Procesos Urbanos Número 12(1) ene- jun 2025. ISSN: 2500-5200

DOI: 10.21892/2422085X.700

Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas: compromissos, desafios e oportunidades na Pan-Amazônia

Planes de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático: compromisos, desafíos y oportunidades en la Pan-Amazonía

Mitigation and Adaptation Plans for Climate Change: commitments, challenges, and opportunities in the Pan-Amazon

Bruna de Souza Apolinário,
Arquiteta, Urbanista e Engenheira Civil, Universidade Federal de São Carlos, Brasil.
brunasapolinario@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-8472-453X

Luis Gustavo Lucatelli,
Arquiteto e Urbanista, Universidade Federal de São Carlos, Brasil.
luislucatelli@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4827-3097

Érico Masiero,
Arquiteto e Urbanista, PhD. Universidade Federal de São Carlos, Brasil.
erico@ufscar.br
https://orcid.org/0000-0001-8665-335X

Recibido: julio 26 de 2024
Aceptado: febrero 12 de 2025
Publicado: Mayo 15 de 2025

Resumo

No contexto das mudanças climáticas, os Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PMAMC) são essenciais na Amazônia. Este estudo analisou os compromissos, desafios, oportunidades e ações de implementação de PMAMC nas capitais da Pan-Amazônia. Utilizando o método do C40 Cities, verificou-se que 47% das capitais não possuem ações para a elaboração de PMAMC. Rio Branco é a única cidade brasileira com um PMAMC, embora com lacunas. Bogotá, Lima e Quito apresentaram planos mais eficazes, destacando-se por parcerias internacionais e investimentos em expertise técnica. As barreiras incluem falta de parcerias para inventários de CO2 e metas claras de investimento em infraestrutura climática.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Adaptação; Mitigação; Amazônia.

Resumen

En el contexto del cambio climático, los Planes de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PMACC) son vitales en la Amazonia. Este estudio analizó compromisos, desafíos, oportunidades y acciones de implementación de los PMACC en las capitales de la Pan-Amazonía. Utilizando el método de elaboración de los PMACC de C40 Cities, se encontró que el 47% de las capitales no tienen acciones para la elaboración de PMACC. Río Branco es la única ciudad brasileña con PMACC, aunque presenta lagunas. Bogotá, Lima y Quito mostraron planes más efectivos, destacándose por alianzas internacionales e inversión en experiencia técnica. Las barreras incluyen la falta de alianzas para inventarios de CO2 y metas claras de inversión en infraestructura climática.

Palabras clave: *Cambio climático; Adaptación; Mitigación; Amazonía.*

Abstract

In the context of climate change, Climate Change Mitigation and Adaptation Plans (CCMAPs) are vital in the Amazon. This study analyzed the commitments, challenges,

opportunities, and implementation actions of CCMAPs in the capitals of the Pan-Amazon region. Using the C40 Cities method, it was found that 47% of the capitals do not have actions for the development of CCMAPs. Rio Branco is the only Brazilian city with a CCMAP, but it has gaps. Bogotá, Lima, and Quito showed more effective plans, standing out for their international partnerships and investment in technical expertise. Barriers include a lack of partnerships for CO2 inventories and clear investment goals in climate infrastructure.

Keywords: Climate change; Adaptation; Mitigation; Amazon.

Introdução

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicou que as atividades humanas têm causado o aquecimento global, com o aumento da temperatura da superfície global em até 1,1°C entre 2011 e 2020, em comparação com o período de 1850 a 1900 (IPCC, 2023). Esse aquecimento global resulta em perdas e danos para a natureza e para as pessoas (IPCC, 2023).

Nas atividades humanas relacionadas ao aquecimento global, destaca-se a emissão de gases de efeito estufa, decorrente do uso insustentável de energia, dos padrões de consumo e produção, e por fim, do usos e das alterações no uso do solo (IPCC, 2023).

Dentre as mudanças no uso do solo, há a desflorestação. A ocorrência desse processo na Amazônia é tema de discussão em diversos estudos, devido à sua relevância para o equilíbrio do ecossistema global (IPCC, 2013). Áreas de florestas armazenam 45% do carbono terrestre, mantêm o ciclo hidrológico por meio da evapotranspiração, resfriando o clima, e podem auxiliar na mitigação das mudanças climáticas (Bonan, 2008). Além disso, a Amazônia é responsável por armazenar cerca de 150–200 PgC em sua biomassa e solos (Brienen *et al.* 2015).

Apesar da relevância da Amazônia no equilíbrio do sistema global, desde 1970, a sua desflorestação se intensificou (van Marle *et al.,* 2017), e em 2021 foi identificada a desflorestação de 17% de sua área (Science panel for the Amazon, 2021). Esse processo está relacionado ao alto interesse no uso do solo para plantações agrícolas e a pecuária (Nepstad *et al.*, 2008). Nesse cenário, secas e incêndios florestais na Amazônia têm aumentado, devido ao aquecimento global (IPCC, 2013), evidenciando a necessidade de medidas e ações para mitigá-los.

Visando o comprometimento mundial com a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas, algumas ações foram desenvolvidas. Entre elas, o Acordo de Paris de 2015

surgiu com esse objetivo, no qual diversos países se comprometeram a manter o aquecimento global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, limitando o aumento da temperatura a 1,5°C (C40 Cities, 2023). Esse acordo foi adotado por 196 países e entrou em vigor em 2016. Como parte do acordo, a cada cinco anos os países apresentam seus planos nacionais de ação climática, e os países mais desenvolvidos devem apoiar os menos desenvolvidos com financiamento, capacitação e tecnologia (United Nations Climate Change, 2025).

