



Mudanças climáticas e plano de ação de mitigação das emissões de CO₂ no município de Campinas/SP

Irineu José Bottoni

Mestrando em Sustentabilidade, PUC-Campinas, Brasil

irineu.jb3@puccampinas.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-8426-4083>

Bruno de Aguiar Normanha

Mestrando em Sustentabilidade, PUC-Campinas, Brasil

bruno.an2@puccampinas.edu.br

<https://orcid.org/0009-0001-1822-5860>

Cibele Roberta Sugahara

Professora Doutora, Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Brasil

Escola de Economia e Negócios, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade

cibelesu@puc-campinas.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-3481-8914>

Denise Helena Lombardo Ferreira

Professora Doutora, Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Brasil

Escola de Economia e Negócios, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade

lombardo@puc-campinas.edu.br

<https://orcid.org/0000-0002-3138-2406>

Marcelo Pereira da Silva

Professor Doutor, Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Brasil

Escola de Economia e Negócios, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sustentabilidade

marcelo.pereira@puc-campinas.edu.br

<https://orcid.org/0000-0003-4363-8736>

Submissão: 21/11/2024

Aceite: 07/01/2025

BOTTONI, Irineu José; NORMANHA, Bruno de Aguiar; SUGAHARA, Cibele Roberta; FERREIRA, Denise Helena Lombardo; SILVA , Marcelo Pereira da. Mudanças climáticas e plano de ação de mitigação das emissões de CO₂ no município de Campinas/SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. I.], v. 21, n. 1, 2025.

DOI: [10.17271/198008272112025597](https://doi.org/10.17271/198008272112025597).

Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/5597

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

Mudanças climáticas e plano de ação de mitigação das emissões de CO₂ no município de Campinas/SP

RESUMO

Objetivo - Este artigo tem como objetivo analisar como as metas de redução das emissões de CO₂ do Plano Local de Ação Climática de Campinas/SP (PLAC), podem se alinhar com a Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos das Mudanças Climáticas de Campinas.

Metodologia - O método de pesquisa é qualitativo, descritivo e documental.

Originalidade/relevância - A relevância do artigo reside em examinar as emissões de GEE no município de Campinas, focando nas transições necessárias identificadas em suas políticas e planos de combate à crise climática para tornar o município mais sustentável, inclusivo e resiliente.

Resultados - As evidências científicas mostram que o aquecimento global já está avançado, impulsionado pelas atividades humanas que emitem Gases de Efeito Estufa (GEE). Mesmo que as emissões futuras sejam drasticamente reduzidas, os efeitos das emissões passadas continuarão a impactar o clima global por décadas. Isso torna urgente não apenas reduzir as emissões, mas também adotar medidas de adaptação e mitigação para minimizar os impactos das mudanças climáticas em curso.

Contribuições teóricas - O estudo concluiu que cidades que controlam suas emissões, com visão e ações de curto, médio e longo prazo, para o enfrentamento das crises climáticas, com objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis, e soluções inovadoras, estão mais bem preparadas para enfrentar eventos climáticos extremos, como enchentes, secas e ondas de calor, as quais tendem a ser intensificados em virtude do aquecimento global.

Contribuições sociais e ambientais - As emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) são apontadas como as principais responsáveis pelas mudanças climáticas no planeta. As cidades e as indústrias são os grandes geradores de GEE gerando consequências nocivas à população. Mitigar as mudanças climáticas e adaptar-se aos seus efeitos são questões centrais na formulação de políticas públicas em todos os níveis — nacional, estadual e local.

PALAVRAS-CHAVE: Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Mudanças Climáticas. Sustentabilidade.

Climate Change and the CO₂ Emissions Mitigation Action Plan in the Municipality of Campinas/SP

ABSTRACT

Objective – This article analyzes how the CO₂ emission reduction targets of the Campinas/SP Local Climate Action Plan (PLAC) can align with the Municipal Policy to Address the Impacts of Climate Change in Campinas

Methodology – The research method adopted is qualitative, descriptive, and documentary.

Originality/Relevance – The relevance of the article lies in examining GHG emissions in the municipality of Campinas, focusing on the necessary transitions identified in its policies and plans to combat the climate crisis to make the municipality more sustainable, inclusive and resilient.

Results – Scientific evidence shows that global warming is already advanced, driven by human activities that emit Greenhouse Gases (GHG). Even if future emissions are drastically reduced, the effects of past emissions will continue to impact the global climate for decades. This makes it urgent not only to reduce emissions, but also to adopt adaptation and mitigation measures to minimize the impacts of ongoing climate change.

Theoretical Contributions – The study concludes that cities that control their emissions, with short, medium, and long-term visions and actions to address climate crises, with measurable, reportable, and verifiable goals, and innovative solutions, are better prepared to face extreme weather events, such as floods, droughts, and heatwaves, which tend to intensify due to global warming.

Social and Environmental Contributions – Greenhouse Gas (GHG) emissions are identified as the main drivers of climate change. Cities and industries are the major GHG emitters, and the population bears the consequences. Mitigating climate change and adapting to its effects are central issues in public policy formulation at all levels — national, state, and local.

KEYWORDS: Greenhouse Gas Emissions (GHG). Climate Change. Sustainability.



Cambio Climático y el Plan de Acción para la Mitigación de Emisiones de CO₂ en el Municipio de Campinas/SP

RESUMEN

Objetivo – Este artículo tiene como objetivo analizar cómo los objetivos de reducción de emisiones de CO₂ del Plan Local de Acción Climática de Campinas/SP (PLAC) pueden alinearse con la Política Municipal para Enfrentar los Impactos del Cambio Climático de Campinas.

Metodología – El método de investigación adoptado es cualitativo, descriptivo y documental.

Originalidad/Relevancia – La relevancia del artículo radica en examinar las emisiones de GEI en el municipio de Campinas, centrándose en las transiciones necesarias identificadas en sus políticas y planes de combate a la crisis climática para hacer el municipio más sostenible, inclusivo y resiliente.

Resultados – La evidencia científica muestra que el calentamiento global ya está avanzado, impulsado por actividades humanas que emiten Gases de Efecto Invernadero (GEI). Incluso si las emisiones futuras se reducen drásticamente, los efectos de las emisiones pasadas seguirán impactando el clima global durante décadas. Esto hace que sea urgente no sólo reducir las emisiones, sino también adoptar medidas de adaptación y mitigación para minimizar los impactos del cambio climático en curso.

Contribuciones Teóricas – El estudio concluye que las ciudades que controlan sus emisiones, con visión y acciones a corto, medio y largo plazo para enfrentar las crisis climáticas, con objetivos cuantificables, reportables y verificables, y soluciones innovadoras, están mejor preparadas para enfrentar eventos climáticos extremos, como inundaciones, sequías y olas de calor, los cuales tienden a intensificarse debido al calentamiento global.

Contribuciones Sociales y Ambientales – Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son señaladas como las principales responsables del cambio climático en el planeta. Las ciudades y las industrias son los grandes generadores de GEI y la población sufre las consecuencias. Mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos son cuestiones centrales en la formulación de políticas públicas en todos los niveles —nacional, estatal y local.

