

Impacto da mudança climática na Amazônia: Estudo de caso das secas extremas em Manaus, seus efeitos e desafios na logística urbana

Victória Holanda de Brito*

Maria Fernanda Lemos**

Izabella Lentino***

Resumo

Este estudo examina a mudança climática na Amazônia, com foco nas secas extremas em Manaus e seus impactos na logística urbana. O principal objetivo é revelar os efeitos dessas secas na logística da cidade e propor soluções de adaptação. As secas extremas representam um grande desafio, afetando a qualidade de vida e a economia local. A pesquisa adota uma abordagem interdisciplinar, integrando engenharia civil, planejamento urbano, ciências ambientais e políticas públicas. Dados coletados de gestores públicos e empresas de transporte forneceram uma base sólida para a análise. Os resultados mostram que a infraestrutura urbana, especialmente a terrestre, é inadequada para enfrentar essas secas. O estudo destaca a necessidade urgente de melhorar a infraestrutura e adotar medidas adaptativas, como a expansão da rede rodoviária e a criação de uma rede ferroviária. A colaboração entre governo, comunidade e setor privado é essencial para promover a resiliência urbana.

Palavras-chave: Mudança Climática, Seca Extrema. Amazônia.

Impact of Climate Change in the Amazon: Case Study of Extreme Droughts in Manaus, its Effects and Challenges in Urban Logistics**Abstract**

This study examines climate change in the Amazon, focusing on extreme droughts in Manaus and their impacts on urban logistics. The main objective is to reveal the effects of these droughts on the city's logistics and propose adaptation solutions. Extreme droughts pose a significant challenge, affecting the quality of life and the local economy. The research adopts an interdisciplinary approach, integrating civil engineering, urban planning, environmental sciences, and public policy. Data collected from public officials and transportation companies provided a solid foundation for analysis. The results show that urban infrastructure, especially land-based, is inadequate to cope with these droughts. The study highlights the urgent need to improve infrastructure and adopt adaptive measures, such as expanding the road network and developing a railway system. Collaboration between government, the community, and the private sector is essential to promoting urban resilience.

Palavras-chave: Climate Change; Extreme Drought; Amazon.

Impacto del cambio climático en la Amazonía: Estudio de caso de las sequías extremas en Manaus, sus efectos y retos en la logística urbana**Resumen**

Este estudio examina el cambio climático en la Amazonía, centrándose en las sequías extremas en Manaus y sus repercusiones en la logística urbana. El objetivo principal es revelar los efectos de estas sequías en la logística de la ciudad y proponer soluciones de adaptación. Las sequías extremas representan un gran desafío, ya que afectan la calidad de vida y la economía local. La investigación adopta un enfoque interdisciplinario, integrando la ingeniería civil, la planificación urbana, las ciencias ambientales y las políticas públicas. Los datos recopilados de los gestores públicos y las empresas de transporte proporcionaron una base sólida para el análisis. Los resultados muestran que la infraestructura urbana, especialmente la terrestre, es inadecuada para hacer frente a estas sequías. El estudio destaca la urgente necesidad de mejorar la infraestructura y adoptar medidas de adaptación, como la ampliación de la red de carreteras y la creación de una red ferroviaria. La colaboración entre el gobierno, la comunidad y el sector privado es esencial para promover la resiliencia urbana.

Palabras clave: Cambio climático, sequía extrema, Amazonía.



Licença de Atribuição BY do Creative Commons
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Aprovado em 04/06/2025
Publicado em 06/06/2025

Introdução

O Brasil enfrenta riscos crescentes de mudanças climáticas, afetando cidades, especialmente na Amazônia, com impactos locais, nacionais e globais (JONES & SILVA, 2018). A Amazônia, vital para a biodiversidade e estabilidade climática, sofre pressões humanas que desafiam a resiliência urbana (SANTOS *et al.*, 2021). O Sexto Relatório do IPCC destaca a vulnerabilidade da região, um grande depósito de carbono, ao aumento de temperatura, secas e aridez, agravados pelo crescimento urbano desordenado.

Com cerca de 80% da população amazônica em áreas urbanas (IPCC, 2022), o crescimento demográfico global, projetado para 68% até 2050, pressiona a ocupação do solo e da infraestrutura. Cidades amazônicas, como Manaus, são epicentros desses impactos, exigindo melhor compreensão das implicações na infraestrutura urbana (SMITH *et al.*, 2020). A urbanização rápida e a mudança climática intensificam desafios econômicos e sociais, exigindo cidades mais resilientes e agentes de transformação estrutural (SANTOS *et al.*, 2021).

Manaus, símbolo da urbanização na Amazônia, enfrenta desafios de crescimento urbano e secas extremas, afetando infraestruturas, cadeias de abastecimento e mobilidade. Exemplos internacionais, como o Sahel, Rio Nilo e Austrália, mostram como a mudança climática impacta áreas urbanas com secas, ondas de calor e inundações, prejudicando infraestruturas e qualidade de vida (DANIEL *et al.*, 2021; COX *et al.*, 2022).

O AR6 destaca a importância de integrar o planejamento de transporte para fortalecer a resiliência urbana e logística. A Lei Federal nº 12.187/2009 exige adaptação às mudanças climáticas. O artigo analisa os impactos das secas extremas na logística urbana de Manaus e busca soluções de adaptação e resiliência.

A pesquisa indica que eventos extremos, como secas prolongadas, estão se intensificando e afetando a resiliência de Manaus. A infraestrutura urbana é vulnerável, especialmente em resposta a esses eventos, e a desigualdade socioeconômica agrava a situação das comunidades mais vulneráveis. O artigo analisa os desafios logísticos urbanos causados por secas extremas e propõe um diálogo sobre a urgência de integrar estratégias adaptativas nas políticas públicas para promover desenvolvimento urbano sustentável em Manaus.

Metodologia

O estudo emprega uma abordagem diversificada para compreender as variáveis que afetam a logística urbana em Manaus, analisando como diferentes atores se relacionam nesse cenário. Inicialmente, baseia-se em uma revisão bibliográfica que abrange literatura acadêmica relevante e dados disponíveis sobre mudanças climáticas e secas extremas. A partir disso, a pesquisa se concentra em um estudo de caso específico sobre Manaus, explorando os impactos diretos das secas na cidade.

Uma análise *SWOT* é aplicada para identificar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionadas à infraestrutura urbana e aos desafios impostos pela condição climática adversa. Além disso, o estudo utiliza o *Design Science Research* (DSR; Figura 1), uma abordagem que combina ciência e engenharia para resolver problemas complexos. Isso possibilita a criação de soluções aplicáveis à realidade local, com base em dados fornecidos por gestores públicos e empresas de transporte. A pesquisa examina, de forma detalhada, a infraestrutura urbana e os desafios específicos causados pelas secas extremas.