A Agenda 2030, assim como o Acordo de Paris, também auxilia no comprometimento com a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Essa agenda consiste em um plano de ação voltado ao desenvolvimento sustentável econômico, social e ambiental (United Nations, 2025). Para isso, foram estabelecidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Em relação às mudanças climáticas, destaca-se o ODS 13 – Ação contra a mudança climática. Dentre as principais metas deste ODS estão: (I) fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação aos riscos climáticos e aos desastres naturais; (II) integrar medidas de mudança climática em políticas, estratégias e planejamentos nacionais; (III) melhorar a educação sobre alterações climáticas, adaptação, redução do impacto e alerta precoce (United Nations, 2025). Essas metas são relevantes para guiar e apoiar as ações dos países voltadas às mudanças climáticas.

Um dos principais mecanismos para o cumprimento do Acordo de Paris, dos ODS e do enfrentamento das mudanças climáticas são os Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PMAMC). Esses instrumentos englobam o planejamento e a execução de ações necessárias para lidar com vulnerabilidades ambientais, as quais consistem em problemas ambientais que tendem a ocorrer localmente (como secas, inundações e queimadas) e são intensificadas pelas mudanças climáticas.

A alta complexidade na elaboração de PMAMC e a sua relevância destacam a necessidade de estudos que analisem a eficácia dos Planos de Mitigação e Adaptação

às Mudanças Climáticas. Na Índia, Singh *et al.* (2021) revisaram Planos de Ação Climática de cidades com mais de 1 milhão de habitantes e identificaram que as ações propostas são reativas, setoriais e focadas em riscos, sendo conservadoras e insuficientes para alcançar os objetivos de resiliência climática e cidades sustentáveis.

No contexto da União Europeia, Salvia *et al.* (2021) analisaram Planos de mitigação de 327 cidades. Dentre os planos analisados, a média das metas de redução de gases de efeito estufa foi de 47%, e as cidades pequenas tenderam a ser menos ambiciosas, com apenas 2.1% apresentando metas para neutralidade de carbono. Por fim, o estudo constatou que as cidades europeias ainda não estão totalmente alinhadas com o Acordo de Paris, porém mais avançadas em relação a cidades do sul global.

Com uma abordagem global, Olazabal e Gopegui (2021) analisaram Planos de Ação Climática de 59 cidades costeiras com mais de 1 milhão de habitantes. Os resultados evidenciaram a precariedade no financiamento, na consistência, na atribuição de responsabilidades, nas legislações, na equidade e na justiça. A maioria das cidades, independentemente da região global, apresentou grandes dificuldades de aprimoramento, com falta de efetividade na implementação das ações planejadas, capacidade insuficiente de reduzir vulnerabilidades, aumentar a resiliência e sustentar ações a longo prazo.

Alguns estudos analisaram o enfrentamento das mudanças climáticas em cidades da América Latina. Anguelovski, Chu e Carmin (2014) identificaram que a elaboração de um PMAMC em Quito, no Equador, ocorreu de forma pioneira, devido à grande preocupação com as mudanças climáticas, que surgiu devido ao enfrentamento de extremos climáticos. Esse cenário de vivência de desastres ambientais levou Quito a investir em especialistas em adaptações climáticas e se destacar nesta área.

Lima, no Peru, também foi alvo de estudos para a compreensão do seu enfrentamento das mudanças climáticas. Lehmann *et al.* (2015) identificaram barreiras para a execução de ações, como a percepção de que os impactos das alterações

climáticas estão em um futuro distante, a falta de cooperação organizacional, a falta de investimento na geração de informações necessárias para a elaboração de PMAMC além do baixo investimento financeiro (Lehmann *et al*., 2015).

Ao analisar as problemáticas encontradas nos estudos citados, destacam-se a insuficiência das propostas para alcançar os objetivos de resiliência climática, as metas de redução de gases de efeito estufa, a falta de investimento na elaboração do PMAMC, a baixa efetividade na implementação das ações e o não alinhamento com o Acordo de Paris. Essas dificuldades evidenciam a necessidade de abordagens que combinem expertise científica, financiamento adequado e colaboração internacional, como exemplificado pelo método do C40 Cities.

Nos problemas identificados nos PMAMC, diversos podem ser relacionados ao fato de que esses planos requerem um alto conhecimento científico para serem criados e, consequentemente, um grande investimento. Em países em desenvolvimento ou de baixa renda, essa questão pode se tornar uma barreira para a elaboração desses planos. Nesse cenário, o apoio de instituições e países desenvolvidos se torna relevante para a obtenção de planos eficazes e aplicáveis. O C40 Cities, rede global voltada para intensificar ações de enfrentamento das mudanças climáticas, busca apoiar instituições governamentais na elaboração de Planos de Ação Climática compatíveis com o Acordo de Paris (C40 Cities, 2023). O método de elaboração de PMAMC do C40 Cities adotou o limite de aumento de temperatura estabelecido no Acordo de Paris, como referência de planejamento (C40 Cities, 2023).

Dessa forma, o guia de elaboração de PMAMC do C40 se baseia em três pilares: Comprometimento e colaboração, desafios e oportunidades, e aceleração e implementação. Esses pilares englobam diversas questões consideradas essenciais para a obtenção de PMAMC alinhados às mudanças climáticas e aplicáveis (C40 Cities, 2020).

Ao considerar a Pan-Amazônia, duas questões se destacam: (I) a falta de estudos que analisem os PMAMC e a ação contra as mudanças climáticas nesta região; (II) o fato de que a Pan-Amazônia está localizada em países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. A segunda questão indica a tendência de existir barreiras no enfrentamento das mudanças climáticas. Sattar (2022), ao analisar o avanço da questão climática em países menos desenvolvidos, identificou a precariedade nas finanças, na tecnologia, na educação técnica, na disponibilidade de recursos humanos qualificados e na ausência de dados para análise de vulnerabilidades e mapeamento de riscos climáticos em áreas urbanas.

