DANIELE CRISTINA CORADINI

COMPARAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS

CAMPINAS - SP

2026

DANIELE CRISTINA CORADINI

COMPARAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade da Pontifícia Universidade Católica de Campinas para a obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade.

Área de Concentração: Sustentabilidade

Linha de Pesquisa: Ciência, Sociedade, Políticas Públicas e Sustentabilidade

Orientador: Professor Dr. Cândido Ferreira da Silva Filho

PUC-CAMPINAS

2026

Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI
Gerador de fichas catalográficas da Universidade PUC-Campinas
Dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Coradini, Daniele Cristina

C787c Comparação das estratégias de mitigação e adaptação nos planos de ação climática das megacidades brasileiras / Daniele Cristina Coradini. - Campinas: PUC-Campinas, 2026.

146 f.

Orientador: Cândido Ferreira da Silva Filho.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade) - Escola de Economia e Negócios, Escola de Economia e Negócios, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2026.
Inclui bibliografia.

1. Mudança Climática. 2. Mitigação e Adaptação. 3. Governança Urbana. I. da Silva Filho, Cândido Ferreira . II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Escola de Economia e Negócios. Escola de Economia e Negócios. III. Título.

DANIELE CRISTINA CORADINI

COMPARAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado em Sustentabilidade da PUC-Campinas, e aprovada pela Banca Examinadora.

APROVADO: **16 de dezembro de 2025.**

Prof. Dr. Cândido Ferreira da Silva Filho
(Orientador - PUC-CAMPINAS)

Prof.ª Dr.ª Denise Helena Lombardo Ferreira
(PUC-CAMPINAS)

Prof. Dr. Luciel Henrique de Oliveira
(PUC-MINAS)

Dedico às futuras gerações, que herdarão os desafios e as esperanças do nosso tempo.

Que encontrem um planeta capaz de sustentar a vida em toda a sua diversidade e que possam colher os frutos das escolhas responsáveis que fazemos hoje.

Que este estudo represente um compromisso com o futuro — um convite à reflexão, à ação e ao cuidado com a Terra que compartilhamos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu abrigo e meu chão. A Ele, que me sustentou quando as forças pareciam pequenas, que me acolheu nos silêncios e me guiou com amor por cada caminho incerto. Foi em Sua presença que encontrei coragem, serenidade e propósito.

Ao meu orientador, Dr. Cândido Ferreira, meu sincero e profundo agradecimento. Sua presença constante, suas palavras de incentivo e seu olhar atento fizeram toda a diferença. Obrigada por caminhar comigo com paciência, sabedoria e amizade; por dividir seu conhecimento e acreditar em mim, mesmo quando eu duvidava. Este trabalho carrega muito da sua generosidade e da sua força.

À Professora Dra. Bruna A. Branchi, exemplo de inspiração e dedicação, agradeço por conduzir o programa com sensibilidade e firmeza, por ser referência e por inspirar com seu amor pela educação e pela pesquisa.

Ao meu companheiro Eduardo e ao meu filho Theo — meus amores, minha vida —, deixo minha gratidão mais terna. Obrigada por me apoiarem, por acreditarem nos meus sonhos e por compreenderem minhas ausências. Foram vocês que deram sentido a cada madrugada de estudo e a cada página escrita.

À minha rede de apoio — Rogéria, Carlos, Maria Carolina, Julia e César —, que me sustentou com cuidado e amor. A cada gesto, a cada ajuda, a cada momento em que cuidaram do Theo para que eu pudesse seguir, deixo meu eterno reconhecimento.

A gratidão e o reconhecimento também se estendem ao Matheus e à Janete, ao Juan, ao José e ao Miguel, pelo carinho e a presença nesses anos. Este trabalho também é de todos vocês, a quem posso chamar orgulhosamente de família.

Aos amigos queridos — em especial, José Alex, Eduardo, Silvania e Patrícia —, que me incentivaram, acreditaram em mim e encheram meus dias de leveza e alegria — obrigada por estarem por perto, por me lembrarem do riso quando o cansaço chegava.

Aos meus amigos Fernando Tadeu, Diego Vedovato e Marco Antônio, que compartilharam conhecimentos e vivência ao longo desses anos de pós-graduação. Obrigada pelos debates e risadas, foi um privilégio dividir essa trajetória com vocês.

Concluo este ciclo com o coração repleto de gratidão. Cada palavra desta dissertação foi escrita com o apoio, o amor e a fé que recebi de cada um de vocês. Que a vida retribua em dobro tudo o que me ofereceram.

“A realidade suprema do

nosso tempo é a vulnerabilidade do nosso planeta.”

John F. Kennedy

RESUMO: As mudanças climáticas configuram-se como o principal desafio do século XXI para a humanidade. Os governos locais exercem papel decisivo na mitigação e adaptação das cidades frente aos impactos climáticos. Entretanto, poucas cidades brasileiras demonstram familiaridade ou preparo suficiente para enfrentar tal problemática. As variáveis climáticas não podem ser negligenciadas no planejamento urbano e na formulação de políticas públicas. O acelerado processo de urbanização ocorrido ao longo do século XX atraiu grandes contingentes populacionais para os centros urbanos, sem que o poder público conseguisse prover infraestrutura adequada e serviços essenciais, resultando na ocupação de áreas de risco, no déficit de saneamento básico, na limitação do acesso à água potável e no manejo ineficiente dos resíduos sólidos e das águas pluviais, entre outros problemas estruturais. Diante desse contexto, torna-se imperativa a formulação de planos voltados à mitigação e à adaptação das cidades às alterações do clima. O objetivo desta pesquisa é analisar comparativamente as estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas adotadas nos planos climáticos municipais das megacidades brasileiras — São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba —, a fim de avaliar sua efetividade em termos de metas, indicadores e coerência com as diretrizes nacionais e internacionais. De natureza aplicada, a pesquisa utiliza técnica bibliográfica e documental para coleta de dados. Caracteriza-se como descritiva e comparativa, ao analisar as estratégias adotadas nos diferentes planos de ação frente às alterações do clima. Quanto aos resultados, verificamos que os Planos de Ação Climática das cidades estudadas apresentam convergências estruturais, como o alinhamento ao Acordo de Paris, aos ODS e às metas de neutralidade de carbono até 2050. No entanto, diferem quanto à maturidade institucional, escopo técnico e grau de integração com políticas urbanas. Os planos carecem de sistemas robustos de monitoramento de indicadores, avaliação e acompanhamento do cumprimento das metas, o que dificulta o controle social, a mensuração do desempenho e o aprimoramento das políticas públicas climáticas.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Governança Urbana; Mitigação e Adaptação; Megacidades Brasileiras.

ABSTRACT: Climate change is the main challenge of the 21st century for humanity. Local governments play a decisive role in mitigating and adapting cities to climate impacts. However, few Brazilian cities demonstrate sufficient familiarity or preparedness to face this problem. Climatic variables cannot be neglected in urban planning and the formulation of public policies. The accelerated urbanization process that occurred throughout the 20th century attracted large population contingents to urban centers, without the public authorities being able to provide adequate infrastructure and essential services, resulting in the occupation of risk areas, a deficit in basic sanitation, limited access to drinking water, and inefficient management of solid waste and rainwater, among other structural problems. Given this context, the formulation of plans aimed at mitigating and adapting cities to climate change becomes imperative. The objective of this research is to comparatively analyze the climate change mitigation and adaptation strategies adopted in the Climate Action Plans of Brazilian megacities—São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, and Curitiba—in order to evaluate their effectiveness in terms of goals, indicators, and coherence with national and international guidelines. Applied in nature, the research uses bibliographic and documentary techniques for data collection. It is characterized as descriptive and comparative, analyzing the strategies adopted in the different action plans in response to climate change. Regarding the results, we found that the Climate Action Plans of the cities studied show structural convergences, such as alignment with the Paris Agreement, the SDGs, and the carbon neutrality targets by 2050. However, they differ in terms of institutional maturity, technical scope, and degree of integration with urban policies. The plans lack robust systems for monitoring indicators, evaluating and tracking the achievement of targets, which hinders social control, performance measurement, and the improvement of climate public policies.

Keywords: Climate Change; Urban Governance; Mitigation and Adaptation; Brazilian Megacities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 18

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Emissões de GEE no Brasil de 1990 a 2023 20
Gráfico 2. Emissões de GEE nas atividades de energia e PIUP, de 1970 a 2023 21
Gráfico 3. Gráfico 3. Série histórica das emissões do setor de resíduos, de 1970 a 2023 21
Gráfico 4. Distribuição das emissões do setor de resíduos em 2023 22

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Síntese dos impactos das mudanças climáticas nos centros urbanos 37
Quadro 2. Marcos históricos do PlanClima de Curitiba (2009-2020) 64
Quadro 3. Marcos históricos da agenda climática de Belo Horizonte(1993-2022) 72
Quadro 4. Síntese comparativa dos planos de ação climática 108

LISTA DE ABREVIATURAS

Action, Selection and Priorisation – ASAP

Agência Nacional de Águas – ANA

Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP

Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ

Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT

Área de Proteção Ambiental – APA

Áreas de Preservação Permanente – APP

Áreas de Relevante Interesse Ambiental – ARIA

Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES

Bosques de Conservação da Biodiversidade Urbana – BCBU

Central Geradora Hidrelétrica – CGH

Clorofluorcarbonetos – CFCs

Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima – CIM

Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD

Conferência das Partes – COP

Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC

Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC

Contribuições Nacionalmente Determinadas – CNDs

Demanda Bioquímica por Oxigênio – DBO

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT

Dióxido de Carbono – CO_2

Dióxido de Carbono Equivalente – $GtCO_2e$

Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social – EHIS

Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero

Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Empresa de Planejamento e Logística – EPL

Escala Brasil Transparente – EBT

Estados Unidos da América – EUA

Financiadora de Estudos e Projetos – Finep

Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – FBMC

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA

Gases de Efeito Estufa – GEE

Green Climate Cities – GCC

Grupo dos Vinte – G20

Habitações de Interesse Social – HIS

Hidrofluorcarbonetos – HFCs

Hexafluoreto de Enxofre – SF_6

Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana do Município – ICTEM

Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

Índice de Qualidade da Água – IQA

Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público – IAP

Índice de Reclamação de Falta d'Água – IRFA

Índice de Regularidade de Distribuição – IRD

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

International Council for Local Environmental Initiatives – ICLEI

Laboratório de Inovação para Mediação Sociopolítica da Juventude Carioca – Lab.Juv RIO

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL

Metano – CH_4

Miniterminais Logísticos – MTL

Núcleo Interdisciplinar de Apoio às Unidades Escolares – NIAP

Núcleos Comunitários de Defesa Civil – NUDEC

Núcleo do Programa de Saúde Escolar – NPSE

Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

Óxido Nitroso – N_2O

Organização das Nações Unidas – ONU

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO

Organização Meteorológica Mundial – OMM

Organizações Não Governamentais – ONGs

Pagamentos por Serviços Ambientais – PSA

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC

Perfluorcarbonos – PFCs

Pessoa com Deficiência – PcD

Plano de Agricultura de Baixo Carbono – Plano ABC

Plano de Ação Climática de Belo Horizonte – PLAC-BH

Plano de Ação Climática de Curitiba – PlanClima Curitiba

Plano de Ação Climática do Município de São Paulo – PlanClimaSP

Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis – PPCS

Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE

Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática – PDS

Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática do Rio de Janeiro – PDS-Rio

Plano Diretor Estratégico – PDE

Plano Municipal de Controle Ambiental e Desenvolvimento Sustentável – PMCADS

Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – PNA

Plano Nacional de Educação – PNE

Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia – PPCDAm

Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado – PPCerrado

Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU

Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS

Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC

Ponto de Entrega Voluntária – PEV

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – PCRJ

Prefeitura Municipal de São Paulo – PMSP

Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC (2013)

Processos Industriais e Uso de Produtos – PIUP

Programa Ambientes Verdes e Sustentáveis – PAVS

Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA

Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal – RPPNM

Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas – SECLIMA

Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima – SMAC

Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa – SEEG

Sistema de Fontes de Poluição – SIPOL

Sistema Financeiro Nacional – SFN

Soluções Baseadas na Natureza – SBN

Unidades Básicas de Saúde – UBS

7ª Reunião das Partes – MOP7

15ª Conferência das Partes – COP15

17ª Conferência das Partes – COP17

21ª Conferência das Partes – COP21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. DA AGENDA CLIMÁTICA GLOBAL AO ACORDO DE PARIS: FUNDAMENTOS E MARCOS INSTITUCIONAIS 6
2.1. Evolução histórica e econômica do fenômeno das mudanças climáticas 6
2.2. Inserção dos organismos internacionais na agenda ambiental e climática global 9
2.3. Das conferências globais ao Acordo de Paris: evolução da governança climática internacional 13
3. POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 19
3.1. Cenário brasileiro de emissões e desafios climáticos 19
3.2. Marco internacional da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima 23
3.3. Estrutura institucional e governança interministerial da política climática 24
3.4. Diretrizes e instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima 27
3.5. Mecanismos financeiros de apoio à mitigação e adaptação climática 30
3.6. Estrutura, eixos e metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima 32
3.7. Estratégias nacionais de adaptação e fortalecimento da resiliência climática nas áreas urbanas 33
4. METODOLOGIA DA PESQUISA: ABORDAGEM COMPARATIVA DOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS 41
4.1. Características da pesquisa 41
4.2. Etapas da pesquisa 41
4.2.1. Etapa 1 – Revisão bibliográfica e normativa: 41
4.2.2. Etapa 2 – Levantamento documental: 42
4.2.3. Etapa 3 – Análise de conteúdo: 42
4.2.4. Etapa 4 – Construção e aplicação de matriz comparativa: 42
4.2.5. Etapa 5 – Interpretação dos resultados: 43
4.3. Planos a serem avaliados: São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba 43
4.4. Indicadores de sustentabilidade 44

5. ANÁLISE COMPARATIVA DOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS 46
5.1. Contextualização 46
5.2. Fundamentos da análise das estratégias de mitigação e adaptação 47
5.3. Planos de ação climática das megacidades brasileiras 47
5.3.1. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima-SP) 48
5.3.2. Plano de Ação Climática de Curitiba (PlanClima Curitiba) 62
5.3.3. Plano de Ação Climática de Belo Horizonte (PLAC-BH) 72
5.3.4. Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática do Rio de Janeiro (PDS-Rio) 81
5.4. Análise Comparativa das Estratégias de Mitigação e Adaptação 105
5.5 Possibilidades e limitações dos planos de ação de climática 109
6. CONCLUSÃO 115
7. REFERÊNCIAS 120

1. INTRODUÇÃO

As alterações do clima configuram-se como um fenômeno global de origem predominantemente antrópica, com impactos crescentes sobre os sistemas urbanos. No contexto brasileiro, o processo acelerado de urbanização intensificou vulnerabilidades socioambientais, especialmente em grandes centros, cenário que torna indispensável a incorporação da variável climática de forma estruturante no planejamento urbano e em políticas públicas.

O fenômeno climático é uma preocupação não apenas do Brasil, mas também de um conjunto de 197 países que ratificaram a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre o tema, desde sua abertura para assinatura em 1992 (Klug; Marengo; Luedemann, 2016).

O número de pessoas que vivem em centros urbanos no Brasil cresce continuamente. Conforme demonstram dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o contingente populacional urbano do país dobrou desde a década de 1940. Atualmente, a população urbana brasileira corresponde a aproximadamente 84%, em comparação aos 40% registrados nos anos 1940 (IBGE, 2017). Considerando-se que a maior parte da população mundial reside em áreas urbanas (Banco Mundial, 2018), é evidente a importância das cidades como *locus* de enfrentamento das mudanças do clima, sendo imprescindível a priorização de políticas climáticas urbanas.

Pode-se afirmar que as cidades menores geram muitos dos mesmos fatores de risco climáticos observados nos grandes centros, ainda que em menor escala (Major; Juhola, 2016). Cidades grandes e pequenas compartilham dinâmicas semelhantes de vulnerabilidade: crescimento populacional em áreas de risco, dependência de infraestruturas complexas e suscetíveis a desastres naturais, desmatamento e degradação ambiental, além de práticas de construção incompatíveis com o ambiente local (Rumbach, 2015).

No cenário brasileiro, é imprescindível alinhar as estratégias de crescimento socioeconômico e de desenvolvimento sustentável à agenda climática. Isso, porque a mudança climática constitui questão estratégica para o presente e o futuro do desenvolvimento nacional e exige conciliação entre escolhas produtivas, tecnologia, preservação ambiental e competitividade. Ressalta-se que o Brasil figura entre os

principais emissores de gases de efeito estufa (GEE), em razão, dentre outras coisas, das queimadas e da destruição de florestas (Obermaier; Rosa, 2013).

Nesse sentido, sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente, em 2007, foi criado o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, responsável pela elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, cuja primeira versão foi disponibilizada para consulta em setembro de 2008 (Assad; Martins, 2022). Posteriormente, foi instituída a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009), que estabeleceu, além de planos setoriais voltados à mitigação e à adaptação às mudanças climáticas, metas de mitigação, fortalecimento de sumidouros de carbono, desenvolvimento econômico e proteção climática.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a mitigação envolve intervenções humanas destinadas à redução das fontes ou à intensificação dos sumidouros de GEE (IPCC,2022). No contexto urbano, as medidas de mitigação incluem, dentre outras coisas:

- substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia (solar, eólica, biomassa);
- eficiência energética em transportes, edificações e indústrias;
- reflorestamento e conservação de florestas nativas;
- gestão de resíduos sólidos e aproveitamento energético de biogás;
- planejamento urbano de baixa emissão de carbono.

Já as ações de adaptação (IPCC, 2014) são voltadas à redução de vulnerabilidades e ao aumento da resiliência das populações, ecossistemas e infraestruturas. Exemplos incluem:

- planejamento urbano resiliente (zonas de amortecimento, drenagem sustentável, infraestrutura verde);
- melhoria da segurança hídrica (proteção de mananciais, reúso de água, captação de chuva);
- sistemas de alerta precoce e gestão de desastres;
- planos municipais de adaptação climática.

O Plano Nacional de Mudança Climática concentra-se em medidas de mitigação, especialmente em relação à redução do desmatamento na Amazônia e à diversificação das fontes energéticas. No tocante à adaptação, o Plano previu a

identificação de impactos ambientais e o incentivo à pesquisa científica para subsidiar decisões estratégicas de enfrentamento da crise climática. Foram incluídos capítulos setoriais que abordam estratégias de adaptação, vulnerabilidades e déficits, e, desde então, o governo brasileiro reconhece a adaptação como elemento essencial no combate às alterações do clima (Assad; Martins, 2022).

No âmbito federal, o Estatuto da Cidade determina que o planejamento urbano considere as variáveis climáticas — presentes e futuras —, bem como o uso e a ocupação do solo e os investimentos em infraestrutura. Nesse contexto, e com o objetivo de alcançar a neutralidade em emissões de CO_2, os municípios são convocados a contribuir para o desenvolvimento sustentável por meio dos Planos de Adaptação Climática (Lei nº 14.904/2024) — contribuição que prevê a redução das emissões de GEE, a transição energética para fontes renováveis, a restauração dos ecossistemas e a conscientização pública sobre a importância das ações individuais.

Políticas públicas eficazes devem integrar dimensões sociais e ambientais e mobilizar governos, empresas e cidadãos em esforços conjuntos. Como afirmam Assad e Martins (2022), o futuro das cidades está diretamente condicionado ao fenômeno climático global. Para Macedo (2016), essas alterações representam o desafio do século, e os governos locais são fundamentais na mitigação dos seus efeitos. Apesar das oportunidades disponíveis, poucas cidades brasileiras demonstram familiaridade com a questão climática (Macedo, 2016).

As dimensões relacionadas a essa questão não podem, no entanto, ser negligenciadas no planejamento urbano. A crescente urbanização no século XX atraiu grandes contingentes populacionais sem a correspondente provisão de infraestrutura e de serviços públicos, o que resultou na ocupação de áreas de risco, vulnerabilidade socioambiental e déficit de saneamento, abastecimento de água e manejo de resíduos. As cidades mais expostas a esses riscos se concentram nos países em desenvolvimento (Klug; Marengo; Luedemann, 2016).

Em vista desse cenário, é essencial que as projeções climáticas orientem o planejamento urbano, reduzindo custos de adaptação e prevenindo prejuízos estruturais decorrentes de infraestruturas inadequadas. Segundo o Plano Nacional de Adaptação:

> Para a efetiva adaptação, entende-se que a estratégia a ser implementada deve consistir na integração da gestão do risco da mudança do clima nos planos e políticas públicas setoriais e temáticas

> existentes, na medida de sua pertinência, bem como nas estratégias de desenvolvimento nacional (PNA, 2016, v. I, p. 18).

De acordo com Klug, Marengo e Luedemann (2016), algumas cidades brasileiras já iniciaram ações de enfrentamento. Palmas foi a primeira, em 2003, a instituir legislação específica. Em 2009, São Paulo tornou-se referência nacional e inspirou outras cidades, como Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Feira de Santana, ao definir metas de redução de GEE.

As principais metrópoles brasileiras já vivenciam eventos climáticos extremos — chuvas intensas, secas prolongadas e períodos de estiagem —, o que torna o planejamento urbano estratégico. As cidades devem dispor de espaços para compartilhamento de informações e coordenação de políticas de adaptação.

Considerando-se que as maiores cidades brasileiras já enfrentam os efeitos da crise climática, torna-se necessário avaliar as ações do poder local frente a esse desafio, com destaque para São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba, onde os impactos são mais evidentes e as oportunidades de transformação, mais promissoras.

Bai *et al.* (2018) ressaltam a carência de análises comparativas e interdisciplinares sobre cidades e mudanças climáticas. Moraes *et al.* (2020), por sua vez, complementam que, embora as publicações científicas sobre o tema tenham crescido desde 2007, ainda são insuficientes, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil, que ocupa a 21ª posição em número de publicações.

Em face do exposto, o presente estudo busca avaliar os planos de mitigação e adaptação das cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba, diante das alterações do clima. Desse modo, apresenta-se a seguinte questão-problema: em que medida as estratégias de mitigação e adaptação previstas nos Planos de Ação Climática das megacidades brasileiras — São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba — se mostram efetivas frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas, considerando-se as especificidades urbanas, institucionais e socioambientais de cada contexto local?

O objetivo geral da pesquisa é, portanto, analisar comparativamente as estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas adotadas nos instrumentos de ação climática dessas quatro megacidades brasileiras, a fim de avaliar sua efetividade em termos de metas, indicadores e coerência com as diretrizes

nacionais e internacionais. Sendo assim, são objetivos específicos desta pesquisa:

I. Analisar a evolução das políticas e acordos internacionais sobre mudanças climáticas, especialmente o Acordo de Paris, a fim de identificar seus desdobramentos normativos e institucionais no Brasil e suas implicações para a formulação dos Planos de Ação Climática das grandes metrópoles brasileiras;
II. Examinar as políticas públicas e os instrumentos institucionais e normativos que orientam a mitigação e a adaptação a essas mudanças no Brasil, com ênfase na Política Nacional sobre Mudança do Clima e nos planos e mecanismos associados à sua implementação;
III. Descrever as estratégias de mitigação e adaptação previstas nos Planos de Ação Climática das grandes metrópoles brasileiras — São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba —, evidenciando suas metas, instrumentos e eixos de atuação;
IV. Comparar os diferentes enfoques adotados pelas megacidades analisadas em relação à mitigação das emissões de GEE e à adaptação aos impactos climáticos urbanos; e,
V. Discutir as possibilidades e os limites da efetividade dos planos de ação climática para a promoção da sustentabilidade nas megacidades brasileiras.

A dissertação que ora se apresenta está estruturada em seis capítulos. O primeiro, de introdução, contextualiza o presente trabalho e os objetivos que o norteiam. No segundo capítulo, apresenta-se o panorama climático contemporâneo e os principais mecanismos internacionais de enfrentamento das mudanças climáticas, com destaque para o Acordo de Paris. O terceiro capítulo discute o arcabouço jurídico brasileiro referente à diminuição de emissões de GEE e à adaptação às alterações do clima, os compromissos assumidos pelo país nesse contexto e o papel das cidades diante dos desafios climáticos. No quarto capítulo, por sua vez, descreve-se a metodologia adotada para a avaliação das políticas públicas voltadas à mitigação e à adaptação às mudanças do clima. O quinto capítulo se ocupa de apresentar e analisar os resultados alcançados nesta pesquisa, e o sexto capítulo, enfim, de apresentar conclusões do trabalho.

2. DA AGENDA CLIMÁTICA GLOBAL AO ACORDO DE PARIS: FUNDAMENTOS E MARCOS INSTITUCIONAIS

2.1. Evolução histórica e econômica do fenômeno das mudanças climáticas

Para o economista clássico Adam Smith, o crescimento da economia resulta da acumulação de capital sob a perspectiva do aumento da produção e da produtividade da mão de obra. John Maynard Keynes, por sua vez, mostrou que consumo e investimento são fundamentais para o crescimento econômico. Se consumo e investimento crescem, então a renda aumenta e a economia cresce.

A literatura econômica clássica privilegiou, historicamente, a expansão da produção e da renda como motores do desenvolvimento. Autores como Smith e Keynes contribuíram decisivamente para esse entendimento, ainda que o tenham feito sem considerar, à época, os limites ecológicos do sistema produtivo. Essa lacuna teórica torna-se particularmente relevante quando se analisa a relação entre desenvolvimento, urbanização e crise ambiental.

A Revolução Industrial do século XVIII provocou não só grandes transformações do ponto de vista econômico e tecnológico, como também ambientais e urbanas. Desde então, houve o aumento da população urbana e o adensamento populacional, o que, por conseguinte, aumenta cada vez mais o uso de recursos naturais (Barbieri; Ferreira, 2018).

Com o término da Segunda Guerra Mundial, em 1945, houve um período de intenso crescimento econômico, tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles menos avançados, que atuavam como fornecedores de insumos ou mercadorias para o novo modelo de expansão econômica. Esses países passaram por um processo de transição de uma base produtiva centrada em atividades primárias — como a agricultura e a mineração — para a industrialização (Barbieri; Ferreira, 2018).

Decorre daí que os recursos naturais passaram a ser extraídos mais intensamente, a fim de serem utilizados como insumos para a produção de bens de consumo e de uso material. À medida que as máquinas ganharam espaço na sociedade durante a Revolução Industrial, as fontes de energia também foram alteradas, intensificando-se o uso de combustíveis fósseis, que liberam mais poluentes na atmosfera (Duarte, 2009).

Essa dinâmica de crescimento no pós-guerra trouxe consequências negativas para o meio ambiente, que extrapolaram barreiras locais e nacionais, como, por exemplo, o caso da depleção da camada de ozônio, a chuva ácida provocada pelas emissões de GEE e o aquecimento global, dentre outros (Barbieri, 2020). Todavia, a ideia de crescer para, posteriormente, transformar qualitativamente a vida da população ainda era predominante. Não havia maiores preocupações com os danos ao meio ambiente decorrentes do crescimento econômico a qualquer custo.

A degradação ambiental passou a ser compreendida como um problema a partir dos anos 1960. A obra de Meadows *et al.* (1972) foi importante, pois mostrou que crescimento não necessariamente é progresso e que é preciso agir de forma conjunta para preservar o planeta para as futuras gerações.

Segundo o IPCC (2001), a maior ameaça ao futuro do planeta é o excesso de GEE, responsáveis pelo aquecimento global, fenômeno relativamente recente na história do planeta e de natureza antropogênica, isto é, diretamente ligado às atividades humanas. Esse fenômeno resulta na elevação anormal da temperatura média da superfície da Terra (Brown, 2001) e tende a persistir mesmo que as emissões desses gases sejam zeradas, em decorrência das atividades humanas (Veiga, 2010).

De acordo com o IPCC (2001), entende-se por mudança climática:

> [...] uma variação estatisticamente significativa nas condições médias do clima ou em sua variabilidade, que persiste por um longo período – geralmente décadas ou mais. Pode advir de processos naturais internos ou de forças naturais externas, ou ainda de mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso do solo (IPCC, 2001, p. 368).

Nesse sentido, as alterações do clima que têm sido experimentadas são causadas, fundamentalmente, por atividades humanas, que resultam do aumento das emissões de GEE. Essas alterações são consideradas o maior desafio do século XXI. Segundo o Acordo de Paris (2015), é necessário frear a elevação da temperatura da Terra para que se estabilize em 2°C acima dos níveis pré-industriais até o final do século, o que aponta, portanto, para a redução considerável das emissões de GEE em um curto período.

O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, decorrente da queima de combustíveis fósseis, de atividades agropecuárias e do

desmatamento, é a principal causa do fenômeno do aquecimento global, que é tido, por seu turno, como a principal causa da mudança climática.

Constata-se que, a partir de 1750, época que marca a origem da Revolução Industrial, cerca de 80% das emissões globais de CO_2 são oriundas da queima de combustíveis fósseis (Brown, 2001). Também se verifica o aumento das emissões de outros gases, como metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), além de gases criados pelo homem, como os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6), que contribuem potencialmente para o aquecimento global (Callan; Thomas, 2016). A emissão desses gases retém calor na atmosfera, fator que ameaça toda a humanidade, em se tratando de um risco ambiental que ocorre globalmente (Beck, 2002).

Ao provocar o aquecimento global, a emissão desses gases altera a composição da atmosfera e provoca também alterações no sistema climático global, causando grandes danos aos ecossistemas e às sociedades. Os efeitos do aquecimento global da Terra são imediatos, e alguns exemplos são os eventos climáticos extremos, como tempestades, inundações e secas prolongadas, dentre outros (Meneguzzi, 2011). Pode-se dizer, portanto, que a mudança climática é um risco ambiental produzido a partir do processo de desenvolvimento da produção e da urbanização (Beck, 2010).

De acordo com o IPCC, o aquecimento médio da temperatura do ar em 2°C poderia resultar no derretimento de geleiras, no aumento do nível do mar e no incremento da ocorrência de eventos extremos, como tempestades, secas, ciclones tropicais, ondas de calor e de frio, enchentes e inundações, dentre outras consequências.

A queima de combustíveis fósseis em todo o mundo representava cerca de 90% das emissões de CO_2 produzidas por atividades antropogênicas em 2007 (IPCC, 2007). As emissões provenientes dessa queima passaram de 9,28 bilhões de toneladas para 37,1 bilhões de toneladas entre 1959 e 2018 (Alves, 2018). No Brasil, a maioria das emissões de GEE decorre das queimadas nas florestas e do desmatamento (Vital, 2018).

Ainda segundo o IPCC (2018), as atividades antrópicas provocam o aquecimento global de aproximadamente 1,0°C acima dos níveis pré-industriais. Este

aquecimento poderá atingir 1,5°C entre 2030 e 2052, caso as emissões de GEE continuem a aumentar no mesmo ritmo.

Dentre outras consequências negativas de longo prazo, as emissões contribuem para acelerar o processo de mudança climática, expondo a humanidade a riscos capazes de afetar a natureza e de ameaçar os meios de subsistência (Veiga, 2018). Uma vez que a emissão de GEE compromete as condições de vida na Terra, essa preocupação passou a ser pauta frequente na comunidade científica (Barbieri; Ferreira, 2018).

A construção social do fenômeno das mudanças climáticas como problema global partiu de cientistas e da Organização das Nações Unidas (ONU), a partir do entendimento de que os impactos já sentidos e as alterações no planeta tendem a se agravar de forma mais célere. A ONU considera que a mudança climática deve ser objeto de políticas públicas e de acordos internacionais entre os Estados-nações, a fim de alcançar a redução de emissões de GEE, já que seus impactos extrapolam limites geográficos dos países.