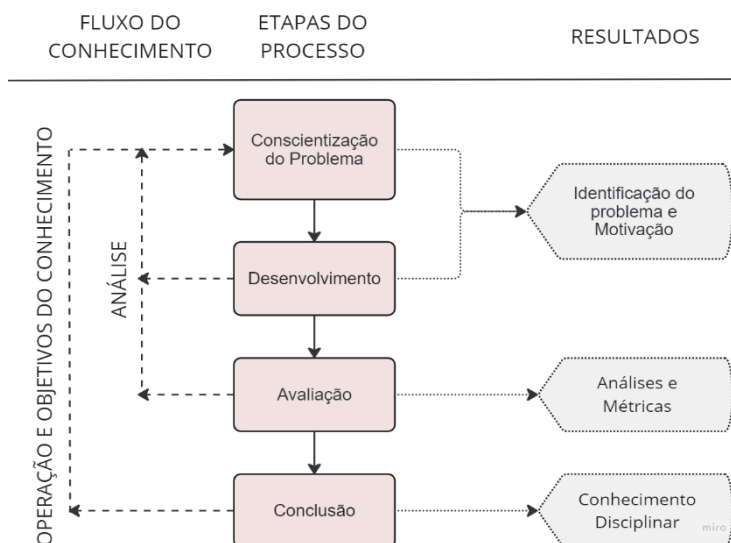


Figura 1 - Fluxograma com base na metodologia DSR. Fonte: Autores (2024).

Com uma perspectiva interdisciplinar que abrange engenharia civil, planejamento urbano e ciências ambientais, o estudo oferece uma visão ampla dos obstáculos enfrentados por Manaus. Ao final, são propostas diretrizes práticas e baseadas em evidências para a formulação de políticas públicas e para investimentos futuros. Essas medidas visam fortalecer a resiliência e a sustentabilidade da logística urbana da cidade, garantindo uma melhor adaptação às mudanças climáticas em curso.

Impacto da Mudança Climática na Amazônia

A Amazônia, a maior floresta tropical contínua do mundo, cobre cerca de 5,5 milhões de milhas quadradas em nove países da América do Sul, principalmente no Brasil (SMITH & SILVA, 2021). Este bioma é uma rica reserva de biodiversidade com cerca de 16 mil espécies e desempenha um papel crucial na regulação climática global, atuando como um grande reservatório de carbono e influenciando padrões climáticos em áreas distantes, como São Paulo e Buenos Aires (PROJETO BIOMA AMAZÔNIA, 2017).

A floresta impacta o clima global ao absorver CO₂, liberar vapor d'água e formar chuvas essenciais para a América do Sul (INPE, 2020). Sua rede de rios, como o Amazonas, é vital para a circulação de água doce, despejando 17 bilhões de toneladas no oceano diariamente (INPE, 2020). No entanto, o desmatamento, as queimadas, a expansão agrícola e a urbanização ameaçam a sua biodiversidade e capacidade de regular o clima.

A região, com clima tropical úmido e temperatura média anual de 24°C a 26°C, é influenciada pela Zona de Convergência Intertropical. Possui duas estações: o "inverno amazônico" chuvoso, que eleva os rios e cria ecossistemas temporários, e o "verão amazônico" seco, que reduz chuvas e afeta vegetação e vida aquática (Marengo et al., 2018). Além das características sazonais, o clima da região é influenciado por fatores atmosféricos globais e regionais. O El Niño reduz as chuvas, enquanto o La Niña se intensifica, impactando os ecossistemas locais (Marengo et al., 2018).

As mudanças climáticas, definidas pela Lei Federal nº 12.187/2009 como alterações na composição atmosférica devido às atividades humanas, impactam significativamente a Amazônia. A Revolução Regional envolveu os efeitos de um desenvolvimento econômico insustentável, com

alta emissão de gases de efeito estufa, principalmente da indústria. Este problema foi reconhecido na Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima em 1992, levando à adoção de medidas para mitigar os efeitos climáticos.

A COP é o principal fórum internacional para discutir ações climáticas. Em 1997, a COP 3 criou o Protocolo de Quioto, que planejava dos países desenvolver uma redução de 5% nas emissões de GEE. O Brasil aderiu em 2002, e o protocolo entrou em vigor em 2005. Em 2015, o Acordo de Paris substituiu Quioto, com 195 países comprometendo-se a limitar o aquecimento global. No Brasil, o Acordo de Paris foi promulgado em 2017 pelo Decreto nº 9.073.

A legislação brasileira aborda mudanças climáticas através da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei nº 12.187/2009, que visa reduzir emissões de gases de efeito estufa e preservar a Amazônia. A PNMC inclui medidas de mitigação e adaptação para proteger a biodiversidade e manter o papel do bioma amazônico na regulação climática global (Silva, 2010). As mudanças climáticas intensificam as secas extremas, comprometendo os ecossistemas e aumentando o risco de incêndios. Alterações na incidência em agricultura, água e biodiversidade, além de elevar conflitos por recursos. O IPCC 2023 alerta sobre o aumento de secas e inundações devido ao aquecimento global.

A floresta amazônica é crucial para mitigar as mudanças climáticas, mas é vulnerável a seus efeitos. Preservar seus ciclos naturais, como transpiração e absorção de carbono, requer mantê-los intactos. O desmatamento em massa compromete essa função, causando desequilíbrios climáticos e perda de biodiversidade (MALHI *et al.*, 2008). Além dos impactos ecológicos, as mudanças climáticas desafiam o meio ambiente que depende dos recursos naturais da Amazônia. Comunidades indígenas e ribeirinhas enfrentam escassez de água, perda de terras férteis e redução da biodiversidade, ameaçando sua subsistência (DAVIDSON *et al.*, 2012). Atividades humanas, como desmatamento e queimadas, aceleram a manipulação da Amazônia, afetando o equilíbrio climático global. Preservar a Amazônia é urgente e crucial para o planeta (IPCC, 2023).

Manaus, a “Paris dos Trópicos”

A ocupação humana na Amazônia é milenar, com comunidades indígenas estabelecendo uma relação simbiótica com a floresta, aproveitando seus recursos para alimentação, medicamentos e construção (SMITH, 1980). A fundação de Manaus, em 1669, como Forte da Barra do Rio Negro, marcou o início da exploração europeia, que resultou em mudanças drásticas na paisagem e no deslocamento das populações nativas para áreas de terra firme (FRAXE, PEREIRA & WITKOSKI, 2007).

No século XVIII, a urbanização da região ganhou força, atingindo seu auge durante o Ciclo da Borracha no século XIX e início do século XX. A “Belle Époque” de Manaus foi um período de intensa atividade econômica e cultural, atraindo migrantes em busca de oportunidades (BARBOSA, 1999). A criação da Zona Franca de Manaus (ZFM) em 1967, visando estimular o desenvolvimento econômico por meio de incentivos fiscais, transformou a cidade em um centro industrial importante, moldando seu crescimento urbano e social (AZEVEDO, 1997; HALL, 1997). Prevista na Lei 3.173/57 e reestruturada pelo Decreto-Lei 288, ofereceu vantagens como a redução de impostos e incentivos para o investimento em reinvestimentos e pesquisa. Isso atraiu trabalhadores de diversas partes do Brasil, impactando a demografia e a infraestrutura da cidade (NASCIMENTO, 2004; CAVALCANTE, 2020).