Essa realidade torna ainda mais relevante o uso do método do C40 para a elaboração e análise de PMAMC na Pan-Amazônia, pois pode auxiliar na superação de diversas dessas questões. As análises de planos realizadas por Singh *et al.* (2021), Salvia *et al.* (2021) e Olazabal e Gopegui (2021), se basearam na revisão de documentos voltados à resiliência climática, planos de cidades inteligentes, planos diretores e planos de ação climática. O uso do método C40 para basear essa revisão documental se torna útil por abranger diversos aspectos que visam manter os PMAMC alinhados ao Acordo de Paris e eficazes. Além disso, o uso desse método pode esclarecer e influenciar a sua utilização.

Por fim, frente à relevância da Pan-Amazônia para o ecossistema global, a lacuna na análise do enfrentamento das mudanças climáticas precisa ser reduzida. Neste sentido, este estudo visa relatar e analisar compromissos, desafios, oportunidades e a implementação de Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas voltados aos ambientes urbanos nas capitais da Pan-Amazônia, utilizando o método do C40 como base para as análises.

Método

A identificação dos compromissos, desafios, oportunidades e implementação de Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas na Pan-Amazônia consistiu em cinco etapas, exemplificadas na Figura 1, sendo elas: 1 – Definição das cidades de estudo; 2 - Busca de leis, decretos, planos e ações institucionalizadas em páginas eletrônicas governamentais de cada localidade; 3 – Identificação do nível de comprometimento e procedimentos de elaboração do PMAMC, segundo a metodologia do C40; 4 – Análise dos PMAMC de acordo com os pilares determinados pelo C40; 5 – Identificação das potencialidades e fragilidades dos PMAMC e do enfrentamento às mudanças climáticas na Pan-Amazônia.

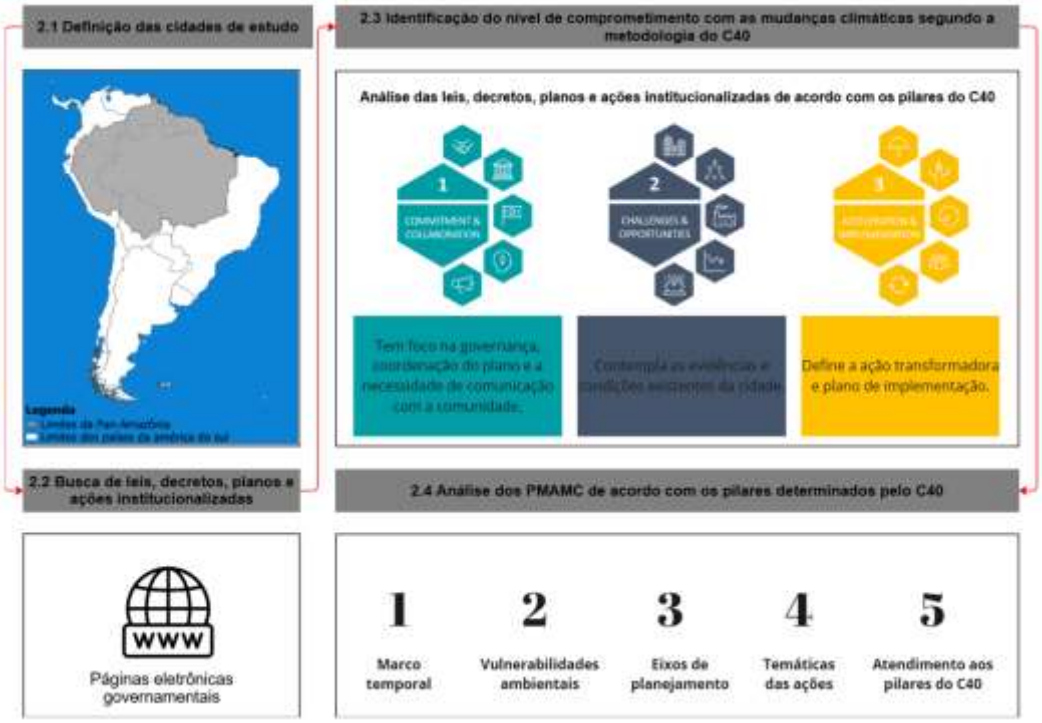

Figura 1. Processos do estudo. Fonte: elaborado por autores (2025).

Definição das cidades

A área de estudo considerou os limites da Pan-Amazônia, formada pelos países que possuem a floresta amazônica em seu território, sendo eles: Brasil, Peru, Bolívia, Equador, Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa e Guiana.

Dessa forma, a escolha das cidades partiu dos seguintes critérios: 1) Pertencer a um país localizado na Pan-Amazônia; 2) Ser capital nacional ou, no caso do Brasil, estadual. As cidades são identificadas no Quadro 1, que reúne informações como extensão territorial, classificação climática e participação em acordos internacionais.

Busca de leis, decretos, planos e ações institucionalizadas voltadas ao enfrentamento das mudanças climáticas

Após a definição das cidades, utilizou-se o método de revisão documental para identificar o compromisso dos governos locais em relação ao enfrentamento às mudanças climáticas, bem como a previsão de investimentos e os prazos para implementação de ações. Para isso, foram realizadas buscas em sites oficiais governamentais com o objetivo de identificar a existência de leis, decretos, planos e ações institucionalizadas sobre mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