PALABRAS CLAVE: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Cambio Climático. Sostenibilidad.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm sido reconhecidas como um dos maiores desafios para a sustentabilidade global, resultante das atividades humanas que produzem emissões de Gases de Efeito Estufa, como o dióxido de carbono (CO₂). Essas emissões são impulsionadas pela queima de combustíveis fósseis, desmatamento, uso da terra pela agricultura e outras atividades industriais, que têm contribuído para o aquecimento global e alterações nos padrões climáticos. A estabilização do clima exige reduções rápidas e sustentadas nas emissões de Gases de Efeito Estufa, com um foco especial na redução das emissões de CO₂ para evitar impactos climáticos catastróficos no futuro (IPCC, 2023; Fawzy *et al.*, 2020). Em escala global, as ramificações dessas alterações são evidentes em vários setores, desde a agricultura até a saúde pública, com efeitos ainda mais patentes em ambientes urbanos.

Aproximadamente 40% da população mundial vive em áreas vulneráveis às mudanças climáticas e o Brasil se encontra em uma área de alto nível de mortalidade por evento climático (Birmann *et al.*, 2022). As regiões mais vulneráveis do mundo precisam ser priorizadas em iniciativas de desenvolvimento resiliente ao clima, uma vez que já enfrentaram impactos desproporcionais devido a desastres climáticos. A validação dos índices *World Resources Index* (WRI) e *INFORM Index*, realizada por Birmann *et al.* (2022), demonstrou que a vulnerabilidade dos países amplifica os efeitos de fenômenos naturais como inundações, secas e tempestades, resultando em taxas de mortalidade mais altas em comparação com países menos vulneráveis. Essa diferença de até 15 vezes na mortalidade por evento climático entre países de alta e baixa vulnerabilidade destaca a urgência em direcionar esforços adaptativos para as áreas mais afetadas, a fim de mitigar riscos futuros e proteger vidas humanas e não-humanas.

As mudanças climáticas são consideradas tão importantes e desafiadoras que a partir de 1988 a Organização Mundial Meteorológica (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) formaram o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC). O IPCC analisa trabalhos científicos de todo mundo com intuito de criar e compilar relatórios que irão servir como base para políticas públicas ao redor do mundo e negociações internacionais. Nos idos de 1990, o IPCC passou a fornecer avaliações científicas e técnicas confiáveis a formuladores de políticas para a mitigação das mudanças do clima.

O último relatório apresentado pelo IPCC é o Relatório Síntese (SYR) identificado como Relatório de Avaliação AR6 de 2023. Já em sua apresentação o IPCC (2023) confirma que devido à queima de combustíveis fósseis, foi registrado um aumento de 1,1°C na temperatura da Terra entre os períodos de 2011-2020, em comparação com o período de 1850-1900. Esse aumento sistemático da temperatura global causa impactos adversos e perdas e danos nas vidas de pessoas e à natureza. O relatório aponta que a limitação do aquecimento global requer ações imediatas para se atingir emissões líquidas zero de CO₂. Só um processo de mitigação estruturado e profundo, e que seja implementado com o devido caráter de urgência, reduzirá as perdas e danos projetados para o ecossistema e seres humanos.

As projeções do IPCC (2023) para 2030, baseado nos compromissos de contribuições nacionalmente determinadas (NDCs), mostram um aumento de 1,5°C na temperatura global na primeira metade da década de 2030, e indicam também um enorme desafio para controlar um aumento próximo a 2°C até o final do século XXI. Os NDCs são, portanto, pontos-chave para o alcance de qualquer mitigação sobre a mudança do clima e devem ser perseguidos por cada País e município. As demandas trazidas pela mudança climática exigem diferentes iniciativas, passando de acordos globais, iniciativas nacionais e por ações locais, no município em que se vive. Outro ponto de destaque é a importância dos Gases de Efeito Estufa (GEE) que causam o aumento da temperatura global. As emissões antropogênicas mais impactantes estão

relacionadas com as emissões de CO₂ - dióxido de carbono resultante da combustão de combustíveis fósseis e processos industriais. Apesar de variável entre os países devido ao estágio de desenvolvimento,

[...] Cerca de 48% da população mundial em 2019 vivia em países que emitem em média mais de 6 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e) *per capita*, cerca de 35% da população mundial vivia em países que emitem mais de 9 tCO₂e, enquanto outros 41% da População viviam em países que emitem menos de 39 tCO₂e (IPCC, 2023, p. 62).

O município de Campinas, situado no Estado de São Paulo, surge como um relevante centro econômico e tecnológico, em que as operações industriais e a proliferação urbana contribuem para as emissões de CO₂. Dada a importância local e global desse fenômeno, a cidade de Campinas implantou uma série de iniciativas, incluindo o Plano Local de Ação Climática (Campinas, 2024a), que visa harmonizar o desenvolvimento urbano com estratégias de mitigação e adaptação em resposta às mudanças climáticas.

A partir da publicação do PLAC, em 2024, Campinas torna-se a “14^a cidade brasileira, a 3^º do Estado de São Paulo e a primeira da Bacia Piracicaba-Jundiaí (PCJ) e Região Metropolitana de Campinas a ter um plano que reconhece às tendências futuras e os riscos climáticos” (Campinas, 2024a, p. 7), estabelecendo ações estratégicas para mitigação das mudanças do clima. Cabe destacar, também, que desde 2013 Campinas assumiu voluntariamente o compromisso de tomar medidas alinhadas às ações globais e locais para o enfrentamento das mudanças climáticas. Em 2021, Campinas entra na Aliança pela Ação Climática - ACA, que é uma coalizão para coordenar e promover medidas de enfrentamento à crise climática, atendendo os compromissos do Acordo de Paris (Campinas, 2024a). Já em 2022, Campinas aderiu ao quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), integrando o *Cities Race to Zero* e o *Race to Resilience*, campanhas globais de mitigação e adaptação climáticas, e em nível estadual aderiu ao Acordo Ambiental do Governo do Estado de São Paulo para compromissos voluntários de redução de emissão de Gases Efeito Estufa (Campinas, 2024a).

Ademais, destaca-se que em 2020 o município de Campinas instituiu na forma da Lei nº 16.022, de 05 de novembro de 2020, a Política de Enfrentamento aos Impactos da Mudanças do Clima e da Poluição Atmosférica de Campinas (Campinas, 2020). A Lei estabelece metas claras de redução das emissões antrópicas no município em relação ao levantamento do Inventário Metropolitano de Emissões de Gases Efeito Estufa e Poluentes Atmosféricos, utilizando como linha de referência o ano de 2016. Observa-se que as metas para a redução de emissão de GEE estão em conformidade com os tratados e acordos internacionais e com as metas voluntárias estabelecidas pelo Brasil junto à comunidade Climática Internacional e com normas Federal, Estadual e Municipal (Campinas, 2020).

Em 2020, Campinas tinha como compromisso reduzir de 5% até 2025, 8% até 2030, 16% até 2040 e 32% até 2060. Entre os desafios destas metas, se pode ressaltar que em 2016 Campinas emitiu 2,7 milhões de toneladas de carbono equivalente (tCO₂e) e, em 2021, os números já indicavam 3,5 milhões de toneladas, ou seja, um aumento da ordem de 33% (Campinas, 2024a). Para que a primeira meta de redução fosse alcançada em 2025, o município de Campinas deve emitir próximo de 2,56 milhões de toneladas de carbono equivalente, ou seja, uma redução na ordem de 1 milhão de toneladas de CO₂, quando comparados com os dados de 2021.