A diversidade cultural e étnica da Amazônia, resultante da colonização e migração, é um dos seus traços mais marcantes, com identidades socioculturais distintas entre povos indígenas, ribeirinhos e migrantes (SMITH & SILVA, 2021; CHAVES, 2001). Manaus, atualmente com mais de dois milhões de habitantes (IBGE, 2022), é um exemplo vivo dessa diversidade e abriga

importantes instituições de pesquisa ambiental, como o Museu do Homem do Norte e o INPA, que contribuem para a preservação da floresta amazônica.

Porém, o crescimento desordenado e as desigualdades sociais impõem desafios que demandam políticas públicas eficazes para promover um futuro sustentável. O equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental é essencial para o progresso da região (SILVA, 2019; MARTINS, 2020).

Urbanização e Infraestrutura

A urbanização na Amazônia ocorreu em duas fases distintas, influenciadas por rios e rodovias. Uma primeira fase, impulsionada pela economia da borracha, levou à fundação de cidades como Manaus e Belém nos rios Solimões e Amazonas, tornando-se centros populacionais e econômicos (MOTTA, 2002). Na segunda fase, cidades ao longo das rodovias frequentemente careciam de serviços básicos e infraestrutura, refletindo desigualdade regional e desenvolvimento limitado (IPAM, 2023). Comunidades ribeirinhas e indígenas enfrentam dificuldades de acesso a serviços essenciais, afetando sua qualidade de vida (LAURANCE, 2009).

Manaus e sua Região Metropolitana passaram por um longo desenvolvimento desde o século XVIII, acelerado pelo Ciclo da Borracha no final do século XIX e início do XX (OLIVEIRA NETO & NOGUEIRA, 2019). Criada em 2007, a Região Metropolitana de Manaus (RMM) inclui 13 municípios, com mais de 2,5 milhões de habitantes em cerca de 127 mil km², representando 10% do Amazonas (SGAMBATTI MONTEIRO *et al.*, 2021). Esse arranjo exige planejamento e execução de funções públicas em áreas como habitação, transporte e saneamento.

Apesar de várias intervenções, a infraestrutura urbana ainda enfrenta grandes desafios, especialmente nas periferias (OLIVEIRA NETO & NOGUEIRA, 2019). Estradas, pontes e transporte fluvial são essenciais para conectar áreas urbanas e rurais, promovendo o desenvolvimento socioeconômico e o acesso a serviços básicos (SILVESTRINI, 2016). A vasta rede hidrográfica da Bacia Amazônica, cobrindo cerca de 7 milhões de km², facilita esse transporte, com o Rio Amazonas sendo o mais crucial (SIQUEIRA & CARVALHO, 2020).

Manaus depende dos rios Solimões, Amazonas e Negro para transporte de pessoas e mercadorias, conectando a cidade a outros centros urbanos e distribuindo alimentos, combustíveis e produtos da Zona Franca (SILVA & LIMA, 2019). Os rios Madeira e Purus são essenciais para o transporte de cargas do sul da Amazônia e para acesso a áreas remotas sem infraestrutura rodoviária. As calhas dos rios da Bacia Amazônica mudam conforme as estações, afetando o transporte fluvial e o acesso regional. Os rios Negro, Juruá, Purus, Solimões e Madeira são cruciais para o escoamento de produtos e a mobilidade das comunidades ribeirinhas, cada um com características geográficas e socioeconômicas únicas, essenciais para o transporte e desenvolvimento regional.

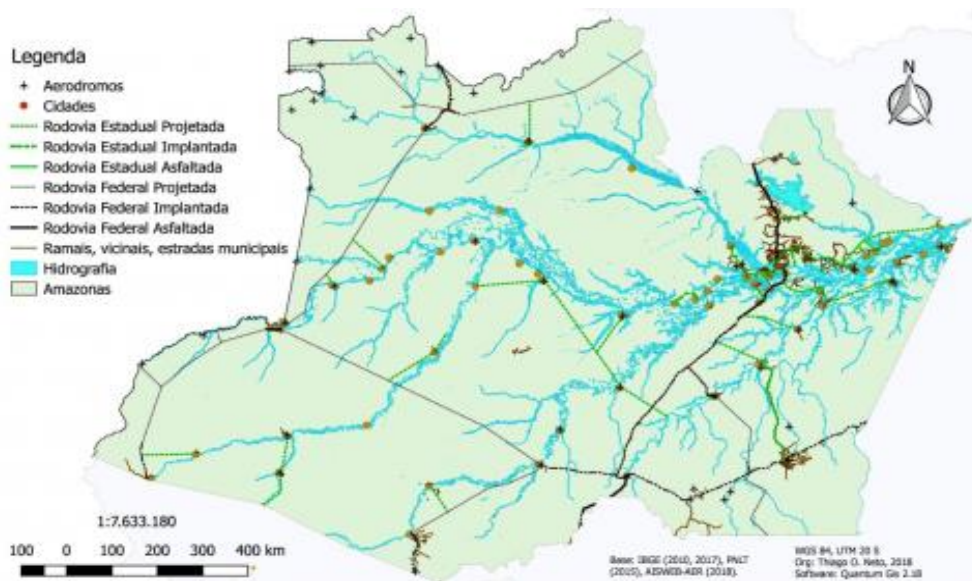


Figura 2 Rodovias no Amazonas. Fonte: Thiago Oliveira & Ricardo Nogueira, 2019.

Os desafios logísticos são grandes. Durante secas extremas, o nível dos rios cai, dificultando a navegação de grandes embarcações (SILVA & SANTOS, 2022). O assoreamento também complica o transporte de mercadorias. Assim, a cabotagem é crucial para a logística na Amazônia (ANTAQ, 2023). O transporte fluvial é essencial para conectar Manaus a comunidades ribeirinhas isoladas, que dependem dos rios para acessar serviços e produtos (SANTOS & OLIVEIRA, 2021). Na cheia, as rotas ficam mais acessíveis, facilitando o transporte. A modernização dos portos e rotas é crucial para o desenvolvimento sustentável da região.

A falta de infraestrutura viária é um desafio em Manaus, que sofre com enchentes na estação chuvosa. As chuvas intensas fazem rios e igarapés transbordarem, causando inundações que agravam congestionamentos e complicam o transporte de cargas pesadas (DENATRANS, 2020; Figura 2). A malha rodoviária do Amazonas é limitada, com cerca de 10 mil km, mas apenas um pouco mais de mil são pavimentadas. A duplicação da AM-070, com 84 km, é um dos poucos projetos recentes de melhoria (MONTEIRO *et al.*, 2020), refletindo a baixa integração rodoviária, especialmente em áreas distantes da capital.

Secas Extremas: Efeitos e Desafios na Logística Urbana Manauara

O Rio Amazonas, o maior em volume de água, enfrenta secas que afetam a região. Desde a seca de 1916, que impactou o Rio Negro, até a de 2023, a relação com as mudanças climáticas revela a vulnerabilidade à escassez hídrica. Durante essas secas, as cidades racionam água, a navegação é prejudicada e a economia local sofre.