Ao longo dos anos, a preocupação com o aquecimento global e suas prováveis consequências para as pessoas e o meio ambiente expandiu-se do meio científico para círculos sociais cada vez maiores. Apesar disso, os desafios da mitigação das emissões de GEE e da adaptação às mudanças climáticas dependem de políticas emanadas de cima para baixo, ou seja, a administração do problema é, inicialmente, responsabilidade das nações (Betsill; Bulkeley, 2007).

2.2. Inserção dos organismos internacionais na agenda ambiental e climática global

Na agenda ambiental e climática global, a preocupação inicial sobre questões ambientais estava relacionada principalmente à utilização dos recursos da natureza; o debate sobre mudanças climáticas surgiu posteriormente. Inicialmente, as preocupações se concentravam nos conflitos sociais decorrentes da escassez dos recursos da natureza, como, por exemplo, a água, o solo e o ar, que eram utilizados na produção industrial e, neste contexto, poderiam se tornar escassos para a população. Foi a partir desse cenário que emergiram, então, preocupações relacionadas às alterações climáticas (Dupuy, 1980).

Por razões distintas, a problemática ambiental e climática recebe atenção nos países em desenvolvimento e nos países desenvolvidos. Nos países em desenvolvimento, os problemas ambientais estão relacionados à própria falta de desenvolvimento e à pobreza. Nessas regiões, as condições de vida estão em perigo devido a problemas como a falta de água potável, de saneamento básico, de moradias adequadas, além de fatores como desnutrição, doenças e outros desastres, que podem ser superados em grande parte pelo próprio desenvolvimento local.

Já nos países desenvolvidos, os problemas decorrem da criação de grande capacidade produtiva na agricultura, na indústria e no comércio, do crescimento dos sistemas de transporte e comunicação e de conglomerados humanos, fatores que, de algum modo, causam danos e perturbações ambientais. Assim, vê-se a importância de se considerar a relação entre meio ambiente e desenvolvimento (Barbieri, 2020).

Em vista desse cenário, a ONU foi inserida no debate internacional sobre o meio ambiente, por meio da Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente, em 1972. Essa conferência ocorreu no contexto da segunda década de desenvolvimento da ONU, e foi iniciada em 1971. Representa um dos marcos mais importantes para o entendimento do desenvolvimento sustentável — ainda que essa expressão não fosse utilizada à época —, tendo como uma de suas principais pautas a poluição ambiental (Barbieri, 2020).

Os objetivos principais levantados na conferência eram o aumento da taxa de crescimento do PIB para 6% nos países em desenvolvimento, a elevação da taxa média de crescimento do produto bruto *per capita* para 3,5%, a promoção da justiça social, de modo a distribuir esses resultados de forma mais justa e igualitária, o aumento da eficiência produtiva e dos níveis de emprego, de saúde, de nutrição, de educação e de proteção ambiental. Também foram estabelecidos objetivos voltados ao bem-estar de crianças e de mulheres, para que pudessem participar do processo de desenvolvimento.

As reuniões preparatórias resultaram em um relatório final, que mostrou que os problemas ambientais diferiam entre países em desenvolvimento e países industrializados ou desenvolvidos. Assim, o plano de ação aprovado na conferência, em 1972, contou com 109 recomendações, classificadas em três categorias, cujos objetivos são:

• Vigilância ambiental: identificar, criar e disseminar conhecimentos e coletar dados sobre variáveis ambientais, de modo a disseminá-los nas comunidades científicas — com o objetivo de assegurar tomadas de decisão;
• Gestão ambiental: identificar funções para planejamento que levem em conta os efeitos colaterais das atividades humanas; e,
• Medidas de apoio: educação, financiamentos, políticas e formação de especialistas (Barbieri, 2020).

Com isso, a temática ambiental passou a integrar a agenda política internacional, com influência sobre recomendações direcionadas aos governos dos Estados nacionais e às organizações governamentais. Um dos resultados mais importantes desse momento foi a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), para atuar na coordenação e na liderança das ações da ONU. Além disso, foram criados órgãos governamentais em muitos países para cuidar de problemas ambientais, como poluição e uso de fauna, flora, minérios e água.

Após a Conferência de Estocolmo, diversas iniciativas surgiram para implementar suas recomendações. Posteriormente, em 1974, a Assembleia Geral da ONU adotou uma redação para tratar de questões que envolviam o acesso à ciência e à tecnologia pelos países em desenvolvimento, a atenção às necessidades desses países, o fim ao desperdício de recursos naturais e o uso de seus recursos em seus próprios processos, dentre outras.

A ONU e suas agências ganharam destaque no debate sobre desenvolvimento *versus* meio ambiente, e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) se destacou como organizadora de inúmeros eventos, como a Conferência sobre Conservação e Uso Racional de Recursos, de 1968, e o Programa Homem e Biosfera, iniciado em 1971.

A UNESCO continuou desempenhando papel importante no que diz respeito à educação ambiental. Logo após a conferência, a UNESCO e o PNUMA criaram o Programa de Educação Ambiental, que apresentou como resultados a Carta de Belgrado e a Declaração de Tbilisi — seminários internacionais de 1975 e 1977, respectivamente —, além de documentos de educação ambiental sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Após a Conferência de Estocolmo, foram celebrados muitos acordos baseados nas recomendações do Plano de Ação, como, por exemplo, a Convenção de Viena

para a Proteção da Camada de Ozônio (1985) e a Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito (1989). Essas iniciativas foram importantes para formar uma nova ordem internacional baseada no desenvolvimento com proteção ao meio ambiente.

Para avaliar os 10 primeiros anos da conferência (Estocolmo+10), foi aprovada, durante a Assembleia Mundial dos Estados, promovida pelo PNUMA, a Declaração de Nairóbi (1982), que expõe que o Plano de Ação foi apenas parcialmente implantado e seus resultados não foram satisfatórios por diversos motivos, dentre eles a incompreensão dos benefícios a longo prazo, esforços insuficientes, distribuição desigual e indisponibilidade de recursos.

Essas agendas chamaram a atenção dos governos para que o debate sobre mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável fosse pautado nos planejamentos nacionais. Embora a Conferência de Estocolmo tenha sido importante para a conscientização acerca de problemas ambientais globais, na ocasião, pouco se discutiu sobre mudança do clima. O assunto veio à tona em 1979, quando foi lançada a 1ª Conferência Mundial do Clima, em Genebra, pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Essa convenção foi um dos momentos mais importantes para consolidar a percepção sobre o clima, problema que tem longa história, como se demonstrou até aqui.

A Conferência Mundial do Clima (1979) entendeu mudança climática como o fenômeno de aumento da temperatura, provocado pela elevação da concentração de GEE e atribuído às atividades humanas, diretas ou indiretas, que alteram a composição da atmosfera global. A partir dessa convenção, criou-se o Programa Mundial do Clima, cujos objetivos eram ampliar o conhecimento científico sobre o clima, com a disponibilidade de dados e pesquisas sobre mecanismos climáticos, aplicar conhecimentos no planejamento e na gestão e avaliar os impactos da variação climática (Barbieri, 2020). Para tanto, o programa foi subdividido em quatro subprogramas, dedicados, respectivamente, à i. melhoria da disponibilidade de dados confiáveis; ii. à pesquisa de mecanismos do clima; iii. à aplicação dos conhecimentos no planejamento e na gestão; e iv. ao estudo dos impactos da variabilidade do clima.

Nesse cenário, o PNUMA e a OMM, em 1988, criam o IPCC, para avaliar informações técnicas, científicas e socioeconômicas sobre os riscos que as mudanças climáticas decorrentes de atividades humanas podiam e podem oferecer, suas consequências e possíveis ações de adaptação e mitigação, com o objetivo de

promover uma visão científica sobre o estado atual das mudanças climáticas. O IPCC tornou-se, assim, o órgão máximo de concertação política entre os países nas questões de mudança do clima (Betsill; Bulkeley, 2007).

Ainda em 1988, a ONU reconheceu a mudança climática como uma preocupação comum da humanidade, tendo em vista que o clima é condição de sustento da vida na Terra. Assim, a ONU convocou todos os países para a definição de ações necessárias para a pauta da mudança do clima (Barbieri, 2020). Em 1990, enfim, foram publicados os resultados do primeiro relatório do IPCC.

2.3. Das conferências globais ao Acordo de Paris: evolução da governança climática internacional

Em 1992, a Assembleia Geral da ONU convocou a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), que ocorreu no Rio de Janeiro, a fim de cumprir uma das recomendações do Plano de Ação da Conferência de Estocolmo de 1972. Nessa convenção estiveram presentes 178 representantes de diversos países, com cerca de 100 chefes de Estado. Reuniram-se também quatro mil entidades da sociedade civil para a realização do Fórum Global de Organizações Não Governamentais (ONGs).

A Declaração do Rio, de 1992, reafirma a Conferência de Estocolmo, de 1972, reiterando alguns de seus princípios e acrescentando novos temas, sendo o primeiro dos vinte e sete princípios contidos na declaração aquele que expressa o objetivo do desenvolvimento sustentável.

O principal objetivo da Rio 92 era o de analisar os resultados da primeira conferência e do IPCC e iniciar recomendações e negociações por meio de uma convenção da ONU, que seria a Convenção sobre Mudança do Clima, para estabilizar a concentração de GEE na atmosfera (Barbieri, 2020). Seu principal resultado foi a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC). O relatório chamou a atenção para a necessidade de criação de acordos políticos entre os países, visando ao comprometimento de todos com as questões do clima.

Desde então, o debate climático tornou-se polêmico em razão das desigualdades, uma vez que se sugeriu que os países industrializados compensariam

financeiramente os países pobres e emergentes pelos danos causados em decorrência da emissão de GEE (Callan; Thomas, 2016).

A Convenção-Quadro entrou em vigor em 1994 e foi assinada pelos chefes de Estado presentes na CNUMAD de 1992. As principais obrigações assumidas pelos Estados foram: elaborar inventários nacionais sobre emissão de GEE; formular programas para controlar a emissão, bem como mitigar os efeitos da mudança climática; gerir de forma sustentável os elementos da natureza que contribuem para remover gases, como florestas, oceanos e biomassas; promover pesquisas científicas e tecnológicas; promover a conscientização das pessoas em relação às questões do clima, além de estimular a participação de todos, a fim de alcançar os objetivos propostos nesta convenção (Barbieri, 2020).

Das negociações propostas e em consonância com os trabalhos realizados na Rio 92, destacam-se, enfim, a Agenda 21 e a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD). A Agenda 21 propõe a construção de uma nova perspectiva de desenvolvimento voltada a objetivos sociais, além de minimizar a degradação do meio ambiente (Melo; Hogan, 2007). É formada por 40 capítulos, 115 programas e em torno de 2.500 ações que englobam as questões social, econômica e ambiental.

A UNCCD, por seu turno, é composta por mais de 190 países e relaciona meio ambiente e desenvolvimento sustentável (ONU, 2020). Juntamente com esses países, o Brasil é signatário da convenção. Esse compromisso estabelece metas internacionais convergentes em ações para buscar soluções qualitativas que atendam às demandas socioambientais onde residem as populações mais pobres do planeta, nos espaços áridos, semiáridos e subúmidos secos. A UNCCD é reconhecida como instrumento fundamental para erradicar a pobreza e promover o desenvolvimento sustentável nas áreas rurais das terras secas.

Durante a Rio 92, o governo brasileiro assumiu o papel de importante liderança internacional na proteção do meio ambiente, o que impulsionou a criação do Ministério do Meio Ambiente (1992), sendo esse o principal impacto para a política ambiental brasileira (Santos, 2021).

Outro grande marco para a discussão ambiental e climática no contexto internacional foi a terceira edição da Conferência das Partes (COP3), realizada em Quioto, no Japão, em 1997. O Protocolo de Quioto, acordo internacional que resultou dessa conferência, foi o primeiro tratado internacional sobre a emissão de GEE na

atmosfera e tinha como propósito a mitigação dessas emissões. Esperava-se que as partes o assinassem como forma de compromisso para a redução das emissões (Barbieri, 2020).

Na COP3 foram fixadas metas apenas para países desenvolvidos e industrializados, poupando, assim, os países em desenvolvimento — o que justifica sua denominação de convenção-quadro. Nesse sentido, os países que tiveram metas estabelecidas foram Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Cazaquistão, Chipre, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos (EUA), Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Japão, Letônia, Liechtenstein, Luxemburgo, Malta, Mônaco, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca, Romênia, Suécia e Suíça (Barbieri, 2020). A meta do acordo era que os países industrializados reduzissem em, no mínimo, 5% as emissões de GEE em relação aos níveis de 1990 (Alves *et al.*, 2021) até 2012.

Para que o protocolo vigorasse, era necessário que 55 países o aderissem, incluindo aqueles já citados, o que só foi possível com a entrada da Rússia, em novembro de 2004, passando a vigorar efetivamente em 2005.

Embora o protocolo tenha criado mecanismos de transferência ou de compra do direito de poluir, os países signatários também poderiam participar do mercado de emissões certificadas, a fim de facilitar o cumprimento das metas entre eles. Não foram fixadas metas para países considerados grandes emissores, como, por exemplo, Brasil, Índia, China, Indonésia, México e Arábia Saudita. As queimadas de florestas também ficaram de fora dos setores listados no Protocolo de Quioto.

Cumpre esclarecer que as discussões sobre a mudança climática e a assinatura do Protocolo de Quioto geram conflitos de interesses, principalmente entre os países desenvolvidos, segundo Callan e Thomas (2016), como, por exemplo, no final da década de 1990, quando metade da matriz energética dos EUA dependia do carvão e do petróleo em seu processo produtivo, o que implicava que qualquer medida adotada para redução de emissões de GEE gerasse custos altos para o país. Nessa época, os EUA e a União Europeia lideravam as emissões de GEE.

Neste cenário, em que os EUA eram um dos maiores emissores de GEE e liderava o *ranking* da parcela das emissões mundiais de carbono, seguidos da União Europeia e da China, em 2001, o governo norte-americano desligou-se do Protocolo de Quioto, sob a alegação de que o acordo não delegava responsabilidades aos

países emergentes (Callan; Thomas, 2016), além de que o então presidente do país tinha preocupação em proteger sua economia.

A União Europeia, por outro lado, permaneceu nas negociações e anunciou que a ratificação do acordo aconteceria na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+10), sediada em Joanesburgo, na África do Sul, em setembro de 2002. O que ocorreu, no entanto, foi apenas a ratificação de pontos da Convenção do Rio de Janeiro, a fim de afirmar que os países que mais prejudicam o meio ambiente deveriam dar maiores contribuições no protocolo (Barbieri, 2020).

Após 10 anos da Conferência de Joanesburgo, ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+20). A expectativa era a de que, no documento final, fosse reforçada a importância da avaliação de impactos ambientais. Entretanto, o documento “O futuro que nós queremos” foi criticado pela sociedade civil organizada, sob a justificativa de não suscitar esperança frente às questões ambientais (Sanches; Croal, 2012).

Para Guimarães e Fontoura (2012), a realização de grandes eventos que não apresentam resultados significativos decorre da falta de vontade política para enfrentar os desafios relativos ao fenômeno da mudança climática; dessa forma, valida-se o fracasso do desenvolvimento sustentável.

Diante do cenário de insucesso do Protocolo de Quioto e da falta de avanços relevantes da Rio+20, as negociações intergovernamentais continuaram em Copenhague, na Dinamarca, durante a 15º Conferência das Partes (COP15), em 2009.

O Acordo de Copenhague possibilitou que todos os países propusessem reduções das emissões de GEE. Porém, destacou-se a oposição entre países mais ricos e países mais pobres, no que diz respeito ao desenvolvimento industrial e econômico, muito embora as consequências dos efeitos das mudanças climáticas atingissem primeiramente aqueles que menos contribuem para a emissão desses gases.

Desde então, os países em desenvolvimento passaram a implementar ações de mitigação para o enfrentamento das mudanças climáticas com base no Acordo de Copenhague, e as demais negociações intergovernamentais resultaram no Acordo de Paris (Alves *et al.*, 2021).

O Acordo de Paris foi firmado na 21ª Conferência das Partes (COP21), realizada em Paris, em 2015, e foi aprovado por 195 países que fazem parte da

CQNUMC (2015). O acordo traz propostas diferentes do anterior, pois pauta o enfrentamento de um problema ambiental global e urgente assumindo como ponto de partida as contribuições nacionalmente determinadas, deixando de lado o princípio das responsabilidades comuns.

Com o objetivo de reduzir a emissão de GEE no contexto do desenvolvimento sustentável, o Acordo de Paris visa ser uma resposta global à ameaça da mudança climática. Desse modo, sugere manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais, sendo o limite máximo estabelecido 1,5 °C (Barbieri, 2020), mediante ações de mitigação dessas emissões em conjunto com a promoção de medidas de adaptação às mudanças climáticas (Oliveira, 2019).

O Acordo de Paris entrou em vigor em 2016 e foi necessária a ratificação de, no mínimo, 55 países responsáveis por 55% das emissões de GEE. Para que o objetivo global fosse alcançado, os governos se comprometeram em suas ações a partir das Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (INDC).

Diferentemente do Protocolo de Quioto, o Acordo de Paris não estabeleceu uma meta fechada de redução de emissões de carbono. Sendo assim, cada país apresentou sua pretendida redução de emissão de GEE, levando em consideração sua realidade social e econômica, incluindo também os países emergentes, que anteriormente não tinham obrigação de contribuir (Oliveira, 2019; Barbieri, 2020).

Quanto à efetividade do Acordo de Paris, segundo Oliveira (2019), as políticas domésticas serão responsáveis por superar os desafios e implementar ações de mitigação. O autor questiona, no entanto, se o envolvimento para cumprir os compromissos assumidos será ampliado ou estagnado durante o processo de implementação.

Segundo Oliveira (2019), quando se discutem mudanças climáticas, deve-se discutir também vulnerabilidade, desigualdades e meios para o enfrentamento da pobreza. Nesse sentido, estavam em discussão na ONU, simultaneamente, problemas sociais, tendo em vista que, ao mesmo tempo que poderes intergovernamentais discutem metas para atenuar problemas de emissão de GEE, milhares de pessoas sofrem com a fome, a pobreza e as desigualdades sociais (Oliveira, 2019).

A partir dessas discussões, em 2015, a ONU instituiu a Agenda 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresentados na Figura 1, e 169 metas para o alcance desses objetivos, constituídos a partir dos resultados da

Rio+20. Esses objetivos foram resultado das negociações de 193 países-membros da Assembleia Geral da ONU, por meio do documento “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” (Barbieri, 2020).

Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU Brasil.

De modo geral, os objetivos da Agenda 2030 são reduzir a pobreza e oferecer qualidade de vida a todas as pessoas, de maneira sustentável, ou seja, sem prejuízo às futuras gerações e ao meio ambiente. Esses objetivos se inter-relacionam. Isso significa que, para um ODS alcançar sucesso, depende de ações associadas a outros objetivos. Assim, constituem metas que buscam alcançar o desenvolvimento sustentável, econômico e social (ONU, 2015).

Esses objetivos deverão orientar políticas nacionais e atividades de cooperação internacional por um período de 15 anos, para que os países alcancem as metas estipuladas, de 2015 a 2030, e são uma ampliação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), iniciados nos anos 2000 (ONU, 2015).

É possível verificar que, nesses objetivos e metas, no tocante à mudança do clima, a abordagem acerca dos principais desafios da atualidade está em equilíbrio, uma vez que o Acordo de Paris prevê a redução das emissões de GEE e a limitação do aumento da temperatura da Terra, e a Agenda 2030 aborda o lado humano, com a proposta de igualdade entre os povos.

Em relação aos ODSs da Agenda 2030, a discussão delineada nesta dissertação está diretamente relacionada com os objetivos 11 e 13, que tratam das comunidades e cidades sustentáveis e da ação contra a mudança global do clima, com vistas à tomada de medidas urgentes para combatê-la, assim como seus impactos.

3. POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

3.1. Cenário brasileiro de emissões e desafios climáticos

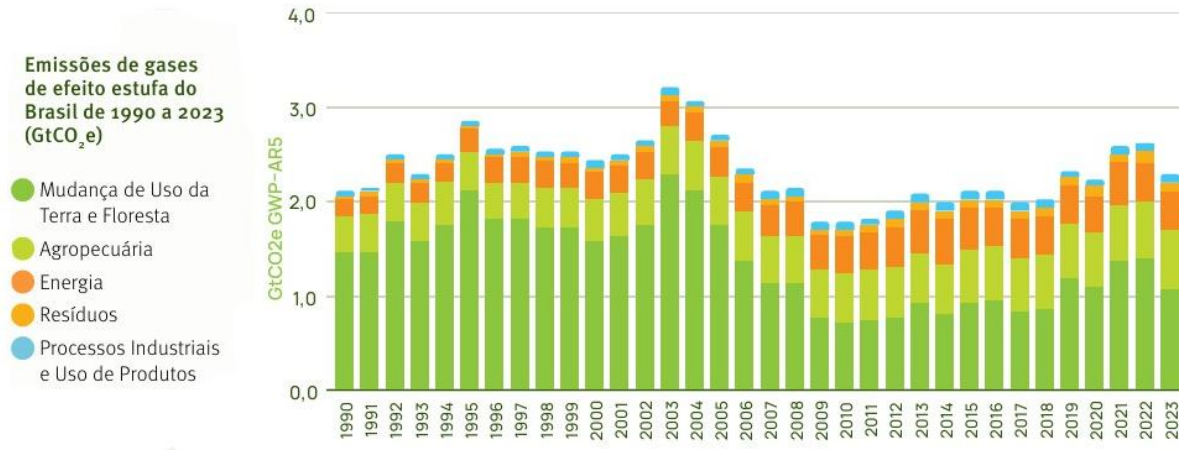
Segundo o *World Resources Institute* — WRI Brasil, o Brasil figurava, em 2022, entre os dez maiores emissores de GEE do planeta. O Observatório do Clima, por seu turno, afirma que o país é um dos maiores poluidores e, portanto, tem responsabilidade pelas ações de combate à crise climática; ademais, o desmatamento dos biomas é o principal fator que eleva este patamar.

Consta no *Relatório de Análise das Emissões de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Mudanças Climáticas*, publicado pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e desenvolvido pelo Observatório do Clima em 2024, que o Brasil emitiu 2,3 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO2e), 12% a menos do que em 2022, quando o país emitiu 2,6 bilhões de toneladas. Isso representa a maior queda nas emissões totais de GEE desde 2009.

Seguindo o padrão dos dados históricos do SEEG e do Observatório do Clima, no caso do Brasil, as mudanças no uso da terra correspondem à maior parte das emissões, o que totaliza 46% em 2023. Ao somar as emissões por desmatamento, mudanças no uso da terra e agropecuária, verifica-se que esses setores respondem por 74% das emissões de GEE.

O Gráfico 1 apresenta a curva das emissões do Brasil desde 1990, com destaque para o ano de 2009, quando ocorreu a implementação da Política Nacional sobre Mudança Climática. É possível depreender, como se verá adiante, a evolução das emissões de GEE no Brasil desde 1990 até 2023.

Gráfico 1. Emissões de GEE no Brasil de 1990 a 2023



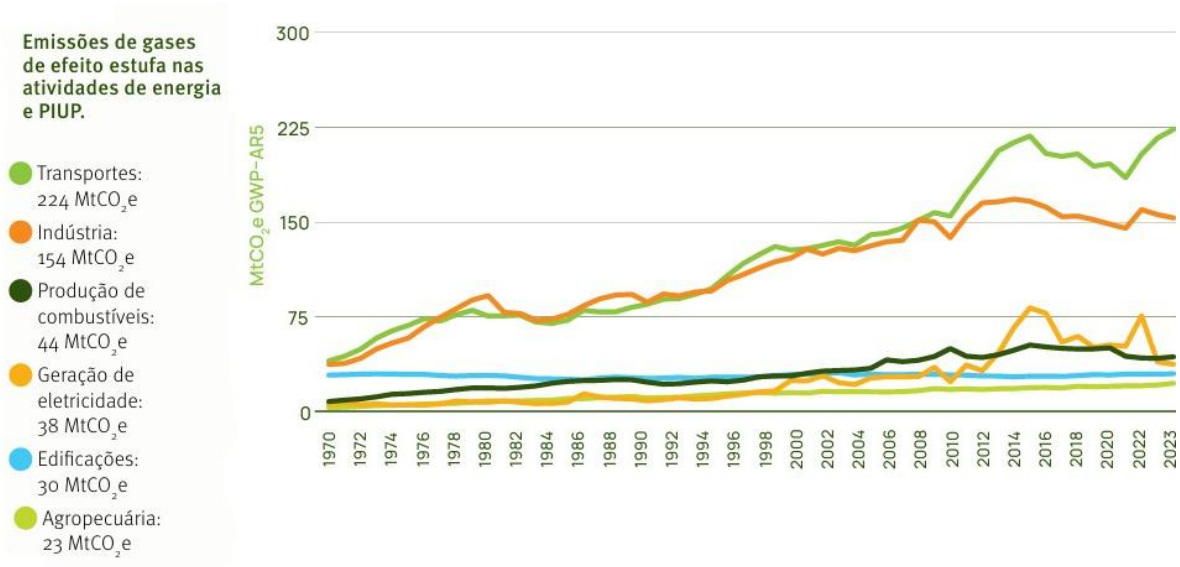
Fonte: SEEG, p.7, 2024.

Em face do propósito desta pesquisa, foram destacadas as emissões mais importantes para os centros urbanos e relevantes para as políticas de mitigação e adaptação climática nas cidades. Assim, o maior interesse recai especialmente nas emissões provenientes de processos industriais e uso de produtos, de energia e de resíduos. No setor de energia e processos industriais, contabilizam-se as emissões de GEE provenientes da queima de combustíveis em atividades que requerem força motriz ou calor, tais como transporte, indústria e geração de eletricidade.

Consideram-se tanto os gases emitidos pela queima de gasolina em motores de automóveis quanto aqueles provenientes da queima de gás fóssil para aquecimento de caldeiras industriais, além das emissões fugitivas, isto é, escapes de gases durante a exploração, o transporte ou a produção de combustíveis.

As atividades industriais — Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP) — também geram GEE, em decorrência de transformações físico-químicas que ocorrem durante a fabricação de materiais. Em 2023, o setor de energia e processos industriais emitiu, conjuntamente, 511,3 milhões de toneladas de CO_2, o que representa 22% das emissões brutas do Brasil, sendo 18% relativos ao setor de energia e 4% aos processos industriais, como pode ser visto no Gráfico 2.

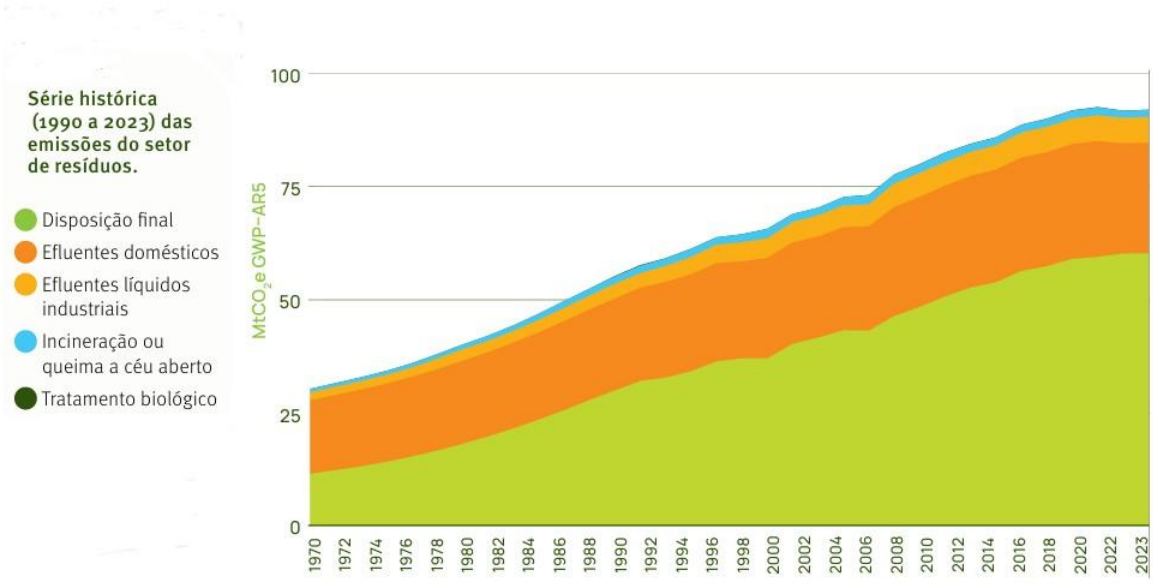
Gráfico 2. Emissões de GEE nas atividades de energia e PIUP, de 1970 a 2023



Fonte: SEGG, p.21, 2024

Em relação às emissões provenientes dos resíduos, estas se mantêm estáveis nos últimos cinco anos, totalizando em torno de 91 milhões de toneladas. Em 2023, contudo, observou-se um aumento de 1% em relação a 2022, atingindo quase 92 milhões de toneladas, como demonstra o Gráfico 3.

Gráfico 3. Gráfico 3. Série histórica das emissões do setor de resíduos, de 1970 a 2023



Fonte: SEEG, p.25, 2024

Do total de GEE provenientes dos resíduos, verifica-se que, em 2023, cerca de 65,4% estão associados à disposição de resíduos sólidos em aterros controlados, lixões e aterros sanitários; outros 26,6% referem-se ao tratamento de efluentes domésticos; e 6,2% dizem respeito ao tratamento de efluentes líquidos industriais. Outros valores menos significativos correspondem a práticas pouco adotadas no Brasil, como, por exemplo, a queima a céu aberto e a compostagem. A distribuição das emissões do setor de resíduos em 2023 é apresentada a seguir, no Gráfico 4.

Gráfico 4. Distribuição das emissões do setor de resíduos em 2023



Fonte: SEEG, p. 25, 2024.

As emissões provenientes dos resíduos caracterizam-se por crescimento acentuado, associado ao aumento populacional, aos avanços no acesso aos serviços de saneamento e ao aproveitamento dos gases gerados no tratamento. A gestão dos resíduos sólidos, no entanto, tem apresentado poucos progressos.

O Observatório do Clima, contudo, tem chamado a atenção para a curva das emissões do Brasil, que permanece essencialmente igual à observada antes da implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009), publicada em 2009.

Com a entrada em vigor da referida Lei, esperava-se que o Brasil passasse a apresentar níveis de emissão mais próximos aos dos demais países do Grupo dos Vinte (G20). Não obstante, o fracasso da meta legal de reduzir o desmatamento na

Amazônia em 80% até 2020 manteve o país em tendência de altas emissões, mesmo após quinze anos de vigência da norma.

3.2. Marco internacional da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

No ano de 2000, foi instituído o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), criado pelo Decreto nº3.515, de 20 de junho de 2000. Seu objetivo era conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e a tomada de posição sobre os problemas decorrentes das mudanças do clima provocadas pelos GEE, bem como sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), definido no artigo 12 do Protocolo de Quioto à CQNUMC.

O fórum foi composto por representantes dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Agricultura e do Abastecimento, do Meio Ambiente, das Relações Exteriores, de Minas e Energia, do Planejamento, Orçamento e Gestão, da Saúde, dos Transportes, da Casa Civil da Presidência da República, da Educação e da Defesa, além de personalidades e representantes da sociedade civil com notório conhecimento na matéria ou com responsabilidades relacionadas à mudança do clima. Também integravam o colegiado o Diretor-Presidente da Agência Nacional de Águas (ANA) e, como convidados, os Presidentes da Câmara dos Deputados e do Senado Federal, governadores de Estado e prefeitos de capitais.