Neste contexto, apresenta-se a seguinte questão-problema: Como se encontram as emissões de CO₂ no município de Campinas nos últimos anos? De que forma o Plano Local de

Ação de Mudança Climática contempla o desenvolvimento de ações para a redução das emissões no longo prazo?

2 OBJETIVO

O artigo tem como objetivo analisar de que forma as metas das emissões de CO₂ do Plano Local de Ação Climática de Campinas/SP, estão alinhadas com a Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima.

3 METODOLOGIA

O método da presente pesquisa é qualitativo, descritivo e documental. A pesquisa qualitativa possibilita compreender a natureza de um fenômeno social, bem como o funcionamento de estruturas sociais (Richardson, 2007). Já a pesquisa descritiva é aplicada para descrever características de uma população ou a definição de relações entre variáveis (Gil, 2008).

A pesquisa adota o estudo de caso para analisar como as metas de emissões de CO₂ do município de Campinas/SP estão alinhadas com a Política Municipal de Mudanças do Clima. O estudo de caso é uma estratégia aplicada quando se procura responder questões sobre um fenômeno social contemporâneo, por meio de “como” e “por que” (Yin, 2015).

A escolha do estudo de caso desta pesquisa justifica-se tendo em vista as ações em andamento e potenciais do município de Campinas/SP orientadas para a redução de emissões de CO₂, com metas até 2050. O município de Campinas foi a 14^a cidade brasileira, a 3^a do Estado de São Paulo e a 1^a da Região Metropolitana de Campinas a elaborar um Plano de Ação Climática (2024) com eixos estratégicos sobre os objetivos climáticos até 2050.

Quanto à pesquisa documental, utilizou-se relatórios e documentos oficiais de acesso público. Segundo Severino (2013, p. 106) a pesquisa documental abarca fontes de dados “não só de documentos impressos, mas sobretudo de outros tipos de documentos, tais como jornais, fotos, filmes, gravações, documentos legais”, que não passaram por processo analítico.

A coleta de dados foi desenvolvida, com base em documentos que versam sobre mudanças climáticas e emissões de Gases de Efeito Estufa. Para tanto, foram utilizados dados dos seguintes documentos: (1) Plano Local de Ação Climática de Campinas/SP (PLAC) elaborado em 2024 pela Secretaria do Clima, Meio Ambiente e Sustentabilidade do município de Campinas/SP com o apoio do Instituto *World Resources Institute* (WRI) Brasil; (2) PLAC – Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (2024); (3) Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima e da Poluição Atmosférica de Campinas (2020); (4) Climate Change 2023: Synthesis Report (IPCC, 2023).

4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), no quinto relatório de Avaliação sobre Mudanças Climáticas (AR5) de 2018 (IOPCC, 2018), define como GMST a Temperatura Média Global da Superfície. O Termo GMST refere-se

à média global estimada das temperaturas do ar próximo da superfície sobre a terra e o gelo marinho, e às temperaturas de superfícies do mar sobre regiões oceânicas sem gelo, com alterações normalmente expressas como saídas de um valor ao longo de um período de referências especificado (IPCC, 2018, p. 27).

Nesse mesmo documento, o aquecimento global é definido como um “aumento estimado da temperatura média da superfície ao longo de um período de 30 anos, ou do período de 30 anos centrado em um determinado ano ou década, expresso em relação aos níveis pré-industriais, a menos que especificado de outra forma” (IPCC, 2018, p. 27).

No relatório do IPCC (IPCC, 2023, p. 140), as mudanças do clima são definidas como “uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (por exemplo, por meio de testes estatísticos) por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades e que persiste por um período prolongado, normalmente por décadas ou mais”. É importante destacar que a mudança climática, segundo o relatório do IPCC, está relacionada com os processos naturais ou de forças externas, passando por ciclos solares, ações antropogênicas, ou erupções vulcânicas.

O IPCC, através do seu Relatório síntese AR6 (IPCC, 2023), atesta que as atividades humanas, principalmente as emissões de gases efeitos estufa, são as responsáveis pelo aquecimento global com a temperatura da superfície global atingindo um valor de 1,1°C mais alto que entre 2011 -2020 se comparado ao período de 1850-1900. As mudanças do Clima causadas pelo homem podem ser constatadas em diversos eventos meteorológicos e climáticos ao redor do mundo. Os impactos adversos podem ser observados na “segurança alimentar e hídrica, na saúde humana, na economia e na sociedade” (IPCC, 2023, p. 60). É inegável os impactos das ações antropogênicas em perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas.

A mitigação das mudanças climáticas e a adaptação a seus efeitos são elementos centrais na formulação de políticas públicas globais e locais. Embora os esforços para mitigar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) sejam essenciais, as mudanças climáticas já em curso tornam crítica a adaptação para minimizar impactos. Contudo, o progresso na implantação de ações de adaptação não tem sido suficiente para acompanhar o ritmo dos riscos climáticos crescentes, especialmente em países em desenvolvimento. O *Adaptation Gap Report* 2023 revela que embora 85% dos países tenham pelo menos um instrumento de planejamento de adaptação em vigor, a implementação desses planos ainda enfrenta desafios significativos, como lacunas no financiamento e dificuldades no Monitoramento e Avaliação (M&A) das ações realizadas (United Nations Environment Programme, 2023).

O mesmo relatório trata da necessidade de fortalecer o monitoramento e a avaliação das ações de adaptação, uma vez que menos de 6% das ações reportadas fornecem informações sobre seus resultados efetivos. O texto também ressalta a importância de aumentar o financiamento internacional, uma vez que o déficit de financiamento para adaptação nos países em desenvolvimento é estimado entre US\$ 194 bilhões e US\$ 366 bilhões anuais.

Outro aspecto crucial abordado é o tema das perdas e danos, que vêm se consolidando como um terceiro pilar das políticas climáticas, junto à mitigação e adaptação. Diante do lento progresso na redução das emissões de GEE e na adaptação aos riscos climáticos, muitas perdas e danos já estão ocorrendo, com a expectativa de que mais sejam inevitáveis (United Nations Environment Programme, 2023). Isso ressalta a urgência de uma governança eficaz e a necessidade de fontes inovadoras de financiamento para enfrentar os desafios financeiros e operacionais decorrentes dessas perdas e danos.

Nesse contexto, o trabalho de Mendes e Viola (2023) discute grupos de interesse na política climática brasileira, com foco nos setores agrícola e energético. Os autores destacam que acordos e interesses setoriais, bem como a esfera pública para a transição de baixo carbono exercem pressão sobre as instituições climáticas e indústrias dos setores agrícola e energético, principalmente na pauta do desmatamento e da degradação florestal.

Acredita-se que os planos locais de mitigação e adaptação das políticas do clima e mudanças climáticas devem ser apoiados por uma estrutura de governança robusta, que inclua

mecanismos de financiamento adequados, estratégias claras de fusões e aquisições, e uma abordagem inclusiva que considere as particularidades de diferentes grupos populacionais e suas vulnerabilidades.

5 PRINCIPAIS ATIVIDADES GERADORAS DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Na literatura científica nacional e internacional, é consenso que as atividades humanas são as principais responsáveis pelo aquecimento global e efeitos das mudanças climáticas.