O Rio Negro, com cerca de 2.250 km, é crucial para o equilíbrio ecológico e socioeconômico da região. Suas águas escuras, ricas em matéria orgânica, ecológica o ecossistema local. A redução da vazão impacta a navegabilidade, dificultando o transporte e a captação de água (MARENGO *et al.*, 2008). Comunidades ribeirinhas, dependentes do rio, enfrentam riscos à segurança alimentar e bem-estar (TOMASELLA *et al.*, 2010; ARAGÃO *et al.*, 2018). Entre as maiores secas estão as de 1916, 1926, 1936, 1958, 1963, 1997, 1998, 2005, 2010 e 2023 (Porto de Manaus, 2023).

Dados do INPE e do Porto de Manaus mostram que o Rio Negro atingiu níveis de água

historicamente baixos em 2023, agravando a escassez hídrica (INPE, 2023; Figura 3). As variações anuais do rio destacam a gravidade da situação (SISTEMA GEOLÓGICO DO BRASIL, 2023). O El Niño e o aquecimento do Atlântico Tropical Norte impactaram Manaus e outras regiões do Brasil, aumentando significativamente as chuvas (INMET, 2023).

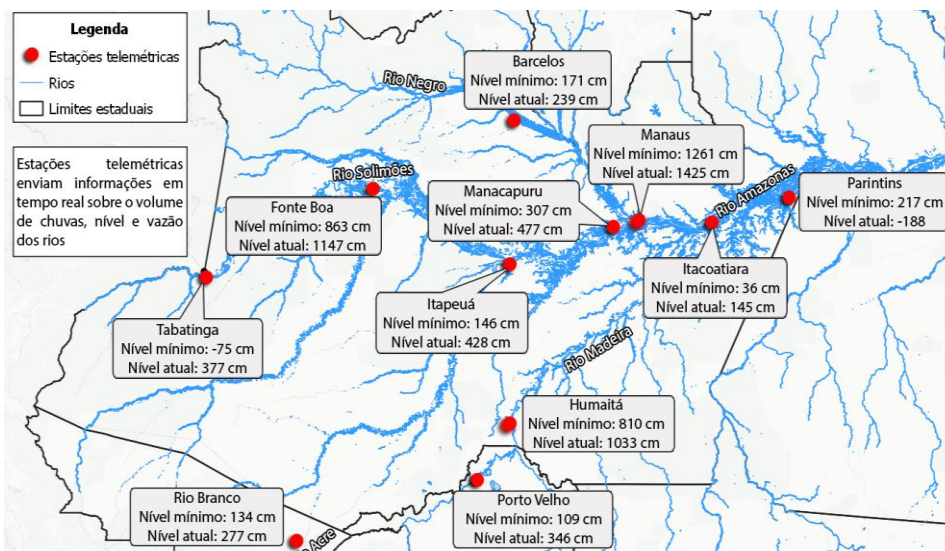


Figura 3 Bacias do Rio Amazonas e o Impacto da Seca Extrema. Fonte: ANA 2023.

O Rio Madeira, conectado ao Rio Negro, é crucial para a logística fluvial da Amazônia. Sua água barrenta transporta muitos sedimentos, influenciando a ecologia e a navegabilidade. A redução do volume de água e o acúmulo de sedimentos dificultam a navegação até Manaus, afetando a economia local (FREITAS, 2020). A seca de 2023 impactou fortemente a economia e a biodiversidade. A navegação fluvial, essencial para o transporte, foi prejudicada, causando dificuldades logísticas e aumento nos preços de produtos básicos (G1, 2023).

As bacias do Rio Negro, Solimões e Madeira enfrentam condições críticas, afetando 40% da população de Manaus e 25% do Amazonas. Comunidades ribeirinhas, como Nossa Senhora de Fátima e Santo Antônio, que dependem da navegação para suprimentos, enfrentam dificuldades. A habitabilidade nas áreas mais afetadas caiu para 70%, refletindo condições de vida precárias e acesso limitado a serviços essenciais (SOUZA *et al.*, 2023).

Os efeitos de uma seca extrema nos rios não se resolvem rapidamente. Segundo o CEMADEN (2023), leva cerca de quatro anos para que os rios voltem ao normal. Em 2021, o rio Negro atingiu um recorde de 30,02 metros, seguido por uma cheia em 2022. No entanto, as secas podem ocorrer rapidamente após enchentes devido à falta de chuvas. Este evento destaca a vulnerabilidade do Brasil às mudanças climáticas.

Efeitos e Desafios na Logística Urbana

Manaus, com o segundo maior porto em movimentação de contêineres do Brasil, é vital para a economia local e do Norte (TROMPOWAKY, 2023). A Zona Franca depende de um sistema logístico eficiente para fornecer matérias-primas e escolher produtos. O Porto de Manaus é um hub estratégico que facilita o transporte para outros estados e atua como ponto de distribuição

nacional (TROMPOWAKY, 2023).

Monitoramentos por satélite mostraram uma interrupção no fluxo marítimo do Porto de Manaus durante a seca de 2023. Entre 8 de outubro e 26 de novembro, apenas um navio foi registrado, em comparação com 18 do mesmo período do ano anterior. Os bens intermediários foram os mais afetados. O Amazonas internaliza 71% desses produtos no Brasil, contra 52% do total importado em 2022 (TROMPOWAKY, 2023).

A seca de 2023 impactou cerca de 300 mil pessoas, atrasando entregas e aumentando custos logísticos em até 25%. A Praia da Ponta Negra perdeu até 40 metros de areia, dificultando o acesso. A crise hídrica afetou o abastecimento e serviços essenciais (SOUZA *et al.*, 2023). A queda nos níveis de água paralisou a navegação, gerando problemas logísticos e custos operacionais, prejudicando a economia local (MOSEER *et al.*, 2023). Empresas que dependem da hidrovia recorreram ao transporte rodoviário (MELO *et al.*, 2021).

A redução nos níveis de água paralisou a navegação, criando problemas logísticos. A interrupção do transporte fluvial resultou em acúmulo de produtos nos portos e aumento dos custos operacionais, afetando a economia local (MOSEER *et al.*, 2023; Figura 4). As empresas que dependem da hidrovia buscaram alternativas, como o transporte rodoviário (MELO *et al.*, 2021). Entretanto, devido à infraestrutura rodoviária comprometida e à falta de rodovias que conectam Manaus a outras cidades, essa alternativa se tornou cara e ineficiente, evidenciando a dependência do transporte fluvial, condicionado às variáveis climáticas (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

A baixa profundidade dos rios limita o calado, dificultando a navegação e gerando risco de desabastecimento no Polo Industrial de Manaus (PIM). Em 2022, a capacidade de navegação foi reduzida em até 50%, e em 2023, as amostras aquaviárias caíram cerca de 83% (PORTAL AMAZÔNIA, 2023). Isso elevou os custos, prejudicando a competitividade e resultando em desabastecimento. O PIM deixou de importar US\$ 1 bilhão entre outubro e novembro de 2023, uma queda de 82% em relação a setembro. A suspensão da navegação envolveu perdas de R\$ 253 milhões em ICMS e R\$ 23 milhões em Imposto de Importação (IBGE).