O papel do fórum consistia em convocar reuniões presididas pelo Presidente da República e trabalhar em conjunto com a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (Decreto nº7, de 07/07/1999), para adotar providências necessárias à implementação de suas deliberações. Assim, previa a constituição de câmaras temáticas para implantar medidas relacionadas à CQNUMC.

O apoio administrativo necessário à execução dos trabalhos do fórum, das câmaras temáticas e da Secretaria Executiva seria provido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, observadas as disponibilidades orçamentárias, com o propósito de estimular a criação de Fóruns Estaduais de Mudanças Climáticas e a realização de audiências públicas em diversas regiões do país.

Esse decreto foi revogado pelo subsequente Decreto nº9.082/2017, que alterou a composição do fórum, adicionando ministérios, agências reguladoras, bancos e

outras instituições públicas. Dessa forma, o fórum passou a ser composto pelos Ministros do Meio Ambiente, da Casa Civil da Presidência da República, da Defesa, das Relações Exteriores, da Fazenda, dos Transportes, Portos e Aviação Civil, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Educação, da Saúde, da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, de Minas e Energia, do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e da Integração Nacional, pelas agências reguladoras e entidades públicas Agência Nacional de Águas (ANA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Valec Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero), Empresa de Planejamento e Logística (EPL), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE), além de outros representantes do setor público, nomeados pelo Presidente da República.

O novo decreto incluiu, ainda, os presidentes de instituições públicas do Sistema Financeiro Nacional (SFN), como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Banco Central do Brasil, o Banco do Brasil S.A., a Caixa Econômica Federal, o Banco do Nordeste do Brasil S.A. e o Banco da Amazônia S.A.

O Decreto fixou o Ministério do Meio Ambiente como responsável por prestar apoio administrativo ao fórum, bem como estabeleceu a obrigatoriedade de o FBMC reunir-se, em caráter ordinário, ao menos uma vez por ano, preferencialmente no primeiro semestre, para aprovar o relatório anual de atividades e o plano de trabalho dos doze meses subsequentes, e, em caráter extraordinário, por convocação do Presidente da República.

3.3. Estrutura institucional e governança interministerial da política climática

Publicado em 2007, o Decreto nº6.263 instituiu o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), posteriormente revogado pelo Decreto nº10.223/2020. À época, o comitê foi criado para orientar a elaboração, a implementação, o

monitoramento e a avaliação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Seus objetivos eram propor ações prioritárias a serem implementadas no curto prazo, apoiar a articulação internacional necessária à execução de ações conjuntas, promover a troca de experiências, a transferência de tecnologia e a capacitação, além de aprovar a instituição de grupos de trabalho para assessorar o Grupo Executivo.

Era responsabilidade do CIM identificar ações de pesquisa e desenvolvimento, orientar a elaboração e a implementação de um plano de comunicação e promover a disseminação do plano nacional na sociedade brasileira, identificando fontes de recursos para sua elaboração, além de revisá-lo periodicamente e acompanhar sua implementação.

O Decreto também previa a elaboração de uma proposta preliminar dos objetivos gerais e diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) até 11 de janeiro de 2008, bem como a versão preliminar do plano nacional até 30 de abril do mesmo ano. Cabia, ainda, ao Comitê planejar o processo de consulta pública, promover a divulgação de materiais sobre o plano e coordenar as ações necessárias para sua elaboração e avaliação.

Após sua revogação, foi editado, em 2023, o Decreto nº11.550, posteriormente alterado pelo Decreto nº12.040/2024, que instituiu o Comitê. No novo formato, o Presidente da República, no uso de suas atribuições, promulga o Acordo de Paris sob a CQNUMC.

O novo decreto estabeleceu o CIM como órgão de caráter permanente, com a finalidade de monitorar e promover a implementação das ações e das políticas públicas no âmbito do Poder Executivo Federal relativas à PNMC.

Constituindo um instrumento do Poder Executivo Federal para articular ações governamentais relacionadas à CQNUMC, incluindo o objetivo da neutralidade climática e os instrumentos subsidiários dos quais o país faz parte, compete ao comitê i. articular e definir linhas de ação referentes aos objetivos e diretrizes previstos na Lei nº12.187/2009; ii. definir as diretrizes da atuação do governo brasileiro nas políticas relacionadas à mudança do clima, inclusive no âmbito da CQNUMC e de seus instrumentos correlatos; e iii. orientar a elaboração de políticas de órgãos e de entidades da administração pública federal que tenham impacto direto ou indireto na emissão e na absorção de GEE, assim como na capacidade de adaptação do país aos efeitos do fenômeno climático.

Outro ponto relevante relacionado ao CIM diz respeito às estratégias de financiamento, ao monitoramento, à avaliação e à atualização das políticas, planos e ações relativos à mudança climática, o que inclui a definição de sucessivas CNDs do país no âmbito do Acordo de Paris e a proposição de atualizações da PNMC quando necessário. Dessa forma, entre outras atribuições, o comitê deve aprovar o Plano Nacional sobre Mudança do Clima e planos setoriais de mitigação e adaptação, as CNDs e seus respectivos meios de implementação, instrumentos de monitoramento, relato e verificação.

Cabe, ainda, ao Comitê estabelecer diretrizes e elaborar propostas de mecanismos econômicos e financeiros que viabilizem a implementação das estratégias das políticas relativas à mudança climática e harmonizar a PNMC com ações e políticas de outras entidades públicas e privadas que impactem direta ou indiretamente as emissões e absorções de GEE, bem como a capacidade adaptativa do país. Ademais, deve promover a integração dos objetivos da PNMC e do Plano Nacional sobre Mudança do Clima em políticas, planos e ações no âmbito da administração pública federal e da sociedade brasileira.

O Governo Brasileiro lançou o Plano Nacional sobre Mudança do Clima em 2008, apresentando medidas voltadas à mitigação dos GEE. Na ocasião, o tema da adaptação ainda não tinha grande destaque, e o Plano contemplava apenas algumas ações voltadas a essa dimensão.

A condição de plano nacional exige, necessariamente, a contribuição de estados, municípios e diversos setores da sociedade. Por seu caráter dinâmico, deve ser objeto de revisões e avaliações de resultados. O plano nacional, em específico, estrutura-se em quatro eixos: (1) oportunidades de mitigação; (2) impactos, vulnerabilidades e adaptação; (3) pesquisa e desenvolvimento; e (4) educação, capacitação e comunicação.

Com o propósito de viabilizar as ações previstas no Plano Nacional sobre Mudança do Clima, foi instituído pela Lei n°12.114/2009 e regulamentado pelo Decreto n°7.343/2010 o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNCM), um fundo de natureza contábil, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, cujo objetivo é assegurar recursos para apoiar projetos ou estudos e financiar empreendimentos que visem à mitigação e à adaptação à mudança climática e seus efeitos.

A Lei (nº12.114/2009) que o instituiu determina modalidades de recursos, dotações consignadas na lei orçamentária da União, doações realizadas por

entidades nacionais e internacionais, recursos oriundos de juros e amortização de financiamento, empréstimos de instituições financeiras nacionais e internacionais, entre outros.

3.4. Diretrizes e instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima

Em dezembro de 2009, foi publicada a Lei nº12.187/2009 – regulamentada pelo Decreto nº 7.390/2010, publicado em 9 de dezembro de 2010 –, que instituiu a PNMC, para estabelecer princípios, objetivos e instrumentos relacionados ao fenômeno climático.

A Lei definiu conceitos como *mudança do clima, adaptação*, *efeitos adversos da mudança do clima*, *emissões*, *fonte*, *GEE*, *impacto*, *mitigação* e *vulnerabilidade*. Além disso, previu que as ações deveriam ser executadas sob responsabilidade dos entes políticos e dos órgãos da administração pública, observando os princípios da precaução, da prevenção, da participação cidadã, do desenvolvimento sustentável e das responsabilidades comuns no âmbito internacional.

As medidas que seriam adotadas na execução da Lei, por sua vez, deveriam considerar que todos têm o dever de atuar, em benefício das gerações presentes e futuras, para a redução dos impactos decorrentes das interferências antrópicas sobre o sistema climático. Essas medidas deveriam evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática de origem antrópica, levar em conta os contextos socioeconômicos, distribuir os ônus e encargos entre setores, populações e comunidades interessadas, além de considerar e integrar as ações promovidas nas esferas estadual e municipal.

De acordo com o texto legal, o desenvolvimento sustentável é condição para enfrentar as alterações climáticas e conciliar o atendimento às necessidades comuns e particulares das populações e comunidades que vivem no país. Dessa forma, o propósito da PNMC é, dentre outros pontos, a redução das emissões antrópicas de GEE em suas diferentes fontes e a implementação de medidas para promover a adaptação à mudança climática pelas três esferas da Federação, com a participação e a colaboração de agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente vulneráveis a seus efeitos adversos.

Suas diretrizes dizem respeito ao compromisso assumido pelo Brasil na CQNUMC, no Protocolo de Quioto e nos demais documentos sobre o fenômeno climático dos quais venha a ser signatário, bem como às ações de mitigação e adaptação para reduzir seus efeitos adversos, considerando a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico.

Como muitas medidas ocorrem na esfera municipal, a Lei estimula a participação do governo federal e dos governos estaduais e municipais, assim como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança climática.

Para alcançar os objetivos previstos na Lei, o país adotou, como compromisso nacional voluntário, ações de mitigação das emissões de GEE, com vistas a reduzir entre 36,% e 39% de suas emissões até 2020.

O artigo 6º da PNMC prevê a implementação de planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas, regulamentada pela publicação do Decreto nº7.390, de 9 de dezembro de 2010. Desse modo, foram considerados os seguintes planos setoriais, voltados à prevenção e ao controle do desmatamento e à mitigação e adaptação às mudanças climáticas:

- Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm);
- Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (PPCerrado);
- Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE);
- Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC);
- Plano para Redução de Emissões da Siderurgia;
- Plano de Transporte;
- Plano de Indústria e de Mineração; o Plano de Saúde; e,
- Plano de Piscicultura.

Esperava-se que a elaboração desses planos setoriais contasse com amplo processo de consulta pública aos setores interessados, em especial à representação das atividades econômicas diretamente afetadas, e fosse concluída até 15 de dezembro de 2011.

As metas setoriais deveriam ser expressas em percentuais de redução das emissões em relação a 2020 e, para alcançar o compromisso voluntário previsto na

Lei — redução entre aproximadamente 36% e 38% das emissões projetadas até 2020 —, almejava-se reduzir entre 1.168 milhões de toneladas e 1.259 milhões de toneladas de CO_2, do total das emissões estimadas no art. 5º do Decreto nº7.390/2010.

As ações de maior alcance concentraram-se nos setores de agricultura e florestas, visando reduzir o desmatamento ilegal e melhorar práticas agropecuárias. Embora as taxas de desmatamento tenham diminuído entre 2008 e 2014, as emissões de energia aumentaram, à medida que a matriz energética ampliou a participação de geração por fósseis para complementar a deficiência das hidrelétricas prejudicadas pelas secas.

A agenda climática foi incorporada a políticas pré-existentes, fortalecendo mecanismos anteriores à Lei e possibilitando o acesso a recursos adicionais, como a criação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, do FNMC, do CIM, da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, do Fórum Brasileiro de Mudança do Clima, da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais – Rede Clima, e da Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, entre outros.

A Lei que instituiu a PNMC é relevante por representar o primeiro compromisso do Brasil em resposta aos acordos internacionais sobre mudança climática. Além de estabelecer diretrizes, adotou medidas fiscais e tributárias para estimular a redução de emissões e a remoção de GEE, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, bem como linhas de crédito e financiamento específicos de agentes financeiros públicos e privados. Também previu medidas voltadas ao desenvolvimento de linhas de pesquisa por agências de fomento e ao estímulo a processos e tecnologias que contribuam para estratégias de mitigação e adaptação.

Outras normas relevantes para a agenda climática foram estabelecidas pelo governo, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), publicada em 2010 pela Lei nº12.305/2010; a Lei de Saneamento, publicada em 2007 (nº 11.445/2007); o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criado em 1996 pelo Decreto nº1.946; o Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS), lançado em 2011; e a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), publicada em janeiro de 2012 pela Lei nº12.587/2012.

Essas políticas estabelecem diretrizes e normas relevantes para a mitigação das mudanças climáticas em cidades, em particular, as políticas de resíduos sólidos

e mobilidade urbana, uma vez que a PNRS inclui conceitos de gestão de resíduos que resultam em redução de emissões — como *coleta seletiva*, *tratamento de efluentes*, *captura de metano* e *geração de energia a partir do biogás em aterros* —, enquanto a PNMU estabelece diretrizes que promovem a redução de GEE por meio da restrição ao uso de automóveis e do incentivo ao transporte público e a modais não motorizados.

3.5. Mecanismos financeiros de apoio à mitigação e adaptação climática

A PNMC deu amparo legal à elaboração do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), publicado em maio de 2016 pelo Ministério do Meio Ambiente.

Para sua elaboração, foram considerados documentos que sintetizam o conhecimento existente, com a contribuição de especialistas em diversos temas e setores. Considerou-se também o resultado do Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013), as recomendações da Terceira Conferência Nacional de Meio Ambiente — cujo foco foi "Mudança do Clima" e que contou com a participação de mais de 115 mil pessoas — e o relatório "Subsídios para elaboração do Plano Nacional de Adaptação aos Impactos Humanos das Mudanças Climáticas", elaborado pelo FBMC.

Em um cenário de aumento na ocorrência de eventos extremos, evidencia-se a sinergia entre as iniciativas de adaptação previstas no Plano e o arcabouço nacional de gestão de riscos e alerta a desastres naturais, sobretudo a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei nº12.608, de 10 de abril de 2012.

A PNMC prevê, portanto, o dever da União, dos Estados e dos Municípios de adotar medidas necessárias para reduzir riscos de desastres, inclusive por meio do empoderamento do ente municipal, da colaboração com entidades públicas ou privadas e da participação da sociedade em geral.

O PNA apresenta objetivo geral e objetivos específicos. O objetivo geral é promover a gestão e a redução do risco climático no país frente aos efeitos adversos da mudança do clima. Os objetivos específicos são os seguintes:

1. Orientar a ampliação e a disseminação do conhecimento científico, técnico e tradicional, apoiando a produção, gestão e disseminação de

> informação sobre o risco climático e o desenvolvimento de medidas de capacitação de entes do governo e da sociedade em geral;
> 2. Promover a coordenação e a cooperação entre órgãos públicos para a gestão do risco climático, por meio de processos participativos com a sociedade, visando à melhoria contínua das ações de gestão do risco climático;
> 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático (PNA, Vol. I, 2016, p. 20).

A partir desses objetivos, busca-se construir instrumentos que permitam a adaptação de sistemas produtivos, de infraestrutura e naturais. O PNA entende que a gestão do risco climático deve integrar políticas públicas setoriais e, por isso, busca transversalizar as diretrizes da PNMC, ampliando a coerência entre as políticas.

No site do Ministério do Meio Ambiente estão disponíveis orientações metodológicas e ferramentas para o planejamento da adaptação; assim, os três níveis de governo têm acesso a informações básicas para análises de vulnerabilidade, gestão de risco e elaboração de medidas de adaptação.

A expectativa era a de que, nos quatro anos subsequentes à publicação do PNA, em 2016, todos os setores vulneráveis aos impactos da mudança do clima possuíssem estratégias de adaptação e gestão de risco, de modo a assegurar uma implementação satisfatória nas áreas de segurança alimentar, hídrica e energética, alinhadas a setores da economia, como o produtivo. Assim, o Plano terá contribuído para a capacidade de adaptação dos municípios e para a redução dos riscos climáticos.

Para isso, foram, então, definidas metas estruturantes a serem implementadas nos quatro anos a partir de sua publicação, em maio de 2016. Essas metas foram refletidas no Plano Plurianual 2016–2019, que propôs diretrizes para as principais agendas do período, entre elas, a ampliação das capacidades de prevenção, gestão de riscos e resposta, e de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, além de direcionar metas a setores que já possuíam conhecimento acumulado sobre a temática.

O PNA terá ciclos de execução de quatro anos e deverá passar por processo de revisão para o ciclo seguinte, a ocorrer no último ano do ciclo vigente, considerando a avaliação de resultados e o monitoramento. Diante disso, a proposta de monitoramento deve ser apresentada no primeiro ano de execução, com os objetivos de acompanhar o alcance das metas, as diretrizes temáticas e setoriais de adaptação

e as ações locais que contribuam para a gestão de risco, além de aprimorar a política e garantir informação sobre as ações de adaptação. As informações de monitoramento podem ser acompanhadas no *site* do Ministério do Meio Ambiente.

3.6. Estrutura, eixos e metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima

Após a entrada da PNMC em vigor, em 2009, o Brasil apresentou, no âmbito do Protocolo de Quioto, metas voluntárias de redução das emissões de GEE entre 36% e 39%, incluindo o segundo período de 2012 a 2020, aprovado em 2011 durante a 17ª Conferência das Partes (COP17) e a 7ª Reunião das Partes (MOP7*)*, realizadas na África do Sul.

O Brasil submeteu à CQNUMC, em setembro de 2015, sua INCD, em resposta ao Acordo de Paris, que deixou de ser "pretendida" em 2016, quando o país assumiu o compromisso de implantar ações e medidas que apoiavam as metas estabelecidas na INDC em vigor no plano internacional.

O Ministério do Meio Ambiente, por sua vez, elaborou a Estratégia Nacional para Implementação e Financiamento da INDC, em articulação com o Governo Federal e os governos estaduais e municipais, com apoio do FBMC para diálogo com segmentos da sociedade, entidades representativas e organizações não governamentais. O escopo da estratégia incluía mitigação, adaptação e meios de implementação, de forma consistente com o propósito das contribuições de alcançar o objetivo último da Convenção.

No processo de consulta pública conduzido pelo Governo Federal, sob a liderança do Ministério do Meio Ambiente, foi disponibilizado questionário *on-line*, de acesso aberto, entre maio e novembro de 2014, dirigido à sociedade civil em geral. Realizaram-se também consultas ao Terceiro Setor, à academia, ao setor público e ao setor empresarial, por meio de oito reuniões presenciais, em setembro de 2014. Por outro lado, os governos locais não foram consultados; no entanto, participaram de reuniões temáticas com o Terceiro Setor (Macedo, 2017).

O Governo recebeu, ao todo, 64 contribuições ao longo do processo de consulta com instituições governamentais e sociedade civil, além de um projeto de consultoria do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que produziu um documento para servir de base para as discussões (documento-base/BID). Esse

documento foi aberto pelo Ministério do Meio Ambiente para receber comentários e contou com contribuições de trinta entidades.

Ao final do processo participativo proposto pelo Governo Federal, o Ministério das Relações Exteriores elaborou um relatório com a recomendação de maior envolvimento entre as esferas governamentais, do nível federal ao local, para a implementação efetiva das 18 ações de combate à mudança do clima empreendidas pelo Brasil, em especial aquelas ligadas à infraestrutura e ao desenvolvimento urbano.

Em 2018, o FBMC apresentou ao Presidente da República um documento-base para definição da estratégia de implementação dos compromissos do Brasil, intitulado *Proposta Inicial de Implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil*, resultado do processo de discussão com a sociedade civil por meio das câmaras temáticas instituídas no âmbito do fórum.

3.7. Estratégias nacionais de adaptação e fortalecimento da resiliência climática nas áreas urbanas

Desde as grandes transformações econômicas e tecnológicas iniciadas com a Revolução Industrial do século XVIII, o uso de recursos naturais tem aumentado continuamente. Em busca de crescimento a qualquer custo, países extraem-nos com maior intensidade, a fim de viabilizá-los como insumos para a produção de bens de consumo e de uso material (Barbieri; Ferreira, 2018).

Hughes, Chu e Mason (2018) reforçam que, à medida que as taxas de urbanização crescem, a demanda por recursos também se expande. Todos os esforços voltados ao crescimento econômico trouxeram consequências negativas para o meio ambiente, e os danos ambientais foram relegados para que se promovesse o crescimento e, só então, se buscasse melhorar a qualidade de vida da população.

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), a urbanização contribui para o aumento da geração de resíduos líquidos e sólidos, em detrimento do meio ambiente (FUNASA, 2019). Em contrapartida, o desenvolvimento sustentável visa promover a qualidade de vida dos cidadãos e reduzir os impactos socioambientais. As cidades podem fazê-lo por meio de soluções que conciliam aspectos ambientais e sociais (Rogers, 2013).

Como métodos econômicos de gestão intensificam o cenário de vulnerabilidade e pressionam a capacidade adaptativa da sociedade, Marques (2014) afirma que as cidades sentirão cada vez mais as consequências do efeito estufa; assim, devem preparar-se para os efeitos das alterações do clima, sendo resilientes e identificando o impacto de suas ações no avanço dessas mudanças, a fim de reduzi-lo.

Segundo o IPCC (2014), a resiliência urbana é a capacidade de a cidade absorver perturbações mantendo seu funcionamento normal e evitando colapsos. Nesse sentido, ações de adaptação e de mitigação são indispensáveis ao enfrentamento dos desafios climáticos.

A PNMC de 2009 define adaptação como iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos em face dos efeitos atuais e esperados da mudança do clima. Para Veiga (2016), a adaptação envolve a capacidade de absorver impactos e de se reorganizar diante de novos desafios; trata-se de um processo contínuo que exige monitoramento constante e ajustes sucessivos.

A organização do espaço urbano é ainda mais relevante para as adaptações aos efeitos das mudanças climáticas, pois, com o aumento e a intensificação dos extremos climáticos, crescem também os desastres naturais associados, como inundações e deslizamentos de encostas.

De acordo com o IPCC (2014), nas áreas urbanas concentram-se as populações mais vulneráveis aos desastres naturais, sobretudo nas zonas de expansão ocupadas pelos mais pobres. Esses fatores se relacionam a transformações demográficas, ambientais, econômicas e socioespaciais enfrentadas pelas cidades. Por essa razão, o planejamento urbano deve orientar e revisar processos conforme a demanda de cada cidade (Espíndola; Ribeiro, 2022).

A mitigação, por sua vez, foi definida pela PNMC como mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como medidas a serem implementadas que diminuam as emissões de GEE e ampliem os sumidouros – processos, atividades ou mecanismos que removem GEE, aerossóis ou seus precursores da atmosfera.

De acordo com Veiga (2016), a mitigação está relacionada à necessidade de reduzir emissões e minimizar impactos adversos das mudanças climáticas, em uma perspectiva de justiça social, desenvolvimento econômico e sustentabilidade; está, portanto, profundamente vinculada à transição para o desenvolvimento sustentável.

Sachs (2004) também posiciona a mitigação no centro do desenvolvimento sustentável: ainda que seja voltada à diminuição de emissões de GEE, deve considerar dimensões sociais, econômicas e ambientais, com políticas preventivas que antecipem e minimizem efeitos negativos do fenômeno climático e das transformações sociais.

Em síntese, a mitigação envolve ações voltadas à redução de emissões de GEE, enquanto a adaptação busca ajustar as cidades para enfrentar impactos inevitáveis; ambas são essenciais para garantir resiliência urbana e sustentabilidade ambiental. São exemplos de estratégias de mitigação a adoção de energias renováveis, o transporte público com menores emissões, políticas de eficiência energética e a criação de áreas verdes que sequestram carbono. De adaptação, por sua vez, medidas relacionadas à infraestrutura, como sistemas de drenagem contra inundações e conservação de recursos hídricos.

Além disso, ações de adaptação devem incluir sistemas de alerta e estratégias de gestão de riscos para prevenir acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos, reduzir a vulnerabilidade das populações urbanas e minimizar danos econômicos e sociais. Integrar mitigação e adaptação nas políticas locais de urbanismo é, portanto, essencial.

A PNMC define vulnerabilidade como o grau de suscetibilidade e incapacidade de um sistema, em função de sua sensibilidade, capacidade de adaptação e do caráter, da magnitude e taxa de mudança e variabilidade do clima a que está exposto, para lidar com efeitos adversos, inclusive eventos extremos.

Sachs (2004) vai além: a vulnerabilidade vincula-se ao desenvolvimento sustentável e não é apenas condição de fragilidade ou exposição a riscos, mas especificidade que decorre da interação de condições sociais. Por isso, está associada a desigualdades sociais e estruturais, à falta de acesso a recursos e a direitos básicos, como trabalho digno e educação.

As cidades enfrentam dois desafios centrais: o processo decisório, que envolve múltiplos atores atuando no limite municipal, exigindo governança multinível para superar barreiras territoriais; e o desenvolvimento de novos padrões e processos de governança urbana, que abrange participação, políticas e financiamento (Hughes; Chu; Masson, 2018).

Desse modo, é fundamental a coordenação entre esferas do governo e a participação social para o êxito das medidas de adaptação e mitigação, desde o planejamento urbano até a promoção de práticas sustentáveis.

O crescimento acelerado das cidades confunde-se com desenvolvimento. Objetivos como os de prover infraestrutura adequada, conforto e qualidade de vida, espaços públicos e oportunidades de ascensão social e econômica são prejudicados por impactos oriundos do crescimento desordenado, como ineficácia da gestão, da deterioração ambiental e da demanda reprimida de serviços (Rosseto, 2006).

Nesse sentido, o planejamento urbano é crucial: cidades podem ser mais compactas, com maiores densidades e usos mistos do solo, ou adotar urbanização dispersa, com baixas densidades e usos segregados; tais padrões afetam a demanda por energia e implicam necessidade de deslocamentos motorizados, elevando as emissões de GEE (Ewing *et al.*, 2008).

Gehl (2013) relaciona a problemática urbana ao grande número de veículos: além de tornar o trânsito insustentável e complexo, eleva o volume de GEE lançado na atmosfera, agravando os problemas climáticos e demandando maiores esforços de gestão local. Para Sathler, Paiva e Batista (2019), esse cenário amplia riscos, sobretudo em áreas de maior vulnerabilidade e carentes de infraestrutura.

Destarte, Di Giulio *et al*. (2017) recomendam vincular ações de adaptação e mitigação — como saneamento e gestão de recursos hídricos — aos planos diretores, políticas habitacionais e demais instrumentos correlatos.

A questão climática compromete o funcionamento das sociedades e evolui com a liberação de GEE — dióxido de carbono (CO_2), metano (CH4), óxido nitroso (N_2O), clorofluorocarbonos (CFCs) e hidrofluorcarbonos (HFCs) (Silva; Arbilla, 2018). As emissões e o consequente aquecimento global decorrem do uso e da degradação da terra, da urbanização e da poluição atmosférica, afetando direta e indiretamente sistemas físicos e biológicos do planeta e provocando variações climáticas (Rammê, 2012). O Quadro 1, a seguir, apresenta a síntese dos impactos das mudanças climáticas nas cidades.

Quadro 1. Síntese dos impactos das mudanças climáticas nos centros urbanos

RISCOS CLIMÁTICOS	IMPACTOS DIRETOS	IMPACTOS INDIRETOS
Elevação do nível do mar	Inundações e deslocamento de populações	Mudança na dinâmica dos ecossistemas
	Enchentes em zonas costeiras	Mudança do uso do solo em zonas costeiras
	Tempestades	Riscos a economias baseadas em recursos marinho
	Erosão costeira e perda de terra	
	Elevação dos lençóis freáticos e problemas de drenagem	
Eventos extremos (tempestades, vendavais, inundações, ondas de calor e secas)	Danos à infraestrutura urbana e propriedades	Riscos à economia das cadeias de produção de alimentos
	Prejuízo à subsistência dos cidadãos e perda de vidas	Riscos para o suprimento de alimentos em áreas urbanas
Danos à saúde	Efeitos fisiológicos de ondas de calor e de frio	Riscos para os sistemas de saúde
	Mudanças na incidência de doenças transmitidas por vetores	
	Aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares devido à poluição do ar com aumento de temperatura	
	Impactos sobre a saúde física e mental decorrentes de eventos extremos	
Insegurança energética	Mudança das demandas de energia durante inverno e verão	Riscos ao sistema de energia baseado em fontes hídricas
	Aumento do uso de ar-condicionado e consequentes cortes de energia	Perda de transmissão crescente com o aumento da temperatura
		Redução no fornecimento de energia
Instabilidade no fornecimento de água	Diminuição de precipitação e recarga dos aquíferos, limitando a disponibilidade de água	Riscos para a cadeia de produção
	Retração de geleiras, reduzindo suprimentos de água em cidades	Riscos para o suprimento de alimentos em área urbana

RISCOS CLIMÁTICOS	IMPACTOS DIRETOS	IMPACTOS INDIRETOS
	Aumento da demanda por água, em função do aumento da temperatura	
	Redução da qualidade da água, com a diminuição do fluxo de rios	

Fonte: Bulkeley (2013, p. 21).

Cenários de risco expõem a sociedade a situações de vulnerabilidade e limitam a implementação de ações de adaptação. Por outro lado, fatores que contribuem para a diminuição dos riscos também reduzem a vulnerabilidade, promovendo a melhoria da capacidade adaptativa e a ampliação da resiliência (Barbieri; Viana, 2013).

As consequências do aumento da temperatura global, estimadas em 2 ºC, 4 ºC e 6 ºC, representam preocupações catastróficas para o planeta como um todo, pois, uma vez atingidos, os sistemas naturais afetarão a segurança hídrica, alimentar e econômica.

Em relação às diferenças entre as cidades do mundo, os efeitos das mudanças climáticas sobre o meio ambiente natural serão ampliados e agravados, dependendo, por exemplo, da localização geográfica, da escala e da qualidade da gestão urbana (Bulkeley, 2013). Portanto, é necessário promover medidas de redução da vulnerabilidade para que as condições de capacidade adaptativa sejam aplicadas aos municípios, estados e países.

De acordo com Engle (2011), quanto menor a capacidade adaptativa, maior a vulnerabilidade, e vice-versa. Assim, a vulnerabilidade é determinada pela capacidade adaptativa de um sistema, e sua associação à baixa capacidade de adaptação costuma se relacionar à dependência constante de recursos naturais e a outros fatores, como declínio do PIB, fragilidade financeira, altos índices de pobreza e insegurança (Thomas; Twyman, 2005).

Logo, é necessário compreender intimamente os pontos de maior fragilidade, a partir da vulnerabilidade de um determinado ambiente, para subsidiar o desenvolvimento de medidas de resposta específicas a cada situação. Aspectos como mapeamento, monitoramento e planejamento de riscos integram a capacidade adaptativa de um sistema (Eakin; Lemos; Nelson, 2014; Moreira *et al.*, 2020).

Entre os elementos mais importantes que influenciam o processo adaptativo de uma cidade, destacam-se os meios tecnológicos, os aspectos econômicos, os mecanismos de acesso e uso da informação, a execução de políticas públicas, a relação entre adaptação e desenvolvimento sustentável e a governança participativa (Teixeira; Pessoa; Di Giulio, 2020).

Em síntese, a capacidade adaptativa incide na transição de um estado indesejável para outro desejável em um sistema, como resposta às mudanças climáticas (Engle, 2011). Já o processo de adaptação climática consiste em um conjunto de elementos utilizados para prever os impactos das mudanças climáticas, possibilitando a redução da vulnerabilidade (Allen *et al.*, 2018).

Nesse contexto, o processo de adaptação deve ser contínuo, e, para isso, políticas públicas voltadas à adaptação devem ser compreendidas como prioridade pelas gestões locais (Sathler, 2014). Em outras palavras, a formulação de políticas públicas voltadas à gestão climática pode auxiliar na tomada de decisão dos gestores (Engle, 2011; Di Giulio *et al*., 2019b).