	Cidade	País	Área (km²)	Clima Koppen-Geiger	C40 cities[b]	Compacto dos prefeitos[e]
Capitais estaduais brasileiras	Belém	Brasil	1.059,0[c]	Am[a]	X	✓
	Boa Vista	Brasil	5.687,0[c]	Am[a]	X	✓
	Cuiabá	Brasil	4.327,0[c]	Aw[a]	X	✓
	Macapá	Brasil	6.564,0[c]	Am[a]	X	X
	Manaus	Brasil	11.401,0[c]	Af[a]	X	✓
	Palmas	Brasil	2.227,0[c]	Aw[a]	X	✓
	Porto Velho	Brasil	34.091,0[c]	Am[a]	X	✓
	Rio Branco	Brasil	8.835,0[c]	Aw[a]	X	✓
	São Luís	Brasil	583,0[c]	Am[a]	X	✓
Capitais nacionais	Bogotá	Colômbia	1.636,0[f]	Csb[a]	✓	X
	Caiena	Guiana Francesa	23,6[d]	Am[a]	X	X
	Caracas	Venezuela	912.050,0[f]	Aw[a]	X	✓
	Georgetown	Guiana	70,0[f]	Af[a]	X	X

	La Paz	Bolívia	472,0[f]	ET[a]	X	✓
	Lima	Peru	2.672,0[f]	BWh[a]	✓	✓
	Paramaribo	Suriname	182,0[f]	Af[a]	X	X
	Quito	Equador	372,4[f]	Cfb[a]	✓	✓

Fontes:
[a]Climate Data (2025). Dados climáticos para cidades mundiais. https://pt.climate-data.org
[b]C40 Cities (2025). Our Cities. https://www.c40.org/cities/
[c]IBGE (2022). Censo 2022. https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/
[d]Institut national de la statistique et des études économiques. Statistics and studies. https://www.insee.fr/en/statistiques?debut=0&theme=1
[e]UNDRR (2025). Cities participating in MCR2030. https://mcr2030.undrr.org/cities
[f]World Population Review (2023). https://worldpopulationreview.com

Quadro 1. Cidades de estudo. Fonte: elaborado por autores (2025).

Identificação do nível de comprometimento com as mudanças climáticas e elaboração do PMAMC, segundo a metodologia do C40

A terceira etapa foi baseada no Quadro de Planejamento de Ação Climática do C40 (C40 Cities, 2020). Esse documento apresenta pilares que devem ser considerados no planejamento, monitoramento e execução de PMAMC, aliados ao Acordo de Paris. Dessa forma, os planos voltados ao enfrentamento das mudanças climáticas de cada cidade foram analisados quanto ao cumprimento desses pilares, permitindo avaliar nível de comprometimento.

Os pilares definidos pelo C40 são: Compromisso e Colaboração, Desafios e Oportunidades, e Aceleração e Implementação. O primeiro considera a governança, colaboração na elaboração do plano, e comunicação e engajamento da comunidade e de empresas. O segundo abrange as emissões, as prioridades socioeconômicas e os riscos climáticos enfrentados pela cidade. O terceiro está relacionado às ações e implementações, considerando os processos de monitoramento, avaliação, relatoria e revisão (C40 Cities, 2020).

Compromisso e colaboração	Desafios e oportunidades	Aceleração e implementação
Visão, compromisso e engajamento	Contexto da cidade	Ações de mitigação e adaptação equitativas e inclusivas
Coordenação com iniciativas e instituições relacionadas	Gestão e poderes da cidade	Identificação de barreiras
Metas e objetivos para a mitigação e adaptação	Inventário de emissão de gases do efeito estufa	Emissões residuais
Recursos humanos	Trajetórias de emissão de gases do efeito estufa	Monitoramento, avaliação, relatoria e revisão
Comunicações, difusão e promoção	Avaliação de risco climático	

Quadro 2. Itens de análise de cada pilar. Fonte: adaptado de C40 (2020).

Cada um desses pilares apresenta itens que precisam ser abordados na elaboração, no monitoramento e na execução dos PMAMC, conforme exposto no Quadro 2. Dessa forma, nas análises dessa etapa, o cumprimento de qualquer um desses itens foi considerado como a existência de atendimento. Nas cidades em que não havia PMAMC, mas existiam leis, decretos ou ações institucionalizadas sobre mitigação e adaptação às mudanças climáticas, foi considerado o atendimento ao pilar de compromisso e colaboração.

Análise dos Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de acordo com os pilares determinados pelo C40

Após a identificação do nível de comprometimento das cidades com as mudanças climáticas, realizou-se uma análise específica dos Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas da Pan-Amazônia. Inicialmente, foram identificados os marcos temporais, as vulnerabilidades climáticas declaradas, os eixos de planejamento das ações de adaptação e mitigação, as temáticas abordadas nas ações e, por fim, o atendimento aos pilares do C40 Cities (C40 Cities, 2020). Esta etapa buscou identificar o nível de elaboração, monitoramento e execução desses planos.

Potencialidades e fragilidades dos Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas

Por fim, com base nas análises do nível de comprometimento das cidades com o enfrentamento às mudanças climáticas e dos PMAMC, foram identificadas as potencialidades e fragilidades que precisam ser consideradas para realizar um enfrentamento eficaz às mudanças climáticas na Pan-Amazônia. Para isso, foram consideradas as ações políticas e institucionais declaradas por cada cidade relacionadas às vulnerabilidades frente a incêndios florestais, inundações, movimentos de massa, ondas de calor, secas, chuvas torrenciais e ilhas de calor urbano.

A partir da identificação das cidades com maior compromisso com os PMAMC, foram relatadas menções a diversas questões, como o uso de energias alternativas limpas, à eficiência energética de edificações, aos combustíveis alternativos, à disposição e tratamento de resíduos, ao tratamento de água, às soluções baseadas na natureza, à arborização urbana, à gestão do uso do solo, à gestão do risco de incêndios florestais, à drenagem urbana, à participação da comunidade, à justiça climática, à construção sustentável, ao monitoramento das mudanças climáticas, à proteção da população, à manutenção dos espaços vazios, à fiscalização da legislação urbana.

Resultados e discussões

Os resultados estão apresentados em quatro seções, referentes à identificação do contexto de elaboração e execução dos Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PMAMC) na Pan-Amazônia, à descrição dos PMAMC existentes, à análise segundo a metodologia do C40 (C40 Cities, 2020) e à apresentação das suas potencialidades e fragilidades.