Os seres humanos perturbaram significativamente o balanço energético do sistema climático, principalmente não apenas extraíndo e queimando combustíveis fósseis, mas também através de mudanças no uso da terra e do uso de halocarbonetos. A agricultura e o tratamento de resíduos também liberam óxido nitroso e metano na atmosfera, e ambos são Gases de Efeito Estufa (GEE) potentes. Em resposta às emissões antropogênicas de GEE, a atmosfera global aqueceu ao longo do último meio século (Bruhwiler *et al.*, 2021, p. 2).

De acordo com os dados do Relatório Síntese AR6 (IPCC, 2023), como comentado anteriormente, ao comparar o período de 2011 a 2020 com a linha de base de 1850 a 1900, observa-se que a temperatura média da superfície global foi 1,1°C mais alta. A superfície terrestre, em particular, registrou um aumento médio de 1,59°C, com variações regionais entre 1,34°C e 1,83°C, dependendo da localização geográfica. Já os oceanos experimentaram um aquecimento médio de 0,88°C, com variações que oscilam entre 0,68°C e 1,1°C. Observam-se mudanças oriundas desse aquecimento global tais como impactos da atividade humana, principalmente através das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), dominado por dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄).

Com o atual nível de emissão de CO₂ e as políticas vigentes de redução de Gases de Efeito Estufa, o aquecimento global excederá 1,50°C na década de 2020, e deve exceder 2°C antes de 2050 (Hansen *et al.*, 2023). Ao mesmo tempo em que os GEE geram o efeito estufa, que aquece a atmosfera, as partículas antropogênicas que ficam suspensas na atmosfera, como poeira, fuligem e outros compostos, refletem parte da radiação do sol de volta para o espaço, portanto, mesmo que a emissão de GEE fosse drasticamente reduzida, o planeta ainda sofrerá as consequências impactantes da alteração climática, causada pela emissão dos GEE já realizada (Hansen *et al.*, 2023).

Entre as principais atividades antrópicas emissoras de GEE, destacam-se a produção de Energia Elétrica, o uso de combustíveis fósseis nos Transportes, a destinação de Resíduos, a atividade definida pelo acrônimo AFOLU, que abrange a Agricultura, Floresta e o Uso da Terra. Esse termo é utilizado no contexto de mudanças climáticas e refere-se às atividades humanas que afetam o uso da terra, como agricultura, manejo florestal e outros tipos de uso do solo que podem influenciar a emissão ou captura de Gases de Efeito Estufa.

Para citar um exemplo, o trabalho de Aguilar e Paulino (2024) discute práticas produtivas com base na agroecologia e agricultura regenerativa visando a mitigação de emissões de GEE e resiliência climática local, entretanto, a efetividade dessas práticas requer o apoio de instâncias políticas, sendo esse um possível obstáculo à sua efetividade.

Em termos mundiais, no ano de 2021, essas atividades foram responsáveis pelas emissões de CO₂e em bilhões de toneladas: Energia 34,41; Transportes 7,84; Resíduos 1,68; Agricultura, Floresta e Uso da Terra 7,2 (Climate Watch, 2024). A Tabela 1 destaca as porcentagens das emissões de CO₂e em 2021 no Brasil, no mundo e em Campinas/SP.

Tabela 1 - Porcentagem das emissões de CO₂e em 2021.

Títulos	Energia	Transportes	Resíduos	AFOLU
Mundo	69%	14%	3%	13%
Brasil	29%	12%	4%	55%
Campinas	22%	60%	17%	1%

Fonte: Autores, 2024 - Adaptado de Climate Watch e Campinas, 2024a.

É possível verificar na Tabela 1, como a proporção de cada uma das principais atividades emissoras de GEE, tem uma posição muito distinta ao comparar os dados globais com o Brasil e o município de Campinas. O peso dos transportes, com 60% das emissões (Campinas, 2024a) no município, é quase três vezes maior do que o impacto da mesma atividade no mundo ou no Brasil. Os gases GEE emitidos na geração de energia, tanto no Brasil quanto no município de Campinas, tem uma importância menor do que se encontra nos dados mundiais.

Este comparativo permite deduzir que as políticas públicas de mitigação das mudanças climáticas precisam se adaptar às características de cada região do globo. O município de Campinas pode definir em suas políticas e planos de ação, como nortear seus esforços para mitigar a emissão de GEE de acordo com as prioridades apresentadas no Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa (Campinas, 2024b), trabalhando para diminuir as emissões das atividades que mais contribuem para as mudanças climáticas.

6 DISCUSSÃO SOBRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM CAMPINAS/SP

O acordo final da COP 28, a 28ª conferência do clima da ONU, realizada em Dubai, foi considerado um avanço por incluir a redução gradual do uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) como uma medida para diminuir as emissões de Gases de Efeito Estufa, principais responsáveis pelas mudanças climáticas que afetam o planeta. Na COP 28, as cidades ganham relevância no tema sobre aquecimento global, já que são tanto grandes geradoras desses impactos quanto os locais mais vulneráveis às suas consequências. Para que os países possam aumentar a ambição de suas metas climáticas, será essencial o envolvimento ativo dos municípios.

Segundo o PLAC Campinas (Campinas, 2024a), desde 2013, Campinas assumiu voluntariamente, perante as instituições brasileiras e órgãos internacionais, o compromisso de tomar medidas alinhadas às ações globais para o enfrentamento das mudanças climáticas. A questão climática é central na gestão municipal, envolvendo inclusão, igualdade e prosperidade. O objetivo do município é ter políticas públicas visando construir uma sociedade mais justa e igualitária, destacando a responsabilidade social no enfrentamento dos impactos climáticos. Para que esse tema fosse abordado de forma institucionalizada, a cidade de Campinas instituiu a Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos das Mudanças Climáticas e da Poluição Atmosférica por meio da Lei Municipal nº 16.022, de 5 de novembro de 2020 (Campinas, 2020).

A Lei municipal nº 16.022 está alinhada com as diretrizes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima 1992; do Protocolo de Quioto aprovado na Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre mudança do Clima - 1997; da Política Nacional sobre Mudança do Clima - Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009; da Política Estadual de Mudanças Climáticas Lei Estadual nº 13.79, de 9 de novembro de 2009; do Acordo de Paris, promulgado pelo Decreto Federal nº 9.705, de 5 de julho de 2017; do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia, do qual o município de Campinas/SP é signatário. Portanto, a Lei municipal nº 16.022 tem como princípio a relevância da atuação do governo local no apoio à implementação das políticas internacionais e nacionais para mitigação e adaptação à mudança do clima e ao enfrentamento da poluição atmosférica.

Outro aspecto crucial abordado é o tema das perdas e danos, que vêm se consolidando como um terceiro pilar das políticas climáticas, junto à mitigação e adaptação. Diante do lento

progresso na redução das emissões de GEE e na adaptação aos riscos climáticos, muitas perdas e danos já estão ocorrendo, com a expectativa de que mais sejam inevitáveis (United Nations Environment Programme, 2023). Isso ressalta a urgência de uma governança eficaz e a necessidade de fontes inovadoras de financiamento para enfrentar os desafios financeiros e operacionais decorrentes dessas perdas e danos.