Espíndola e Ribeiro (2020) questionam se as cidades brasileiras, além de contribuírem para o planejamento urbano, também colaboram para a superação dos desafios relacionados às alterações climáticas. Ao analisar como as cidades estão reagindo do ponto de vista das políticas cabíveis, evidenciam que as ações necessárias para reduzir as consequências devem ser conjuntas entre governo e sociedade. Dessa forma, essa responsabilidade não deve recair apenas sobre o governo federal, mas também sobre os governos municipais e estaduais, para o pleno alcance das metas propostas nos planos de ação de combate às mudanças climáticas.

Quanto à responsabilidade das cidades pelas emissões de GEE, entende-se que elas também contribuem para o aquecimento global, direta e indiretamente, por meio do consumo energético e de padrões de desenvolvimento baseados em combustíveis fósseis, incluindo as emissões do transporte rodoviário, automóveis, geração de energia para atividades urbanas e processos industriais.

Esses fatores confirmam que as cidades precisam incorporar medidas de planejamento, gestão e agenda climática às suas políticas. No entanto, segundo Di Giulio *et al.* (2018), as iniciativas dos governos municipais variam, e muitas enfrentam barreiras e atrasos, como a falta de recursos materiais e de conhecimento.

Com o apoio da ONU, as cidades têm demonstrado engajamento e liderança crescente na governança climática, impulsionadas por redes transnacionais e agências de cooperação internacionais e bilaterais (Macedo; Rei, 2015). Além disso, nas últimas duas décadas, foram reconhecidas como agentes responsáveis pela resposta climática no meio urbano (Carvalho *et al*., 2020).

Embora as cidades não sejam sujeitas de direito no regime internacional das mudanças climáticas, elas se transformam em protagonistas, à medida que suas ações se multiplicam e se tornam mais ambiciosas que as de muitos países (Sassen, 2015).

Assim, as redes transnacionais inseriram os governos locais na governança climática ao disseminar a ação local e pressionar por sua inserção formal nos processos de negociação, fazendo com que os governos locais e subnacionais fossem reconhecidos como atores governamentais (Macedo, 2017).

Para Sathler, Paiva e Brant (2014), é possível observar certa reação das cidades em favor de ações locais de mitigação e adaptação, alinhadas às diretrizes internacionais sobre mudanças climáticas. No entanto, ao analisarem os planos diretores das capitais brasileiras, Espíndola e Ribeiro (2022) verificaram que apenas seis atualizaram seus planos após o Acordo de Paris (2015) e concluíram que, de modo geral, esses instrumentos não são orientados para a minimização ou adaptação ao fenômeno do clima.

Conclui-se, então, que os gestores públicos devem estabelecer meios de sustentação das medidas de enfrentamento às mudanças climáticas, incorporando as questões climáticas ao planejamento urbano, para que as ações de adaptação possam ser efetivamente praticadas a partir da oferta de serviços e políticas voltadas à redução da vulnerabilidade.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA: ABORDAGEM COMPARATIVA DOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS

4.1. Características da pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como aplicada, por buscar gerar conhecimento para a solução de problemas concretos — a efetividade das políticas climáticas municipais. Assim sendo, sua metodologia contempla a realização de pesquisa bibliográfica e documental.

Segundo Gil (2019), a pesquisa é bibliográfica, porque envolve o levantamento em livros e periódicos, e documental, pois recorre ao estudo de documentos que ainda não sofreram tratamento analítico, tais como plano diretor, leis municipais, orçamento público municipal e plano municipal de estratégias para o meio ambiente.

A pesquisa documental para avaliação do enfrentamento das mudanças climáticas nos municípios escolhidos contempla, entre outros aspectos, mitigação (energia, transporte, resíduos, uso do solo) e adaptação (vulnerabilidade, resiliência e planejamento urbano). Além disso, adota uma abordagem qualitativa, com apoio de elementos quantitativos, combinando a análise de conteúdo dos planos de ação climática com a observação de indicadores de sustentabilidade e desempenho climático.

Trata-se, portanto, de um estudo comparativo e descritivo, baseado na análise documental e bibliográfica, que busca compreender semelhanças e diferenças entre as estratégias de mitigação e adaptação implementadas nas quatro megacidades selecionadas.

4.2. Etapas da pesquisa

4.2.1. Etapa 1 – Revisão bibliográfica e normativa:

Sistematização de referenciais teóricos e jurídicos sobre governança climática, mitigação, adaptação e políticas públicas urbanas (PNMC, PNA, Acordo de Paris, ODS 11 e 13). Essa etapa estabelece a base conceitual para a análise comparativa dos planos.

4.2.2. Etapa 2 – Levantamento documental:

Coleta dos Planos de Ação Climática e de documentos oficiais complementares das quatro megacidades (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba), bem como inventários de emissões de GEE, relatórios de monitoramento e legislação municipal correlata.

4.2.3. Etapa 3 – Análise de conteúdo:

Aplicação da técnica de análise de conteúdo temática (Bardin, 2016), com categorias pré-definidas derivadas da literatura e dos marcos normativos:

- Governança e institucionalidade;
- Mitigação (energia, transporte, resíduos, uso do solo);
- Adaptação (vulnerabilidade, resiliência, planejamento urbano);
- Indicadores e metas; e,
- Avaliação.

As categorias selecionadas permitiram identificar a presença, a profundidade e a coerência das estratégias em cada plano.

4.2.4. Etapa 4 – Construção e aplicação de matriz comparativa:

Elaboração de uma matriz de comparação entre as cidades, contemplando:

- Número e tipo de ações de mitigação e adaptação;
- Existência e uso de indicadores;
- Alinhamento às metas do Acordo de Paris e dos ODS; e,
- Mecanismos de governança e financiamento.

Essa matriz serve de instrumento para avaliar a efetividade relativa dos planos municipais.

4.2.5. Etapa 5 – Interpretação dos resultados:

Os resultados foram analisados de forma integrada, buscando inferir o grau de alinhamento dos planos locais às metas globais e a coerência entre discurso, metas e execução das políticas.

4.3. Planos a serem avaliados: São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba

A escolha das cidades para a realização deste estudo baseou-se em critérios objetivos e analíticos, quais sejam: i. população superior a dois milhões de habitantes, o que as caracteriza como grandes centros urbanos brasileiros; ii. relevância político-institucional no contexto nacional, em razão de seu papel estratégico na formulação e implementação de políticas públicas urbanas, ambientais e climáticas; iii. existência e disponibilidade pública de Planos de Ação Climática formalmente instituídos, com metas, ações e indicadores estruturados; e iv. potencial comparativo decorrente de diferentes níveis de maturidade institucional e de governança climática local. Com base nesses critérios, foram selecionadas as megacidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba.

A partir das ações propostas por cada município estudado, conjuntos de informações foram analisados, considerando os indicadores associados, as metas e os prazos para execução estabelecidos pelas cidades. Para facilitar a compreensão e sintetizar as informações, foram elaborados quadros com descrição detalhada das ações e das subações, bem como das estratégias de mitigação e adaptação climática e dos indicadores utilizados para o acompanhamento e avaliação dos planos de ação.

Tal procedimento possibilita alcançar o propósito de descrever as estratégias de mitigação e adaptação previstas nos Planos de Ação Climática das megacidades brasileiras e, ainda, comparar os diferentes enfoques adotados por São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba em relação à mitigação das emissões de GEE e à adaptação aos impactos climáticos extremos.

O Estatuto da Cidade, em seu art. 2º, inciso II, estabelece que os cidadãos têm direito a cidades sustentáveis, entendidas como “direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”. Por essa razão, esses elementos foram também avaliados nos planos de ação climática das megacidades brasileiras.

4.4. Indicadores de sustentabilidade

A identificação dos indicadores de sustentabilidade utilizados pelas megacidades brasileiras foi fundamental para desenvolver a análise pretendida. Jannuzzi (2001, p. 15) define indicador como “uma medida, em geral quantitativa, dotada de significado substantivo, usada para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse teórico (para pesquisa acadêmica) ou programático (para formulação de políticas)”.

Carvalho *et al.* (2011, p. 297-298) afirmam que “os indicadores de desenvolvimento sustentável têm a função de revelar informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais etc.) que compõem o desenvolvimento sustentável”.

Segundo Jannuzzi (2001, p. 15), o indicador “é um instrumento operacional para o monitoramento da realidade social, com fins de formulação e reformulação de políticas públicas”. Van Bellen (2004, p. 6) acrescenta que “o objetivo principal dos indicadores é agregar e quantificar informações de maneira que sua significância se torne mais aparente”. Assim, um indicador pode ser utilizado para diagnosticar determinada realidade, monitorar e avaliar políticas públicas ou subsidiar pesquisas em geral.

Desse modo, os indicadores são essenciais no setor público, pois permitem o acompanhamento e a avaliação das políticas implementadas. Organismos governamentais recorrem a eles para fundamentar a tomada de decisão em bases empíricas. Os indicadores de sustentabilidade ambiental são particularmente relevantes, na medida em que fornecem informações sobre o desempenho ambiental em aspectos como oferta e qualidade da água, tratamento de esgoto, poluição e emissões de GEE, coleta e reciclagem de resíduos sólidos urbanos e preservação de

áreas verdes — elementos fundamentais para subsidiar o poder público no enfrentamento das mudanças climáticas. Além disso, são indispensáveis para verificar o alcance das metas estabelecidas nas políticas públicas.

Em síntese, conforme pontua Branchi (2022), os indicadores utilizados na avaliação da sustentabilidade ambiental devem ser capazes de mensurar diferentes dimensões de fenômenos complexos e captar as transformações ocorridas no objeto estudado. Devem conciliar a complexidade do fenômeno com a clareza na comunicação dos resultados, além de serem replicáveis, permitindo comparações e análises ao longo do tempo.

Por conseguinte, a avaliação das ações e subações previstas nos planos locais de ação climática, bem como dos indicadores utilizados para seu monitoramento, possibilita inferir o grau de alinhamento dos planos municipais com as metas globais de enfrentamento da crise climática, especialmente aquelas estabelecidas pelo Acordo de Paris e pelos ODS.

Destaca-se que os indicadores assumem, neste estudo, um papel estritamente instrumental, sendo utilizados como suporte à análise comparativa das ações, metas e estratégias climáticas previstas nos instrumentos de ação das grandes metrópoles brasileiras. Dessa forma, não constituem o eixo central da pesquisa, nem são empregados para mensuração de desempenho ou avaliação quantitativa de resultados; servem apenas para subsidiar a compreensão das políticas climáticas locais, da intervenção pública e das prioridades das políticas municipais.

5. ANÁLISE COMPARATIVA DOS PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA DAS MEGACIDADES BRASILEIRAS

O propósito deste capítulo é descrever e analisar as estratégias de mitigação e adaptação previstas nos Planos de Ação Climática das megacidades brasileiras, evidenciando suas metas, instrumentos e eixos de atuação.

5.1. Contextualização

As ações de adaptação climática nos municípios demandam cooperação entre diferentes esferas de governo, condição essencial para a criação de redes nacionais e transnacionais. Embora essas redes não disponham de plena autonomia nem de recursos financeiros suficientes para gerir seus próprios programas, desempenham papel fundamental no fortalecimento das políticas locais voltadas ao enfrentamento das mudanças climáticas (Johnson *et al.*, 2015). A ascensão das cidades na governança climática global reflete a estagnação política observada nos níveis nacional e internacional (Bulkeley, 2013).

Segundo Sassen (2013), as regiões metropolitanas e as cidades constituem espaços nos quais se materializam as principais tendências macroeconômicas e globais, tornando-se, portanto, locais estratégicos para compreender as transformações que reconfiguram a ordem social. Para Giulio (2018), contudo, as cidades enfrentam dificuldades para implementar planos de adaptação climática devido aos altos custos e à dependência de apoio político, institucional e financeiro, frequentemente oriundo de instâncias federais.

A análise da governança multinível e da integração entre a agenda climática local e a nacional é, destarte, indispensável para contextualizar o cenário climático das cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba.

Essa perspectiva está diretamente relacionada aos objetivos desta dissertação, que busca compreender como as políticas e os planos locais de adaptação e mitigação refletem as estruturas institucionais e os desafios da governança climática urbana no Brasil.

5.2. Fundamentos da análise das estratégias de mitigação e adaptação

O esforço das cidades para promover o desenvolvimento sustentável e melhorar a qualidade de vida da população requer maior interação entre sociedade e governo. Essa interação depende da adoção de instrumentos de governança capazes de produzir informações confiáveis e promover a transparência administrativa. A governança para a sustentabilidade, nesse sentido, configura-se como um sistema flexível e adaptável que orienta decisões, define mecanismos de controle e regula a distribuição de recursos, envolvendo múltiplos atores locais e globais (Fiksel, 2012).

O avanço nas políticas climáticas exige aprimoramento na produção e no uso de dados, o que torna os indicadores de sustentabilidade instrumentos fundamentais. Eles fornecem subsídios aos gestores públicos para a tomada de decisões e para o monitoramento do estado e das transformações do clima, permitindo prever consequências e avaliar os resultados das ações implementadas. Dessa forma, os indicadores cumprem papel estratégico na avaliação das políticas e na verificação do alcance das metas de adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

Segundo Fiksel (2012), os indicadores de sustentabilidade representam medidas mensuráveis de sistemas ambientais, econômicos e sociais, utilizadas para monitorar características e tendências relevantes ao desenvolvimento. Contudo, conforme destaca Furtado (2015), ainda há deficiência na integração entre indicadores econômicos, sociais e ambientais, o que reflete a tendência de países e setores privilegiarem interesses específicos, comprometendo a efetividade das propostas de governança sustentável.

A análise dos Planos de Ação Climática permite, portanto, compreender as estratégias de mitigação e adaptação adotadas pelas cidades estudadas, bem como avaliar a coerência entre os indicadores escolhidos, as metas de neutralização de GEE e os objetivos da sustentabilidade urbana — aspectos diretamente vinculados à problemática central e aos objetivos desta dissertação.

5.3. Planos de ação climática das megacidades brasileiras

Realiza-se, neste trabalho, a descrição dos Planos de Ação Climática das cidades de São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, considerando suas

ações e subações, seus objetivos, eixos estratégicos, metas e indicadores estabelecidos para o monitoramento e acompanhamento da implementação desses planos.

5.3.1. Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima-SP)

De acordo com a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), o PlanClima-SP foi criado com o propósito de neutralizar as emissões de carbono até 2050.

Com um PIB de aproximadamente R$699 bilhões em 2017, São Paulo se destaca como a cidade mais rica do país, cuja influência econômica, financeira e cultural ultrapassa os âmbitos regional e nacional. É o centro da Região Metropolitana de São Paulo, que engloba 38 municípios e abriga cerca de 21,4 milhões de habitantes — aproximadamente metade da população do Estado.

A cidade também apresenta notável pluralidade cultural, decorrente, sobretudo, da intensa imigração ocorrida no século XIX. Esse aspecto contribuiu para que São Paulo se destacasse nas artes e na cultura, tornando-se palco de eventos como a Semana de Arte Moderna e a Primeira Bienal Internacional de São Paulo, além de diversos movimentos políticos.

Seu território, com 1.521,11 km², possui população estimada em 12.325.232 pessoas (2020) e densidade demográfica de 7.398,26 habitantes por km² (2010), distribuídas em 32 subprefeituras que administram 96 distritos. O município apresenta, ainda, elevada vulnerabilidade social, evidenciada pelo número crescente de pessoas em situação de rua. Entre 2015 e 2019, registrou-se a presença de 24.344 pessoas, de 31 a 40 anos, nessa condição, na região central da cidade — um aumento de 60% de pessoas em situação de rua no período.

A vulnerabilidade é abordada no plano sob múltiplas dimensões — gênero, raça e renda — e em relação às áreas suscetíveis a enchentes e deslizamentos. O PlanClima-SP está alinhado às medidas globais de adaptação e mitigação das mudanças climáticas, abordando temas como vulnerabilidade, saúde, riscos climáticos, emissões de GEE, energia, resíduos, reciclagem, urbanismo, áreas verdes e governança.

No cerne da discussão está a meta de neutralizar as emissões de GEE até 2050. O plano prevê que, até essa data, sejam criadas Zonas de Zero Emissões: 4%

de todas as viagens deverão ser realizadas por bicicleta; 50% da frota de ônibus municipal deverá utilizar tecnologia de emissão zero; haverá redução de 25% nas viagens em automóveis individuais; 57% de redução dos veículos de passageiros movidos a combustíveis fósseis; e 14% da frota de veículos de passageiros será movida por tecnologia de emissão zero (PlanClima-SP, 2021).

Atualmente, São Paulo tem o compromisso de renovar 20% de sua frota de 14 mil ônibus para veículos limpos (Prefeitura de São Paulo, 2021). O plano também contempla incentivos à ampliação da malha cicloviária, ainda que não explicite claramente os mecanismos para a consecução dessa meta.

A gestão de resíduos é outro eixo central do plano, considerando que São Paulo é a cidade que mais gera resíduos sólidos urbanos no país — cerca de 20 mil toneladas por dia. O volume é destinado a aterros sanitários, e apenas 3,5% dos resíduos são recuperados pela coleta seletiva. O PlanClima-SP projeta, até 2050, alcançar a reciclagem de 34% do papel e 25% do plástico produzido. No entanto, o documento não apresenta detalhamento suficiente sobre as estratégias de implementação dessas metas.

O PlanClima-SP foi elaborado em 2018 e atualizado em 2021 pela Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas (SECLIMA), com base no Inventário de Emissões de GEE referente ao período 2010–2017. O Plano de Ação Climática de São Paulo é pioneiro no Brasil e está sob responsabilidade dessa secretaria, que assumiu o compromisso, junto ao Grupo C40 de Cidades para a Liderança Climática, de elaborar e implementar políticas alinhadas ao Acordo de Paris, com vistas à neutralidade de carbono até 2050. O plano também prevê ações para reduzir vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais.

O Inventário de Emissões de GEE (2010–2017), elaborado com base na metodologia do IPCC, foi atualizado e serviu de referência para a estruturação do plano, oferecendo subsídios à análise de projeções futuras de emissão de carbono.

O plano apresenta dois objetivos gerais:

1. Empreender ações políticas para reduzir, até 2030, 50% das emissões de GEE do município em relação aos níveis de 2017.
    - Meta incondicional: até 2030, reduzir 20% das emissões em relação ao ano-base de 2017.

- Meta condicionada: até 2030, reduzir 50% das emissões, caso sejam implementadas ações de descarbonização fora do controle direto do município.
- Meta condicionada adicional: até 2050, alcançar emissões líquidas zero, condicionada a medidas de descarbonização dependentes de outros níveis de governo.

2. Implementar medidas para fortalecer a resiliência do município, reduzindo vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais, e aumentando a capacidade adaptativa da população paulistana.

O PlanClima-SP está estruturado em cinco grandes estratégias, cada uma com objetivos específicos de mitigação e adaptação, desdobrados em 44 ações vinculadas a metas e marcos de execução. Os eixos estratégicos são: *Rumo ao carbono zero em 2050*; *Adaptar a cidade de hoje para o amanhã*; *Proteger pessoas e bens*; *Mata Atlântica, precisamos de você*; e *Gerar trabalho e riqueza sustentáveis.*

Eixo 1. Rumo ao carbono zero em 2050

- Regulamentar a adoção de critérios de eficiência energética nas edificações, de acordo com os programas nacionais de conservação de energia.
  Indicadores: critérios de eficiência energética inseridos no Código de Obras e Edificações; redução do consumo de energia pela PMSP (%); intensidade de uso de energia dos prédios públicos por tipologia (KWh/m²).

- Elaborar estudos sobre padrões de consumo energético no município de São Paulo, para a adoção de medidas gerais de eficiência energética.
  Indicador: estudos publicados sobre padrões de consumo de eficiência energética no município.

- Mobilizar esforços para fomentar a produção e a distribuição de energia proveniente de fontes renováveis e a geração distribuída, bem como a melhoria de eficiência energética de equipamentos.
  Indicadores: normas e regulamentações publicadas para incentivo ao uso de equipamentos mais eficientes e à ampliação da geração de energia de fontes

renováveis; potência total instalada de geração distribuída de fontes renováveis no município de São Paulo; proporção de potência instalada fotovoltaica da administração pública municipal.

- Implementar critérios e indicadores de eficiência energética na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela administração pública municipal.
  Indicadores: normas com critérios e indicadores de eficiência energética para contratos da PMSP; número de novos contratos com critérios de eficiência energética em obras e serviços da PMSP; número de edificações públicas com reformas e melhorias para eficiência energética realizadas sobre o total de edificações públicas próprias da prefeitura.

- Estabelecer norma para aperfeiçoamento das melhorias de ventilação e iluminação natural nos Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social (EHIS).
  Indicadores: norma estabelecendo medidas de ventilação e iluminação natural aperfeiçoadas em EHIS e índice de satisfação em análises pós-ocupação.

- Fomentar a redução das distâncias casa-trabalho, de modo a minimizar a demanda por serviços de transporte.
  Indicadores: número de postos de trabalho por distrito; tempo médio de viagem casa-trabalho (minutos) – pesquisa origem-destino do metrô e relação da oferta de empregos formais por população economicamente ativa no município por região (un/hab).

- Aumentar a atratividade do sistema municipal de ônibus de maneira a promover esse modo de transporte.
  Indicadores: índice de qualidade do transporte; proporção de ônibus que possuem pontos de recarga para eletrônicos; proporção de ônibus que possuem ar-condicionado; proporção de ônibus com informação de lotação em tempo real e frota de ônibus com acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida.
- Fomentar o uso de bicicleta como meio usual de transporte, por meio da expansão da infraestrutura e estratégia de sensibilização e comunicação.

Indicadores: extensão de ciclovias implantadas (KM); índice de conectividade da rede cicloviária; paraciclos instalados nos equipamentos municipais; bicicletários instalados nos equipamentos municipais e número de acidentes de bicicleta.

- Promover a substituição gradativa das frotas de ônibus municipais para veículos zero emissões.
  Indicadores: emissão de GEE pela frota de ônibus municipal; emissão de material particulado pela frota de ônibus municipal; emissão de óxidos de nitrogênio pela frota de ônibus municipal e proporção de veículos substituídos no transporte adotando tecnologia zero emissões em relação ao total da frota.

- Instituir Zona Zero Emissão no perímetro do Minianel Viário.
  Indicadores: instituição, por lei, de Zona Zero Emissões no município de São Paulo; quantidade de veículos que transitam nessa zona, por tecnologia; concentração de poluentes locais no perímetro e sinalização zero emissão implantada nas vias especificadas pela legislação.

- Garantir que 100% da frota utilizada pela prefeitura (ou terceirizada) seja zero emissões em 2040.
  Indicadores: proporção de veículos próprios da PMSP que adotam tecnologia zero emissões; proporção de veículos terceirizados que adotam tecnologia zero emissões para prestação de serviços à PMSP; proporção de veículos zero emissões que prestam serviços à PMSP.

- Instituir legislação de fomento à distribuição de carga fracionada com veículo zero emissões dentro do perímetro da cidade.
  Indicadores: elaboração de legislação de fomento à distribuição de carga fracionada com veículos zero emissão no território do município de São Paulo; proporção de veículos para transporte de carga fracionada zero emissões na cidade.

- Implantação de uma rede de Miniterminais Logísticos (MTL) em parceria com a iniciativa privada.

Indicadores: número de estudos para implantação de rede de miniterminais logísticos no município de São Paulo (não há disponibilidade de dados para o indicador); número de parcerias para implantação de rede miniterminais logísticos (não há disponibilidade de dados para o indicador); e número de miniterminais logísticos implantados (não há disponibilidade de dados para o indicador).

- Aperfeiçoar a regulamentação sobre compartilhamento, estacionamento e recarga de veículos elétricos ou zero emissões.
  Indicadores: regulamentação de compartilhamento de veículos elétricos; participação de automóveis movidos a combustíveis fósseis (%) na frota e participação de veículos elétricos no total da frota circulante no município de São Paulo (%).

- Universalizar a cobertura do serviço de coleta seletiva de resíduos secos.
  Indicadores: índice de coleta seletiva do município de São Paulo (%); rejeitos de coleta seletiva no município de São Paulo (%); atendimento da coleta seletiva - Ponto de Entrega Voluntária (PEV) (un); atendimento da coleta seletiva - Ecoponto (un); emissões GEE resultantes do tratamento de resíduos sólidos urbanos totais; catadores cooperados cadastrados no sistema de coleta seletiva do município de São Paulo (indivíduos) e contribuição individual dos catadores cooperados no tratamento de resíduos sólidos de coleta seletiva no Município de São Paulo (t/catador/ano).

- Maximizar os processos de compostagem.
  Indicadores: resíduos orgânicos destinados à compostagem (t); quantidade de composto produzido pelo Projeto de Compostagem Feiras e Jardins Sustentáveis (t); proporção de feiras livres atendidas pelo Projeto Feiras e Jardins Sustentáveis (%); unidades escolares com programa de compostagem implementado no município de São Paulo (un); resíduos sólidos urbanos destinados a aterros sanitários (t); emissões de GEE resultantes do tratamento de resíduos sólidos (tCO2e).
- Implantar Ecoparques.

Indicadores: ecoparques implantados no município de São Paulo (un); proporção de resíduos sólidos urbanos tratados em ecoparques no município de São Paulo; emissões de GEE mitigadas pelo tratamento de papel, plástico, vidro, entulho e madeira (tCO2e).

- Incluir no mandato da Autoridade Hídrica Municipal, em processo de estruturação, a realização de reporte periódico de dados de operação e de monitoramento de atividades geradoras de GEE, especialmente em relação a esgoto, pela concessionária dos serviços de água e esgoto.
  Indicadores: elaboração, pela Autoridade Hídrica Municipal, de norma estabelecendo a obrigatoriedade do reporte periódico dos dados de operação e monitoramento de atividades geradoras de GEE pela concessionária de serviços de esgotos no município de São Paulo, relatórios de reporte periódico dos dados de operação e monitoramento de atividades geradoras de GEE, especificamente para o município de São Paulo, desenvolvidos, fatores de emissão das ETE, em relação aos efluentes provenientes do município de São Paulo, carga orgânica remanescente nos efluentes de esgoto do município de São Paulo (DBO), eficácia das ETE que prestam serviços ao município de São Paulo na captura de metano (%) e produção de energia nas ETE que prestam serviços ao município de São Paulo (kWh); índice de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município (ICTEM)**.**

Eixo 2. Adaptar a cidade de hoje para amanhã

- Promover a melhoria na qualidade ambiental no município de São Paulo na perspectiva dos impactos da mudança climática.
  Indicadores: Índice de Qualidade da Água (IQA/Cetesb); Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP/Cetesb); Índice Qualar para Partículas Inaláveis Finas (MP2.5) (Cetesb); áreas contaminadas reabilitadas no município de São Paulo (un) (Cetesb); criação de base dados relacionada aos acidentes com produtos perigosos no município de São Paulo; ampliação do cadastro de áreas contaminadas nos bancos de dados do município de São Paulo, atrelado à atualização do Sistema de Fontes de Poluição (Sipol/Cetesb); Índice Biosampa.

- Aperfeiçoar o monitoramento da aplicação e da eficácia dos instrumentos urbanísticos utilizados com a finalidade de promover a mitigação de emissões de GEE e adaptação aos impactos da mudança do clima, bem como a adoção de fontes renováveis de energia e a construção sustentável.
  Indicadores: requisitos de sustentabilidade apontados no art. 7º, inciso XI, do Plano Diretor Estratégico (PDE) (Lei 16.050/20140), incorporados à legislação urbanística e número de equipamentos públicos, construídos ou reformados, sob princípios construtivos apoiados na mitigação de GEE ou na adaptação aos impactos da mudança do clima.

- Incrementar o provimento habitacional para a população de baixa renda.
  Indicadores: deficit habitacional em relação ao total de domicílios (%); famílias beneficiadas por procedimentos de regularização fundiária (%); número de unidades habitacionais entregues por meio de programas habitacionais e parcerias firmadas por período (un).

- Aumentar a área Impermeável dos equipamentos e espaços públicos novos e existentes.
  Indicadores: número de equipamentos e espaços públicos que receberam intervenções para aumento da permeabilidade (un); área permeável em equipamentos e espaços públicos do município de São Paulo (m2) e incremento acumulado de área permeável em equipamentos e espaços públicos do município de São Paulo (%).

- Incrementar o uso de Soluções Baseadas na Natureza (SBN).
  Indicadores: elaboração de levantamento dos locais potenciais e prioritários para implantação de macro e microdrenagem que incorpore SBN; Plano Diretor de Drenagem e Águas Pluviais contendo medidas de SBN aprovado e número de projetos de drenagem implantados que incorporem SBN por distrito.
- Requalificar os espaços públicos viários de modo a favorecer a caminhabilidade, atividade ao ar livre, a cultura e a convivência.
  Indicadores: área de calçadas requalificadas por ano; extensão de vias redesenhadas; tempo semafórico por largura de leito carroçável por tipo de via.

- Mapear zonas críticas inundáveis, adotando a perspectiva da ocorrência de eventos climáticos extremos e objetivando sua incorporação à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do solo.
  Indicadores: zonas críticas inundáveis por bacia hidrográfica do município de São Paulo, considerando a perspectiva de ocorrência de eventos climáticos extremos; área, taxa de ocupação das zonas críticas inundáveis do município de São Paulo (%) e recomendações publicadas para as zonas de convivência com as cheias com os critérios e requisitos a serem observados por particulares e pelo poder público na ocupação dessas áreas.

- Dar seguimento ao Programa Córrego Limpo.
  Indicadores: proporção de córregos despoluídos em relação ao total de córregos poluídos identificados (%); extensão de córregos limpos (km) e Demanda Bioquímica por Oxigênio (DBO) (mg/l).

- Incluir análise de vulnerabilidade climática e estratégias de mitigação de emissão de GEE e adaptação aos impactos da mudança do clima nos empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental ou estudo de impacto da vizinhança.
  Indicadores: inclusão da análise de vulnerabilidade climática e estratégias de mitigação e adaptação à mudança do clima como requisito na elaboração de estudos que serão submetidos ao licenciamento ambiental; inclusão da análise de vulnerabilidade climática e estratégias de mitigação e adaptação à mudança do clima como requisito na elaboração de estudos de impacto de vizinhança; Resolução Cades para a inclusão da análise de vulnerabilidade climática e estratégias de mitigação e adaptação à mudança do clima.

- Estabelecer critérios que permitam e orientem a destinação de recursos dos fundos municipais para ações de mitigação e adaptação à mudança do clima.
  Indicadores: adequação da legislação dos fundos municipais para a efetiva destinação de recursos financeiros às temáticas da mudança climática; gastos dos fundos municipais com temáticas do fenômeno climático no município de

São Paulo (%) e projetos em temáticas da mudança do clima aprovados para utilização de recursos dos fundos municipais do município de São Paulo (%).

- Fortalecer a governança do Sistema Municipal de Defesa Civil para uma gestão intersetorial e transversal da redação de risco e de desastre.
  Indicadores: atividades do Conselho Municipal de Defesa Civil do município de São Paulo – convocatórias de reunião, atas de reunião, sistema de detecção e alerta precoce para riscos de Defesa Civil, monitoramento do Sistema de Detecção e Alerta Precoce para Riscos de Defesa Civil, integração de dados sobre a população residente em áreas de risco ao Sistema de Detecção e Alerta Precoce para Riscos de Defesa Civil, capacitações técnicas aos servidores da PMSP em temas de defesa civil, capacitações técnicas oferecidas pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) em temas de defesa civil, proporção de Núcleos Comunitários de Defesa Civil (Nudec) em comunidades vulneráveis do município de São Paulo (%), ocorrências de defesa civil no município de São Paulo, pessoas afetadas por ocorrências de defesa civil no município de São Paulo, pessoas deslocadas por ocorrências de defesa civil no município de São Paulo, pessoas residentes em áreas de risco de desastres no município de São Paulo.