Contexto de enfrentamento às mudanças climáticas, elaboração e execução dos PMAMC nas capitais da Pan-Amazônia

Foram relacionadas as leis, decretos, planos e ações institucionalizadas voltadas às mudanças climáticas nas capitais da Pan-Amazônia com os pilares do C40, obteve-se o Quadro 3.

Cidades	Compromisso e colaboração	Desafios e oportunidades	Aceleração e implementação
Belém	✓	X	x
Boa Vista	✓	X	x
Cuiabá	X	X	x
Macapá	X	x	x
Manaus	✓	X	x
Palmas	✓	X	x
Porto Velho	X	X	x
Rio Branco	✓	✓	✓
São Luís	X	X	x
Bogotá	✓	✓	✓
Caiena	X	X	x
Caracas	X	X	x
Georgetown	X	X	x
La Paz	✓	X	x
Lima	✓	✓	✓
Paramaribo	X	X	x
Quito	✓	✓	✓

Quadro 3. Pilares da metodologia do C40 que estão em desenvolvimento. Fonte: elaborado por autores (2025).

Ao analisar o Quadro 3, percebe-se que Lima, Quito, Bogotá e Rio Branco foram as cidades que apresentaram desenvolvimento nos três pilares. Isso se deve ao fato de que esses locais possuem PMAMC. Em contrapartida, Belém, Boa Vista, Manaus, Palmas e La Paz demonstraram desenvolvimento apenas no pilar de compromisso e colaboração, devido à existência de Políticas Municipais de Mudanças Climáticas e, para Manaus e Palmas, parcerias com instituições para a elaboração do PMAMC. Por fim, as demais cidades não apresentaram desenvolvimento em nenhum dos pilares.

Esse cenário evidencia que cerca de 47% das capitais localizadas na Amazônia não estão efetivamente envolvidas no processo de enfrentamento às mudanças climáticas e não apresentam sequer ações iniciais voltadas à elaboração de PMAMC. Além disso, apenas cerca de 23% das cidades possuem planos que auxiliam no enfrentamento às mudanças climáticas.

Apresentação dos Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas

Lima, Quito, Bogotá e Rio Branco foram as cidades que apresentaram Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. Cada plano apresenta abordagens, marcos temporais, estratégias e ações diferenciadas, definidas conforme a necessidade de cada local. No Quadro 4, são apresentados os marcos temporais, referentes ao ano limite para cumprimento de 100% das ações e estratégias definidas.

Cidade	Rio Branco	Bogotá	Lima	Quito
Marco temporal	2040	2050	2030	2050

Quadro 4. Marcos temporais dos PMAMC. Fonte: elaborado por autores, baseado em Rio Branco (2020), Bogotá (2020), Lima (2021) e Quito (2020).

Vale destacar que Quito e Bogotá possuem os marcos temporais definidos para 2050, ano limite definido no Acordo de Paris para garantir que o aumento da temperatura global permaneça abaixo de 1,5°C. Além do marco temporal para o alcance de 100% das ações e estratégias propostas, Bogotá, Lima e Quito definem períodos para o alcance de metas parciais. No caso de Bogotá, as ações são divididas para serem cumpridas em 2024, 2030 e 2050; em Quito em 2023, 2030 e 2050; enquanto em Lima anualmente. Essas subdivisões não são apresentadas para o plano de Rio Branco.

As ações dos planos se baseiam nas vulnerabilidades climáticas declaradas por cada cidade em seus PMAMC, as quais são expostas no Quadro 5. Evidencia-se que Rio Branco foi a cidade que apresentou o menor número de vulnerabilidades declaradas, sendo que as inundações são declaradas em todos os planos, enquanto os incêndios florestais apenas nos de Rio Branco e Bogotá, as ondas de calor, em Lima e Quito e os movimentos de massa e as ilhas de calor urbano, em Bogotá, Lima e Quito.

Cidades	Incêndios florestais	Inundações	Movimentos de massa	Ondas de calor	Secas	Chuvas torrenciais	Ilhas de calor urbano
Rio Branco	✓	✓	x	x	✓	x	x
Bogotá	✓	✓	✓	x	x	✓	✓
Lima	X	✓	✓	✓	✓	x	✓
Quito	X	✓	✓	✓	✓	x	✓

Quadro 5. Vulnerabilidades declaradas nos Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. Fonte: elaborado por autores, baseado em Rio Branco (2020), Bogotá (2022), Lima (2021) e Quito (2020).

A partir das vulnerabilidades declaradas, as ações são definidas. Em todos os PMAMC, essas ações foram categorizadas em diferentes eixos de planejamento, como indicado no Quadro 6. No caso de Rio Branco, as ações foram agrupadas de acordo com as áreas de planejamento específicas do município e de energias renováveis. Em contraste, as demais cidades optaram por categorizar suas ações com base em suas tipologias.

Nos planos de Bogotá, Lima e Quito, os eixos de ação incluem mitigação e adaptação, sendo que Quito incorporou um eixo de inclusão, Lima, um de governança e Bogotá, um de ações transversais.

Rio Branco	Bogotá	Lima	Quito
Uso do solo Urbano	Ações de mitigação	Governança	Mitigação
Uso do solo rural	Ações de adaptação	Adaptação	Adaptação
Mobilidade Urbana	Ações transversais	Mitigação	Inclusão
Saneamento			
Energias alternativas/renováveis			

Quadro 6. Eixos de planejamento de metas e ações para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Fonte: elaborado por autores, baseado em Rio Branco (2020), Bogotá (2022), Lima (2021) e Quito (2020).

Por meio dos eixos de planejamento, são definidas as ações e subações a serem cumpridas. Nos planos analisados, observa-se a recorrência de diversas temáticas em comum, como a arborização urbana, energias alternativas limpas, gestão do uso do solo, drenagem urbana e construção sustentável.