Em fevereiro de 2024, a Prefeitura de Campinas anunciou seu plano local de ação climática com medidas para enfrentar os impactos das mudanças climáticas, incluindo a criação do Comitê de Enfrentamento às Mudanças Climáticas e o remanejamento de várias atividades do município em uma nova secretaria denominada de Secretaria Municipal do Clima, Meio Ambiente e Sustentabilidade (SECLIMAS). Além disso, foi lançado o Plano de Ação Climática 2024 (Campinas, 2024a). O Plano é um

documento estratégico, focado em oferecer à cidade uma visão integrada e inclusiva, alinhada às prioridades sociais, ambientais e econômicas, com condições facilitadoras e marcos de implementação necessários à mitigação dos Gases de Efeito Estufa (Campinas, 2024a, p. 6).

O PLAC de Campinas reflete a adesão do município ao Plano Estadual de Adaptação e Resiliência Climática (PERAC) – SP, de acordo com o Secretário de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Jonas de Souza Trindade (Campinas, 2024a). O Plano de Ação Climática de Campinas recebeu apoio técnico do *Ross Center for Sustainable Cities (WRI Brasil)*, uma organização dedicada a promover o desenvolvimento sustentável nas áreas urbanas. O centro colabora para tornar as cidades mais resilientes, inclusivas e sustentáveis, enfrentando desafios como mudanças climáticas, crescimento urbano e desigualdades sociais.

A prefeitura municipal de Campinas disponibilizou em fevereiro de 2024 um relatório dos Inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE) de Campinas para os anos-base de 2016, 2019, 2020 e 2021. O Relatório foi denominado de Plano de Ação Climática de Campinas - Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) - Análise Comparativa 2016-2021 - Versão II (Campinas, 2024b). Nesse relatório, há uma análise comparativa dos inventários de emissões de GEE nos anos de 2016, 2019, 2020 e 2021. Os inventários abrangem os escopos 1, 2 e 3, e analisam os setores de Energia Estacionária, Transporte, Resíduos e Efluentes, e AFOLU (Agricultura, Florestas e Uso do Solo). Abaixo podemos encontrar a Tabela-2 com um resumo dessas Emissões de GEE.

Tabela 2 - Emissões de GEE em Campinas por ano e por setor (em mil toneladas de CO₂ equivalente).

Setor	2016	2019	2020	2021
Energia Estacionária	559,42	21%	622,17	19%
Transporte	1.864,73	70%	1.997,49	61%
Resíduo	186,47	7%	622,170	19%
AFOLU	53,28	2%	32,75	1%
Total	2.663,90	100%	3.274,58	100%
			2.849,90	100%
			3.561,69	100%

Fonte: Autores, 2024. Adaptado dos Relatórios Campinas (2024a) e Campinas (2024b).

Os resultados consolidados mostram que, em 2016, Campinas emitiu um total de 2.663.901 tCO₂e, com o escopo 1 sendo responsável pela maior parte das emissões (2.350.698 tCO₂e, ou 88% do total). Em 2019, as emissões totais aumentaram para 3.274.580 tCO₂e, com o escopo 1 representando 2.851.168 tCO₂e, ou 87% do total. Em 2020, as emissões caíram para 2.849.899 tCO₂e, com o escopo 1 respondendo por 2.491.345 tCO₂e, ou 87,4% do total. Já em 2021, as emissões subiram novamente, totalizando 3.561.690 tCO₂e, sendo o escopo 1

responsável por 3.005.958 tCO₂e, ou 84% do total. A diminuição das emissões em 2020 está diretamente relacionada com a pandemia de COVID-19 (Campinas, 2024b).

Comparando apenas as emissões totais de GEE, houve um aumento de cerca de 23% entre 2016 e 2019, seguido por uma redução de 13% entre 2019 e 2020, mas um aumento geral de 34% entre 2016 e 2021 (Campinas, 2024b).

6.1 Emissões de Gases de Efeito Estufa em Campinas/SP dos setores de transporte e energia estacionária

O setor de Transporte foi o maior emissor de Gases de Efeito Estufa (GEE) em Campinas nos últimos anos, respondendo por 70% das emissões em 2016, 61% em 2019, 58% em 2020 e 60% em 2021. Em comparação a 2016, as emissões de CO₂ aumentaram em 12% no setor de transporte em 2021. (Campinas, 2024b).

Assim como em outras grandes cidades, a principal fonte de emissões de GEE em Campinas está ligada ao uso de energia para transporte, especialmente pela queima de combustíveis fósseis, como gasolina, gás natural e diesel em carros, motos, ônibus e caminhões, além de aviões abastecidos no Aeroporto Internacional de Viracopos, que contribuem com cerca de 55% das emissões totais do setor de transporte do município (Campinas, 2024a).

O setor de Energia Estacionária é o segundo maior em emissão de GEE na cidade. Segundo o inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de 2021, aproximadamente 21% das emissões de CO₂e estão relacionadas ao consumo de energia em residências e outros edifícios. Desse total, 11% das emissões vêm do uso de eletricidade, enquanto os 10% restantes são provenientes do uso de gás natural e gás de cozinha. A quase totalidade de energia elétrica consumida no município é produzida fora e abastece a cidade pelo Sistema Interligado Nacional (SIN). O gás de cozinha, composto principalmente por metano, é produzido pela Replan e distribuído por diferentes empresas, seja na forma de gás encanado ou em botijões. Algumas famílias acabam recorrendo à lenha quando o preço do gás aumenta.

De acordo com os dados descritos anteriormente, fica evidente que no município de Campinas a prioridade é adotar práticas que possam mitigar as emissões de GEE ocasionadas principalmente pelos setores de Transporte e Energia Estacionária.

6.2 Metas de redução das emissões de GEE no contexto de acordos internacionais

Em 2022, Campinas aderiu às iniciativas *Cities Race to Zero* e *Cities Race to Resilience*, comprometendo-se com as metas do Acordo de Paris, conforme a Lei Municipal nº 16.022, de 5 de novembro de 2020 (Campinas, 2020). No Plano de Ação Climática de 2024, a cidade pretende reduzir suas emissões de GEE em 35% até 2030, 55% até 2040 e 80% até 2050, tomando como base os níveis de 2016. Essas metas estão em conformidade com o Capítulo III da Lei Municipal nº 16.022, que estabelece diretrizes, objetivos e metas para o enfrentamento das mudanças climáticas. A lei exige que o plano municipal inclua "objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis para a redução de Gases de Efeito Estufa e poluentes de atividades antrópicas" (Lei nº 16.022, 2020, p. 6).

Contudo, há uma diferença entre as metas de redução de GEE estabelecidas pela Lei Municipal (Campinas, 2020) e o PLAC 2024 (Campinas, 2024a). O PLAC apresenta metas mais ambiciosas devido à severidade das transformações climáticas. Enquanto a lei de 2020 previa uma redução de 5% em 2025, 8% em 2030, 16% em 2040 e 32% em 2060, o PLAC 2024, alinhado aos acordos internacionais e nacionais, define metas de 5% em 2025, 35% em 2030, 55% em 2040 e 80% em 2050. A Justificativa dada (Campinas, 2024a) foi que devido às adesões

internacionais de Campinas e seu comprometimento com o acordo de Paris, houve a necessidade de aumentar as metas estabelecidas em 2020 na Política do Município (Campinas, 2024a).