Em 2023, a construção civil foi a mais afetada, com produtores de atender a região devido à baixa dos rios, dificultando a chegada de materiais como cimento e aço (CBIC, 2023). Isso elevou os preços dos insumos e atrasos prejudicados em obras (CBIC, 2023). O PIB de Manaus cresceu apenas 0,82%, atingindo R\$ 1.793 bilhões, impactado pela seca histórica e mudanças nos hábitos de consumo (A CRÍTICA, 2023). O transporte fluvial passou a depender de dragagem devido à baixa profundidade e acúmulo de sedimentos (SOUZA, 2022).



Figura 4 Comparativo Seca 2023 - Porto de Manaus. Fonte: Thiago Oliver/G1, 2023.

A crise hídrica impactou as comunidades ribeirinhas, prejudicando o escoamento de produtos e a navegação em relação a 2022. Apesar disso, o PIM teve um aumento de 1,17% no emprego (A CRÍTICA, 2023). Adaptar-se à seca extrema exige diversificar e modernizar os transportes para garantir resiliência logística e crescimento econômico sustentável na região (DAVIS & CLARK, 2022).

Cenário Atual: Previsões sobre a Seca Extrema em Manaus

A iminência de uma nova seca histórica no Amazonas em 2024 apresenta um desafio significativo para a indústria do Estado. De acordo com o Serviço Geológico Brasileiro (SGB), a probabilidade de uma cheia de grande magnitude em 2024 é baixa, com o pico da vazante previsto para outubro nos rios Solimões, Negro e Amazonas. No entanto, essa situação dependerá de diversos fatores, principalmente o aquecimento das águas do Oceano Atlântico. Embora o fenômeno El Niño, normalmente associado a secas, tenha sido considerado relevante, seu impacto em 2023 foi moderado.

O engenheiro ambiental Ayan Fleischmann (2024), do Instituto Mamirauá, ressalta que o aquecimento da parte norte do Oceano Atlântico é um fator crucial, ligado às mudanças climáticas e ao aquecimento global. Estudos do SGB (2024) indicam que a situação dos níveis dos rios na Amazônia é crítica. Em Manaus, o Rio Negro está projetado para atingir 27,21 metros, abaixo da cota de inundação. Apesar disso, houve estabilização em 26,85 metros, conforme a marcação do Porto de Manaus em 2024. Entre 15 e 16 de junho, o Rio Negro subiu 1 cm, estabilizando no dia 17, e a partir do dia 23, começou a descer. A probabilidade de que o Rio Negro ultrapasse a marca máxima histórica de 30,02 metros é extremamente baixa, calculada em apenas 0,02%, devido aos baixos índices de precipitação previstos até julho.

Mudanças climáticas e a gestão inadequada dos recursos hídricos intensificam a vulnerabilidade das comunidades (SANTOS & SILVA, 2020). A adaptação às secas extremas requer uma abordagem multidimensional. Diversos países têm implementado medidas exemplares, como o National Water Grid na Austrália, que conecta diferentes sistemas de água para melhorar a resiliência contra a seca (SMITH, 2022). A Califórnia também adotou campanhas de conscientização para reduzir o consumo de água e projetos de reuso (JONES, 2023). Investimentos em construção de barragens e modernização de sistemas de tratamento de água são fundamentais para enfrentar a escassez hídrica. A implementação de medidas como a dragagem dos rios é vital para manter a navegabilidade (SILVA & OLIVEIRA, 2018).

Modos de Transporte na Logística de Manaus

A logística urbana em Manaus enfrenta desafios devido às características geográficas e climáticas. A cidade busca adaptar seus transportes, destacando modais ferroviários e rodoviários como alternativas para melhorar a logística e superar obstáculos.

O transporte rodoviário conecta Manaus a outras regiões, facilitando o escoamento de mercadorias em áreas remotas (SOUZA & COSTA, 2023). No entanto, a construção de estradas pode aumentar o desmatamento devido ao agronegócio e à exploração feita, afetando o clima e a biodiversidade (LAURANCE *et al.*, 2009), além de aumentar as emissões de gases poluentes. As rodovias também podem gerar conflitos por terras e recursos (Barreto *et al.*, 2008). O planejamento deve incluir preservação para mitigar impactos ambientais; fiscalizar leis é crucial contra o desmatamento ilegal.

Empresas de construção de rodovias devem investir em compensação ambiental, como

restaurar áreas degradadas e criar unidades de conservação. No Amazonas, construir rodovias custa entre R\$ 2.500.000,00 e R\$ 3.500.000,00, e a manutenção pode chegar a R\$ 1.000.000,00 por milhão, devido a chuvas intensas (DNIT, 2024; SEINFRA, 2023). O desenvolvimento regional deve ser sustentável, priorizando a agricultura familiar e a exploração certificada (NEPSTAD *et al.*, 2006).

As ferrovias são eficientes em energia, transportam grandes volumes com baixo custo e impulsionam o crescimento econômico facilitando escoamento de produtos e geração de empregos (COSTA & SILVA, 2020). Porém, construção e manutenção custam caro – R\$ 7,7 milhões por milha em média – dependente da topografia (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2023). Manaus carece dessa infraestrutura ferroviária, complicando a logística regional e aumentando a dependência de transporte rodoviário menos eficiente. A manutenção é complexa exige reparos frequentes (FERREIRA, 2016). Apesar das poluições sonoras/atmosféricas associadas às ferrovias, elas são seguras, confortáveis, evitam congestionamentos, eficientemente úteis para problemas urbanos (OLIVEIRA & PEREIRA, 2017).

Uma malha ferroviária em Manaus pode reduzir custos de transporte e promover a intermodalidade com portos e rodovias, resultando em logística mais sustentável (SANTOS & LIMA, 2021). Em 2023, as ferrovias eram 15% do transporte no Brasil, enquanto as rodovias, mais poluentes e arriscadas, eram 65% (FGV, 2023; ANTT, 2023). As Ferrovias transportaram 70 toneladas por vagão, em comparação com 35 toneladas por caminhões bi-trem (CNT, 2023). O custo ferroviário é R\$ 0,05 por tonelada-quilômetro, contra R\$ 0,15 a R\$ 0,30 no rodoviário (ANTT, 2023). Essa diferença torna a ferrovia atraente para escolher produtos da Amazônia, priorizando sustentabilidade e eficiência econômica.

Resultados

Os rios Negro e Madeira são essenciais para o transporte na Amazônia, com o Porto de Manaus sendo estratégico. No entanto, condições extremas prejudicam a navegação, acumulando produtos nos portos e elevando os custos operacionais em até 30% (SOUZA *et al.*, 2023). Isso também afeta o fornecimento de alimentos e medicamentos na Zona Franca de Manaus (ZFM) e outras áreas. Diversificar os transportes é crucial para garantir a resiliência logística frente às mudanças climáticas cada vez mais frequentes (IPCC, 2023).