Todavia, algumas temáticas são diferentes, como a manutenção dos espaços vazios, tratada apenas no de Rio Branco, e a proteção da população, abordada apenas no de Lima, conforme exposto no Quadro 7.

Cidades	Energias alternativas limpas	Eficiência energética de edificações	Combustíveis alternativos	Disposição e tratamento de resíduos	Tratamento de água	Soluções baseadas na natureza	Arborização Urbana	Gestão do uso do solo	Gestão do risco de incêndios florestais	Drenagem urbana	Participação da comunidade	Justiça climática	Construção sustentável	Monitoramento das mudanças climáticas	Proteção da população	Manutenção dos espaços vazios	Fiscalização da legislação urbana
Rio Branco	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓
Bogotá	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
Lima	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x
Quito	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x

Quadro 7. Temáticas abordadas nas ações. Fonte: Elaborado por autores, baseado em Rio Branco (2020), Bogotá (2022), Lima (2021) e Quito (2020).

Ainda que as temáticas das ações sejam semelhantes, elas se adaptam às necessidades de cada local e ao nível de desenvolvimento do PMAMC. Essa particularidade pode ser observada nas subações, para as quais são estabelecidos os prazos para seu cumprimento, conforme exemplos expostos no Quadro 8.

Cidades	Subação	Prazo
Rio Branco	Redução em 40% no desmatamento e queimadas na zona rural e periurbana de Rio Branco.	2040
	Criação e implementação de 01 Programa Municipal de Energia renovável.	2040
	Elaboração de 01 Plano Municipal de Drenagem Urbana.	2040
Bogotá	Monitorar as condições meteorológicas associadas aos incêndios florestais do Sistema de Alerta de Bogotá e outras redes existentes ou estabelecidas.	2024 – 2030
	Aumentar e manter a cobertura arbórea urbana em áreas com maior índice de risco climático devido às ilhas de calor no Distrito Capital.	2024 - 2050
	Implementar ações de monitoramento do risco climático em caso de inundações, chuvas torrenciais e movimentos de massa, bem como o projeto de intervenções para reduzir os seus efeitos.	2024 - 2050
Lima	Reduzir consideravelmente o risco de inundações reduzindo pontos críticos nas margens e ravinas do Chillón, Rímac e Lurín não protegido.	2021-2025
	Aumentar árvores na região metropolitana de Lima através da implementação do programa de Arborização “Árvores para Lima”, incluindo sistemas estabelecidos pelo Programa Programa Metropolitano e cidadão.	2021-2030
	Aumentar a resiliência da população adulta diante das ondas de calor através campanha educativo-comunicacional “Cuidado da saúde face às ondas de calor" em espaços públicos abertos.	2022-2030
Quito	Estratégia distrital para a gestão integral dos incêndios florestais.	2023-2030
	Padrões de planejamento urbano para espaços públicos resilientes contra ondas de calor e escoamento.	2020-2023
	Sistema de alerta prévio para reduzir o risco de inundações.	2023-2030

Quadro 8. Exemplos de subações estabelecidas nos planos. Fonte: Elaborado por autores, baseado em Rio Branco (2020), Bogotá (2022), Lima (2021) e Quito (2020).

Ao observar as subações desses planos, identifica-se que as presentes no de Rio Branco representam etapas extremamente iniciais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Além disso, essas subações estabelecem apenas o marco temporal de 2040 para serem realizadas, não apresentam valores de referência para as condições atuais, dificultando o monitoramento da execução. De forma oposta, os planos

de Bogotá, Lima e Quito apresentam ações específicas, com delimitação do prazo máximo para execução e indicadores.

Análise dos Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas segundo os pilares da metodologia C40

A análise dos PMAMC quanto ao atendimento aos critérios dos pilares da metodologia C40 resultou no Quadro 9. Ao observar os dados, verifica-se que, dentre os planos, o de Rio Branco foi o que apresentou o maior número de critérios não atendidos, principalmente os relacionados ao pilar de Aceleração e Implementação. Os demais planos atenderam a todos os critérios, com exceção da identificação de barreiras na implementação das ações, no caso de Bogotá.

Vale destacar que a ineficácia do plano de Rio Branco, devido à falta de execução, vem sendo notada pela sociedade (Bieber, 2023). Essa constatação pode ser compreendida ao se considerar que os itens do C40 não atendidos evidenciam a falta de participação governamental, a ausência de difusão do plano com a sociedade e a não identificação de barreiras para a implementação das ações. Essas questões foram apontadas no estudo de Lehmann *et al.* (2015) como dificultadores da implementação de ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Além dos problemas relacionados à falta de implementação do plano de Rio Branco, evidencia-se a inexistência de um inventário das trajetórias de emissão dos gases de efeito estufa, da avaliação de riscos climáticos e das emissões residuais. A ausência dessas elementos pode ser explicada pela falta de tecnologia, financiamento, capacitação técnica, recursos humanos qualificados e levantamento sistemático de dados, conforme exposto no estudo realizado por Sattar (2022) e Olazabal e Gopegui (2021).

Em complemento, informações que indican que as características climáticas locais influenciam no interesse e incentivo à implementação de ações de adaptação (Lehmann

et al., 2015) bem como o fato de que cidades que enfrentam desastres ambientais tendem a investir mais no enfrentamento às mudanças climáticas (Anguelovski, Chu e Carmin, 2014), também contribuem para a compreensão do caso de Rio Branco. Esta cidade é a única, entre as que possuem plano e estão localizadas no Brasil, que não enfrenta desastres ambientais e climáticos extremos. Da mesma forma, das nove capitais brasileiras analisadas inicialmente, apenas Rio Branco apresentou um plano, reforçando essa compreensão.