O setor de Transporte, principal responsável pelas emissões de GEE no município, tem metas específicas no Plano Local de Ação Climática (Campinas, 2024a): 5% até 2025, 21% até 2030, 55% até 2040 e 80% até 2050. O setor de Energia Estacionária, o segundo maior emissor, tem as seguintes metas de redução: 5% até 2025, 15% até 2030, 24% até 2040 e 44% até 2050 (Campinas, 2024a).

O Plano de Ação Climática de 2024 tem como objetivo transformar Campinas em uma cidade sustentável e resiliente até 2050, com foco em desenvolvimento de baixo carbono e justiça socioambiental. Para estar em conformidade com a Lei Municipal de 2020, o plano deve seguir os compromissos assumidos por Brasil e Estado de São Paulo, bem como as adesões internacional, nacional e estadual do município.

Em termos de desafios econômicos para a implementação das metas do PLAC, a ação conjunta global envolvendo o poder público e as Organizações da Sociedade Civil é indispensável para uma cidade de baixo carbono e com justiça climática. O desenlace dessa questão, requer participação e influência de agentes multisectoriais da sociedade civil, capazes de articular as instâncias envolvidas em acordos sobre os riscos climáticos.

Por esse prisma, o maior desafio em termos econômicos, é não levar em conta o diagnóstico e a análise da situação concreta de Campinas, quanto à priorização e direcionamento de investimentos do poder público, envolvendo o empresariado, capaz de apontar um terreno firme para avançar com as definições sobre as estratégias de mitigação e adaptação à mudança do clima, alinhadas sobretudo, com as políticas setoriais de planejamento e desenvolvimento social, urbano e ambiental.

Essa questão mais ampla também não pode ser explicada por uma única causa, por isso, acredita-se que não adiantaria tentar entender o diagnóstico da situação de Campinas, sem ter em conta, a dinâmica comum que sustenta os entraves dos investimentos para a implantação e supervisão do PLAC. Pois bem, parece que criar condições para a participação plena e igualitária da sociedade, frente aos benefícios advindos dessas ações é um caminho para mostrar o impacto e o comprometimento para que as gerações futuras, usufruam da qualidade de vida semelhante à da geração atual.

Está claro que a efetivação da implantação das metas do PLAC requer uma visão que não separa o econômico do político e do social. Trata-se de considerar os fatores limitantes de cada meta, recorrendo à abordagem de Veiga (2015), o reconhecimento dos custos ecológicos de difícil valoração associados ao aumento da escala do sistema econômico.

Os desafios econômicos de implantação de ações de planos municipais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, associados a insuficiência de investimentos em infraestrutura e carência no monitoramento das ações dos planos foi discutido no trabalho de Masiero, Menegaldo e Tavares (2023). Ressalta-se que, em cidades de diferentes países os desafios de implantação do plano estão associados ao cenário natural da região e à disponibilidade de recursos. No caso das cidades brasileiras, existe um descompasso entre o planejado e o executado, em termos de metas e alocação de recursos para a mitigação e adaptação das mudanças climáticas (Masiero, Menegaldo e Tavares; 2023).

6.3 Compromissos climáticos e plano de ação de Campinas/SP

Com a adesão às iniciativas climáticas, Campinas revisou suas metas para um futuro mais sustentável, comprometendo-se a reduzir emissões e desenvolver uma infraestrutura de

baixo carbono. Para alcançar esses objetivos, o município se alinhou com as “Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil, as metas do Governo do Estado de São Paulo e com outras cidades de perfis econômicos e de emissões semelhantes” (Campinas, 2024, p. 39).

Para garantir que essas metas sejam alcançadas, o PLAC 2024 estabeleceu um plano de ação plurianual contemplando ações de 2024 até 2050. O Plano de Ação Climática de Campinas é estruturado em cinco Eixos Estratégicos, todos alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Cada eixo tem um foco específico.

O Eixo Estratégico 1 trata da promoção de energia renovável e edificações resilientes. O Eixo Estratégico 2 é voltado para a construção de um saneamento básico resiliente. O Eixo Estratégico 3, relacionado à mobilidade urbana e transporte sustentável, é especialmente importante, pois engloba o setor de transporte, que é o maior emissor de CO₂ em Campinas. O Eixo Estratégico 4 é referente ao desenvolvimento urbano e rural em relação ao clima. E o Eixo 5, relacionado à Educação, resiliência e integração climática.

No Eixo Estratégico 1, o objetivo é implementar um programa de habitação de interesse social que seja resiliente às mudanças climáticas, ampliar a eficiência energética e o uso de energia renovável em edifícios. Essas metas estão alinhadas aos ODS 7, 11, 13 e 17 da ONU. O objetivo é estabelecer, de forma proativa, um sistema de energia renovável, eficiente e confiável, com edificações resilientes. Para isso, o foco está em questões relacionadas ao uso de eletricidade e gás em diferentes tipos de construções (prédios, residências, estabelecimentos comerciais e industriais), além de considerar aspectos de *design* e resiliência dessas estruturas.

No Eixo Estratégico 3, o objetivo é desenvolver uma infraestrutura que priorize a mobilidade ativa, inclusiva e de alta qualidade, além de incentivar a transição para transportes de baixo carbono. Essas metas estão diretamente alinhadas aos ODS 9, 11, 12, 13 e 17. As principais ações planejadas incluem a melhoria e integração do sistema de transporte público para atrair mais usuários, a expansão das redes de caminhabilidade e acessibilidade, a ampliação da rede ciclovíária com integração ao transporte público e a infraestruturas verdes, e o estímulo à adoção de meios de transporte de baixo carbono.

O setor de transporte em Campinas foi responsável por cerca de 60% das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no município em 2021 (Campinas, 2024a). A cidade conta com aproximadamente 962 mil veículos motorizados terrestres, e o uso de automóveis é predominante, representando 68% dos deslocamentos em 2022. Como centro da Região Metropolitana de Campinas, a cidade enfrenta uma alta demanda por viagens intermunicipais. Outro grande desafio para a cidade é equilibrar o crescimento econômico proporcionado pelo Aeroporto Internacional de Viracopos com a necessidade de reduzir as emissões de GEE. O sistema de transporte público do município é composto por uma frota de 1,1 mil ônibus, que transportam cerca de 560 mil pessoas diariamente. No entanto, em diversas áreas, a falta de iluminação em calçadas e pontos de ônibus afeta a circulação, o conforto e a segurança dos passageiros (Campinas, 2024a).

6.4 Transições necessárias para redução de GEE na cidade de Campinas/SP

O Plano de Ação Climática de Campinas (Campinas, 2024a) destaca diversas transições essenciais para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), tanto no setor de Transporte como no setor de Energia Estacionária.

Entre as 10 transições necessárias identificadas para o setor de Transporte, algumas merecem destaque. A primeira é a promoção de transportes sustentáveis, incentivando a mobilidade por bicicleta e a pé, por meio da requalificação dos passeios de pedestres e da infraestrutura ciclovíária. Outra transição importante é o aumento da eficiência no consumo de

combustíveis em empresas, indústrias e no setor público, com especial atenção para as atividades logísticas. Além de aprimorar essa eficiência, é fundamental substituir os combustíveis fósseis por opções mais limpas, como biocombustíveis, eletricidade e hidrogênio verde. A terceira transição necessária para reduzir as emissões de GEE envolve o setor de aviação, que demanda a compensação das emissões atuais e a adoção de combustíveis menos poluentes nas operações aéreas. Por fim, o plano ressalta a integração do transporte público municipal e metropolitano, com destaque para o planejamento de uma linha ferroviária conectando Campinas a São Paulo, o que contribuiria significativamente para a redução das emissões no setor de transportes.