Eixo 3. Proteger pessoas e bens

- Criar plano de contingência de seca, adotando as medidas para sua operação.
  Indicadores: elaboração e implementação do Plano de Contingência de Seca; número de pessoas afetadas por racionamento de água; interrupções de fornecimento de água; Índice de Regularidade de Distribuição (IRD); Índice de Reclamação de Falta d'Água (Irfa).

- Ampliar medidas de adaptação e fortalecer a capacidade de preparação e resposta de serviços de saúde em situação de eventos extremos.
  Indicadores: inclusão de temáticas de adaptação à mudança do clima na atualização do Plano Municipal de Saúde do Município de São Paulo; profissionais de saúde capacitados em preparação e resposta a eventos climáticos extremos no município de São Paulo (indivíduos).

- Atualizar anualmente o plano municipal de contingência de arboviroses para aperfeiçoar as ações de enfrentamento dos riscos associados à mudança do clima.

  Indicadores: inclusão de temáticas da mudança do clima na atualização do Plano Municipal de Contingência de Arboviroses do Município de São Paulo; revisão do Mapa de Estratificação de Risco de Arboviroses, considerando o contexto da mudança climática.

- Fortalecer o Programa VigiAR.

  Indicadores: Ampliação do número de unidades Sentinela do Programa VigiAr por região (un); atendimento nas unidades Sentinela do Programa VigiAr a crianças de 0 a 5 anos com problemas respiratórios (un); incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares nas unidades Sentinela do Programa VigiAr por região (un).

- Expandir o Programa Ambientes Verdes e Sustentáveis (PAVS) para todas as Unidades Básicas de Saúde (UBS), ampliando a incorporação das questões da mudança do clima.

  Indicadores: UBS com o PAVS implementadas (un); projetos do PAVS que abordam o tema da mudança do clima desenvolvidos nas UBS e seus territórios de abrangência (un); ações socioambientais do PAVS que abordam o tema da mudança do clima desenvolvidas nas UBS e seus territórios de abrangência (un); visitas ambientais domiciliares do PAVS que abordam o tema da mudança do clima desenvolvidas nas UBS e seus territórios de abrangência (un).

- Combater o desperdício de alimentos e aumentar a segurança alimentar.

  Indicadores: número de feiras e mercados públicos cadastrados no Programa Municipal de Combate ao Desperdício de Alimentos (un); arrecadação de alimentos para o Banco de Alimentos Municipal (kg/ano) e doação de alimentos pelo Banco de Alimentos Municipal (kg/ano).

- Aperfeiçoar os protocolos de paralisação preventiva do sistema de mobilidade, inclusive com alertas no caso de eventos climáticos extremos.

Indicadores: estruturação do Sistema de Alerta de Paralisação de Serviços de Trânsito do Município de São Paulo; protocolos de paralisação de trânsito em eventos climáticos extremos; linhas de ônibus afetadas por eventos climáticos extremos no município de São Paulo (%); comunicação dos protocolos de paralisação de trânsito em eventos climáticos extremos às organizações pertinentes; pessoas diretamente afetadas por interrupções no serviço de mobilidade urbana no município de São Paulo.

Eixo 4. Mata Atlântica, nós precisamos de você!

- Promover o plantio de árvores nativas resilientes às mudanças climáticas de maneira a proteger a biodiversidade.
  Indicadores: produção de mudas de espécies arbóreas nativas resilientes às mudanças climáticas nos viveiros municipais (%); plantio de mudas de espécies arbóreas nativas resilientes às mudanças climáticas no município de São Paulo (%); cobertura de copas por distrito (%) e cobertura de copas por habitante (m2/hab).

- Fortalecer os meios e os instrumentos de conservação da biodiversidade do capital natural, dos serviços ecossistêmicos e ambientais.
  Indicadores: elaboração e disponibilização do Cadastro de Áreas de Patrimônio Ambiental do Município de São Paulo; editais de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) lançados e operantes no município de São Paulo e índice de adesão ao PSA no município de São Paulo (%).

- Proteger e requalificar nascentes e cursos d'água.
  Indicadores: mapeamento de nascentes do município de São Paulo; proporção de nascentes requalificadas no município (%); córregos requalificados por bacia hidrográfica no município (un); eficácia do Programa de Ligações Factíveis do município de São Paulo (%) e Áreas de Preservação Permanente (APP) em córregos recuperadas (m2).

Eixo 5. Gerar trabalho e riqueza sustentáveis

- Mobilizar esforços para promover o desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade da vida no município de São Paulo sob a perspectiva de uma economia circular e carbono zero.

  Indicadores: norma técnica que privilegie a adoção de embalagens reutilizáveis em detrimento de embalagens descartáveis pelos setores industrial e de serviços no município, sempre que possível; redução acumulada do envio de resíduos sólidos urbanos aos aterros sanitários (%); percentual de vínculos ativos na cidade de São Paulo oferecidos por setores de média e alta intensidade tecnológica e de conhecimento que tenham baixo uso de recursos naturais (ODS 8.2) e emissão de CO2 pelo PIB (ODS 9.4.1).

- Promover e aprofundar a temática da mudança do clima nas ações da Política Municipal de Educação Ambiental, fortalecendo sua implantação e ampliando os públicos-alvo.

  Indicadores: elaboração e implementação do Programa Municipal de Educação Ambiental, incluindo a temática da mudança do clima; capacitações formais de educação ambiental, com diretrizes da temática da mudança do clima, ofertadas a profissionais da Educação; capacitações formais de educação ambiental, com diretrizes da temática da mudança do clima, ofertadas ao público geral; índice de adesão a atividades de educação ambiental (%) e índice de certificados emitidos em atividades de educação ambiental (%).

- Fomentar estratégias de agricultura urbana orgânica.

  Indicadores: elaboração do Cadastro Municipal de Hortas Urbanas Comunitárias Orgânicas; definição e estabelecimento legal de critérios para implantação de hortas urbanas comunitárias orgânicas em áreas públicas; número de hortas urbanas comunitárias orgânicas no município de São Paulo por subprefeitura (un); espaços livres públicos dedicados à agricultura urbana no município de São Paulo (m2); realização do mapeamento das hortas urbanas comunitárias orgânicas em espaços livres públicos do município de São Paulo e sua incorporação à Plataforma Sampa+Rural; gastos de investimento no Programa Operação Trabalho para o eixo Hortas e Viveiros na Comunidade (reais); parcerias ou programas apoiados para realização de

cursos técnicos de capacitação nos temas agricultura urbana; educação nutricional e educação ambiental (un); trabalhadores envolvidos em atividades de agricultura urbana no município de São Paulo (indivíduos).

O plano apresenta os principais riscos climáticos da cidade de São Paulo, descreve as iniciativas ambientais de curto, médio e longo prazo a serem criadas ou continuadas, para obtenção dos seus objetivos. Embora seja um documento que traz contribuições teóricas relevantes e bem fundamentadas, uma vez que apresenta conceitos bem desenvolvidos e articulados, discute e interpreta a teoria e sustenta de forma sólida os argumentos da implementação do plano, apresenta também falha no monitoramento de indicadores e concretização dos objetivos propostos.

A Prefeitura de São Paulo apresentou no final de julho o 4º Relatório do Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima-SP), através de monitoramento realizado pela Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas. O Relatório Anual do PlanClima apresenta o monitoramento das ações previstas no plano, com foco nas atividades de 2024 e na série histórica dos indicadores desde sua institucionalização (2021-2024). O relatório informa que 86% das ações estão em andamento e 57% dos indicadores avançaram.

No eixo Rumo ao Carbono Zero, 13 das 18 ações estão em andamento, o que significa 72%. Neste eixo foram atribuídos 44 indicadores, sendo que 55% apresentaram avanço. Dentre os destaques em andamento estão: potência instalada de energia fotovoltaica 5 vezes maior em relação a 2021; redução média de aproximadamente 11% dos poluentes pelo transporte público em relação a 2023; 50 novas viaturas com tecnologia de baixo carbono, aumento de 2,71% em relação a 2021 da frota de transporte público com tecnologia zero emissões; 100% das vias com serviço de coleta seletiva domiciliar.

Uma estratégia importante para incentivar o uso do transporte coletivo é melhorar sua infraestrutura, com a oferta de ar-condicionado, entradas USB, Wi-Fi, para maior conforto nos ônibus, e a ampliação dos corredores exclusivos para aumentar a agilidade no trânsito, a fim de reduzir o uso de veículos individuais movidos a combustíveis fósseis, principais emissores de GEE na cidade.

No eixo Adaptar a Cidade de Hoje Para o Amanhã, todas as 11 ações estão em andamento, e dos 29 indicadores, 55% avançaram. O grande destaque foi o

número de pessoas beneficiárias por procedimentos de regularização fundiária, ou seja, 224.710 pessoas beneficiadas desde 2021.

Já o eixo Proteger Pessoas e Bens tem 86% das ações em andamento e 16 indicadores disponíveis com 75% de avanço, com aumento de 28 feiras cadastradas no Programa de Combate ao Desperdício de Alimentos, 12.909 visitas que abordam o tema mudança climática, entre outros.

Para o eixo Mata Atlântica, Precisamos de Você, verifica-se que as 3 ações estão em andamento, o que significa 100% das ações. Dos 6 indicadores disponíveis, há avanço em 55% deles. O destaque, neste eixo, ficou por conta da adesão ao PSA.

Para o eixo Gerar Trabalho e Riqueza Sustentáveis, foi apresentado que as 4 ações estão em andamento e, dos 15 indicadores disponíveis, houve avanço em 50% deles. Entre as metas, podem-se destacar R$ 8 milhões investidos no Programa Operação Trabalho Agricultura, certificação de trabalhadores agrícolas, capacitação formal de educação ambiental com a temática da mudança climática, entre outras.

O PlanClima-SP está em processo de revisão e a nova versão será apresentada ainda em 2025. Dessa forma, serão incorporadas ao novo plano as informações de que i. 83 caminhões de coleta de resíduos passaram a operar com biometano, contribuindo para a redução das emissões no setor – sendo que a meta é substituir toda a frota por veículos sustentáveis até 2027; ii. a cidade também atingiu o marco de 750 ônibus elétricos na metade do ano de 2025 e, por meio dos financiamentos, mais 385 ônibus estão previstos para serem incorporados à frota em breve.

Em 2024, foram plantadas 79 mil árvores e em 2025 serão plantadas, ao todo, 120 mil árvores, contribuindo para aumentar a área verde da cidade, que já se consolida em mais de 50% do território.

5.3.2. Plano de Ação Climática de Curitiba (PlanClima Curitiba)

O PlanClima é o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba, aprovado pelo Decreto nº 1670/2020. O PlanClima Curitiba contou com a cooperação técnica ICLEI e fixou metas de carbono neutro até 2050. Curitiba, capital do Estado do Paraná, localiza-se no primeiro planalto paranaense, a

aproximadamente 935 metros de altitude em relação ao nível do mar, ocupando uma área urbanizada de 435,06 km² (IBGE, 2017).

Sua população estimada é de 1.917.185 habitantes (IBGE; IPPUC, 2018), distribuídos em 75 bairros, com 635.631 domicílios ocupados (IBGE, 2017). O município integra a Região Metropolitana de Curitiba, composta por 29 municípios, com área total de 15.622,34 km² e população de 3.615.027 habitantes (IBGE; IPPUC, 2018).

A cidade está situada no bioma Mata Atlântica e conta com 58 m² de maciços florestais por habitante (CURITIBA, 2019), resultado da existência de 1.217 Unidades de Conservação Municipais (SMMA, 2020), distribuídas em 27 parques, 16 bosques, 1 jardim botânico, 8 Bosques de Conservação da Biodiversidade Urbana (BCBU), 33 Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal (RPPNM), 1.127 praças, jardinetes, largos e jardins ambientais, além de 2 Áreas de Proteção Ambiental (APA), 1 Refúgio de Vida Silvestre e 2 Estações Ecológicas (PanClima, 2020).

O processo de urbanização de Curitiba decorreu, em grande parte, das migrações de caráter rural-urbano no Paraná, concentrando-se nas regiões norte e oeste da cidade. Ao longo dos últimos anos, Curitiba tem empreendido esforços significativos para compreender sua vulnerabilidade diante da crise climática, priorizando ações de planejamento urbano que incorporem a dimensão ambiental, especialmente quanto à conservação de recursos estratégicos como água, solo, cobertura vegetal e qualidade do ar.

O Plano Diretor de 1966 teve como premissa alterar o modelo de crescimento da cidade, substituindo o padrão radial por um modelo linear de expansão urbana. Essa mudança adotou uma estratégia de integração entre uso do solo, sistema viário, transporte público e desenvolvimento econômico, social e ambiental, orientando as políticas públicas (PanClima, 2022).

Essa integração contribuiu para tornar a cidade mais compacta, ampliando o acesso da população a comércios, serviços e espaços públicos, o que favorece a mobilidade urbana e o desenvolvimento econômico. Assim, Curitiba consolidou um modelo de desenvolvimento urbano mais sustentável, incentivado pelo uso do transporte coletivo e por parâmetros urbanísticos de adensamento, que reduzem as emissões de GEE. Entretanto, as diretrizes de proteção ambiental do município configuram hoje um conjunto de ações de resiliência urbana, fundamentais para o enfrentamento das mudanças climáticas.

O Plano Diretor passou por duas revisões, em 2004 e em 2015. Nesta última, as diretrizes de desenvolvimento sustentável de Curitiba foram estendidas à Região Metropolitana, alinhando-se a compromissos internacionais e nacionais.

Curitiba tem aprimorado sua política ambiental e impulsionado iniciativas locais para combater as mudanças climáticas, sua política ambiental evoluiu da abordagem ecológica e sustentável, com a proteção de áreas verdes e reciclagem, para uma atuação mais ampla e estratégica no combate às mudanças climáticas.

Esse processo começou com a preparação para a Rio 92, em 1992, e se consolidou com a criação do Fórum Curitiba sobre Mudanças Climáticas, em 2009. O fórum estabeleceu a Estratégia para enfrentamento da Mudança do Clima e definiu etapas prevendo ações de médio e longo prazo para fundamentação técnica e científica para a elaboração do Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas, que incluem inventários de emissão e absorção de carbono e estudos de vulnerabilidade, como descrito no quadro 2.

A cidade sediou eventos importantes como a COP8 e a MOP3 em 2006 e desenvolveu o Plano Municipal de Controle Ambiental e Desenvolvimento Sustentável (PMCADS) em 2008. Mais recentemente, Curitiba aderiu ao Grupo C40, deu ênfase a ações como o programa de hortas urbanas (Fazenda Urbana) e o ecossistema de inovação (Vale do Pinhão), e investiu em energias renováveis. Destacam-se o Programa Curitiba Mais Energia e o projeto com o C40 – *Cities Finance Facility*, que prevê a instalação de usinas fotovoltaicas e a ampliação da eficiência energética em prédios públicos. Outra iniciativa relevante foi a construção da Central Geradora Hidrelétrica (CGH) Nicolau Klüppel, no Parque Barigui, além da participação do Município em outros projetos importantes frente às alterações do clima.

Quadro 2. Marcos históricos do PlanClima de Curitiba (2009-2020)

Ano	Ações e marcos principais
2009	Criação do Fórum de Mudanças Climáticas e da Estratégia Clima.
	1º Inventário de Sumidouros.
2011	2º Inventário de Sumidouros.
	1º Inventário de GEE (ano-base 2008).
	Encontro C40 – Curitiba como cidade convidada.

Ano	Ações e marcos principais
2013	Avaliação de vulnerabilidade ambiental e socioeconômica.
	Cooperação técnica ICLEI/ Urban LEDS I / Estratégias de Baixo Carbono.
2014	Adesão de Curitiba ao Compacto dos Prefeitos (C40).
2015	Inclusão do tema no Plano Diretor como Plano Estratégico.
	2º e 3º Inventários de GEE (anos-base 2012 e 2013).
	Carta “Curitiba no Enfrentamento das Mudanças Climáticas”.
	Participação na COP 21 – Acordo de Paris.
2016	Adesão aos compromissos do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e pela Energia (GCoM).
2017	Criação do Comitê Gestor “Construindo Cidades Resilientes”.
2018	Compromisso *PMC com C40 Meta 2020 / PAC*.
	Criação do Grupo de Trabalho Clima.
	Cooperação técnica ICLEI / Urban LEDS II.
	Parceria C40 CFF (*Cities Finance Facility*) – “Curitiba Mais Energia”.
2019	Início da elaboração do *PlanClima*.
	Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRC Caximba).
	4º Inventário de GEE (ano-base 2016).
	Definição de 65 cenários de ações planejadas e disruptivas.
2020	3º Inventário de Sumidouros.
	Avaliação de demanda para a ação climática inclusiva.
	Avaliação de riscos climáticos.

Fonte: Adaptado de PlanClima – Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba (2020).

O PlanClima Curitiba foi fruto da adesão do município à Meta 2020 do Grupo C40 de Grandes Cidades para Liderança do Clima, e sua estruturação foi estabelecida com base no Quadro de Planejamento de Ação Climática, do grupo C40. Seus

principais componentes são: neutralidade em carbono, resiliência para os riscos climáticos, governança climática e colaboração e ação climática inclusiva.

O plano busca promover estratégias, articulação e integração de ações multissetoriais e transversais, almejando reduzir as emissões de GEE (mitigação) e aumentar a capacidade de adaptação da cidade aos riscos climáticos, além de, segundo o PanClima Curitiba, trazer um foco de atenção para os grupos mais vulneráveis aos riscos climáticos, visando a sua inclusão nesse planejamento.

O objetivo do plano é orientar a ação municipal, os setores produtivos e a sociedade para o enfrentamento dos efeitos que poderão advir da alteração climática. O PlanClima Curitiba alinha-se à Agenda 2030 da ONU, por meio dos ODS; ao Quadro de Planejamento da Ação Climática da Rede C40 de Cidades; e à meta estabelecida no Acordo de Paris, de conter o aumento da temperatura média global no limite dos 2°C.

Seu foco principal é alcançar a neutralidade das emissões de GEE até 2050 e tornar a cidade mais resiliente.

A elaboração do plano conta com a construção de cenários para o PlanClima, facilitada pelo uso da ferramenta ***Pathways,*** que permitiu visualizar a projeção das emissões nos setores Transporte, Energia e Resíduos, aplicando diferentes premissas de ações em cada cenário de redução de emissões e estimando a geração de emissão em 2030 e 2050. Foram criados quatro cenários:

(i) Cenário Tendencial (sem mitigação) – É aquele que mantém o *status quo,* também chamado de *business as usual* (BAU) das emissões. Este cenário considera as projeções de mudanças populacionais, econômicas e de intensidade energética setorial segundo as tendências das emissões identificadas na linha de base;

(ii) Cenário Planejado – Inclui ações existentes ou planejadas, regionais e nacionais (por exemplo, políticas, projetos etc.), com vistas à redução das emissões de GEE da comunidade nos próximos anos. O cenário também pode incluir tendências de mercado não orientadas por políticas públicas se houver forte evidência de que prevalecerão;

(iii) Cenário Ambicioso – Inclui estratégias e ações ambiciosas, mas consensualmente alcançáveis. Este cenário pode expandir-se a partir das ações existentes e das planejadas, e também identificar novas estratégias e ações que reduzam fontes adicionais de emissões de GEE; e

(iv) Cenário Estendido – Identifica estratégias-chave para redução das emissões além das previstas no Cenário Ambicioso, mas com barreiras a serem superadas. Por exemplo, mudanças de paradigmas, processos, comportamentos ou tecnologias que inovem as formas de atuação tradicionais.

Dependendo do cenário (Tendencial, Planejado, Ambicioso e Estendido), foram usadas estratégias e ações que buscam reduções de emissões cada vez maiores.

O plano discorre sobre avaliações de demanda para ação climática inclusiva, que se refere a iniciativas que combatem as mudanças climáticas e, ao mesmo tempo, fortalecem as comunidades mais vulneráveis, gerando benefícios sociais e econômicos. O estudo feito identificou os principais desafios, as regiões mais frágeis, as ações em andamento e planejadas, além dos agentes com poder político e econômico que podem influenciar essas políticas.

A identificação dos grupos vulneráveis foi conduzida de acordo com definições sobre inclusão social: direitos, participação e acesso para populações tipicamente marginalizadas, inclusão econômica equidade de oportunidades na distribuição de benefícios, incluindo empregos, riqueza etc.; e inclusão espacial: acesso à terra, infraestrutura, transporte, habitação etc.

Por fim, o plano traz uma avaliação dos riscos climáticos. Nesse sentido, Curitiba apresenta dois estudos, a Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental e Socioeconômica para o Município de Curitiba e a Avaliação de Riscos Climáticos da Cidade de Curitiba. Como resultados dessa avaliação, destacam-se:

- Tendência futura de aumento na temperatura média de Curitiba;
- Não existe uma tendência específica para aumento ou redução do volume anual de chuva ao longo das próximas décadas, mas os dados indicam que a cidade poderá ter alguns anos com chuva muito acima da média, com diversos dias consecutivos de precipitação;
- Há uma forte tendência de estiagem;
- Máxima precipitação em um dia, uma vez que, em quase todos os anos, a cidade deverá ter ao menos um episódio de chuva muito forte; e,
- No computo geral, há maior probabilidade de ocorrência de eventos extremos de tempestades no futuro, com potencial para provocar enchentes e alagamentos; por outro lado, dias consecutivos sem chuva também serão

frequentes e a cidade poderá observar longos períodos de estiagem, com reflexos no abastecimento de água.

O PlanClima é a ferramenta de planejamento que orienta a prefeitura e a sociedade na construção de uma cidade mais resiliente e neutra em carbono. Considerando-se o diagnóstico desenvolvido através de documentos que serviram de base para a elaboração do plano, suas ações foram estruturadas em cinco setores estratégicos:

- Qualidade Ambiental e Urbana;
- Eficiência Energética;
- Resíduos Sólidos e Efluentes;
- Mobilidade Urbana Sustentável;
- Hipervisor Urbano e Inovação.

A priorização das ações foi um trabalho realizado em grupo que durou quatro meses e envolveu integrantes do Grupo de Trabalho GT Clima, servidores da Prefeitura de Curitiba, do CORENSOL, membros do Fórum de Mudanças Climáticas e do Global Shapers, o que resultou em uma lista de ações de mitigação e adaptação que reflete as prioridades de Curitiba para neutralizar suas emissões até 2050.

Os trabalhos foram desenvolvidos sob orientação de uma consultoria contratada pelo Grupo C40 e envolveram uma ferramenta metodológica chamada *Action, Selection and Priorisation* (ASAP), para auxiliar a cidade no processo de priorização das ações, ao propor uma estrutura de avaliação de multicritérios, tendo em vista que se partiu de um conjunto de 120 ações que surgiram nas oficinas e discussões para elaboração dos documentos que formaram a base do plano.

Dessa forma, foi considerado um cenário de redução de emissão de GEE que de sessenta ações. As ações semelhantes foram agrupadas, a fim de ampliar a discussão para definir as principais prioridades da cidade em relação à redução de emissão de GEE e risco climático, resultando, assim, em vinte ações, sendo dezoito de mitigação e adaptação, uma ação de monitoramento e uma ação de governança. As ações priorizadas estão descritas a seguir:

- Ação 1 - Implementar ações de recuperação, manutenção, conservação, preservação e ampliação das áreas verdes da cidade, visando o aumento do estoque de carbono e a adaptação baseada.

- Ação 2 - Realizar intervenções em áreas de interesse a fim de promover a permeabilidade, melhora das condições de drenagem, sombreamento e refrescamento natural.

- Ação 3 - Implementar projetos de infraestrutura relacionados ao manejo das águas pluviais baseados nos conceitos de Drenagem Urbana Sustentável e Soluções Baseadas na Natureza.

- Ação 4 - Realizar ações que promovam a segurança hídrica na cidade.

- Ação 5 - Estabelecer e regulamentar requisitos para edificações adaptadas às ameaças climáticas.

- Ação 6 - Aprimorar e expandir as políticas de segurança alimentar com visão ampliada de Curitiba e RMC, promover agricultura urbana e familiar de base ecológica, fortalecer redes de cadeia curta e consumo consciente para conservação e promoção da biodiversidade.

- Ação 7 - Incentivar a eficiência energética e o uso de energia de fontes renováveis.

- Ação 8 - Implantar medidas para a redução de GEE em Estações de Tratamento de Efluentes.

- Ação 9 - Aumentar o aproveitamento das parcelas dos resíduos sólidos urbanos, destinando somente o rejeito aos aterros sanitários.

- Ação 10 - Ampliar medidas de baixo carbono no planejamento e operação da mobilidade.

- Ação 11 - Promover a mobilidade ativa, fortalecendo os deslocamentos por bicicleta e a pé, por meio da melhoria, ampliação e integração dos serviços e

da infraestrutura cicloviária e de pedestres dentro do sistema de mobilidade da cidade.

- Ação 12 - Promover a renovação da frota do transporte público coletivo, visando a descarbonização, melhor conforto térmico, acessibilidade plena e menor poluição ambiental.

- Ação 13 - Aprimoramento do monitoramento da qualidade do ar e adoção de ações para diminuição de poluentes atmosféricos.

- Ação 14 - Intensificar o monitoramento de doenças e vetores com relação direta com a mudança do clima.

- Ação 15 - Promover ações de controle e monitoramento de uso e ocupação do solo voltadas às mudanças do clima.

- Ação 16 - Aprimorar o sistema de alerta, monitoramento e resposta a eventos extremos na cidade.

- Ação 17 - Desenvolver estratégias de economia circular no município.

- Ação 18 - Promover campanhas de educação ambiental e mudança de comportamento voltadas à mitigação e adaptação à mudança do clima.

- Ação 19 - Desenvolver e implementar um sistema ‘Hipervisor Urbano’ ou núcleo de *Data Science* para reunir dados de bancos de dados para monitorar, avaliar e atualizar informações climáticas.

- Ação 20 - Instituir estrutura de Governança para implementação e gestão do PlanClima.

Os prazos estabelecidos para implantação do PlanClima tem marcos para os anos de 2030 e 2050, e contam com fontes de financiamento, recursos do orçamento municipal e parcerias com finalidade de captação de recursos para ações de caráter mais robustas.

Em relação aos indicadores, embora esse plano não os apresente, fala em seleção de indicadores para acompanhamento das ações. Entretanto, a cidade conta

com o Painel de Indicadores de Mudanças Climáticas, que reúne indicadores sobre causas e impactos das mudanças climáticas, permite simular cenários de emissões de GEE para avaliar a meta de neutralidade de carbono até 2050 e disponibiliza documentos relevantes sobre o tema. Trata-se de uma ferramenta de apoio à tomada de decisões e implementação de políticas climáticas no município.

Neste painel os indicadores são divididos por temas: energia, mobilidade e transporte, saneamento, qualidade ambiental e urbana, socioeconômico e estratégias políticas.

Energia – Indicadores: Consumo de energia elétrica, consumo de energia elétrica *per capta*, consumo de gás, intensidade energética elétrica do PIB.

Mobilidade e Transporte – Indicadores: Veículos *per capta*, número de veículos de transporte individual por tipo de combustível, matriz energética dos veículos do transporte público, venda anual de combustível *per capta*, número de viagens, distância média das viagens, extensão de rede de ciclovia, ampliação de faixas exclusivas para ônibus, número de usuários de transporte público.

Saneamento – Indicadores: Quantidade total de resíduos, resíduos sólidos *per capta*, quantidade de material reciclável recuperado, quantidade de lixo recolhido, proporção de resíduos sólidos domiciliares coletados por cooperativas ou associações de catadores que tenham parceria com a prefeitura, índice de atendimento de esgoto, índice de esgoto tratado em relação à agua consumida, consumo médio *per capita* de água, razão entre o PIB e consumo de água, índice de perdas na distribuição de água, volume de água produzido, percentual de domicílios atendidos por coleta de lixo, percentual de domicílios com esgoto, percentual de domicílios com esgoto e céu aberto no entorno.

Qualidade Ambiental e Urbana – Indicadores: emissões de CO2 (SEEG), emissões de CO2 (Google), emissões de CO2 (Inventário Municipal) e emissões de CO2 *per capta* (SEEG), emissões de CO2 *per capta* (Google), emissões fugitivas, índice de qualidade do ar, temperatura média, chuva acumulada em 24 h, média mensal de alturas de precipitação, reconhecimentos oficiais de situação de emergência, proporção de domicílios com relação à autoavaliação sobre o serviço de limpeza e manutenção de rua, pessoas desabrigadas, pessoas desalojadas, pessoas afetadas de outra forma, instalação pública de ensino danificadas, danos de instalações públicas de ensino (danificadas e/ou destruídas), unidades habitacionais

danificadas, danos nas unidades habitacionais, densidade populacional, cobertura territorial com áreas verdes e número de árvores plantadas anualmente.

Socioeconômico – Indicadores: tamanho da população, tamanho da população censitária por grupo de idade, Índice de Gini, renda média *per capta*, rendimento médio domiciliar, taxa de desocupação e de subutilização da força do trabalho, número de atendimentos de doenças relacionadas às mudanças climáticas, óbitos em razão de exposição às forças da natureza, distribuição percentual de domicílios do tipo aglomerado subnormal, percentual de empregos verdes, distribuição dos empregos verdes entre as categorias da OIT, número de empregos verdes.

Estratégias Políticas – Indicadores: proporção do orçamento da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, proporção do orçamento da Prefeitura Municipal de Curitiba gasto em saneamento e número de certificação em cursos realizados pela Prefeitura Municipal de Curitiba.

5.3.3. Plano de Ação Climática de Belo Horizonte (PLAC-BH)

O Plano Local de Ação Climática de Belo Horizonte (PLAC-BH) determina ações a serem tomadas para enfrentar o aquecimento global.

De acordo com o documento referente a esse plano, a cidade possui, em 2025, mais de 2,5 milhões de habitantes, o que representa 11,8% da população de Minas Gerais. O clima é tropical, e o território municipal abrange áreas dos biomas Cerrado e Mata Atlântica. Suas principais áreas de preservação ambiental são o Parque Serra do Curral, o Parque Ecológico da Pampulha, o Parque das Mangabeiras e o Parque Municipal Américo Renné Giannetti. Belo Horizonte apresenta uma agenda climática consolidada, iniciada em 1993, composta por eventos, documentos e relatórios, conforme descrito no quadro 3.

Quadro 3. Marcos históricos da agenda climática de Belo Horizonte (1993-2022)

Ano	Ações e marcos principais
1993	Associação de Belo Horizonte à Rede ICLEI.
2006	Criação do Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência (CMMCE).