	Compromisso e colaboração					Desafios e oportunidades					Aceleração e implementação			
Cidades	Visão, compromisso e engajamento	Coordenação com iniciativas e instituições relacionadas	Metas e objetivos para a mitigação e adaptação	Recursos humanos	Comunicações, difusão e promoção	Contexto da cidade	Gestão e poderes da cidade	Inventário de emissão de gases do efeito estufa	Trajetórias de emissão de gases do efeito estufa	Avaliação de risco climático	Ações de mitigação e adaptação equitativas e inclusivas	Identificação de barreiras	Emissões residuais	Monitoramento, avaliação, relatoria e revisão
Rio Branco	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	x
Bogotá	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
Lima	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Quito	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Quadro 9. Pilares da metodologia C40 atendidos nos PMAMC das cidades da Amazônia.Fonte: Elaborado por autores, baseado em Rio Branco (2020), Bogotá (2022), Lima (2021) e Quito (2020).

As fragilidades presentes no plano de Rio Branco, contribuem efetivamente para o contribuem efetivamente no combate às mudanças climáticas, assim como constatado nos estudos realizados em outras cidades por Singh *et al.* (2021), Sattar (2022), Salvia *et al.* (2021) e Olazabal e Gopegui (2021).

Em relação aos planos atuais de Bogotá, Lima e Quito, constata-se que eles possibilitam um enfrentamento às mudanças climáticas alinhado à realidade. A existência de inventários de emissão de gases de efeito estufa e de trajetórias de emissão, obtidos por meio dos cenários do IPCC, embasam a aplicação de ações para o alcance dos objetivos do Acordo de Paris e dos ODS. O maior nível técnico desses planos pode ser compreendido pela conscientização climática e pelo investimento em especialistas em adaptações climáticas, conforme identificado por Anguelovski, Chu e Carmin (2014). Todavia, ressalta-se que este estudo se limitou a analisar os planos existentes, sem investigar a execução das ações propostas.

Potencialidades e fragilidades dos PMAMC na Pan-Amazônia

Ao analisar o atual cenário de enfrentamento às mudanças climáticas nas capitais da Pan-Amazônia e os PMAMC existentes, foram identificadas potencialidades e fragilidades que precisam ser consideradas para a evolução dessa temática.

As potencialidades identificadas foram:

- A estrutura organizacional bem definida para o monitoramento e delegação da execução das metas;
- Os processos participativos na elaboração do plano, que são essenciais para garantir o envolvimento da sociedade na aplicação das metas;
- Inventários bem estruturados sobre clima, recursos hídricos, uso do solo, mobilidade, fauna e flora, além de questões geográficas, os quais garantem a elaboração de metas condizentes com as vulnerabilidades existentes e possíveis riscos futuros;

- A criação de sistemas de monitoramento das metas, com base em indicadores, que possibilitam a análise eficaz do cumprimento dos objetivos estabelecidos.

Essas potencialidades, em sua maioria, baseiam-se em conhecimento técnico e científico, essenciais para o estabelecimento de ações alinhadas à realidade e futuros riscos climáticos. Nesse contexto, a participação de acordos internacionais é considerada positiva para obtenção de capacitação técnica e científica, em estudos como o de Salvia *et al.* (2021).

A cidade de Rio Branco é signatária do Compacto dos prefeitos, porém, não apresenta evolução nas fases deste acordo, assim como as demais cidades citadas no Quadro 1 e que não possuem PMAMC. Diferente das outras cidades que participam do C40 Cities, o plano de Rio Branco apresenta baixo nível de informações técnicas, portanto, compreendeu-se que a participação em acordos internacionais tende a ser positiva para a elaboração de PMAMC quando é ativa e constante.

As fragilidades observadas foram:

- Ausência de conselhos estruturados, órgãos reguladores e institutos específicos de organização de informações voltadas às questões climáticas;
- Ausência de políticas nacionais de incentivo à implementação de medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas;
- Falta de participação em compromissos internacionais;
- Falta de parcerias com redes, órgãos, instituições de apoio, universidades, ministérios, redes de pesquisa, organizações internacionais e consórcios;
- Falta de levantamento de dados sobre o espaço urbano, problemas ambientais e áreas de riscos;
- Infraestrutura urbana precária.

A principal fragilidade observada foi a falta de envolvimento e investimento público foi a maior causa dos problemas. Sem a devida consideração dos governos sobre a

importância das questões climáticas, a estrutura necessária para elaboração e implementação de PMAMC é comprometida e inviabilizada.

Outra problemática relacionada às fragilidades encontradas foi a infraestrutura urbana precária. Para o caso de Rio Branco, a cidade possui um déficit de saneamento, com apenas 22,67% do esgoto coletado e 19,88% tratado (Trata Brasil, 2021). Essa realidade precisa ser melhorada para possibilitar o aprofundamento das ações voltadas às MC.

Considerações finais

Os resultados evidenciaram que o comprometimento com o enfrentamento às mudanças climáticas na Pan-Amazônia é baixo, com cerca de 47% das capitais não possuindo sequer ações iniciais voltadas à elaboração de Planos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PMAMC).

No Brasil, apenas Rio Branco apresentou um plano. No entanto, este plano apresenta lacunas nos compromissos, desafios, oportunidades e ações de implementação, com ações pouco definidas. A falta de participação governamental, a ausência de difusão do plano com a sociedade, a não identificação de barreiras para a implementação das ações, bem como a falta de tecnologia, financiamento, educação técnica, recursos humanos qualificados e levantamento de dados, foram os principais fatores relacionados à baixa eficácia deste plano.

Os demais planos analisados apresentaram bom desenvolvimento nos compromissos, desafios, oportunidades e ações de implementação. A participação ativa em acordos internacionais, assim como o conhecimento técnico e científico, fora identificados como grandes influenciadores na efetividade desses planos.