No setor de Energia Estacionária, também foram identificadas diversas transições necessárias. Entre elas, se destaca a necessidade de as edificações existentes se tornarem mais eficientes no uso de energia e mais resilientes a eventos climáticos, como ondas de calor, chuvas intensas, ventos e alagamentos. Outro ponto é a importância de as novas construções serem concebidas com base em padrões de alta eficiência energética, com a definição da localização em áreas com menor exposição a riscos climáticos. Além disso, O PLAC (Campinas, 2024a) destaca que para o município é crucial promover a transição para uma rede elétrica mais limpa e confiável, reduzindo a dependência de hidrelétricas e aumentando o uso de fontes renováveis, como a energia solar e a eólica.

Essa mudança também pode ajudar a gerar empregos locais, tais como: a implementação de painéis solares, turbinas eólicas, e redes de distribuição de energia renovável exige mão de obra qualificada localmente para instalação, manutenção e operação. Isso pode gerar empregos tanto temporários quanto permanentes, ou ainda, à medida que crescer a demanda por tecnologias verdes, haverá necessidade de profissionais qualificados. Isso pode resultar em programas de capacitação e treinamento para a população local, gerando empregos em centros educacionais e de formação técnica.

A discussão sobre as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em Campinas, especialmente sobre a redução de dióxido de carbono (CO₂), remete à Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima e da Poluição Atmosférica, de 2020, e ao Plano Local de Ação Climática de 2024. Ambos são iniciativas do município para integrar as questões climáticas em suas políticas e planos. Tanto a Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima e da Poluição Atmosférica de Campinas (Campinas, 2020) como o Plano de Ação Local de Ação Climática (Campinas, 2024a) refletem um cenário semelhante ao do Estado de São Paulo, que também possui uma Política Estadual de Mudança Climática (Lei nº 13.798, de 2009) e o Fórum Estadual de Mudança do Clima, evidenciando o esforço do Estado em estabelecer uma estrutura sólida para enfrentar a crise ambiental.

No âmbito nacional, esse movimento é reforçado pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), de 2009 (Brasil, 2009), e pelo Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), de 2016 (Brasil, 2016). No entanto, apesar desses esforços nos âmbitos nacional, estadual e municipal, os resultados práticos em termos de redução das emissões de GEE ainda estão aquém das metas estabelecidas. Em Campinas, é evidente que para a efetividade da política, do plano e dos projetos de ação climática em termos de redução das emissões de CO₂ e outros Gases de Efeito Estufa, faz-se necessária uma integração ampla entre setores e atores diversos, nacionais e internacionais. Soluções inovadoras e transformadoras podem dissociar o consumo de energia da dependência do petróleo e alcançar as metas climáticas dos municípios.

7 RESULTADOS

Diante do aumento recorrente de eventos climáticos extremos, há uma mobilização global para que os governos municipais implementem políticas locais de mitigação e resiliência. No Brasil, algumas cidades se destacam por já terem publicado seus Planos Locais de Ação Climática, como é o caso de Campinas. No entanto, ainda há um longo caminho a percorrer, pois muitos municípios, incluindo algumas capitais estaduais, ainda não finalizaram ou publicaram seus planos.

De acordo com um levantamento realizado pelo Instituto Jones dos Santos Neves em maio de 2024, das 27 capitais estaduais brasileiras, incluindo o Distrito Federal, 15 ainda não possuem um Plano Municipal de Mudanças Climáticas, enquanto 11 já o têm, e 4 estão em fase de elaboração (IJSN, 2024). Nesse contexto, Campinas se destaca por adotar políticas públicas para mitigar os impactos das mudanças climáticas, como a Lei nº 16.022, de 05 de novembro de 2020, e pela publicação do seu Plano Local de Ação Climática (PLAC) em 2024.

As evidências científicas mostram que o aquecimento global já está avançado, impulsionado pelas atividades humanas que emitem Gases de Efeito Estufa (GEE). Mesmo que as emissões futuras sejam drasticamente reduzidas, os efeitos das emissões passadas continuarão a impactar o clima global por décadas. Isso torna urgente não apenas reduzir as emissões, mas também adotar medidas de adaptação e mitigação para minimizar os impactos das mudanças climáticas em curso. Cooperação global e políticas ambiciosas são fundamentais para evitar um aumento ainda mais catastrófico nas temperaturas e proteger ecossistemas, economias e sociedades.

Os municípios desempenham um papel central nessa questão, pois são grandes geradores de GEE e, ao mesmo tempo, suas populações sofrem intensamente com as consequências. Como, então, prepará-los para este cenário desafiador? A presente pesquisa aborda o caso de Campinas, que desde 2013 tem buscado ações integradas para enfrentar os impactos climáticos. O objetivo deste estudo foi verificar o alinhamento entre a Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos das Mudanças Climáticas e da Poluição Atmosférica de Campinas, Lei Nº 16.022, de 5 de novembro de 2020, e o Plano Local de Ação Climática (PLAC) de Campinas (Campinas, 2024a).

Os resultados indicam que há um alinhamento eficiente entre os dois documentos. O Plano Local de Ação Climática de Campinas (PLAC) segue rigorosamente as diretrizes da Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima e da Poluição Atmosférica (Campinas, 2020), incluindo ajustes nas metas de emissões de GEE, conforme estipulado no Capítulo I da política, que determina a importância de seguir acordos, convenções e protocolos nacionais e internacionais.

8 CONCLUSÕES

A discussão sobre as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no município de Campinas/SP, especialmente sobre a redução de dióxido de carbono (CO₂), deve ser embasada considerando a Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima e da Poluição Atmosférica, de 2020, e ao Plano Local de Ação Climática de 2024.

Pelo caráter metodológico deste trabalho, optou-se por tomar uma agenda de compromissos políticos mais simplificada, considerando os documentos com informações públicas disponíveis sobre a temática da pesquisa.

O fato de haver metas divergentes sobre a redução de GEE entre esses documentos, reflete a severidade da crise climática, reconhece-se os esforços do município para integrar as

questões climáticas em suas políticas e planos, refletindo a urgência no combate das mudanças climáticas e seus impactos.

Na realidade, tanto a Política Municipal (Campinas, 2020) quanto o Plano Local de Ação Climática (Campinas, 2024a), ponderam de forma explícita a possibilidade de aperfeiçoar a qualidade de vida e a resiliência da população, além de trazer benefícios econômicos e ambientais. A redução das emissões de GEE e poluentes melhora a saúde da população e diminui os gastos com saúde pública. Uma cidade mais resiliente enfrenta menos perdas econômicas e sociais em desastres naturais, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, como o ODS 11.