Ano	Ações e marcos principais
2009	Lançamento do 1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (período 2000–2007).
2012	Cidade-sede do Congresso Mundial do ICLEI.
	Integração ao *Urban LEDS I*.
2013	Vitória no *Desafio das Cidades* (2014, 2015 e 2016).
	Lançamento do Plano de Redução de Emissões de GEE (PREGEE).
2014	Participação na *COP 14* em Sharm el-Sheikh, Egito.
2015	Participação na *COP 21* em Paris, França.
	Adesão ao *Global Covenant of Mayors for Climate and Energy (GCoM)*.
2016	Lançamento da *Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas*.
2017	Adesão à Plataforma *CITYFOOD*.
	Projeto *Interact-Bio*: elaboração de mapa de serviços ecossistêmicos da RMBH.
2018	Publicação do *Relatório ODS – Marco 0*.
	Nova vitória no *Desafio das Cidades*.
	Adesão à Plataforma *Cities With Nature*.
2019	Integração ao *Leds Lab (Urban LEDS II)*.
2020	Adesão ao *Fórum Global Daring Cities*.
	Revisão do *PREGEE*.
2021	Adesão à iniciativa *Race to Zero*.
	Cidade-mentora do *Laboratório Urbano de Políticas Públicas Alimentares*.
2022	Adesão à *Declaração de Edimburgo*.
	Lançamento oficial do *Plano Local de Ação Climática de Belo Horizonte (PLAC-BH)*.

Fonte: Adaptado de *Plano Local de Ação Climática de Belo Horizonte – PLAC-BH* (2022).

O Município de Belo Horizonte lançou o plano em 2022, cujo objetivo central é promover a redução de 40% nas emissões de GEE do município até 2040 e alcançar a neutralidade de emissões (emissões líquidas zero) até 2050. Complementarmente,

o plano contempla a implementação de medidas de adaptação às consequências inevitáveis das emissões residuais, visando aumentar a resiliência climática da cidade.

O PLAC-BH utilizou a metodologia *Green Climate Cities* (GCC), desenvolvida pelo I*nternational Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI)*, para a realização de projetos de conformidade climática. Essa metodologia é composta por três etapas: “Analisar”, “Agir” e “Acelerar”; sendo assim, o plano está inserido na etapa “Agir”, que trata da criação de um plano de ação climática, reforçada com as premissas orientadoras do ONU Habitat para os Planos de Ação Climática, que orienta que os projetos devem ser ambiciosos, inclusivos, justos, abrangentes, integrados, relevantes, viáveis, baseados em evidências, transparentes e verificáveis (ONUHABITAT, 2015).

A fase de elaboração contou com trinta oportunidades de participação popular através de oficinas, formulários e reuniões participativas (6 reuniões), ao final do processo foi apurada a participação de quatrocentas e oitenta e uma pessoas, dessas 57,4% eram mulheres.

A partir da contribuição que contempla as demandas da população, bem como conhecimento técnico a respeito das mudanças climáticas, foram priorizadas dezesseis ações divididas entre três eixos estratégicos, cada ação foi detalhada com suas subações, metas, cobenefícios, prazos, indicadores e objetivos do desenvolvimento sustentável relacionados.

Os eixos estratégicos são: Eixo Mais Vozes, Menos Desigualdades, Eixo Mais Vida Menos Vulnerabilidade e Eixo Mais Verde, Menos Emissões, além de outros eixos do cenário de “emissões”, são eles: Eixo de Energia, Eixo de Saneamento e Eixo de Mobilidade.

O primeiro e segundo eixos são compostos por cinco ações e diversas subações respectivamente, e o terceiro eixo é composto por seis ações e subações. O quarto e quinto eixos são compostos por sete ações e sexto eixo é composto por doze ações. Enquanto os três primeiros eixos são divididos em subações, o quarto, quinto e sexto não possuem subações. Abaixo são apresentadas as ações de cada eixo do plano:

Eixo 1. Mais Vozes Menos Desigualdades

- Elaborar e implementar um Plano Contínuo de Comunicação Social e Educação Ambiental sobre Mudança Climática, reforçando os espaços de comunicação já existentes.
  Indicadores: Plano de Comunicação Social e Educação Ambiental Contínuos sobre Mudança Climática finalizado e em execução; Número de cursos, palestras e alunos capacitados pelos CEAs e Centro de Extensão em Educação Ambiental, Plano Municipal de Educação revisado, implementado e ativo, Quantidade de participantes e eventos realizados durante a 1ª Virada Climática e Monitoramento e Implementação dos editais culturais lançados.

- Estruturar um Plano de Governança Climática.
  Indicadores: Inclusão de aspectos climáticos na revisão dos seguintes planos: Plano de Metas de 2021-2024, Plano Diretor (Lei 11.181/2019), PlanMob, Plano Municipal de Saneamento, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Plano Municipal de Educação e Plano de Contingência para o enfrentamento de desastres no Munícipio de Belo Horizonte, quantidade de planos e programas que apresentam atualizações relativas à pauta climática, quantidade de técnicos treinados e de participantes das oficinas e workshops realizados e quantidade de participantes da Conferência, considerando desagregação por gênero e raça.

- Instituir um Painel de Monitoramento de Indicadores Climáticos.
  Indicadores: Grupo de Estudos criado, Quantidade de participantes das audiências públicas realizadas, painel de monitoramento de indicadores climáticos lançado.

- Fortalecer a utilização do critério de justiça climática na concepção de novos projetos de infraestrutura.
  Indicadores: Comitê técnico e Grupo de Estudos criados, metodologia para quantificar e monitorar a adaptação e mitigação de projetos e quantidade de projetos que apresentaram como principal critério a justiça climática.

- Promover o Turismo Sustentável e Comunitário

Indicadores: quantidade de eventos realizados e de participantes, aumento da geração de renda do setor de turismo, número de trabalhadores capacitados; porcentagem de parques com acessibilidade de PcD implantada até 2030.

Eixo 2. Mais Vida, Menos Vulnerabilidade

- Estruturar e Promover Ações Territoriais.
  Indicadores: Plano de Comunicação Social e Educação Ambiental Contínuos sobre Mudança Climática finalizado e em execução, número de cursos, palestras e alunos capacitados pelos CEAs e Centro de Extensão em Educação Ambiental, plano Municipal de Educação revisado, implementado e ativo, quantidade de participantes e eventos realizados durante a 1ª Virada Climática, monitoramento e implementação dos editais culturais lançados.

- Fortalecer o sistema de prevenção de risco e desastre considerando o enfoque nos eventos climáticos extremos.
  Indicadores: quantidade de pessoas morando em áreas de risco de inundação ou deslizamento, quantidade de famílias realocadas adequadamente (com habitação garantida) para áreas seguras, Quantidade de fatalidades decorrentes de eventos climáticos, quantidade de ocorrências relacionadas aos eventos climáticos registrados, quantidade de campanhas de sensibilização realizadas e seu quantitativo de participantes, análise de riscos e vulnerabilidade Climática e os planos de gestão preventivos de defesa civil atualizados, publicação da análise de risco e vulnerabilidade frente aos desastres e do Plano de Emergência Climática.

- Elaborar e implementar uma Política Municipal de Segurança Hídrica.
  Indicadores: aprovação da Política Municipal de Segurança Hídrica na Câmara Municipal, lançamento do Estudo de Pegada Hídrica, indicadores e índices definidos pelo Plano Municipal de Saneamento (PMS), indicadores de qualidade de água, quantidade de nascentes recuperada anualmente, percentual de nascentes com qualidade ótima, quantidade de bebedouros instalados.

- Fortalecer a Política Municipal de Apoio à Agricultura Urbana.
  Indicadores: quantidade de agricultores, volume de alimentos produzidos e comercializados (orgânicos e agroecológicos), quantidade de unidades produtivas coletivas comunitárias cadastradas, quantidade de agricultores capacitados, faixa etária dos agricultores, área total de produção das Unidades Produtivas em Belo Horizonte.

- Adotar Soluções baseadas na Natureza e priorizar os espaços de passagem da Trama Verde-Azul.
  Indicadores: quantidade de estudos de requalificação de fundo de vale elaborados, levantamento anual, quantidade de fundos de vale revitalizados atendendo as premissas ambientais estabelecidas - levantamento anual, quantidade de SbN implantadas anualmente, mapeamento e número de ações/obras executadas.

Eixo 3. Mais Verde, Menos Emissões

- Reduzir o passivo ambiental do Município
  Indicadores: quantidade de passivos identificados e seu mapeamento, quantidade de reclamações/eventos registrados (incêndios florestais, desmatamento ilegal, etc).

- Universalizar a Arborização Urbana através da ampliação da arborização das vias e dos espaços públicos de Belo Horizonte.
  Indicadores: quantidade de mudas produzidas e árvores plantadas, quantidade de mini-florestas implantadas, lançamento do Plano de Arborização Urbana, quantidade de árvores suprimidas, índice de arborização viária.

- Fortalecer a biodiversidade local.
  Indicadores: mapeamento e estudos de fauna e flora local publicados, monitoramento da qualidade ambiental (água, ar e som), aferição da condição fitossanitária e estrutural das árvores do município, estudos de passagem de fauna realizados, acessibilidade de parques e praças, quantidade de meliponários e abrigos de insetos instalados, quantidade de edifícios públicos

que possuem telhados e/ou fachadas verdes.

- Priorizar e acompanhar ações de mobilidade com maior potencial de efetiva redução de emissões de GEE.
  Indicadores: monitoramento das ações do PREGEE.

- Priorizar e acompanhar ações de saneamento/resíduo com maior potencial de efetiva redução de emissão de GEE.
  Indicadores: monitoramento das ações do PREGEE.

- Priorizar e acompanhar ações de energia com maior potencial de efetiva redução de emissões de GEE.
  Indicadores: monitoramento das ações do PREGEE.

Eixo 4. Energia

O eixo 4 trata do potencial de redução das emissões de carbono (tCO_2e) no município por meio de diversas ações voltadas à eficiência energética, uso de energias renováveis e compensação de emissões, projetadas para os anos 2030, 2040 e 2050.

As iniciativas incluem a implementação de medidas de eficiência energética em escolas e centros de saúde municipais, a contratação ou adesão à energia solar em prédios públicos, o Projeto Escolas Solares, o incentivo à geração distribuída de energia renovável em edificações comerciais e residenciais, e a eficientização de edificações com substituição de combustíveis e melhoria de fogões. Além disso, destaca-se o potencial de abatimento por compensação de empresas na área de Energia Estacionária.

Em termos de resultados, o que se espera é uma expressiva na redução das emissões totais ao longo do tempo: 118.862 tCO_2e em 2030, 438.815 tCO_2e em 2040 e 1.032.231 tCO_2e em 2050. Comparadas ao cenário de emissões sem ações (BAU), essas reduções correspondem a 13% em 2030, 36% em 2040 e 65% em 2050. Assim, o conjunto de medidas propostas demonstra um compromisso progressivo e ambicioso com a descarbonização e a sustentabilidade urbana no longo prazo.

Eixo 5. Saneamento e Resíduos Sólidos

O eixo saneamento e resíduos sólidos trata do potencial de redução de emissões de GEE (tCO_2e) decorrente da implementação de ações voltadas à gestão de resíduos orgânicos e recicláveis em Belo Horizonte, no horizonte temporal de 2030 a 2050, conforme previsto no *Plano Local de Ação Climática* (PLAC-BH).

Entre as medidas analisadas, destaca-se o aproveitamento energético do biogás proveniente do aterro sanitário, com potencial de redução de 526.287 tCO_2e em 2030, atingindo 883.958 tCO_2e em 2050, configurando-se como a ação de maior impacto na mitigação das emissões. Em seguida, a ampliação do Programa Municipal de Coleta Seletiva se prevê crescimento expressivo, passando de 121.341 tCO_2e em 2030 para 538.016 tCO_2e em 2050, evidenciando sua importância para o manejo sustentável de resíduos sólidos urbanos.

O PLAC-BH prevê a redução na geração de resíduos orgânicos domiciliares, com variação entre 83.626 tCO_2e (2030) e 154.445 tCO_2e (2050). Já o Programa de Compostagem e o fomento a formas alternativas de tratamento de resíduos mostram ganhos graduais, alcançando, respectivamente, 96.774 tCO_2e e 133.018 tCO_2e em 2050.

Outras ações complementares incluem a implantação do Centro de Agroecologia e Educação Ambiental para Resíduos Orgânicos (CEMAR), com impacto mais modesto, mas progressivo, de 350 tCO_2e em 2030 para 520 tCO_2e em 2050, e a formalização de uma Carta de Compromisso com geradores de resíduos orgânicos, cujo potencial cresce de 1.721 tCO_2e para 2.881 tCO_2e no mesmo período.

De forma geral, o PLAC-BH atribui papel estratégico a gestão integrada de resíduos na mitigação das emissões e na transição de Belo Horizonte para uma economia de baixo carbono, alinhando-se às metas de sustentabilidade urbana e neutralidade climática até 2050.

Eixo 6. Mobilidade

O eixo mobilidade apresenta o potencial de redução das emissões de GEE no setor de mobilidade urbana de Belo Horizonte, no horizonte de 2030 a 2050, segundo o *Plano Local de Ação Climática* (PLAC-BH). As ações listadas concentram-se em

estratégias de requalificação urbana, promoção do transporte sustentável e descarbonização da frota veicular, compondo um conjunto integrado de medidas voltadas à mitigação das emissões e à melhoria da qualidade ambiental urbana.

A ação com maior impacto é a promoção do adensamento e da diversidade de usos urbanos, associada à ampliação da infraestrutura verde e de mobilidade, com potencial de redução de 758.026 tCO_2e em 2030, atingindo 3.347.220 tCO_2e em 2050. Essa medida reflete o papel do planejamento urbano integrado na redução das emissões por meio da racionalização do uso do solo e da diminuição da necessidade de deslocamentos motorizados.

Outras ações relevantes incluem a substituição permanente da frota de transporte coletivo por veículos de menor emissão de GEE, com potencial crescente de 12.223 tCO_2e em 2030 para 277.799 tCO_2e em 2050, e a implantação de novos Centros de Distribuição de pequenas cargas, que podem reduzir 207.467 tCO_2e até 2050, promovendo maior eficiência logística. A inclusão de veículos de baixa emissão no sistema de transporte público também apresenta impacto significativo, com 37.217 tCO_2e de redução projetada em 2050.

A implantação de Zonas de Baixas Emissões (ZBE) e a criação de “Zonas de Cargas Limpas” representam estratégias complementares de mitigação, com reduções de 64.798 tCO_2e e 707 tCO_2e, respectivamente, ao final do período. A entrega urbana sustentável, realizada por bicicletas e veículos elétricos, reforça esse conjunto, alcançando 135.545 tCO_2e em 2050.

De acordo com o PLAC-BH, forma agregada, o potencial total de redução das emissões é de 867.606 tCO_2e em 2030, avançando para 4.074.973 tCO_2e em 2050, o que corresponde a uma diminuição de 39% das emissões no cenário de referência (BAU) em 2030, e 95% até 2050. Esses resultados evidenciam o papel estratégico da mobilidade urbana de baixo carbono como eixo central da política climática municipal de Belo Horizonte.

Em síntese, o Plano Local de Ação Climática de Belo Horizonte (PLAC-BH) aponta o potencial de redução de emissões de GEE para os eixos Energia, Mobilidade e Saneamento no horizonte temporal de 2030, 2045 e 2050.

No eixo Energia, as ações voltadas à transição para fontes renováveis e à eficiência energética apresentam crescimento expressivo de mitigação, passando de 118.862 tCO_2e em 2030 para 1.032.231 tCO_2e em 2050. Esse aumento reflete o

impacto das políticas de descarbonização da matriz energética municipal e da adoção de tecnologias limpas, como a geração solar distribuída e a modernização dos sistemas de iluminação pública.

O eixo Mobilidade concentra o maior potencial de abatimento das emissões entre os três setores. A redução projetada evolui de 1.369.822 tCO_2e em 2030 para 4.074.973 tCO_2e em 2050, resultado de um conjunto de medidas estruturantes — ampliação do transporte coletivo de baixa emissão, implantação de zonas de baixas emissões, incentivo ao uso de bicicletas e substituição gradual da frota movida a combustíveis fósseis. Esse eixo confirma a centralidade do transporte sustentável nas estratégias de mitigação urbana.

Já o eixo Saneamento também apresenta contribuições significativas, com reduções de 1.056.956 tCO_2e em 2030 e 1.836.147 tCO_2e em 2050, derivadas de ações voltadas à gestão integrada de resíduos, ao aproveitamento energético do biogás e ao fortalecimento da compostagem e da coleta seletiva.

De forma agregada, o cenário projetado pelo PLAC-BH prevê redução total de 368.950 tCO_2e e remoção de 318.724 tCO_2e até 2050, alcançando um abatimento de 340.079 tCO_2e em relação ao cenário de referência (BAU) e emissões residuais de 794.940 tCO_2e. Esses resultados reforçam o papel dos três eixos como pilares complementares para a neutralidade climática de Belo Horizonte.

5.3.4. Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática do Rio de Janeiro (PDS-Rio)

O Rio de Janeiro, reconhecido pela UNESCO como Patrimônio Cultural da Humanidade, destaca-se por sua beleza natural e por seu protagonismo ambiental, tendo sediado as conferências internacionais Eco-92 e Rio+20, que o colocaram na vanguarda da sustentabilidade no país, elaborou o seu Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática em 2021.

O Plano foi instituído por meio do Decreto Rio nº 48.940, de 04 de junho de 2021.

Com clima tropical, o município do Rio de Janeiro possui área de 1.255,3 km², dos quais 61,1% correspondem a áreas verdes. Sua população é de aproximadamente 6.718.903 habitantes, dos quais 1.434.975 vivem em 1.018 favelas. O município descarta pouco mais de nove toneladas de resíduos sólidos por dia em

aterros sanitários. O PIB é de R$ 320 bilhões e o PIB per capita de R$ 49.527,98. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,799, e o Índice de Gini, de 0,6391.

A Prefeitura do Rio, por meio da Gerência de Mudanças Climáticas da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima (SMAC), desenvolveu ações estruturantes voltadas à mitigação e adaptação climática, publicando leis, estudos e planos estratégicos. A redução das emissões de GEE estufa integra um conjunto de medidas orientadas pelo Decreto Rio nº 31.414, de 30 de novembro de 2009, e pela Lei Municipal nº 5.248, de 27 de janeiro de 2011, que instituiu a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável.

Desde 2000, o município publica Inventários de Emissão de GEE A partir desses resultados, o Rio de Janeiro tornou-se pioneiro ao estabelecer metas de redução e elaborar seu Plano de Redução de Emissões de GEE, tornando-se a primeira cidade do mundo em plena conformidade com o Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia.

Em junho de 2021, foi lançado o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática (PDS), cuja meta é reduzir em 20% as emissões de carbono até 2030 e alcançar a neutralidade até 2050, alinhando-se ao esforço internacional para limitar o aumento da temperatura global a 1,5°C. O PDS-Rio integra o Plano de Ação Climática e a Agenda Rio 2030, articulando 60 estratégias, 134 metas e cerca de 900 ações estruturantes.

O município reforça seu compromisso com o planejamento climático por meio do PROCLIMA.RIO, instrumento voltado à implementação e monitoramento das ações climáticas. O programa conecta a sociedade à agenda ambiental e reconhece iniciativas de instituições públicas, privadas e da sociedade civil, oferecendo duas formas de participação: o Reconhecimento Local, com certificação para ações de mitigação, e o Reconhecimento Internacional, com o selo *Rio Amigo do Clima* para instituições alinhadas a padrões globais de redução de emissões (Rio de Janeiro, 2021).

O Plano estrutura-se em torno dos temas desenvolvimento sustentável e alteração do clima, visando o planejamento de políticas de curto e médio prazo. Organiza-se em cinco eixos temáticos, com metas específicas, mensuráveis e alcançáveis para 2030, consolidando a Agenda Rio 2030.

O PDS tem como objetivo construir uma cidade adaptada ao século XXI, com participação social ativa, redução das desigualdades e melhoria da qualidade de vida por meio de políticas sustentáveis, inclusivas e transparentes, integrando temas como inclusão social, envelhecimento, bem-estar e modernização da governança.

Entre 2018 e 2019, foi elaborado um estudo para identificar e priorizar os principais desafios do desenvolvimento urbano. Esse processo resultou na definição dos temas estruturais do PDS, cujos dados e indicadores foram reunidos e disponibilizados na plataforma PAINEL.RIO, que facilita o acesso público a informações e diagnósticos sobre o planejamento da cidade.

O Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática do Rio de Janeiro conta com o apoio da rede C40 Cities, que auxilia cidades a elaborarem planos alinhados ao Acordo de Paris. A agenda climática faz parte do Plano, ainda que o foco principal do Plano seja o desenvolvimento sustentável, o objetivo é fortalecer a cidade frente aos desafios das mudanças climáticas, promovendo ao mesmo tempo benefícios socioambientais.

O Plano visa construir o futuro desejado para trinta anos para cumprir a agenda RIO 2030, através de uma agenda plural de temas transversais.
Essa agenda foi construída com participação social, envolvendo mais de 35 mil pessoas em consultas online pela plataforma Participa Rio e em eventos presenciais, que geraram importantes contribuições para o futuro da cidade nos próximos 30 anos.

A seguir, apresentam-se as metas e indicadores referentes aos eixos estratégicos do PDS do Rio de Janeiro:

Eixo 1. Cooperação e paz

- Incorporar ao planejamento municipal setorial pelo menos 50% das sugestões oriundas da população, validadas pelos órgãos competentes, divulgadas no canal oficial de participação social da Prefeitura.
  Indicador: percentual de sugestões da população incorporadas ao planejamento setorial.

- Alcançar a cada 4 anos, participação de pelo menos 2% da população através de ações presenciais e digitais no(s) canal(ais) oficial(ais) da Prefeitura, promovidas por Órgãos Municipais e organizações parceiras.

Indicador: percentual da população participando em ações presenciais e digitais.

- Apoiar e promover, anualmente, pelo menos dez ações de iniciativa individual local, sendo no mínimo duas por Área de Planejamento - AP, priorizando as áreas com maior vulnerabilidade e risco social.
  Indicador: número de ações de iniciativa individual local.

- Ter 50% da Rede Municipal de Educação envolvida em atividades de participação social, incluindo pelo menos 33 Escolas Hub1 sendo uma em cada Região Administrativa - R.A.
  Indicador: percentual de escolas da Rede Municipal de Educação envolvidas em atividades de participação social.

- Envolver 1% da população anualmente em atividades do Projeto Territórios Educativos, onde os territórios sejam ciclos de aprendizagem vivencial de cooperação entre seus habitantes, transformando a cidade do Rio de Janeiro em Cidade-Escola.
  Indicador: percentual da população envolvida em atividades do Projeto Territórios Educativos.

- Implantar 4 Centros de Mediação de Conflitos em 4 Áreas de Planejamento - APs na cidade.
  Indicador: número de centros de mediação de conflitos - CEJUSCs (Centro Judiciário de Soluções de Conflitos e Cidadania) na cidade.

- Realizar 480 mil atendimentos veterinário e de cuidado com os animais na cidade, tendo ao menos um posto público de atendimento fixo por Região Administrativa, um castramóvel por área de planejamento e um hospital municipal veterinário na cidade.
  Indicador: número de atendimentos veterinários e de cuidado com os animais.

- Duplicar a Rede de Educação Ambiental

Indicador: número de núcleos de Educação Ambiental.

- Realizar, anualmente, dez campanhas info-promocionais, sendo duas por Área de Planejamento - AP, sobre proteção, conservação e recuperação dos equipamentos naturais e culturais da cidade.
  Indicador: número de campanhas infopromocionais sobre proteção, conservação e recuperação dos equipamentos naturais e culturais.

- Triplicar o número de ações de voluntariado direcionado à proteção, conservação e recuperação de equipamentos naturais e culturais da Cidade.
  Indicador: número de ações de voluntariado direcionado à proteção, conservação e recuperação de equipamentos naturais e culturais.

- Implantar programa municipal de promoção de visitas guiadas com foco no patrimônio cultural material e imaterial da Cidade, considerando diferentes perfis socioeconômicos de visitantes.
  Indicador: entrega do Programa Municipal de promoção de visitas guiadas.

- Reduzir a situação de vulnerabilidade de 100% das famílias mapeadas pelo Programa Territórios Sociais.
  Indicador: percentual de famílias retiradas de situação de vulnerabilidade - IPM Riscos.

- Implantar dez centralidades modelos de patrulhamento comunitário.
  Indicador: Número de centralidades modelos de patrulhamento.

- Reduzir em 1/3 das taxas de homicídios de jovens, de negros e de mulheres (baseado na meta ODS BR16.1).
  Indicador: taxa de homicídios dolosos de jovens; taxa de homicídios dolosos de negros; taxa de homicídios dolosos de mulheres.

- Aumentar para 80% a capacidade de atendimento às mulheres em situação de violência doméstica e familiar em unidades da rede municipal.

Indicador: capacidade de atendimento, em unidades da rede municipal, de mulheres em situação de violência doméstica e familiar.

- Reduzir em 50% a taxa de acidentes com vítimas lesões graves e homicídios culposos no trânsito (baseado na meta ODS BR3.6).
  Indicador: vítimas de acidentes de trânsito-homicídios e lesões corporais culposas/100 mil habitantes.

Eixo 2. Igualdade e Equidade

- Contemplar que 100% da demanda registrada tenha atendimento na Educação Infantil de 0 a 6 anos.
  Indicador: Percentual da demanda registrada atendida na Educação Infantil.

- Assegurar a vacinação, o acompanhamento, desenvolvimento, crescimento e assistência odontológica de 95% das crianças de 0 a 6 anos cadastradas na Estratégia de Saúde da Família.
  Indicador: percentual de crianças cadastradas no Saúde da Família.

- Inserir 100% das famílias em situações de vulnerabilidade mapeadas pelo Programa Territórios Sociais nos programas da Primeira Infância Carioca (PIC).
  Indicador: percentual de famílias vulneráveis no PIC.

- Assegurar o acesso aos serviços públicos municipais de proteção a 100% das crianças de 0 a 6 anos identificadas com risco ou violação de direitos.
  Indicador: percentual de crianças (0 a 6 anos) identificadas com risco ou violação de direitos inseridas nos serviços públicos municipais.

- Ter 50% das crianças até 6 anos atendidas por, pelo menos, um projeto social, cultural, esportivo, tecnológico ou grupo de apoio psicológico.
  Indicador: percentual de crianças atendidas por pelo menos um projeto.

- Ter, pelo menos, 33 espaços públicos, um em cada Região Administrativa, desenhados para crianças de 0 a 6 anos, garantindo o direito ao brincar.

Indicador: número de espaços públicos desenhados para crianças de 0 a 6 anos.

- Ter o IDEB da Rede Pública Municipal igual ou superior a 6,5 para os Anos Iniciais e igual ou superior a 5,5 para os Anos Finais, com nenhuma escola com IDEB abaixo de 5.
  Indicador: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

- Alfabetizar 100% das crianças matriculadas, no máximo, até o final do 3º (terceiro) ano do ensino fundamental, visando erradicar o analfabetismo absoluto.
  Indicador: percentual de alunos aprovados no 3º ano.

- Aumentar para 65% os alunos aprovados ao final do ano letivo com conceito B ou MB.
  Indicador: percentual de alunos aprovados com conceito B e MB.

- Ter a participação de pelo menos 25% das Unidades Escolares municipais nos Jogos Estudantis, fortalecendo a prática regular e sistemática da atividade física, para o desenvolvimento integral e a formação humana do sujeito.
  Indicador: percentual de Unidades Escolares participantes dos Jogos Estudantis.

- Universalizar o acesso dos estudantes identificados como Pessoa com Deficiência (PcD) e altas habilidades/superdotação ao atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino.
  Indicador: número de estudantes identificados como PcD e altas habilidades/ superdotação em atendimento especializado.

- Assegurar à demanda identificada de jovens (entre 18 a 29 anos) o alcance à educação básica completa (fundamental e médio) e igualar a escolaridade média entre negros e não negros nessa mesma faixa etária (baseado no Plano Nacional de Educação (PNE)).

Indicador: anos de estudos de jovens do PEJA.

- Expandir para 50% o percentual de matrículas em tempo integral na Rede Pública Municipal.
  Indicador: percentual de matrículas do ensino regular em tempo integral.

- Assegurar que, no mínimo, 70% das escolas públicas tenham infraestrutura para atender em tempo integral, através de construção de novas escolas ou adaptação das existentes, assim como modelo arquitetônico e mobiliário urbano adequados.
  Indicador: percentual de unidades escolares com infraestrutura para atender em tempo integral.

- Recuperar 90% das escolas, promovendo uma reestruturação do programa de manutenção e recuperação de forma a garantir infraestrutura escolar adequada para todos os alunos e alunas.
  Indicador: percentual de escolas recuperadas.

- Prover conectividade em banda larga para todas as escolas da rede municipal de ensino, promovendo a utilização pedagógica das tecnologias da informação e da comunicação.
  Indicador: percentual de escolas da rede de ensino com conectividade em banda larga.

- Garantir transporte escolar a todos os alunos de escolas com alta evasão escolar e que sejam agravados pelo trajeto Casa-Escola.
  Indicador: número de alunos de escolas com alta evasão escolar e agravados pelo trajeto casa-escola com transporte escolar.

- Reduzir, em 50%, o número de afastamentos de profissionais da Educação Básica, por meio da ampliação de políticas orientadas a profissionais de educação.
  Indicador: número de profissionais da Educação Básica afastados.

- Promover programas que garantam 10% de jovens, de 14 a 24 anos, ocupados em empregos de meio período e/ou programas de renda mínima.
  Indicador: percentual de jovens empregados em meio período ou em programas de renda mínima.

- Implementar, pelo menos 16 núcleos do Laboratório de Inovação para Mediação Sociopolítica da Juventude Carioca (Lab.Juv RIO), sendo 1 em cada Região de Planejamento - R.P., para o monitoramento da execução e avaliação periódica do cumprimento das metas dos ODS na cidade do Rio de Janeiro PCRJ.
  Indicador: número de núcleos juvenis.

- Ter 25% dos jovens de 14 a 24 anos atendidos por, pelo menos, um projeto social, cultural, esportivo, tecnológico ou grupo de apoio psicológico.
  Indicador: número de jovens (14 a 24 anos) atendidos por projeto social.

- Tratar, através de ações interdisciplinares e intersetoriais, 100% das demandas de enfrentamento das vulnerabilidades e risco social encaminhadas, para o Núcleo Interdisciplinar de Apoio às Unidades Escolares (NIAP) e o Núcleo de Programa de Saúde Escolar (NPSE).
  Indicador: número de demandas de enfrentamento das vulnerabilidades e risco social encaminhadas.

- Cadastrar em programas sociais de transferência de renda 50% das crianças e adolescentes identificadas em situação de trabalho infantil.
  Indicador: número de crianças e adolescentes cadastrados em programas sociais de transferência de renda.

- Garantir a inclusão e atualização no cadastro de programas sociais para 50% das pessoas em situação de rua identificadas no Censo de população em situação de rua.
  Indicador: número de pessoas em situação de rua, identificadas pelo Censo, incluídas no cadastro de programas sociais.

- Alcançar 80% das famílias em extrema pobreza identificadas de acordo com parâmetro proposto pelo Banco Mundial de 1,90 (dólar) per capita/dia, com acesso ao programa de transferência de renda municipal.
  Indicador: número de famílias em extrema pobreza com acesso a programa de transferência de renda.

- Prover atenção integral à saúde de 100% dos imigrantes e refugiados residentes no município atendidos no SUS e referenciados por outras instituições governamentais e não-governamentais que atendam esta população mediante fluxo pactuado.
  Indicador: percentual da população imigrante e refugiada residente no MRJ cadastrada nas Unidades de Atenção Primária à Saúde.

- Ampliar para 60% a cobertura de proteção social básica e de proteção especial de média complexidade, considerando o cofinanciamento desses serviços e das unidades.
  Indicador: cobertura de proteção social básica a partir do número de CRAS; cobertura de proteção especial de média complexidade a partir do número de CREAS.

