BARBOSA, L. Alterações microclimáticas e perfil térmico no território quilombola Morro de São João, Tocantins. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 26, p. e17-e17, 2022.
- CHAN, E. Y. Y. et al. Socio-demographic predictors for urban community disaster health risk perception and household based preparedness in a Chinese urban city. **PLoS Currents**, v. 8, p. ecurrents.dis.287fb7fee6f9f4521af441a236c2d519, 2016.
- CHRISTIAN, A. K. et al. Households' socio-demographic characteristics, perceived and underestimated vulnerability to floods and related risk reduction in Ghana. **Urban Climate**, v. 35, p. 100759, 2021.
- COSTA, M. A; SILVA, L. P. Mudanças climáticas e patrimônio cultural de povos indígenas e comunidades tradicionais no Pantanal. **Patrimônio e Memória**, v. 17, n. 2, p. 103-123, 2021.
- DALLA-NORA, G; SATO, M. Pontes nas securas das águas: reflexões sobre as mudanças climáticas e justiça climática em comunidades quilombolas. **Ciência Geográfica**, v. 23, n. 1, 2019.
- FAN, L. et al. Public perception of water consumption and its effects on water conservation behavior. **Water**, v. 6, n. 6, p. 1771-1784, 2014.
- FANTINI, I. F. et al. Quem divide multiplica: a importância da rede de trocas de sementes para conservação da agrobiodiversidade em comunidades quilombolas no município de Mariana, Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024.
- FEDELE, G. et al. Limited use of transformative adaptation in response to social-ecological shifts driven by climate change. **Ecology and society**, v. 25, n. 1, p. 25, 2020.
- FEITOSA, M. C. A. Avaliação geoestrutural da pedreira de granito marrom imperial em Umari – João Alfredo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil, 2016.
- FERDINAND, M. Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho.<sup>2</sup> **Ubu Editora**, 2022.

FERNANDES, E. et al. Da África aos indígenas do Brasil: caminhos para o estudo de História e Cultura Afro-brasileira e Indígena. 2016.

FERREIRA-JÚNIOR, W. S. et al. Biological and Evolutionary Bases of Human Perception of the Natural Environment. In: ALBUQUERQUE, U. P; ALVES, R. R. N. (eds) Introduction to Ethnobiology. **Springer International Publishing**, Switzerland, 2016.

FURTADO, M. B. et al. Cultura, identidade e subjetividade quilombola: uma leitura a partir da psicologia cultural. **Psicologia & Sociedade**, v. 26, p. 106-115, 2014.

GARCÍA-DEL-AMO, D. et al. Local reports of climate change impacts in Sierra Nevada, Spain: sociodemographic and geographical patterns. **Regional Environmental Change**, v. 23, n. 1, p. 14, 2023.

GONÇALVES, M; HANAZAKI, N. Afro-diasporic ethnobotany: Food plants and food sovereignty of Quilombos in Brazil. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 26, p. 1-23, 2023.

GRIGORIEVA, E; LIVENETS, A; STELMAKH, E. Adaptation of agriculture to climate change: A scoping review. **Climate**, v. 11, n. 10, p. 202, 2023.

GUTIÉRREZ, J. A. M. et al. Percepção da Vulnerabilidade dos Agricultores Quilombolas em Alcântara, Amazônia Oriental, Brasil. **Sociedade & Recursos Naturais**, v. 37, n. 1, p. 113-130, 2024.

HARNESK, D. et al. The presence, maintenance, and adaptation of Indigenous and local knowledge about climate-related hazards in Nordic contexts. **Regional Environmental Change**, v. 25, n. 1, p. 1-13, 2025.

HASAN, M. K; KUMAR, L. Comparison between meteorological data and farmer perceptions of climate change and vulnerability in relation to adaptation. **Journal of Environmental Management**, v. 237, p. 54-62, 2019.

IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team; PACHAURI, R. K; MEYER, L. A. (eds.). Geneva: IPCC, 2014.

IPCC. 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; LEE H, ROMERO J et al. (Eds.). Geneva, 2023.

ISLAM, M. et al. Nature dependence and seasonality change perceptions for climate adaptation and mitigation. **Economic Analysis and Policy**, v. 81, p. 34-44, 2024.

JONES, C. A; Lucas, C. (2023). 'Listen to me!': Young people's experiences of talking about emotional impacts of climate change. **Global Environmental Change**, v. 83, p. 102744, 2023.

KCHOUK, S. et al. Drought-impacted communities in social-ecological systems: Exploration of different system states in Northeast Brazil. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 97, p. 104026, 2023.

LEBEL, L. Local knowledge and adaptation to climate change in natural resource-based societies of the Asia-Pacific. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 18, n. 7, p. 1057-1076, 2013.

MAIMAN, L. A; BECKER, M. H. The health belief model: Origins and correlates in psychological theory. **Health Education Monographs**, v. 2, n. 4, p. 336-353, 1974.

MENEZES, A. G. S. Efeito da perturbação antrópica, mudanças climáticas e dinâmica de regeneração sobre a biomassa e nutrientes de raízes da caatinga. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

MIARA, M. D. et al. Os impactos das mudanças climáticas podem ser percebidos de forma diferenciada em escalas de tempo: Um estudo entre os tuaregues do Saara argelino. **GeoHealth**, v. 6, n. 11, p. e2022GH000620, 2022.

MICHETTI, M; GHINOI, S. Climate-driven vulnerability and risk perception: implications for climate change adaptation in rural Mexico. **Journal of Environmental Studies and Sciences**, v. 10, n. 3, p. 290-302, 2020.