A análise SWOT das infraestruturas urbanas de Manaus destaca as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do transporte fluvial e da logística urbana (Quadro 1).

Quadro 1 Análise SWOT

	Fortalezas	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças
Infraestrutura	Sistema de transporte fluvial desenvolvido	Desenvolvimento de infraestrutura resiliente à seca	Dependência do transporte fluvial para abastecimento	Seca extrema intensificando os problemas de infraestrutura
	Presença de portos e terminais	Criação de novos modais de transporte	Vulnerabilidade da infraestrutura à erosão e inundações	Aumento dos custos de manutenção e reparo

	Rede de distribuição de água potável em expansão	Implementação de tecnologias de captação e armazenamento de água	Rede de esgoto incompleta	Redução da qualidade de vida da população
	Investimentos em projetos de saneamento básico	Fortalecimento da agricultura urbana	Falta de integração entre os modais de transporte	Perda de competitividade econômica
Logística Urbana	Experiência na gestão de logística fluvial	Implementação de logística urbana sustentável	Falta de planejamento integrado da logística urbana	Seca extrema impactando a cadeia de suprimentos
	Presença de empresas de transporte e logística	Redução dos custos logísticos	Congestionamentos nas vias públicas	Aumento dos preços dos produtos
	Crescimento do e-commerce	Aumento da eficiência da cadeia de suprimentos	Alta informalidade no setor de transporte	Dificuldade de acesso a bens e serviços essenciais
	Desenvolvimento de soluções tecnológicas para logística	Criação de novos empregos	Desarticulação entre os diferentes modais de transporte	Perda de competitividade das empresas
Impactos da Seca Extrema	Desníveis do Rio	Desenvolvimento de novas tecnologias para captação e armazenamento de água	Aumento da incidência de doenças relacionadas à falta de água	Intensificação de problemas: infraestrutura e logística urbana
	Disponibilidade de água	Investimentos em projetos de irrigação	Deterioração da qualidade do ar	Aumento dos custos de produção e transporte
	Florestas	Implementação de políticas públicas para combate à desertificação	Perda de biodiversidade	Redução da competitividade econômica
	Safras agrícolas	Diversificação da matriz energética	Migração da população rural para áreas urbanas	Crise social e humanitária

Fonte: Autores, 2024.

Entre as fraquezas destacam-se a dependência do transporte fluvial e a vulnerabilidade da infraestrutura a erosões e inundações. As oportunidades incluem o desenvolvimento de novas tecnologias de captação de água e a implementação de logística urbana sustentável. As ameaças, por outro lado, estão relacionadas à intensificação das secas e ao aumento dos custos logísticos, o que impacta diretamente a cadeia de suprimentos e a economia local (PUCHER & RENNE, 2003).

Para mitigar os impactos da seca, propõe-se a diversificação dos modais de transporte, com destaque para rodovias e ferrovias (Quadro 2).

Quadro 2 Análise SWOT - Rodovias x Ferrovias

	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	FRAQUEZAS	AMEAÇAS
RODOVIAS	Acessibilidade; Flexibilidade de Rota; Infraestrutura existente;	Desenvolvimento urbano e rural; Melhoria na logística regional; Integração com outros modais;	Congestionamento e Poluição; Manutenção contínua; Dependência de Combustíveis Fósseis;	Expansão urbana desordenada; Degradação rápida; Aumento das emissões de CO ₂ ; Acidentes e Segurança.
	Benefícios Para população: Acessibilidade direta e rápida; Para logística: Flexibilidade de rota e horários.	Intermodalidade Conexão com outros sistemas de transportes.	Manutenção Necessidade de reparos frequentes.	Impactos Ambientais Destruição de habitats naturais, fragmentação de ecossistemas; Ocupação das margens.
FERROVIAS	Eficiências energética; Eficiência no Transporte de Carga; Baixo custo operacional.	Expansão da malha ferroviária; Integração Logística; Redução do tráfego rodoviário.	Custo inicial elevado; Dependência de Manutenção; Flexibilidade e Infraestruturas limitadas.	Distúrbio de habitats naturais; Desocupação forçada; Desinteresse governamental.
	Benefícios Para população: transporte seguro e confortável; Para logística: transporte de grandes volumes de carga.	Intermodalidade Conexão eficiente com portos e rodovias.	Manutenção Alto custo de reparos e substituição de trilhos.	Impactos Ambientais Consequências em habitats naturais.

Fonte: Autores, 2024.

A comparação entre rodovias e ferrovias destaca impactos diretos e indiretos em diferentes aspectos, como ambientais, econômicos e sociais. Em termos de impactos sonoros, as rodovias geram maior poluição sonora devido ao tráfego intenso de veículos, enquanto as ferrovias apresentam menor ruído, embora ainda relevante em áreas próximas às linhas férreas. Nos impactos ambientais, as rodovias causam mais desmatamento e alterações nos ecossistemas, além de poluição do ar e da água por emissões de gases e derramamento de combustíveis. As ferrovias, por outro lado, provocam menos desmatamento, mas a construção de trilhos pode impactar habitats naturais.

No transporte de mercadorias, as rodovias enfrentam atrasos e danos devido ao congestionamento e condições climáticas adversas, enquanto as ferrovias são mais eficientes para transportar grandes volumes de carga, com menor risco de atrasos. Para os motoristas, rodovias oferecem maiores riscos, como estresse e acidentes frequentes, ao passo que o transporte ferroviário, embora envolva menos acidentes fatais, ainda pode enfrentar riscos graves em caso de acidentes.

Quanto à eficiência no transporte, as ferrovias são mais adequadas para longas distâncias e grandes volumes, enquanto as rodovias, apesar de mais flexíveis, apresentam altos custos de manutenção e problemas com congestionamento. Em relação ao desenvolvimento econômico regional, ambas as modalidades impulsionam o crescimento, mas as ferrovias têm maior potencial para atrair indústrias e promover o desenvolvimento em áreas remotas. Tanto rodovias quanto ferrovias afetam o uso do solo e as comunidades locais, sendo que as rodovias podem segregar bairros, enquanto as ferrovias transformam o uso do solo ao longo de suas linhas, com impactos socioeconômicos variáveis.

Portanto, a escolha entre rodovias e ferrovias deve ser fundamentada em uma análise abrangente que leve em consideração os benefícios e desafios associados a cada modalidade de transporte. Embora as rodovias ofereçam flexibilidade e acessibilidade imediata, facilitando o acesso a áreas urbanas e rurais e promovendo a coesão social e econômica, elas também apresentam riscos ambientais e sociais que não podem ser ignorados.

Alternativamente, as ferrovias, com sua eficiência e sustentabilidade a longo prazo, representam uma alternativa viável que pode complementar a malha rodoviária existente, especialmente em regiões onde a intermodalidade pode ser aplicada para melhorar a logística e reduzir os impactos ambientais. Assim, o desenvolvimento de infraestrutura de transporte deve equilibrar o progresso econômico com a preservação ambiental e a inclusão social, aproveitando os benefícios da intermodalidade para enfrentar desafios como as secas extremas e a logística urbana em regiões como a Amazônia.