- Erradicar a fome e garantir acesso a alimentos saudáveis a todas as pessoas, em particular os pobres e pessoas em situações vulneráveis (baseado na meta ODS BR2.1).
  Indicador: número de pessoas em insegurança alimentar.

- Implementar Comitê Permanente para questões de Gênero, Raça e Diversidade com a finalidade de desenvolver concepções e procedimentos na gestão de pessoas e na cultura organizacional da Prefeitura para alcançar a igualdade.
  Indicador: entrega de Comitê Permanente para questões de Gênero, Raça e Diversidade.

- Capacitar 100% dos profissionais da Rede Municipal de Educação nas questões de gênero, raça e diversidades, promovendo o empoderamento desses profissionais.
  Indicador: percentual de profissionais de Educação capacitados em gênero, raça e diversidades.

- Implementar, no mínimo, 5 protocolos municipais de tratamento especial e diferenciado, para promover a equidade, inclusão social, econômica, política e a garantia do direito à liberdade e diversidade a todos e todas.
  Indicador: número de protocolos.

- Ter 50% dos cidadãos frequentando, pelo menos, um equipamento cultural municipal por ano.
  Indicador: percentual de cariocas pesquisados frequentando 1 equipamento cultural municipal.

- Fortalecer o uso das Vilas Olímpicas e espaços esportivos com crescimento em 10 % de pessoas inscritas em atividades esportivas e recreativas nesses espaços, consolidando o esporte como inclusão social, elemento de saúde, bem-estar e qualidade de vida.
  Indicador: número de inscritos em atividades esportivas e recreativas nos equipamentos esportivos municipais.

- Ter 25% das áreas protegidas pelo patrimônio cultural, conservadas de forma sustentável e integradas.
  Indicador: percentual de áreas protegidas pelo patrimônio cultural.

- Aumentar em 25% o total de recursos investidos (público e privado) per capita na preservação, proteção e conservação do patrimônio cultural, por meio do aprimoramento de mecanismos de incentivo para uso e ocupação do patrimônio cultural edificado.
  Indicador: quantidade de recursos investidos na proteção e conservação do patrimônio cultural.

- Aumentar em 30% a participação das atividades indutoras (indústria e serviços do terciário superior) no total dos empregos formais da cidade.
  Indicador: participação das atividades indutoras no total de empregos formais.

- Aumentar o número de turistas em 30%, com ampliação do tempo de estadia na cidade do Rio de Janeiro.
  Indicador: número de turistas por ano/ocupação hoteleira média.

- Reduzir em 5 pontos percentuais a diferença entre a proporção de população residente e empregos formais nas Áreas de Planejamento 3 e 5, por meio da atração de novas oportunidades econômicas para estas áreas.
  Indicador: proporção de empregos formais e população residente nas AP 3 e 5.

- Reduzir em 5 pontos percentuais a diferença entre a proporção de empregos formais e população residente na AP1 (Área de Planejamento na região central), por meio da atração de moradias para diferentes estratos sociais, especialmente Habitações de Interesse Social (HIS).
  Indicador: proporção de empregos formais e população na AP 1.

- Atrair R$10 bilhões investidos em projetos de cidades inteligentes, com ênfase em setores de energia, economia criativa, tecnologia, ciências da vida e serviços financeiros.
  Indicador: atração de projetos de cidades inteligentes.

- Realizar um concurso de inovação por ano com enfoque de tratar algum problema da população.
  Indicador: número de concursos de inovação.

Eixo 3. Longevidade e bem-estar

- Dobrar o número de estabelecimentos que comercializam alimentos *in natura* nas Regiões Administrativas classificadas como desertos alimentares.

Indicador: densidade de estabelecimentos saudáveis por 10 mil habitantes.

- Reduzir em 5% os índices de obesidade1 da população residente no município do Rio de Janeiro.
  Indicador: percentual de residentes no município de Rio de Janeiro com IMC ≥ 30 kg/m2.

- Aumentar, no mínimo, em 20% a produção agrícola local, com estímulo à agroecologia, e duplicar a produção anual de gêneros alimentícios do Programa Hortas Cariocas.
  Indicador: produção agrícola local.

- Reduzir o volume de perda e desperdício de alimentos em 50%. (Baseado na meta ODS 12.3).
  Indicador: volume de alimentos.

- Duplicar a cobertura arbórea em ruas, praças e parques da AP3, área com menor índice de áreas verdes e altas temperaturas médias de superfície se comparada às demais regiões da cidade.
  Indicador: área de cobertura arbórea na AP 3.

- Realizar o inventário total da arborização urbana dos espaços públicos para o adequado manejo e conhecimento do déficit arbóreo na cidade.
  Indicador: entrega do Inventário da Arborização Urbana.

- Estabelecer no mínimo quatro parcerias público-privadas para os Parques Urbanos.
  Indicador: número de PPPs.

- Implantar na PCRJ política de cota mínima de vagas para a população acima de 60 anos, respeitadas suas condições físicas, intelectuais e psíquicas.
  Indicador: entrega de Política de cota mínima de vagas para a população acima de 60 anos.

- Dobrar a participação do público-alvo em atividades voltadas para a Terceira Idade desenvolvidas pelas diferentes políticas setoriais municipais, considerando a centralidade desses serviços na promoção do envelhecimento ativo e na manutenção e/ou reintegração dos idosos à família e/ou à comunidade.
  Indicador: percentual de idosos cadastrados participando de atividades voltadas para a terceira idade em diferentes políticas setoriais municipais.

- Dobrar o uso por idosos de equipamentos públicos municipais tecnológicos, como Naves do Conhecimento, e culturais.
  Indicador: número de visitantes idosos.

- Aumentar para 90% a taxa de cobertura da rede coletora de esgoto com tratamento.
  Indicador: cobertura rede de esgoto com tratamento.

- Reduzir em 50% o déficit e a inadequação habitacional na cidade.
  Indicador: número de domicílios.

- Diminuir em 50% o número de imóveis irregulares na cidade.
  Indicador: número de imóveis inadequados.

- Reduzir em 10% o tempo médio de deslocamento por transporte público acessível entre casa-trabalho, e vice-versa.
  Indicador: tempo de deslocamento (em minutos).

- Reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos até 5/1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos até 8/1.000 nascidos vivos. (Baseado na meta ODS BR3.2).
  Indicadores: óbitos por mil nascidos vivos e óbitos por mil crianças menores de 5 anos.

- Reduzir para 30/100.000 a mortalidade materna. (Baseado na meta ODS BR3.1).

Indicador: óbitos por cem mil mães.

- Reduzir em 1/3 a mortalidade prematura por doenças crônicas não transmissíveis (DANT). (Baseado na meta ODS BR3.4).
  Indicador: óbitos prematuros por doenças crônicas não transmissíveis.

- Reduzir em 1/3 a mortalidade por doenças infecto parasitárias (DIP). (Baseado na meta ODS BR3.3).
  Indicador: óbitos por doenças infecto parasitárias por 100 mil habitantes.

- Aumentar em um ano a expectativa de vida da população idosa (acima de 60 anos).
  Indicador: anos de vida esperados acima de 60 anos.

- Ter 100% dos atendimentos da rede municipal de saúde integrados ao sistema de prontuário eletrônico.
  Indicador: entrega do sistema de prontuário eletrônico para toda a rede municipal de saúde.

- Reduzir em 20% o número de casos acumulados de arboviroses.
  Indicador: número de casos por 100.000 habitantes.

- Elaborar pelo menos cinco estudos sobre impactos da mudança climática na saúde da população residente no município do Rio de Janeiro.
  Indicador: número de estudos sobre impactos da mudança climática.

- Diminuir em 50% os casos de doenças de veiculação hídrica.
  Indicador: número de casos de veiculação hídrica.

- Reduzir em 10% a subnotificação de doenças ocupacionais relacionadas a maior carga de exposição aos riscos tecnológicos e ambientais gerados pelos processos de produção e consumo, particularmente aqueles relacionados aos poluentes atmosféricos, à exposição às substâncias químicas e materiais biológicos.

Indicador: número de ações de vigilância da situação de saúde dos trabalhadores.

- Ampliar para doze a quantidade de equipes de profissionais para atuarem na área de Saúde Sentinela nas Áreas Programáticas da Saúde, mantendo a capacitação constante dos profissionais e suporte por ferramentas digitais.
  Indicador: número de equipes, número de equipes com suporte de ferramentas digitais e processamento oportuno das amostras.

- Implementar a revitalização de 300 km de logradouros, priorizando o desenho na escala do pedestre com drenagem urbana sustentável.
  Indicador: extensão de logradouros revitalizados.

- Quadruplicar o número de viagens por bicicletas e fomentar o uso de outros transportes ativos de pequeno porte não poluentes no município.
  Indicador: número de usuários de bicicleta como meio de transporte na divisão modal do município.

Eixo 4. Mudanças Climáticas e Resiliências

- Aumentar para 35% a reciclagem de resíduos secos, tais como vidro, papel, plástico e metal.
  Indicador: peso de resíduos secos recicláveis coletados/reciclados.

- Alcançar 80% do encaminhamento de resíduos orgânicos de alimentos, produzidos por atividades de grandes geradores (supermercados, restaurantes etc) para centrais de valorização (compostagem e/ou biodigestão).
  Indicador: peso/volume de resíduos orgânicos de alimentos de grandes geradores encaminhados para valorização.

- Encaminhar 20% dos resíduos de poda, remoção e destoca de árvores para aproveitamento.
  Indicador: peso de resíduo de poda, remoção e destoca de árvores

encaminhados para aproveitamento.

- Aproveitar 70% do potencial de biogás disponível do aterro sanitário.
  Indicador: volume de biogás aproveitado.

- Nenhuma pessoa em áreas de alto risco de inundações e nenhuma moradia em áreas de alto risco de movimentos de massa nas áreas mapeadas e identificadas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ).
  Indicador: total de moradias em áreas de alto risco de movimentos de massa mapeadas e identificadas pela PCRJ e total de pessoas em áreas de alto risco de inundações mapeadas e identificadas pela PCRJ.

- Realizar anualmente o mínimo de 20 simulados de resposta às emergências aos impactos dos extremos climáticos, com pilar fundamental de proteção da vida e bem-estar de todos cidadãos e cidadãs cariocas.
  Indicador: número de simulados de resposta às emergências aos impactos dos extremos climáticos.

- Elaborar plano de ação para 100% das espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção no município, visando adoção de estratégias para mitigação ou supressão das ameaças de perda da diversidade biológica terrestre e marinha.
  Indicador: entrega do Plano de Ação.

- Duplicar o número de seguidores nas redes sociais do Centro de Operações e Resiliência - COR ou plataformas de comunicação.
  Indicador: número de seguidores nas redes sociais do COR ou plataformas de comunicação.

- Diminuir em 30% o número de incidentes no transporte público ocasionados por eventos climáticos.
  Indicador: número de incidentes (ocorrências) no transporte público ocasionados por eventos climáticos.

- Alcançar em 2030 a redução de 20% das emissões de GEE do Município em relação às emissões do ano-base 2017, não contemplando as emissões da Siderurgia, e em 2050 a neutralização das emissões, por meio da implementação de estratégias de mitigação e compensação.
  Indicador: redução das emissões de GEE do município.

- Alcançar 3% da frota total circulante da Cidade com veículos não-emissores ou pouco-emissores.
  Indicador: número da frota total circulante da Cidade com veículos não-emissores ou pouco-emissores.
- Substituir 20% da frota do Serviço Público de Transporte de Passageiros por Ônibus (SPPO) por veículos não-emissores, com impactos na redução da poluição do ar e em ruídos urbanos.
  Indicador: número de veículos da frota do SPPO substituídos por veículos não emissores.

- Alcançar o padrão de qualidade do ar equivalente a 30 microgramas por metro cúbico para médias anuais de material particulado na cidade do Rio de Janeiro.
  Indicador: padrão de Qualidade do Ar Intermediário (PI-3), equivalente a Material Particulado - MP10.

- Garantir que ao menos uma área da cidade tenha emissão zero de carbono.
  Indicador: áreas da cidade com emissão zero de carbono.

- Alcançar 40% de empregos verdes1 formais na cidade.
  Indicador: quantidade de empregos verdes.

- Instituir Unidades de Conservação da Natureza em 100% das áreas definidas como prioritárias, aquelas apontadas como de relevante interesse ambiental (ARIA), pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente.
  Indicador: áreas definidas como de relevante interesse ambiental protegidas.

- Aumentar em 20% a área destinada à produção agrícola no território municipal.

Indicador: área destinada à produção agrícola.

- Realizar o manejo de 3400 hectares reflorestados e consolidar 1206 hectares de floresta no município.
  Indicador: áreas reflorestadas (manejo); novas áreas reflorestadas.

Eixo 5. Governança

- Implantar o Sistema Municipal de Planejamento, Sustentabilidade e Resiliência.
  Indicador: entrega do Sistema Municipal de Planejamento, sustentabilidade e Resiliência.

- Identificar os macroprocessos de 100% dos órgãos da Prefeitura a nível estratégico.
  Indicador: percentual de órgãos com macroprocessos identificados a nível estratégico.

- Ter 70% dos cariocas satisfeitos com a qualidade dos espaços públicos da cidade por meio de pesquisa de opinião;
  Indicador: percentual de cariocas satisfeitos com a qualidade das áreas públicas da cidade.

- Implementar o Núcleo de Saúde Urbana visando a formulação de estratégias intersetoriais para mitigar os agravos relacionados à saúde ambiental.
  Indicador: entrega do Núcleo de Saúde Urbana.

- Investir anualmente, no mínimo, 350 milhões de reais, com recursos arrecadados da aplicação de instrumentos urbanísticos e ambientais, para o desenvolvimento sustentável da Cidade e implementação de projetos estruturadores.
  Indicador: valor investido em projetos estruturadores e voltados para o desenvolvimento sustentável arrecadados por meio de instrumentos

urbanísticos e ambientais.

- Ter 100% dos processos administrativos abertos e tramitando de forma digital até 2024.
  Indicador: percentual de processos administrativos abertos e tramitando de forma digital.

- Ter uma carteira de projetos municipais permanentemente atualizada, considerando indicadores gerais relativos a exequibilidade, viabilidade e temporalidade.
  Indicador: entrega da carteira de projetos.

- Reduzir em 30% a média dos tempos de atendimento dos serviços realizados pelos órgãos, solicitados pelo cidadão através da Central 1746.
  Indicador: tempo (dias ou horas) de atendimento dos serviços realizados.

- Estar entre as três capitais brasileiras mais bem avaliadas na Pesquisa de transparência nacional.
  Indicador: posição no ranking Escala Brasil Transparente (EBT) do Ministério da Transparência, Fiscalização e Controladoria Geral da União.

- Obter 75% de satisfação nos serviços entregues pelos órgãos municipais em cada Região Administrativa.
  Indicador: percentual de cidadãos satisfeitos com os serviços públicos.

- Treinar, anualmente, 80% dos servidores dos órgãos e entidades municipais.
  Indicador: percentual de servidores treinados.

- Mapear a totalidade do território municipal quanto a informações multifinalitárias da Cidade, garantindo permanente atualização (fundiários, urbanísticos, ambientais, tributários, financeiros e sociais).
  Indicador: Área (Km2) do território mapeado quanto à informações multifinalitárias.

- Mapear a totalidade do território municipal quanto aos perigos climáticos e ambientais: risco geológico-geotécnico, inundação, elevação do nível médio do mar e ondas, ilha e onda de calor (calor extremo), ventos, ruídos e qualidade do ar e da água.
  Indicador: perigos climáticos e ambientais mapeados do território.

- Todos os programas, projetos e ações da Prefeitura a serem implementados nas áreas definidas como Corredores de Sustentabilidade deverão estar alinhados aos critérios e diagnósticos elaborados.
  Indicador: número de projetos, programas e ações a serem implementados nos Corredores de Sustentabilidade.

- Atender 25% das edificações públicas municipais por meio de fontes renováveis de energia, a partir do Programa Solário Carioca e ações de eficiência energética, fortalecendo a estratégia da Prefeitura ser carbono neutra em 2050.
  Indicador: percentual de edificações públicas municipais atendidas por fontes renováveis de energia.

- Reduzir, no mínimo, em 20% o volume do consumo diário de água para cada uma das edificações públicas municipais.
  Indicador: volume do consumo diário de água para cada uma das edificações públicas municipais.

- Reduzir, no mínimo, em 20% o volume do descarte diário de resíduos sólidos em cada uma das edificações municipais.
  Indicador: volume do descarte diário de resíduos sólidos em cada uma das edificações municipais.

- Reduzir em pelo menos 50% o consumo de eletricidade na iluminação pública até 2024.
  Indicador: Consumo de eletricidade distribuída na iluminação pública.

- Garantir que 30% da frota de veículos da PCRJ, inclusive contratados, serão de veículos não-emissores.
  Indicador: número de veículos não emissores na frota da PCRJ.

- Garantir que 30% dos gêneros alimentícios adquiridos pela PCRJ para os Programas de Alimentação Institucional da Administração Direta sejam oriundos da agricultura familiar.
  Indicador: percentual de gêneros alimentícios oriundos da agricultura familiar.

- Garantir que 30% dos procedimentos de compra dos materiais permanentes e de consumo da Prefeitura sejam comprados seguindo critérios de sustentabilidade.
  Indicador: percentual de procedimentos de compra com critérios de sustentabilidade.

- Garantir que 30% dos procedimentos de contratação de serviços pela Prefeitura sigam critérios de sustentabilidade.
  Indicador: percentual de procedimentos de contratação com critérios de sustentabilidade.

- Reduzir em 20% o tempo médio de afastamento dos servidores e servidoras municipais por motivo de saúde.
  Indicador: tempo médio (em dia) de licença médica dos servidores/ano.

- Implantar sistema de cota mínima de 20% para pessoas idosas e demais grupos em situação de vulnerabilidade social nas contratações de mão de obra da PCRJ.
  Indicador: entrega de Sistema de cota mínima para pessoas idosas e vulneráveis em contratações.

- Criar consórcio metropolitano de autogeração de energia, articulando com outros níveis de governo, para fortalecer políticas energéticas renováveis e descarbonização do GRID.

Indicadores: entrega de Consórcio Metropolitano de autogeração de energia.

- Implantar sistema para mapeamento dos polos produtivos agroalimentares metropolitanos, de modo a valorizar a produção regional de alimentos.
  Indicadores: entrega de sistema para mapeamento dos polos produtivos agroalimentares metropolitanos.
- Implantar 6 comitês estratégicos temáticos para endereçamento de questões comuns aos municípios metropolitanos nas áreas de: gestão, transporte intermunicipal, meio ambiente, saneamento, segurança hídrica e segurança pública.
  Indicador: número de comitês estratégicos temáticos.

- Garantir que 100% dos novos projetos urbanos implementados serão objeto de análise de órgão específico municipal com foco na mudança do clima.
  Indicador: número de novos projetos urbanos analisados.

- Desenvolver e implementar o Código de Sustentabilidade de Gestão Responsável da Água da Cidade do Rio de Janeiro (Código de Águas).
  Indicador: entrega do Código de Águas.

- Implementar Código de Sustentabilidade em Edificações com vistas a alcançar alta eficiência energética e hídrica em todas as novas edificações de grande e médio porte e em grandes reformas.
  Indicador: entrega do Código de Sustentabilidade em Edificações.

- Desenvolver e implementar, ao menos, três planos setoriais para enfrentamento aos principais eventos climáticos da cidade, com revisão periódica: Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, Plano de Ação de Combate ao Calor e Plano Verão.
  Indicador: número de planos setoriais.

- Implementar o Sistema de Monitoramento Climático - SISCLIMA em sua integralidade1, promovendo a transparência da política e metas climáticas da

cidade, implantando mecanismos de monitoramento e reporte das estratégias de mitigação e neutralização das emissões.

Indicadores: entrega do Sistema Municipal de Compensação de Carbono.

O Capítulo 4 do Plano sobre planejamento para ação climática inclusiva, apresenta os conceitos “mitigação” e “adaptação”, os grupos vulneráveis no conceito climático, governança climática detalhando o que a cidade já faz, contexto de emissões da cidade, monitoramento das emissões através do Inventário Municipal de GEE, os caminhos que são esperados até 2050.

No que diz respeito às metas, destacamos as metas estabelecidas até 2030 em quatro eixos principais: energia, edificações, transportes e resíduos. No eixo Energia, o plano prevê que 25% das edificações públicas municipais utilizem fontes renováveis, com 5% de aumento no uso de energias distribuídas (como a solar fotovoltaica) em residências e 100% das edificações municipais qualificadas como eficientes, integradas ao Programa de Benchmarking Energético da Prefeitura.

Em Edificações, a meta é que 70% dos novos edifícios sigam padrões avançados de eficiência energética e que 100% da iluminação pública seja em LED, reduzindo o consumo e as emissões urbanas.

No eixo Transportes, busca-se que 30% das viagens sejam realizadas a pé, 4% por bicicleta e 20% da frota do Serviço Público de Transporte de Passageiros por Ônibus (SPPO) seja composta por veículos não emissores. Além disso, 100% das infraestruturas cicloviárias existentes deverão ser requalificadas, promovendo a mobilidade ativa e de baixo carbono.

No eixo Resíduos propõe metas amplas de economia circular: 35% de reciclagem de resíduos secos, 70% de aproveitamento do biogás e 100% dos bairros atendidos pela coleta seletiva. Também estão previstas ações como o encaminhamento de 20% dos resíduos de poda para aproveitamento, 80% dos resíduos orgânicos de grandes geradores valorizados, 100% das edificações públicas com gestão de resíduos sólidos e 100% das cooperativas de reciclagem legalizadas e fortalecidas. Essas metas consolidam o compromisso do Rio de Janeiro com a neutralidade climática e a sustentabilidade urbana até 2030.

Para 2050, o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática do Rio de Janeiro (PDS) estabelece metas voltadas à consolidação de uma cidade neutra em carbono, eficiente e resiliente.

As metas abrangem quatro eixos centrais: energia, edificações, transportes e resíduos. No eixo Energia, o plano prevê 25% de aumento no uso de energias renováveis distribuídas, especialmente a energia solar fotovoltaica em edifícios residenciais, promovendo a descentralização da matriz energética e a redução de emissões.

No eixo Edificações, as metas indicam que 90% dos novos edifícios deverão ser construídos com padrões avançados de eficiência energética, enquanto 37% dos edifícios residenciais contarão com sistemas de aquecimento solar de água, refletindo o avanço da sustentabilidade no ambiente urbano.

Em Transportes, as metas reforçam o compromisso com a mobilidade sustentável: 32% das viagens deverão ser realizadas a pé, 8% por bicicleta e 100% da frota do Serviço Público de Transporte de Passageiros por Ônibus (SPPO) será composta por veículos não emissores. Além disso, 40% dos veículos de passageiros deverão ser híbridos ou elétricos, reduzindo significativamente a pegada de carbono do setor.

Já no eixo Resíduos, o objetivo é atingir 80% de reciclagem de resíduos secos (vidro, papel, plástico e metal), consolidando a economia circular como diretriz essencial para o desenvolvimento urbano sustentável.

Essas metas para 2050 expressam o compromisso do Rio de Janeiro com a neutralidade climática, a eficiência energética e a inclusão ambiental, integrando políticas de longo prazo que alinham a cidade às metas globais do Acordo de Paris.

5.4. Análise Comparativa das Estratégias de Mitigação e Adaptação

Os Planos de Ação Climática estudados tratam das ações e subações e estratégias de políticas públicas voltadas à mitigação e à adaptação climática. Mitigação refere-se à redução de emissões de GEE, enquanto adaptação refere-se à redução da vulnerabilidade socioambiental.

Em síntese, o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima-SP), é voltado à neutralização das emissões líquidas (emissões líquidas zero) de GEE até 2050 e à resiliência urbana, com ênfase em energia, mobilidade e resíduos.

Já o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba (PlanClima), aprovado pelo Decreto nº 1.670/2020, integrado ao planejamento urbano

e metropolitano, com destaque para transporte coletivo, cobertura vegetal e gestão de resíduos, é voltado ao propósito de atingir uma situação carbono neutro.

O Plano Local de Ação Climática (PLAC-BH), com horizonte até 2050, foi estruturado em eixos de energia, saneamento e mobilidade, apresentando metas progressivas de mitigação e remoção de GEE, para se alcançar a situação denominada carbono neutro.

Quanto ao Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática (PDS-Rio), lançado em 2021, com 60 estratégias, 134 metas e cerca de 900 ações, buscando reduzir 20% das emissões até 2030 e alcançar neutralidade até 2050 (emissões líquidas zero).

Examinados os planos locais de ação climática, é possível afirmar que todos os quatro planos compartilham alinhamento ao Acordo de Paris e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11 e 13). Todos estabelecem metas de neutralidade de carbono até 2050, contemplam indicadores de monitoramento e priorizam mobilidade sustentável, eficiência energética, gestão de resíduos e justiça climática. Os planos também convergem na ênfase à governança multinível, à cooperação interinstitucional e ao papel das cidades como atores centrais na agenda climática. Esquematicamente:

1. Estabelecem neutralidade de carbono até 2050, alinhada ao Acordo de Paris.
2. Adotam a integração entre mitigação e adaptação como estrutura metodológica.
3. Preveem indicadores de desempenho e mecanismos de monitoramento contínuo.
4. Inserem os ODS 11 e 13 como eixos orientadores.
5. Contam com participação social e abordagem inclusiva.
6. Integram governança multinível, envolvendo governos locais e redes internacionais (*C40, ICLEI*).
7. Priorizam mobilidade sustentável, energia limpa e gestão de resíduos sólidos.

Sobre as diferenças, destacamos o pioneirismo do Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima-SP) e a integração com o grupo *C40 Cities*, detalhamento de inventário de emissões e metas intermediárias (2030 e 2050). O PlanClima-SP apresenta metas condicionais e incondicionais, vinculadas a legislação municipal; coloca ênfase em transporte público limpo, eficiência energética, resíduos e urbanismo sustentável; disponibiliza relatórios anuais (2021–2024) com indicadores

de avanço e revisão periódica (2025); apresenta profundidade normativa e integração com o Plano Diretor e fundos municipais.

Já o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas de Curitiba (PlanClima) possui forte vínculo com planejamento urbano sustentável e histórico de mobilidade coletiva, destacando o modelo linear de crescimento urbano. O PlanClima destaca-se pelo uso de tecnologia e por ser baseado em dados. Curitiba desenvolveu o Painel de Indicadores Climáticos, que simula cenários de emissões. O PlanClima está estruturado em cinco setores estratégicos e com cenários de mitigação (Tendencial, Planejado, Ambicioso, Estendido), íntegra economia circular, inovação urbana e "hipervisor urbano" (núcleo de *data science*), e destaca-se pela governança participativa e multicritério (ASAP) e pelo uso de soluções baseadas na natureza para drenagem e adaptação.

Quanto ao Plano Local de Ação Climática (PLAC-BH), possui caráter mais técnico-operacional, com detalhamento de potenciais de redução de GEE por setor (energia, saneamento e mobilidade). Destaca-se por plano mais inclusivo e socialmente orientado. Está estruturado em seis eixos, com destaque para Mais Vozes, Menos Desigualdades e Mais Vida, Menos Vulnerabilidade. Adota o princípio de justiça climática, integrando vulnerabilidade social à agenda climática. Utiliza a metodologia *ICLEI – Green Climate Cities,* com forte participação popular (481 pessoas, 57% mulheres). Possui foco em educação ambiental, agricultura urbana e segurança hídrica. É o único plano a institucionalizar indicadores de equidade de gênero e raça na governança climática.

Já o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática (PDS-Rio) privilegia a abordagem abrangente e participativa, articulando sustentabilidade e inclusão social via programas como PROCLIMA.RIO e a Agenda Rio 2030. É o plano mais abrangente e integrado à agenda de desenvolvimento urbano. Reúne sustentabilidade e desenvolvimento social em uma mesma estrutura. Ênfase em participação massiva (35 mil contribuições) e articulação intersetorial. Destaque para os indicadores de educação, saúde, segurança e igualdade racial no contexto climático.

De modo geral, os planos apresentam convergência metodológica e compromisso comum com a transição de baixo carbono, mas diferem em maturidade institucional, escopo e detalhamento técnico.

Enquanto São Paulo e Rio de Janeiro possuem planos de governança mais consolidados e internacionalizados, Curitiba evidencia integração territorial e planejamento metropolitano, e Belo Horizonte destaca quantificação setorial de emissões e metas mensuráveis. Essas diferenças refletem os distintos estágios de institucionalização da política climática urbana e a capacidade de cada cidade em articular mitigação, adaptação e inclusão social de forma efetiva.

Os instrumentos municipais analisados apresentam convergência quanto ao alinhamento com o Acordo de Paris e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Contudo, diferenciam-se significativamente quanto ao grau de institucionalização das estratégias de enfrentamento climático e à integração com políticas urbanas setoriais, o que impacta diretamente sua capacidade de implementação e monitoramento.

São Paulo e Rio de Janeiro apresentam planos mais consolidados e internacionalizados; Curitiba destaca a integração territorial e o pioneirismo na mobilidade sustentável; e Belo Horizonte enfatiza a quantificação setorial de emissões e o aproveitamento energético de resíduos. Essas diferenças refletem distintas capacidades administrativas e estágios de institucionalização da governança climática no contexto urbano brasileiro.

No quadro 4, apresenta-se uma síntese comparativa dos planos de ação climática.

Quadro 4. Síntese comparativa dos planos de ação climática

Dimensão analítica	São Paulo	Rio de Janeiro	Belo Horizonte	Curitiba
Escopo do plano	Abrangente; integra mitigação, adaptação e transição energética	Abrangente, com maior ênfase em mitigação	Estruturado, com foco em adaptação e resiliência urbana	Abrangente, com forte integração setorial
Horizonte temporal	Curto, médio e longo prazo (até 2050)	Médio e longo prazo (até 2050)	Médio e longo prazo	Curto, médio e longo prazo
Metas climáticas	Neutralidade de carbono até 2050	Neutralidade de carbono até 2050	Redução progressiva de emissões	Neutralidade de carbono até 2050
Estratégias de	Mobilidade	Energia,	Energia, uso do	Mobilidade

mitigação	urbana, energia, resíduos	transportes e edificações	solo e resíduos	sustentável, energia e resíduos
Estratégias de adaptação	Infraestrutura verde, drenagem, saúde	Gestão de riscos e eventos extremos	Redução de vulnerabilidades socioambientais	Resiliência urbana e planejamento territorial
Indicadores definidos	Parciais e genéricos	Limitados e pouco operacionais	Pouco detalhados	Mais estruturados e mensuráveis
Mecanismos de monitoramento	Prevê monitoramento, sem detalhamento operacional	Monitoramento previsto, com baixa periodicidade	Monitoramento incipiente	Painel público de indicadores em implementação
Arranjos de governança	Coordenação intersetorial municipal	Forte centralização institucional	Governança fragmentada	Governança integrada e participativa
Alinhamento a agendas globais	Acordo de Paris e ODS	Acordo de Paris e ODS	Acordo de Paris e ODS	Acordo de Paris, ODS e redes internacionais
Principais fragilidades	Dificuldade de mensuração de resultados	Lacunas em adaptação e monitoramento	Baixa capacidade institucional	Escala de implementação
Nível de maturidade institucional	Médio–alto	Médio	Médio–baixo	Alto

Fonte: elaboração própria.

O quadro apresentado constitui uma síntese interpretativa, elaborada a partir da análise documental dos planos climáticos municipais das cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Belo Horizonte. As informações sistematizadas resultam da leitura comparativa dos documentos oficiais, buscando evidenciar convergências, especificidades e diretrizes estratégicas adotadas por cada município.