Os resultados apresentados contribuem para a identificação do nível de enfrentamento às mudanças climáticas na Pan-Amazônia, evidenciando a necessidade

de elaboração de políticas, ações, parcerias e investimentos para a melhoria desse cenário. Além disso, as análises e as potencialidades e fragilidades identificadas podem auxiliar as cidades que estão desenvolvendo seus PMAMC a evitar problemas que resultem em planos ineficazes.

Uma limitação deste estudo é a análise restrita apenas aos planos das capitais. Devido à tendência de maiores ações e investimentos em capitais, considerou-se que os resultados apresentados oferecem uma visão coerente com a realidade da Pan-Amazônia.

Referências

Alcadía Mayor de Bogotá (2020). *Plan de Acción Climática Bogotá 2020-2050.* https://drive.google.com/file/d/1fDoMbjnmzG9a52AG4ypu1G30Vq_2T7er/view . Acesso em: 28 ago. 2023

Anguelovski, I., Chu, E., & Carmin, J. (2014). Variations in approaches to urban climate adaptation: Experiences and experimentation from the global South. *Global Environmental Change,* 27, 156-167. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.05.010.

Bieber, J. G. (2023). Maioria das capitais brasileiras não tem plano de enfrentamento às mudanças climáticas. *Agência Pública*. https://apublica.org/2023/06/maioria-das-capitais-brasileiras-nao-tem-plano-de-enfrentamento-as-mudancas-climaticas/ . Acesso em: 28 ago. 2023

Bonan, G. B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, *320*(5882), 1444-1449. https://doi.org/10.1126/science.1155121

Brienen, R. J., Phillips, O. L., Feldpausch, T. R., Gloor, E., Baker, T. R., Lloyd, J., ... & Zagt, R. J. (2015). Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature*, 519(7543), 344-348. https://doi.org/10.1038/nature14283

C40. (2023). *About C40.* https://www.c40.org/about-c40/.

C40 Cities. (2020). *Quadro de planejamento de ações climáticas.* https://c40.my.salesforce.com/sfc/p/#36000001Enhz/a/1Q0000001mwG/sbzV6s2mfgdqmQ0MsH2a5EKLCRdmEyVc2vcEFwqSqFs.

C40 Cities. (2025). Our Cities. https://www.c40.org/cities/

Climate Data (2025). *Dados climáticos para cidades mundiais*. https://pt.climate-data.org

IBGE. (2022). *Censo 2022*. https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/

Institut national de la statistique et des études économiques. (s.f). Statistics and studies. https://www.insee.fr/en/statistiques?debut=0&theme=1

IPCC. (2014). Climate Change 2013 – *The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9781107415324

IPCC. (2023). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Lehmann, P., Brenck, M., Gebhardt, O., Schaller, S., & Süßbauer, E. (2015). Barriers and opportunities for urban adaptation planning: analytical framework and evidence from cities in Latin America and Germany. *Mitigation and adaptation strategies for global change,* 20, 75-97. https://doi.org/10.1007/s11027-013-9480-0

Municipalidad de Lima. (2021). Plan Local de Cambio Climático de la Provincia de Lima 2021-2030. https://drive.google.com/file/d/1jp75bzDIu7XRkd3ssNQgj9Ni_lpUfm_6/view. Acesso em: 28 ago. 2023

Nepstad, D. C., Stickler, C. M., Filho, B. S., & Merry, F. (2008). Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 363(1498), 1737-1746. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.0036

Olazabal, M., & De Gopegui, M. R. (2021). Adaptation planning in large cities is unlikely to be effective. *Landscape and Urban Planning*, 206, 103974. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103974

Rio Branco. (2020). Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima de Rio Branco. https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2021/03/IPAM-PLANO-MITIGACAO-RIO-BRANCO_V34.pdf

Salvia, M., Reckien, D., Pietrapertosa, F., Eckersley, P., Spyridaki, N. A., Krook-Riekkola, A., ... & Heidrich, O. (2021). Will climate mitigation ambitions lead to carbon neutrality? An analysis of the local-level plans of 327 cities in the EU. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110253. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110253

Sattar, U. (2022). A conceptual framework of climate action needs of the least developed party countries of the Paris Agreement. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 9941. https://doi.org/10.3390/ijerph19169941.

Science Panel for the Amazon (2021). Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. *United Nations Sustainable Development Solutions Network*, https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134618/1/27201.pdf

Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito y C40. (2020). *Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020.* https://drive.google.com/file/d/1kMzFpRJeAosmpzxNOdyhTLNZIwKfZAfT/view.

Singh, C., Madhavan, M., Arvind, J., & Bazaz, A. (2021). Climate change adaptation in Indian cities: A review of existing actions and spaces for triple wins. *Urban Climate*, *36*, 100783. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100783.

Trata Brasil. (2023). *Ranking do saneamento do instituto Trata Brasil de 2023 (SNIS 2021).* https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2023/03/Versao-Final-do-Relatorio_Ranking-do-Saneamento-de-2023-2023.03.10.pdf.

UNDRR. (2025). Cities participating in MCR2030. https://mcr2030.undrr.org/cities

UN-Habitat (2018). Sustainable Development Goals. https://www.un.org/sustainabledevelopment/. Acesso em: 28 ago. 2023.

United Nations. (2025). *Take urgent action to combat climate change and its impacts.* https://sdgs.un.org/goals/goal13#targets_and_indicators. Acesso em: 02 fev. 2025.

United Nations Climate Change. (2025). *The Paris Agreement*. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement.

Van Marle, M. J. E., Field, R. D., van der Werf, G. R., Estrada de Wagt, I. A., Houghton, R. A., Rizzo, L. V., Artaxo, P., Tsigaridis, K. (2017). Fire and deforestation dynamics in Amazonia (1973–2014). *Global biogeochemical cycles*, *31*(1), 24-38. https://doi.org/10.1002/2016GB005445

World Population Review. (2023). *World Population Review*. https://worldpopulationreview.com