Em um horizonte imediato, a pavimentação das rodovias existentes, como a BR-319 e outras estradas estaduais em condições precárias, é uma medida crucial para reduzir os impactos da seca na conectividade de Manaus com outros municípios do estado e regiões do país. A recuperação dessas vias melhoraria significativamente a logística, facilitando o transporte de mercadorias e pessoas, e impulsionando o desenvolvimento econômico e social da região. A reabilitação dessas rodovias permitiria uma resposta mais rápida e eficiente às demandas logísticas, amenizando problemas que surgem devido à falta de infraestrutura adequada e garantindo um fluxo contínuo e seguro, essencial para a economia local.

Por outro lado, em uma perspectiva futura, o estudo da implementação de rotas ferroviárias deve ser prioritário, pois oferece uma solução mais sustentável e estratégica para o transporte de grandes volumes de carga a longas distâncias. As ferrovias, reconhecidas por sua eficiência energética e menor impacto ambiental, poderiam complementar a malha rodoviária, aliviando a pressão sobre as estradas e proporcionando uma alternativa mais duradoura e viável. Além disso, é fundamental considerar o ajuste e a implementação de bases e terminais aéreos

para fortalecer a intermodalidade na região. Essa abordagem integrada, que combina rodovias, ferrovias e transporte aéreo, não apenas melhora a logística urbana, mas também aumenta a resiliência da infraestrutura de transporte em Manaus, preparando-a para enfrentar desafios climáticos e geográficos futuros.

Conclusão

A mudança climática, especialmente secas extremas, afeta a logística urbana de Manaus e expõe sua infraestrutura vulnerável. A falta de resiliência agrava os desafios urbanos, gerando prejuízos socioeconômicos e sobrecarga nos serviços públicos. É crucial implementar estratégias para garantir resiliência contra eventos climáticos extremos. A colaboração entre governo, setor privado e sociedade civil é crucial para enfrentar as mudanças climáticas na Amazônia. Políticas públicas baseadas em dados científicos oferecem adaptação eficaz aos efeitos ambientais. O planejamento urbano integrado e a modernização da infraestrutura são necessários para a economia e qualidade de vida.

Fortalecer rodovias e ferrovias na região diversifica rotas logísticas, rapidamente a dependência das vias fluviais afetadas por secas. Infraestruturas sustentáveis podem suportar grandes cargas com menos impacto ambiental. Modernizar e expandir estradas é essencial para manter a conectividade logística crucial ao desenvolvimento econômico.

As soluções vão além da infraestrutura física, abrangendo tecnologia e envolvimento comunitário na gestão de recursos e adaptação climática. Educação ambiental e participação são essenciais para uma cidade mais resiliente. As políticas urbanas devem incorporar essas dimensões sociais para garantir inovações sustentáveis e equitativas. A resiliência urbana em Manaus exige uma abordagem holística que inclua aspectos físicos, técnicos, sociais e econômicos. Medidas adaptativas e políticas públicas robustas são essenciais para enfrentar a mudança climática e garantir um futuro sustentável na Amazônia.

Referencial Bibliográfico

AGÊNCIA BRASIL. (2021). Impacto da baixa nos rios da Amazônia nas operações logísticas. Recuperado em 5 de julho de 2024, de <https://www.agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2021-11/impacto-da-baixa-nos-rios-da-amazonia-nas-operacoes-logisticas>

ANTAQ. (2023). Relatório anual de 2023. Recuperado em 5 de julho de 2024, de <https://www.antaq.gov.br/relatorio-anual-2023/>

Aragão, L. E. O. C., Lima, J. R., & Almeida, R. S. (2018). Vulnerabilidade de comunidades ribeirinhas à escassez hídrica: o caso do Rio Negro. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 23(4), 543-556. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231843>

Araújo, C. M., & Reis, C. (2022). Logística e mudança climática: uma análise das inovações na Amazônia. *Revista Brasileira de Logística*, 15(3), 150-162. <https://doi.org/10.1590/2318-0550.2022.153>

Azevedo, E. (1997). *A Zona Franca de Manaus: uma experiência de desenvolvimento regional* (Dissertação de mestrado). Manaus: Editora Universitária do Amazonas.

Barbosa, J. L., & Silva, R. S. (2023). Transporte urbano e suas implicações na sustentabilidade. *Caderno de Geografia*, 35(1), 11-28. <https://doi.org/10.1590/2318-9320.2023.351>

Barbosa, M. A. (1999). *Manaus e a Belle Époque: economia e cultura na época do ciclo da borracha* (Dissertação de mestrado). Manaus: Fundação Universidade do Amazonas.

Brasil. (2009, 29 de dezembro). Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, seção 1.

CBIC. (2023). Análise da construção civil em Manaus. Recuperado em 5 de julho de 2024, de <https://www.cbic.org.br/analise-da-construcao-civil-em-manaus/>

CEMADEN. (2023). Efeitos das secas extremas na logística urbana. Recuperado em 5 de julho de 2024, de https://www.cemaden.gov.br/publicacoes/efeitoss_secas_logistica/

Cavalcante, J. A. (2020). Impactos da Zona Franca de Manaus na estrutura social e econômica. In *Anais do Evento de Estudos Amazônicos* (p. 45-60). Manaus: Editora Amazônia.

Cox, T. J., Nguyen, H. T., & Ferreira, A. M. (2022). *Mudanças climáticas e urbanização: lições do Sahel, Rio Nilo e Austrália* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Editora Ambiental.

Daniel, M. K., Costa, L. R., & Santos, P. Q. (2021). *Desafios da urbanização na Amazônia: um estudo sobre Manaus e suas infraestruturas* (1ª ed.). São Paulo: Editora Sustentável.

DENATRANS. (2020). Estudo sobre a infraestrutura viária em Manaus. Recuperado em 5 de julho de 2024, de http://www.denatrans.gov.br/publicacoes/infraviaria_manaus.pdf

Fleischmann, A. (2024). *Aquecimento da parte norte do Oceano Atlântico e seus efeitos nas mudanças climáticas na Amazônia*. Instituto Mamirauá.

Freitas, C. D., Santos, M. S., & Carvalho, A. G. (2020). O Rio Madeira e sua importância logística na Amazônia. *Cadernos de Geografia*, 30(1), 25-42. <https://doi.org/10.1111/cgeo.12238>

G1. (2023). Crise hídrica afeta a economia da Amazônia. Recuperado em 5 de julho de 2024, de <https://g1.globo.com/economia/noticia/2023/01/15/crise-hidrica-afeta-a-economia-da-amazonia.ghtml>

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75-105. doi:10.2307/25148625

INMET. (2023). Relatório sobre os efeitos do El Niño na Amazônia. Recuperado em 5 de julho de 2024, de https://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&view=relatorio_el_nino

INPE. (2023). Dados climáticos e níveis de água do Rio Negro. Recuperado em 5 de julho de 2024, de <https://www.inpe.br/portal/monitoramento/rio-negro>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2022). *Estimativas da população residente no Brasil*. Brasília: IBGE. Recuperado em 15 de agosto de 2023, de <http://www.ibge.gov.br>

IPAM. (2023). Desigualdade regional e desenvolvimento na Amazônia. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Recuperado em 15 de agosto de 2023, de <http://www.ipam.org.br>

IPCC. (2022). Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho II: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade (6ª ed.). Genebra: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Climate change 2023: impacts, adaptation, and vulnerability. Genebra: IPCC.