5.5. Possibilidades e limitações dos planos de ação climática

Os municípios são reconhecidos como atores estratégicos na mitigação e adaptação às alterações do clima, a implementação de planos representa grande desafio para a governança, uma vez que condições políticas e financeiras limitam a capacidade de colocar suas ações em prática.

No geral, os municípios não possuem orçamento suficiente para elaborar inventários de emissões, projetar cenários climáticos ou criar ferramentas tecnológicas de monitoramento de resultados. A dependência de recursos federais ou estaduais gera vulnerabilidade estrutural, impactando as ações locais em caso de mudança de gestão, tendo em vista que a descontinuidade administrativa, quando há alternância de governo, interrompe programas ou altera prioridades, prejudicando políticas de longo prazo, como a agenda climática e os compromissos de redução de emissões de GEE estufa.

Para que isso não ocorra, a publicação de leis que estabeleçam diretrizes para o cumprimento das ações e metas descritas nos planos são importantes e indispensáveis. Em São Paulo, o Decreto Municipal nº 60.289, de 30 de junho de 2021, institui o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima SP) como instrumento da Política Municipal de Mudança do Clima, prevista na Lei Municipal nº 14.933, de 5 de junho de 2009. O decreto define que a Secretaria Executiva de Mudanças Climáticas (SECLIMA) é responsável pela coordenação, integração e acompanhamento das ações climáticas; no entanto, não detalha a metodologia de escolha dos indicadores nem define claramente os mecanismos de monitoramento, atualização e transparência dos resultados, além de não apresentar definições operacionais, fontes de financiamento e instrumentos públicos de acompanhamento, o que limita a efetividade e a governança do PlanClima SP.

No Rio de Janeiro, o Decreto Municipal nº 48.941, de 2 de julho de 2021, institui o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática (PDS), constituindo um marco institucional importante ao formalizar o plano. Por outro lado, a metodologia de escolha dos indicadores não está totalmente explicitada no próprio texto; o decreto indica um sistema de monitoramento e transparência, mas dependente de instrumentos complementares para funcionamento pleno, e os recursos financeiros não são definidos.

Em Belo Horizonte, foi publicada a Lei Municipal nº 11.793, de 8 de fevereiro de 2022, que institui a Política Municipal de Enfrentamento à Emergência Climática. Embora estabeleça metas e diretrizes, não há indicação clara de como serão

escolhidos todos os indicadores nem de forma totalmente transparente como será feito o monitoramento sistemático, tampouco há destaque público de vinculação de recursos financeiros específicos para a execução dessas metas.

Curitiba encaminhou projeto de lei à Câmara Municipal para instituir a Política Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas, que definirá formalmente o Plano Municipal Climático, o Comitê PanClima e os mecanismos de monitoramento, entre outros aspectos. O projeto foi protocolado em 19 de agosto de 2025 e, até o momento, não foi aprovado.

Se o plano de ação dos municípios não estiver bem integrado ao planejamento urbano — como ao Plano Diretor Municipal e à legislação local — sua eficácia pode ser reduzida. Nesse sentido, verificou-se que apenas São Paulo não atualizou seu Plano Diretor após o Acordo de Paris (2015); o plano ainda é de 2014, enquanto Belo Horizonte o atualizou em 2019, Curitiba em 2015 e o Rio de Janeiro em 2024.

Além dos planos de ação climática, é necessário que os planos diretores municipais também apresentem medidas para mitigação e adaptação aos impactos das mudanças climáticas no âmbito das políticas territoriais e urbanas. Assim, todos os quatro planos diretores das cidades analisadas consideram as mudanças climáticas de forma explícita e expõem alguns objetivos, ainda que limitados, voltados à adaptação.

A ausência de dados, de ferramentas de monitoramento e a falta de integração entre setores como transporte, habitação, uso do solo e saneamento impedem o planejamento e dificultam a formulação de ações integradas, reduzindo a capacidade dos municípios de avaliar as vulnerabilidades específicas de cada cidade, como problemas decorrentes de eventos extremos relacionados às alterações climáticas.

A escolha de indicadores nos planos analisados revela o grau de maturidade técnica de cada cidade. Esses indicadores têm a função de monitorar e acompanhar o cumprimento das metas e ações, a fim de avaliar a efetividade das políticas implementadas.

Os quatro municípios adotaram políticas expressivas para o enfrentamento das alterações do clima, o que demonstra a consciência dos agentes políticos. No entanto, a adaptação tende a ser mais urgente e visível que a mitigação das emissões de GEE, uma vez que os efeitos dos eventos extremos afetam diretamente a população, como enchentes, deslizamentos, calor extremo e estiagens. Contudo, garantir melhor

infraestrutura às populações mais vulneráveis e promover adaptação nas regiões periféricas ainda é um desafio municipal.

Ter um plano de ações não garante o alcance das metas. O monitoramento, a transparência e a prestação de contas são essenciais. No fim, o que se espera é saber quantas emissões foram reduzidas, qual o alcance das metas, a redução dos riscos climáticos e as áreas protegidas.

Embora a implementação dos planos represente um avanço histórico na institucionalização da agenda climática local e alguns progressos tenham sido relatados, ainda que os resultados estejam previstos para 2030–2050, os planos não demonstraram efetividade no alcance das metas.

A escolha dos indicadores nos planos municipais ocorreu de forma genérica e pouco sistematizada. Em geral, os documentos não apresentam metodologia detalhada que justifique a seleção dos indicadores nem explicam como esses serão medidos, acompanhados e avaliados ao longo do tempo. Essa lacuna metodológica compromete a efetividade do monitoramento e a verificação do cumprimento das metas, o que pode prejudicar a eficácia dos planos.

Além disso, observa-se a ausência de um painel público integrado de monitoramento que reúna todos os indicadores de forma transparente e acessível à sociedade, com exceção de Curitiba, que possui o Painel de Indicadores de Mudanças Climáticas de Curitiba, o qual monitora indicadores e permite simulação de cenários.

Essa falta de estrutura dificulta o controle social, a avaliação de desempenho e o aprimoramento das políticas públicas climáticas.

Outro ponto crítico é a fragilidade da governança climática, marcada pela descontinuidade administrativa e pela ausência de mecanismos institucionais permanentes de acompanhamento e atualização dos dados. A transparência na divulgação dos resultados e na revisão periódica das metas ainda é limitada, o que enfraquece a credibilidade e a legitimidade dos planos.

Os planos analisados não se articulam plenamente com outras políticas locais, como o orçamento público, o código de obras ou o Plano Diretor. Também se observa o redirecionamento das políticas climáticas; portanto, além de incluir critérios climáticos obrigatórios em transporte, construções e uso do solo, é necessária a criação de legislações permanentes com diretrizes, acompanhamento, orçamento próprio e plano de metas, assegurando continuidade.

Dessa forma, verifica-se que os municípios enfrentam o desafio de fortalecer sua capacidade institucional e construir uma governança colaborativa entre poder público, ciência e participação popular. Somente por meio dessa articulação será possível transformar os planos de ação climática em instrumentos de transformação territorial e justiça climática.

Falar sobre mudanças climáticas não deve se limitar às catástrofes; é preciso identificar oportunidades de aprimoramento dos planos de ação e reinventar as cidades, com propostas mais justas, saudáveis, verdes e coerentes com a realidade de cada região.

O mapeamento da vulnerabilidade por bairro, por exemplo, é essencial para compreender riscos específicos, pois estudos genéricos de vulnerabilidade inviabilizam a priorização de investimentos e a adoção de soluções com enfoque comunitário, impossibilitando identificar necessidades locais, como parques lineares, reflorestamento urbano ou riscos de enchentes e deslizamentos.

A adaptação representa uma oportunidade quando os planos identificam as necessidades relacionadas à habitação social, infraestrutura e saneamento, prevenindo acidentes em áreas de risco. Assim, o levantamento da população em condições de vulnerabilidade é uma melhoria que pode ser incorporada em revisões futuras dos planos.

Desse modo, os planos de ação climática podem se constituir em instrumentos de desenvolvimento sustentável municipal, colaborando para a melhoria urbana e a inovação tecnológica, à medida que apresentam metas e ações voltadas à gestão de resíduos, reciclagem, mobilidade elétrica e eficiência energética. No entanto, é necessária a criação de mecanismos permanentes de acompanhamento pela sociedade, por meio de plataformas públicas de monitoramento de metas e observatórios climáticos municipais.

Nesse contexto, o uso de tecnologia e dados para o planejamento climático representa uma oportunidade para as cidades. A expansão de sensores urbanos, o geoprocessamento e a inteligência artificial permitem prever eventos extremos. Assim, centros de monitoramento climático integrados à defesa civil e ao planejamento urbano ampliam a capacidade de resposta a tais eventos.

Ainda assim, os planos carecem de sistemas robustos de monitoramento de indicadores, avaliação e acompanhamento do cumprimento das metas. A escolha genérica de indicadores não define métricas claras para redução de emissões de GEE

e adaptação, dificultando a medição de avanços reais. Dessa forma, as futuras revisões dos planos podem contemplar a construção de painéis públicos de indicadores, como Curitiba já iniciou com o Painel de Indicadores de Mudanças Climáticas de Curitiba, permitindo associar cada meta a métricas específicas e prazos verificáveis.

6. CONCLUSÃO

Esta dissertação buscou responder à seguinte questão-problema: em que medida as estratégias de mitigação e adaptação previstas nos Planos de Ação Climática das megacidades brasileiras — São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba — se mostram efetivas em face dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, considerando as especificidades urbanas, institucionais e socioambientais de cada contexto local?

Com objetivo de avaliar os planos de estratégias de enfrentamento climático das cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba, diante da crise climática, buscou-se contextualizar a elaboração desses instrumentos de políticas climáticas locais, a partir do Acordo de Paris e da PNMC; descrever e comparar as estratégias de adaptação e redução das emissões de GEE, destacando suas metas e indicadores; discutir as limitações que determinam a eficácia institucional das estratégias locais no alcance das metas e na promoção da sustentabilidade; e identificar oportunidades de aprimoramento das ações propostas.

A análise comparativa dos planos climáticos municipais evidenciou que, embora as quatro cidades estudadas apresentem avanços relevantes na incorporação da agenda climática ao planejamento urbano e nas políticas governamentais, os resultados práticos dessas estratégias ainda são condicionados por limites institucionais, técnicos e operacionais que comprometem sua implementação e acompanhamento ao longo do tempo.

A análise das estratégias locais dos municípios citados revela alinhamento com as diretrizes do Acordo de Paris, da Agenda 2030 e dos ODS, convergindo em metas de neutralidade de carbono até 2050 e na busca pela transição energética. Ainda que a implementação represente um avanço, os planos climáticos municipais ainda não demonstram o desempenho das políticas no alcance das metas propostas, cujos resultados estão previstos apenas para o período de 2030 a 2050.

Ressalta-se que os planos podem se constituir em instrumentos de desenvolvimento sustentável, pois as ações de adaptação representam oportunidades para identificar necessidades relacionadas à habitação social, infraestrutura e saneamento, além de prevenir desastres em áreas de risco.

Entretanto, há diferenças marcantes quanto ao nível de detalhamento técnico, à capacidade de implementação e à integração com outras políticas urbanas. São Paulo se destaca pela robustez do arcabouço normativo e pela amplitude das ações propostas; Curitiba apresenta consistência metodológica e instrumentos de monitoramento ainda incipientes; Belo Horizonte estrutura um plano tecnicamente sólido, mas limitado em abrangência; e o Rio de Janeiro demonstra expressivo potencial participativo, embora careça de mecanismos efetivos de execução e acompanhamento.

Conclui-se, assim, que as estratégias de enfrentamento climático adotadas pelas cidades analisadas ainda não se mostram plenamente efetivas diante dos desafios impostos pelas alterações do clima. Apesar do alinhamento formal aos acordos internacionais e às diretrizes nacionais, os planos carecem de mecanismos claros ou sistemas robustos de monitoramento, avaliação e acompanhamento de metas e indicadores. Observa-se que a seleção dos indicadores é genérica e pouco sistematizada, sem metodologia definida ou explicação sobre os meios de mensuração, metas intermediárias e avaliações periódicas que assegurem a continuidade e a efetividade das ações. A ausência de um painel público de monitoramento nessas cidades, com exceção de Curitiba, dificulta o controle social e o aprimoramento das políticas.

A falta desses elementos compromete a relação entre diagnóstico, metas e resultados, reduzindo a capacidade de mensurar o avanço das políticas e de aprimorá-las com base em dados concretos e verificáveis. Além disso, identificaram-se limitações de governança, destacando-se a insuficiência de informações sobre recursos financeiros e técnicos para a execução das ações, a carência de integração entre políticas setoriais, a rotatividade de gestores municipais e a desarticulação entre escalas de governo.

Dessa forma, a pesquisa aponta que o fortalecimento de monitoramento e avaliação constitui elemento central para ampliar a eficácia dos planos de ação climática das grandes metrópoles brasileiras. A adoção de indicadores claros, alinhados a referenciais internacionais e integrados às políticas urbanas setoriais, pode contribuir significativamente para a melhoria da gestão pública, o aprimoramento das decisões governamentais e o aumento da resiliência urbana em face dos impactos climáticos.

A inexistência de legislação permanente com diretrizes estáveis, transparência no acompanhamento das metas, orçamento próprio destinado aos planos e instrumentos de continuidade das ações dificulta a consolidação de uma governança urbana voltada à resiliência, reduz o potencial de institucionalização das políticas locais de enfrentamento às mudanças do clima.

Quanto às limitações da pesquisa, a análise comparativa apoiou-se em fontes secundárias, documentos e relatórios oficiais, o que pode, de alguma maneira, restringir a compreensão da implementação prática das ações e do monitoramento. A limitação temporal e documental é outro fator que impacta o alcance da análise, uma vez que os resultados práticos das estratégias municipais dependem de horizonte de longo prazo e de avaliações contínuas de desempenho.

No ponto de vista acadêmico, a pesquisa contribui para o campo da sustentabilidade urbana e das políticas públicas climáticas, ao oferecer uma leitura comparativa e sistematizada dos instrumentos municipais de enfrentamento à crise climática no contexto brasileiro, preenchendo uma lacuna identificada na literatura, especialmente em países em desenvolvimento.

Além de avaliar a consistência interna e o grau de integração normativa e estratégica dos planos municipais, oferece subsídios para o aprimoramento da governança climática urbana, ao identificar lacunas e potencialidades dos instrumentos analisados e indicar caminhos para o fortalecimento das ações mitigatórias e adaptativas brasileiras.

Ao articular os referenciais da governança climática internacional, da política climática nacional e das experiências locais, o estudo amplia a compreensão sobre como os municípios internalizam compromissos globais, como o Acordo de Paris e a Agenda 2030, em políticas concretas.

Ademais, a abordagem reforça o papel dos indicadores não como objeto de estudo, mas como instrumentos analíticos que permitam avaliar coerência, alinhamento estratégico e potencial de desempenho das políticas climáticas, contribuindo metodologicamente para pesquisas futuras que tratem da avaliação de políticas públicas ambientais em escala local.

Do ponto de vista das políticas públicas, os resultados evidenciam que a construção de cidades sustentáveis e resilientes exige não apenas planos tecnicamente consistentes, mas também uma governança colaborativa, capaz de articular sociedade civil, poder público e setor privado em torno de um propósito

comum. As grandes metrópoles brasileiras, embora estejam em estágios distintos de maturidade institucional, têm potencial para liderar uma transição climática justa, desde que fortaleçam seus instrumentos de gestão, assegurem mecanismos permanentes de monitoramento e consolidem políticas integradas que convertam compromissos em resultados concretos.

Os resultados evidenciam que a principal fragilidade comum aos planos climáticos analisados reside na ausência ou insuficiência de sistemas robustos de monitoramento, avaliação e acompanhamento das metas estabelecidas.

Apesar de os documentos apresentarem diretrizes, eixos estratégicos e compromissos ambiciosos, observa-se que, na maioria dos casos, os indicadores são poucos operacionalizados, carecem de metas intermediárias claras, periodicidade de avaliação definida e mecanismos institucionais que assegurem transparência, controle social e retroalimentação das políticas.

Experiências internacionais como sistemas de monitoramento adotados por cidades integrantes das redes globais do *C40 Cities e do ICLEI,* indicam a relevância de estruturas permanentes de governança climática, com indicadores mensuráveis, relatórios periódicos e integração entre planejamento, orçamento e execução das ações.

Recomenda-se, portanto, que estudos futuros aprofundem a análise sobre a implementação efetiva das estratégias locais de ações climáticas integradas nos contextos urbanos, com foco na mensuração dos resultados alcançados e nos desafios enfrentados pelos municípios, aplicando o modelo analítico para cidades pequenas e médias, regiões metropolitanas, bem como análises longitudinais.

Sugere-se incorporar metodologias participativas e análises empíricas que investiguem o impacto real das ações nas cidades, principalmente nas comunidades mais vulneráveis, como, por exemplo, análise de resultados dos planos de ação climática municipais, desenvolvimento de indicadores comparativos de maturidade institucional climática, entre outros.

Recomenda-se, ainda, o aprimoramento de modelos e indicadores de monitoramento e avaliação capazes de mensurar o desempenho das ações climáticas de forma transparente e acessível à sociedade, garantindo controle social e capacidade de correção de rumos das políticas climáticas.

Outro campo relevante consiste em aprofundar a integração entre políticas climáticas e planejamento urbano, analisando a forma como instrumentos do tipo

planos diretores e políticas de habitação, mobilidade e saneamento podem fortalecer a agenda climática municipal, evitando que os planos climáticos locais se configurem instrumentos isolados.

É igualmente importante desenvolver análises comparativas que avaliem a evolução dos Planos de Ação Climática ao longo do tempo e sua relação com outras políticas públicas, para aprimorar a governança climática local, com maior articulação intersetorial, participação social e alinhamento entre escalas, municipal, estadual e federal.

Por fim, conclui-se que os planos de ação climática das megacidades brasileiras analisadas representam avanços importantes na institucionalização da agenda climática urbana, mas ainda enfrentam limites significativos para responder, de forma plenamente efetiva, à complexidade e à urgência dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

O fortalecimento dessas políticas constitui condição essencial para a promoção da sustentabilidade urbana e para a construção de cidades mais resilientes, justas e ambientalmente responsáveis. No entanto, o avanço da pauta climática local no Brasil não depende apenas da formulação de planos, mas, sobretudo, da consolidação de capacidades institucionais, mecanismos de acompanhamento contínuo e processos participativos que assegurem a transformação dos compromissos climáticos em resultados concretos para a sociedade e o território urbano.

7. REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Abril, 2012.

ALLEN, M. R.; DUBE, O. P.; SOLECKI, W.; ARAGÓN-DURAND, F.; CRAMER, W.; HUMPHREYS, S.; KAINUMA, M.; KALA, J.; MAHOWALD, N.; MULUGETTA, Y.; PEREZ, R.; WAIRIU, M.; ZICKFELD, K. Framing and context. In: MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PÖRTNER, H. O.; ROBERTS, D.; SKEA, J.; SHUKLA, P. R.; PIRANI, A.; MOUFOUMA-OKIA, W.; PÉAN, C.; PIDCOCK, R.; CONNORS, S.; MATTHEWS, J. B. R.; CHEN, Y.; ZHOU, X.; GOMIS, M. I.; LONNOY, E.; MAYCOCK, T.; TIGNOR, M.; WATERFIELD, T. (eds.). **Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 49-92, 2018. DOI: 10.1017/9781009157940.003.

ALVES, E. E. C. *et al*. Do Non-State Actors Influence Climate Change Policy? Evidence from the Brazilian Nationally Determined Contributions for COP21. **Journal of Politics in Latin America**, v. 14, n. 1, p. 120-140, 2021. DOI: https://doi.org/10.1177/1866802X211034187.

ALVES, J. E. D. **As emissões globais de combustíveis fósseis batem recorde em 2018**. 2018. Disponível em: https://www.ecodebate.com.br/2018/12/12/as-emissoes-globais-de-combustiveis-fosseis-batem-recorde-em-2018-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/. Acesso em: 13 jul. 2024.

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C. Mudança do clima no Brasil. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA,H. R. da (Orgs.). **Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento**. Palmas: EdUFT, p. 69-92, 2022. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1142906?mode=full. Acesso em: 30/08/2023.

BAI, X.; DAWSON, R. J.; ÜRGE-VORSATZ, D.; DELGADO, G. C.; BARAU, A. S.; DHAKAL,S. e SCHULTZ, S. Six research priorities for cities and climate change. **Nature Climate Change,** 555, p.23-25, 2018.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030**. Editora Vozes, 2020.

BARBIERI, M. D.; FERREIRA, L. C. Mudanças climáticas e governança ambiental: desafio do Antropoceno. **Diálogos do Antropoceno**, v. 5, n. 12, 2018. Disponível em: http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/wp-content/uploads/2018/08/A2_Mudancas_climaticas_e_governanca_ambiental.pdf. Acesso em: 13 jul. 2024.

BARBIERI, A. F.; VIANA, R. M. Respostas urbanas às mudanças climáticas: construção de políticas públicas e capacidades de planejamento. In: OJIMA, R.;

MARANDOLA JR, E. (Orgs.) **Mudanças climáticas e as cidades:** novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social. 1. ed. São Paulo: Blucher, p. 57-74, 2013.

BECK, U.; REY, J. A. **La sociedad del riesgo global**. Madrid: Siglo Veintiuno, 2002.
BETSILL, M.; BULKELEY, H. Looking back and thinking ahead a decade of cities and climate change research. **Local Environment**, London, v.12, n.5, p.447–456, 2007.

BRANCHI, B. A. Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas e Índices Compostos: Aplicação e Desafios. **Sociedade & Natureza**, v. 34, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022- 63868.

BRASIL. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima - Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas.** Brasília, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/planonacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-pna-vol-ii.pdf. Acesso em: 03/08/2024.

BROWN, L. Rising sea level forcing evacuating of island country. **Earth policy institute**, 2001. Disponível em: http://www.earthpolicy.org/updates/update2.htm. Acesso em: 15 jan. 2024.

BULKELEY, H. **Cities and Climate Change**. London: Routledge, 2013

BULKELEY, H.; BETSILL, M. Revisiting the urban politics of climate change. **Environmental Politics**, Cambridge, v.22, n.1, p.136-154, 2013.

CALLAN, J.S.; THOMAS, J.M. **Economia ambiental: aplicações, políticas e teoria**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2016.

CARVALHO, M.; SILVA, W., BON A., P.; FERNANDES, R. Mudanças climáticas na metrópole paulista: uma análise de planos diretores e leis urbanísticas. **Ambiente Construído,** 20, p.143-156, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000400464.

DI GIULIO, G.M.; BEDRAN-MARTINS,A.M.B.; DA PENHA VASCONCELOS, M.; RIBEIRO, W.C., LEMOS, M.C. Mainstreaming climate adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil. **Cities**, v. 72, p. 237-244, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/s02642751173000471?via%Dihub

DI GIULIO, G. M.; TORRES, R. R.; LAPOLA, D. M.; BEDRAN-MARTINS, A. M.; VASCONCELLOS, M. P.; BRAGA, D. R.; FUCK, M. P.; JUK, Y.; NOGUEIRA, V.; PENNA, A. C.; JACAÚNA, T.; FETZ, M.; PESSOA, Z.; PONTES, R.; SCHONS, M.; PREMEBIDA, A. Bridging the gap between will and action on climate change adaptation in large cities. **Regional environmenatl change.** V.19, p. 2491-2502, 2019.

DUARTE, T. A possibilidade da investigação a 3: reflexões sobre triangulação (metodológica). **CIES e-WORKING PAPER**, Lisboa, n. 60, p. 1-24, 2009. Disponível em: http://hdl.handle.net/10071/1319.

DUPUY, J. P. **Introdução à Crítica da Ecologia Política**. Civilização Brasileira. Rio de Janeiro, 1980.

EAKIN, H.; LEMOS, M. C.; NELSON, D. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change**, v.27, p. 1-8, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.013.

ESPÍNDOLA, I.; RIBEIRO W., Cidades e Mudanças Climática: Desafios para os planos diretores municipais brasileiros. **Cad. Metrópole**, São Paulo, v.22, nº48, p.365-395, 2020. DOI: https://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4802.

ENGLE, N. L. Adaptive capacity and its assessment. **Global environmental change**, v.21, n.2, p. 647-656, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019.

EWING, R.; BARTHOLOMEW, K.; WINKELMAN, S.; WALTERS, J.; CHEN, D. **Growing Cooler: The evidence on urban development and climate change**. Washington-DC USA: Urban Land Institute, 2008.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manejo de Resíduos Sólidos.** 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/manejo-de-resíduos-solidos. Acesso em 10 jan. 2025.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUIMARÃES, R. P.; FONTOURA, Y. S. R. Rio+ 20 ou Rio-20?: crônica de um fracasso anunciado. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, p. 19-39, 2012. DOI: https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000300003.

HUGHES, S.; CHU, E. K.; e MASON, S.G. **Climate change in cities. Innovations in Multi-Level Governance.** Cham, Springer Intenational Publishing (The Urban Book Series), 2018.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2007**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014 Part A: Global and Sectoral Aspects,** 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Cambridge University Press, 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-FrontMatterA_FINAL.pdf

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the**

Sixth Assessment Report. Cambridge University Press, 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/. Acesso em 20 mar. 2024.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Agenda 2030**. ODS - Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: IPEA, 2018.

JANUZZI, P. M. **Indicadores Sociais no Brasil**. Campinas: Alínea, 2001.

KLUG, L. B.; MARENGO, J. A.; LUEDMANN, G. Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da Nova Agenda Urbana. In: COSTA, M. A. (Org.) **O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a nova agenda urbana**. Brasília: IPEA, p. 303-322, 2016. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9184. Acesso em: 30 mar. 2024.

MACEDO, L. V. Contribuição das cidades para a mitigação das mudanças climáticas no Brasil. In: Cadernos Adenauer XVII (2016), n.2 - **Mudanças climáticas: o desafio do século.** Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, p. 69-84, 2016.

MAJOR, D.; JUHOLA, S. Guidance for climate change adaptation in small coastal towns and cities: a new challenge. **Journal of Urban Planning and Development, Reston**, v. 142, n. 4, p. 1–10, 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000356.

MOREIRA, F. A. *et al*. A articulação das regiões metropolitanas no litoral paulista: uma oportunidade ao enfrentamento das mudanças climáticas. **Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, e52924, 2020.

OBERMAIER, M.; ROSA, L. Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. **Estudos Avançados**, v.27, n. 78: USP, p.155-176, 2013. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/68684. Acesso em: 30 mar. 2024.

ODS BRASIL. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Relatório dos Indicadores para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** 2022. Disponível em: https://odsbrasil.gov.br/relatorio/sintese. Acesso em: 2 abr. 2024.

OLIVEIRA, A. S. A Liderança dos Países Desenvolvidos no Acordo de Paris: reflexões sobre a estratégia do Naming and Shaming dentro do Balanço-Global. **Sequência** (Florianópolis), p. 155-180, 2019. DOI: https://doi.org/10.5007/2177-7055.2019v40n81p155.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.** Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/13-10-2015. Acesso em: 10 abr. 2024.

RAMMÊ, R. S. A política da justiça climática: conjugando riscos, vulnerabilidades e injustiças decorrentes das mudanças climáticas. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 17, n. 65, p. 367-389, 2012.

ROGERS, R. Prólogo de Richard Rogers. In: GEHL, J. **Cidades para pessoas.** 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

ROSSETTO, A. M.; ORTH, D. M.; ROSSETTO, C. R. Gestão ambiental integrada ao desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em Passo Fundo (RS). **Rev. Adm. Pública**, v. 40, p. 809–840, 2006.

RUMBACH, A. Decentralization and small cities: Towards more effective urban disaster Governance?. **Habitat International,** vol. 52, p. 35-42, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.08.026.

SÁNCHEZ, L. E.; CROAL, P. Environmental impact assessment, from Rio-92 to Rio+ 20 and beyond. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, p. 41-54, 2012. DOI: https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000300004.

SACHS, I. **Desenvolvimento: Includente, Sustentável, Sustentado.** Rio de Janeiro. Ed. Garamond, 2004.

SANTOS, A. C. Política Nacional sobre Mudança do Clima no Brasil: uma avaliação de instrumentos e de efetividade. Espaço Público, **Revista de Políticas Públicas**, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicaspublicas/article/view/249458. Acesso em: 5 jul. 2024.

SASSEN, S. Bringing Cities the Global Climate Framework. In: JOHNSON, C., TOLY, N., SCHROEDER, H. **The Urban Climate Challenge: Rethinking the Role of Cities in the Global Climate Regime.** London: Routledge, p. 24-36, 2015.

SATHLER, D. Repercussões locais das mudanças climáticas globais: urbanização, governança e participação comunitária. **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 51, p. 1-19, 2014. DOI: https://doi.org/10.14393/RCG155126626.

SATHLER, D.; PAIVA, J.C. e BRANT, T. Cidades e Mudanças Climáticas: iniciativas de planejamento urbano e de governança local nas Regiões Metropolitanas brasileiras. In: **Encontro Nacional de Estudos Populacionais: População, Governança e BEM ESTAR, 24-28 de novembro**. São Pedro, SP, 2014.

SATHLER, D., PAIVA, J.C. e BATISTA, S. Cidades e Mudanças Climáticas: Planejamento urbano e governança ambiental nas sedes das principais regiões metropolitanas e regiões integradas de desenvolvimento. **Caderno de Geografia,** v.29, n.56, p. 262-286, 2019.

SILVA, D. T.; POTENZA, R.; QUINTANA, G.; CARDOSO, A. M.; ALVES, P.; SILVA, F. B. E.; GRACES, I.; SOUSA, H.; COLUNA, I.; OLIVEIRA, J.; ZIMBRES, B.; SHIMBO, J.; SILVA, C.; SILVA JUNIOR, C.; SILVA, W.; ALENCAR, A.; ANGELO, C. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas no Brasil, 1970 – 2023.** Relatório do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), 2024. Disponível em: https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/11/SEEG-RELATORIO-ANALITICO-12.pdf. Acesso em: 01 ago. 2024.

SILVA, C. M.; ARBILLA, G. Antropoceno: Os Desafios de um Novo Mundo. **Revista Virtual Quim**. Vol 10, Nº. 6, p.1619-1647, 2018. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v10n6a02.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

TEIXEIRA, R. L. P.; PESSOA, Z. S.; DI GIULIO, G. M. Mudanças Climáticas e Capacidade Adaptativa no Contexto da Cidade do Natal/RN, Brasil. **Revista Geotemas**, v. 10, n. 1, p. 95-115, 2020.

THOMAS, D. SG; TWYMAN, C. Equity and justice in climate change adaptation amongst natural-resource-dependent societies. **Global environmental change**, v. 15, n. 2, p. 115-124, 2005. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2004.10.001.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *Paris Agreement.* 2015. Disponível em: https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement. Acesso em: 05 ago. 2023.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 2, n. 1, p. 01-14, mar. 2004.

VEIGA, J. E. **Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor.** São Paulo. Ed. SENAC. 2010.

VEIGA, J. E. **Para Entender o Desenvolvimento Sustentável.** São Paulo. Ed. 34, 2015.

VITAL, M. H. F. MEIO AMBIENTE AQUECIMENTO GLOBAL: Acordos Internacionais, Emissões de CO2 e o Surgimento dos Mercados de Carbono no Mundo. **BNDES Set.**, v. 24, n. 48, p. 167–244, 2018.