MONTEIRO, R. R. et al. Racismo ambiental, justiça ambiental e mudanças climáticas no brasil: uma análise dos relatórios anuais dos objetivos de desenvolvimento sustentável. **Revista Em Favor de Igualdade Racial**, v. 6, n. 3, p. 117-132, 2023.

MORALES-REYES, Z. et al. Farmer perceptions of the vulnerabilities of traditional livestock farming systems under global change. **Ambio**, v. 54, n. 8, p. 1353-1371, 2025.

MOURA, C. S. A. Rebeliões da senzala: quilombos, insurreições, guerrilhas. São Paulo: **Anita Garibaldi**, 2014

MULUNEH, M. G. Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article. **Agriculture & Food Security**, v. 10, n. 1, p. 1-25, 2021.

NELSON, L. K. et al. Understanding perceptions of climate vulnerability to inform more effective adaptation in coastal communities. **PLOS Climate**, v. 2, n. 2, p. e0000103, 2023.

NISENGWE, J. F. R. et al. Perceptions of Natural Resources Use in Rwanda-A Partial Proportional Odds Model. **East African Journal of Environment and Natural Resources**, v. 3, n. 1, p. 145-160, 2021.

OKAMOTO, J. Percepção Ambiental. In: OKAMOTO, J. Percepção Ambiental e Comportamento. São Paulo: **Ipsis**, p. 83-137, 1997.

PAPARRIZOS, S. et al. Local rainfall forecast knowledge across the globe used for agricultural decision-making. **Science of the Total Environment**, v. 899, p. 165539, 2023.

PHUONG, T. T. et al. Reinforcing adaptation: How climate change perceptions and land tenure security shape ethnic minority resilience in Vietnam. **Environmental Development**, p. 101245, 2025.

PISOR, A. C. et al. Effective climate change adaptation means supporting community autonomy. **Nature Climate Change**, v. 12, n. 3, p. 213-215, 2022.

POPOVICI, R. et al. How do Indigenous and local knowledge systems respond to climate change? **Ecology & Society**, v. 26, n. 3, 2021.

R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2025.

REYES-GARCÍA, V. et al. A collaborative approach to bring insights from local observations of climate change impacts into global climate change research. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 39, p. 1-8, 2019.

REYES-GARCÍA, V. et al. Indigenous Peoples and local communities report ongoing and widespread climate change impacts on local social-ecological systems. **Communications Earth & Environment**, v. 5, n. 1, p. 29, 2024.

REYES-GARCÍA, V. et al. Local indicators of climate change impacts described by indigenous peoples and local communities: Study protocol. **PLoS One**, v. 18, n. 1, p. e0279847, 2023.

REYES-GARCÍA, V. et al. Local indicators of climate change: the potential contribution of local knowledge to climate research. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 7, n. 1, p. 109-124, 2016.

RIGOTTO, R. M. et al. Racismo ambiental, neoextractivismo e mudanças climáticas: desenvolvendo zonas de sacrifício no semiárido brasileiro. In: PEREYRA, H. et al. Extractivismos y las implicancias en la Salud, Ambiente y Territorios de Latinoamérica y el Caribe. **X Dossier de Salud Internacional Sur Sur**, 2023.

SANTOS, D. João Alfredo: sua história e sua gente. Recife: Biblioteca Pernambucana, 1987.

SANTOS, D. M. et al. Populações quilombolas brasileiras e as mudanças climáticas: uma revisão integrativa da literatura. In: PACHECO, C. S. G. R. Mudanças climáticas e seus impactos socioambientais concepções, fundamentos, teorias e práticas mitigadoras, v. 1, n. 1, p. 311-333, 2023.

SAVO, V. et al. Observations of climate change among subsistence-oriented communities around the world. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 5, p. 462-473, 2016.

SCHLINGMANN, A. et al. Global patterns of adaptation to climate change by Indigenous Peoples and local communities. A systematic review. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 51, p. 55-64, 2021.

- SCHWARTZ, S. B. Mocambos, quilombos e Palmares: a resistência escrava no Brasil colonial. *Estudos Econômicos* (São Paulo), v. 17, n. **Especial**, p. 61-88, 1987.
- SILVA, S. R. Preservação e degradação de sítios arqueológicos. Estudo de caso: sítios do riacho Ribeiro Grande no médio Capibaribe Pernambuco. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- SILVA, T. C. et al. Biota Perception and Use. In: ALBUQUERQUE, U. P; ALVES, R. R. N. (eds) *Introduction to Ethnobiology*. Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
- SILVA, T. C. et al. Percepção de risco. In: ALBUQUERQUE, U. P. (eds) *Introdução à Etnobiologia*. Recife, PE: NUPEEA, 2014.
- SILVA, T. C. et al. What's Is Environmental Perception? In: ALBUQUERQUE, U. P; ALVES, R. R. N. (eds) *Introduction to Ethnobiology*. Springer International Publishing, Switzerland, 2016.
- SILVA, T. C; ALBUQUERQUE, U. P. O que é percepção ambiental? In: ALBUQUERQUE, U. P. (eds) *Introdução à Etnobiologia*. Recife, PE: NUPEEA, 2014.
- STRIESSNIG, E. et al. Effects of educational attainment on climate risk vulnerability. *Ecology and Society*, v. 18, n. 1, 2013.
- TIWARI, A. et al. Public perceptions of climate risks, vulnerability, and adaptation strategies: Fuzzy cognitive mapping in Irish and Spanish living labs. *Environmental and Sustainability Indicators*, v. 26, p. 100678, 2025.
- TUAN, Y. *Topophilia: A study of environmental perception, attitudes, and values*. Columbia University Press, 1990.