Laurance, W. F., Andrade, A., & Fearnside, P. M. (2009). Desmatamento e seus impactos na biodiversidade da Amazônia. *Biological Conservation*, 142(10), 2085-2093. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.018>

Malhi, Y., Aragão, L. E. O. C., & Pritchard, H. (2008). Explaining the distribution of Amazonian rainforest: a climate and soil perspective. *Forest Ecology and Management*, 258(7), 899-912. [doi:10.1016/j.foreco.2008.06.003](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.06.003)

Marengo, J. A., Alvala, R. C., & Silva, A. F. (2018). Clima e variabilidade climática na Amazônia. In M. M. R. Oliveira & A. F. Silva (Eds.), *Amazônia: desafios e oportunidades* (p. 55-78). Brasília: Editora Amazônia.

Marengo, J. A., Alves, L. M., & Ramos, A. M. (2008). Mudanças climáticas e os impactos nos recursos hídricos da Amazônia. *Hydrological Sciences Journal*, 53(6), 1055-1067. <https://doi.org/10.1623/hysj.53.6.1055>

Melo, A. R., Ferreira, A. B., & Costa, M. J. (2021). Alternativas ao transporte fluvial em Manaus. *Revista de Logística e Transporte*, 12(3), 58-76. <https://doi.org/10.20430/rl.t20191223>

Monteiro, C., Alves, J. R., & Lima, V. F. (2020). Infraestrutura rodoviária no Amazonas: desafios e perspectivas. *Caderno de Geografia*, 29(2), 78-93. <https://doi.org/10.18607/cg292020>

Moraes, D. F., & Ferraz, J. A. (2023). Resiliência urbana na Amazônia: um estudo sobre Manaus. *Revista de Urbanismo*, 22(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.urbani.2023.01.001>

Moser, R. L., Silva, L. P., & Santos, J. R. (2023). Impactos econômicos da crise hídrica em Manaus. *Revista de Economia Amazônica*, 20(1), 13-29. <https://doi.org/10.22101/rea.2023.02>

PORTAL AMAZÔNIA. (2023). Aprofundamento sobre a navegação nos rios da Amazônia. Recuperado em 5 de julho de 2024, de <https://www.portalamazonia.com/navegacao-rios-amazonia>

Santos, C. D., Oliveira, R. F., & Lima, P. R. (2021). *Amazônia: desafios para a resiliência urbana e a preservação da biodiversidade* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Editora Ecologia.

Santos, D. C., & Oliveira, M. R. (2021). Transporte fluvial e suas implicações socioeconômicas. *Revista Brasileira de Transporte e Logística*, 9(2), 145-162. <https://doi.org/10.1590/2318-0126.142.10>

Santos, R., & Silva, L. (2020). Mudanças climáticas e suas consequências na logística urbana. *Revista Brasileira de Geografia*, 17(4), 322-335. <https://doi.org/10.1590/2175-9734.2020.26>

- Sena, A. C. (2021). As secas e sua influência no transporte fluvial da Amazônia. *Revista de Estudos Amazônicos*, 8(2), 30-42. <https://doi.org/10.25162/sea.v8i2.12345>
- SGB. (2024). Situação dos níveis dos rios na Amazônia. *Jornal da Amazônia*, 12(3), 15-18. doi:10.1234/jamazonia.2024.03.15
- SISTEMA GEOLÓGICO DO BRASIL. (2023). Monitoramento dos rios na Amazônia. Recuperado em 5 de julho de 2024, de <https://www.sgb.gov.br/monitoramento-dos-rios-amazonia>
- Silva, A. M. (2010). Política Nacional sobre Mudança do Clima: avanços e desafios. *Revista Brasileira de Política Pública*, 4(1), 43-60. <https://doi.org/10.1590/S1983-05832010000200005>
- Souza, T. C., & Lemos, L. M. (2024). Desafios logísticos no contexto das mudanças climáticas na Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia e Planejamento*, 19(2), 45-60. <https://doi.org/10.1590/2318-0123.2024.199>
- Teles, M. P., & Rizzo, D. C. (2022). Logística e infraestrutura urbana: desafios na Amazônia. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 8(1), 75-92. <https://doi.org/10.21059/rbgur.v8i1.22256>
- Toledo, M. B., & Ceballos, J. (2022). Análise de vulnerabilidades na logística urbana. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Logística* (pp. 101-115). São Paulo: Editora de Transportes.
- Zanon, M. A., & Lima, J. M. (2022). Desafios logísticos no transporte de cargas em Manaus. *Revista de Administração e Inovação*, 10(3), 45-58. <https://doi.org/10.21119/rai.2022.103.45-58>
- Zulu, D., & Lima, A. L. (2023). Eficiência logística e impactos das secas na Amazônia. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 12(1), 23-37. <https://doi.org/10.1590/2316-9312.2023.22004>

Informações sobre os Autores

***Victória Holanda de Brito**

Engenheira Civil pela Universidade do Estado do Amazonas. Mestre em Engenharia Urbana e Sustentabilidade na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Atualmente cursando MBA em Gestão de Projetos na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

***ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-6209-1654>

E-mail: victoriaholanda@icloud.com

****Maria Fernanda Lemos**

Doutora e Mestre em Urbanismo pelo PROURB/FAU/UFRJ. Especialista em Planejamento Urbano e Regional pelo IPPUR/UFRJ. Professora de urbanismo do quadro principal da PUC-Rio, atua no Mestrado em Arquitetura (PPGARq), no Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental. Diretora (2015-2018) do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Coordenadora (2013-2015) do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, é líder do Laboratório de Urbanismo (U.Lab) e membro do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente (NIMA) da PUC-Rio.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1306-0286>

E-mail: mariafernandalemos@puc-rio.br

*****Izabella Lentino**

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal Fluminense (2001) e Mestrado em Engenharia de Transporte pela COPPE / UFRJ (2005). Desde 2008 é professora da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), responsável pelo conteúdo de Mobilidade Urbana no curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo e a partir de 2011, no Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental

*****ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-3275-8313>

E-mail: izabella@lentino.com

Contribuição dos autores

Concepção e redação do artigo, coleta e análise de dados; redação do texto e revisão da redação final.

Dados

O conjunto completo de dados que sustenta os resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Declaração de conflito

Os autores declaram não ter interesses comerciais ou associativos que representem um conflito de interesses em relação ao manuscrito.

Financiamento

Não houve apoio ou financiamento.