Retomando as iniciativas constantes no PLAC de Campinas/SP, é preciso enfatizar que as projeções de investimento são imprescindíveis para uma reflexão prospectiva da efetividade de transformação dos condicionantes que contribuem para o atual cenário do município quanto à geração de GEE, em especial de CO₂. Apresentam-se caminhos, as possibilidades, e a potencialidade dos esforços públicos em investir na eficiência energética, transporte limpo e energias renováveis, visando a construção de uma realidade menos dependente de combustíveis fósseis, rumo à mitigação e adaptação às mudanças climáticas alinhadas, portanto, com o ODS 13 da Agenda 2030. Para alcançar esses resultados, é essencial uma visão de longo prazo, como a adotada na elaboração da Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima e no Plano Local de Ação Climática (Campinas. 2024a).

O principal aspecto da discussão, é conhecer como as cidades controlam suas emissões de GEE, com visão e ações de curto, médio e longo prazo, e como os mecanismos de controle e auto-regulação poderiam ressignificar gradativamente a neutralização de conflitos estruturais frente às ameaças das mudanças climáticas. Não obstante, a governança local passa a ter um grau de significância enquanto autoridade política ao consagrar medidas que viabilizem o enfrentamento de crises climáticas, com objetivos quantificáveis, reportáveis e verificáveis, com soluções inovadoras, numa perspectiva integrativa que possibilite o enfrentamento de eventos climáticos extremos em diferentes escalas territoriais.

No entanto, um ponto de incerteza identificado na pesquisa é se o município pretende atualizar sua política para garantir que ela continue alinhada ao PLAC de 2024, no que se refere às metas de emissões de GEE. Uma lacuna deste estudo e que pode ser objeto de estudo de pesquisas futuras se refere aos recursos financeiros necessários para a implementação do PLAC 2024. Muitas das transições descritas no documento (Campinas, 2024a) exigem investimentos significativos, e a pesquisa não analisou o Plano Plurianual em relação a esses investimentos, ou qualquer outro aspecto econômico.

9 REFERÊNCIAS

AGUILAR, G.; PAULINO, S. Sistema agroalimentar e mudanças climáticas: o foco nas abordagens da agroecologia e da agricultura regenerativa. *Periódico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 20, n. 4, 2024.

Brasil. LEI Nº 12.187, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm . Acesso em: 02 set. 2024.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: sumário executivo / Ministério do Meio Ambiente. --. Brasília: MMA, 2016. 12 p., il. Sumário executivo dos v. 1 e 2 do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima. ISBN: 978-85-7738-273-6. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/pna_sumario_executivo.pdf . Acesso em: 02 set. 2024.

BRUHWILER, L.; BASU, S.; BUTLER, J. H.; et al. Observations of greenhouse gases as climate indicators. **Climatic Change**, v. 165, n. 12, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03001-7>. Acesso em: set. 2024.

Campinas. **Lei nº 16.022, de 5 de novembro de 2020**. Insitui a Política Municipal de Enfrentamento dos Impactos da Mudança do Clima e da Poluição Atmosférica de Campinas. Campinas: Camara Municipal, 2020. Disponível em: eismunicipais.com.br/a/sp/c/campinas/lei-ordinaria/2020/1603/16022/lei-ordinaria-n-16022-2020-institui-a-politica-municipal-de-enfrentamento-dos-impactos-da-mudanca-do-clima-e-da-poluicao-atmosferica-de-campinas. Acesso em: 02 set. 2024.

Campinas. **Plano Local de Ação Climática Campinas/SP**. Campinas: Secretaria do Clima, Meio Ambiente e Sustentabilidade. Prefeitura Municipal de Campinas, 2024a. Disponível em: https://portal-api.campinas.sp.gov.br/sites/default/files/secretarias/arquivos-avulsos/142/2024/06/27-084218/PLAC_Campinas_Padr%C3%A3o.pdf. Acesso em: 04 set. 2024.

Campinas. Plano Local de Ação Climática de Campinas. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)**. Análise Comparativa 2016-2021. Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2024b.

Climate Watch. **Historical GHG Emissions**. Washington, DC 2024. Disponível em: <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>. Acesso em: 05 set. 2024.

FAWZY, S.; OSMAN, A. I.; DORAN, J.; et al. Strategies for mitigation of climate change: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 18, n. 6, p. 2069–2094, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01059-w>

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HANSEN, James E.; SATO, Makiko; SIMONS, Leon; et al. Global warming in the pipeline. **Oxford Open Climate Change**, v. 3, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.1093/oxfclm/kgad008>.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Especial: Crise Climática e Desastres Socioambientais**. Vitória: IJSN, 2024. Disponível em: <https://www.ijsn.es.gov.br>. Acesso em: 30 ago. 2024.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001 Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport_PO.pdf Acesso em: 01 set. 2024.

IPCC, 2018: Sumário sobre Aquecimento Global de 1,5°C. in: Relatório Síntese. Contribuições do Grupo de Trabalho I, II e II do IPCC para formuladores de Políticas. Original, em inglês, publicado pelo IPCC em outubro de 2018, Suíça. Versão em português publicada pelo MCTC em julho de 2019, Brasil. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/IPCC/._IPCC_1.5_PORT_.pdf . Acesso em: 22 out. 2024.

MASIERO, E.; MENEGALDO, V.; TAVARES, S. G. Análise crítica dos planos municipais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 19, n. 4, 2023.

MENDES, V.; VIOLA, E. Interest groups in brazilian climate policy: an analysis of the agricultural and energy sectors. **Brazilian Political Science Association**, v. 17, n. 3, 2023.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2007.

São Paulo. **LEI nº 13.798, DE 09 DE NOVEMBRO DE 2009**. (Última atualização: Decreto nº 68.308, de 16/01/2024). Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, (2024). Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13798-09.11.2009.html> . Acesso em: 01 set. 2024.

São Paulo. **DECRETO nº 49.369, DE 11 DE FEVEREIRO DE 2005**. Institui o Fórum Paulista de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, (2005). Disponível em:



<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2005/decreto-49369-11.02.2005.html>. Acesso em: 01 set. 2024.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Adaptation Gap Report 2023: Underfinanced. Underprepared. Inadequate investment and planning on climate adaptation leaves world exposed**. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43796>. Acesso em: 06 set. 2024.

YIN, R. K. **Estudo de caso – Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Cibele Roberta Sugahara
- **Curadoria de Dados:** Bruno de Aguiar Normanha e Irineu José Bottoni
- **Análise Formal:** Bruno de Aguiar Normanha e Irineu José Bottoni
- **Aquisição de Financiamento:** Bruno de Aguiar Normanha - bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Irineu José Bottoni - bolsista da PUC-Campinas/Reitoria.
- **Investigação:** Bruno de Aguiar Normanha e Irineu José Bottoni
- **Metodologia:** Cibele Roberta Sugahara
- **Redação - Rascunho Inicial:** Cibele Roberta Sugahara
- **Redação - Revisão Crítica:** Denise Helena Lombardo Ferreira e Marcelo Pereira da Silva
- **Revisão e Edição Final:** Denise Helena Lombardo Ferreira e Marcelo Pereira da Silva
- **Supervisão:** Cibele Roberta Sugahara

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Irineu José Bottoni, Bruno de Aguiar Normanha, Cibele Roberta Sugahara, Denise Helena Lombardo Ferreira, Marcelo Pereira da Silva, declaramos que o manuscrito intitulado "Mudanças climáticas e plano de ação de mitigação das emissões de CO₂ no município de Campinas/SP":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Este trabalho foi financiado pelo Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) por meio de bolsas de estudos.
 2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
 3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.
-