

2024

BRASÍLIA/DF

RELATÓRIO 1

AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE
DE AÇÕES GOVERNAMENTAIS DO DF

SÍNTESE DE EVIDÊNCIAS



Governo do Distrito Federal - GDF

Ibaneis Rocha
Governador
Celina Leão
Vice-governador

Secretaria de Estado de Economia - SEEC

Ney Ferraz
Secretário

Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal – IPEDF Codeplan

Manoel Clementino Barros Neto
Diretor-Presidente
Renata Florentino de Faria Santos
Diretora de Estudos e Políticas Ambientais e Territoriais - DEPAT
Dea Guerra Fioravante
Diretora de Estatística e Pesquisas Socioeconômicas - DIEPS
Marcela Machado
Diretora de Estudos e Políticas Sociais – DIPOS
Leandro Nonato Mota
Diretor de Administração Geral - DAG
Sônia Gontijo Chagas Gonzaga
Diretora de Estratégia e Qualidade - DIESQ

AVALIAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE AÇÕES GOVERNAMENTAIS

SÍNTESE DE EVIDÊNCIAS

Brasília - DF
Maio - 2024

EQUIPE RESPONSÁVEL

Supervisão

Renata Florentino – Diretora de Estudos e Políticas Ambientais e Territoriais (DEPAT)

Coordenação da Pesquisa

Anamaria de Aragão C. Martins – Coordenadora de Estudos Territoriais (COET/DEPAT)

Equipe Técnica IPEDF Codeplan

Larissa Carvalho de Carvalho – Assessora Especial (COET/DEPAT)

Jéssica Oliveira- Gerente de Metrôpoles (COET/DEPAT)

Umberto Menezes – Economista (COET/DEPAT)

Rafael de Acypreste – Assessor (DEPAT)

Carolina Musso (DEPAT)

Colaboração

Aline Nóbrega - Coordenadora de Estudos Ambientais (COEA/DEPAT)

Leandro de Almeida Salles - Gerente de Sustentabilidade (COEA/DEPAT)

Bolsistas (Chamada Pública n.º 02/2023/IPEDF Codeplan)

Leticia Gomes da Silva – Bolsista

Rafael Salles Pereira – Bolsista

Fabiana Oliveira Machado – Bolsista

Rebeca Borges de Oliveira – Bolsista

Carlos Augusto Zangrando Toneli – Bolsista

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	6
2. ASPECTOS CONCEITUAIS	6
2.1. Inventários de GEE	7
2.2. Planos de Mitigação Climática	8
2.3. Planos de Adaptação Climática	8
2.4. Plano de Ação Climática	9
2.5. Monitoramento de GEE	9
3. O DISTRITO FEDERAL E O CUMPRIMENTO DOS PROPÓSITOS DA UNFCCC	10
4. O DISTRITO FEDERAL E SEUS INSTRUMENTOS DE ENFRENTAMENTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	11
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	15
6. ANÁLISE DOS DADOS	17
6.1. Principais setores abordados nos planos de mitigação climática das capitais brasileiras	17
6.2. Principais ações descritas pelas capitais brasileiras em planos de mitigação climática por setor	20
6.3. Ferramentas de cálculo para avaliação de emissões	35
7. AVALIAÇÃO DA INOVAÇÃO DA PESQUISA	42
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
9. REFERÊNCIAS	44

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta a síntese de evidências de Inventários de emissão de Gases de Efeito Estufa e Planos de Adaptação, Mitigação ou Ação Climática em 8 capitais brasileiras e no Distrito Federal (DF), bem como ferramentas de cálculo de emissões de instituições governamentais, bancárias e ONGs que contribuíram para validar as dimensões de análise das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Os dados apresentados foram levantados na Etapa 1 do Projeto "Índice de avaliação de emissões de GEE de ações governamentais", objeto da Chamada Pública n.º 02/2023 (IPEDF CODEPLAN, 2023), cujo objetivo é auxiliar na integração e articulação de políticas públicas a fim de que as ações propostas pelos diversos órgãos setoriais, em universo de curto e médio prazo, honrem o compromisso do Governo do Distrito Federal (GDF) com o enfrentamento às mudanças do clima no Distrito Federal (DF).

O projeto propõe o estabelecimento de um método para: 1) quantificar e classificar o conjunto das políticas setoriais que impactam as dimensões que causam o efeito estufa no DF, de modo a mensurar o potencial aumento ou redução de emissão de GEE, e 2) auxiliar na priorização das ações e projetos públicos que contribuam na redução de emissão de GEE.

Então, foram consolidados quatro documentos para apresentação dos estudos realizados:

- Relatório 1: Síntese de evidências (presente documento);
- Relatório 2: Padrão de emissões das diferentes áreas do DF;
- Relatório 3: Ferramenta de cálculo;
- Apêndice: Notas Metodológicas.

2. ASPECTOS CONCEITUAIS

A adoção de estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas busca reduzir passivos ambientais e mitigar padrões de consumo. Para definir essas estratégias é preciso seguir uma sequência de ações para o seu desenvolvimento e implementação (MCTI, 2020; TRE, 2023). Assim, as etapas normativas do enfrentamento às mudanças climáticas envolvem cinco ações: 1) elaboração e verificação de inventários de GEE e definição da linha de base de emissões; 2)

desenvolvimento de medidas de mitigação para redução das projeções e cumprimento das metas; 3) desenvolvimento de ações de adaptação; 4) plano de ação climática; e 5) monitoramento.

2.1. Inventários de GEE

Os inventários de GEE descrevem as principais fontes de emissão e remoção de GEE (MCTI, 2020). As fontes de emissão são unidades físicas ou processos que liberam GEE para a atmosfera, enquanto fontes de remoção (ou sumidouros) constituem elementos que removem o GEE da atmosfera. Nos inventários, essas emissões são quantificadas em determinado período de referência, normalmente anual, entre 1º de janeiro a 31 de dezembro do ano estabelecido.

De maneira geral, os relatórios quantificam emissões de Dióxido de Carbono (CO_2) por processos de combustão, emissão do Metano (CH_4) por processos biológicos, ou pela queima de combustíveis fósseis, e emissão de Óxido Nitroso (N_2O) por processos industriais, como na produção de ácidos e em processos biológicos de nitrificação e desnitrificação (IPCC, 2006). Essas informações são obtidas por dados de consumo de combustível, energia, uso de fertilizantes, entre outros.

Os cálculos dessas emissões são descritos no manual (*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (IPCC, 2006). Nele, as emissões são classificadas em 4 Grupos: 1) Energia, 2) Processos Industriais e Uso de Produto, 3) Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (LULUCF, na sigla em inglês) e 4) Resíduos. Já as remoções só são consideradas no capítulo de LULUCF, dada pela absorção do CO_2 pela vegetação durante o processo de fotossíntese (IPCC, 2022).

Tais cálculos são realizados através da multiplicação dos dados das fontes de GEE, por fatores de emissão relacionados à atividade, que podem ser derivados do IPCC ou de outras referências na literatura correlata. Essas emissões são normalizadas em uma unidade padrão utilizando o Potencial de Aquecimento Global (GWP), que permite a comparação entre as forças radiativas dos GEE (FORSTER et al., 2021), pois, essa unidade mede quantas vezes mais calor uma determinada quantidade de um GEE retém na atmosfera em relação a uma mesma quantidade de CO_2 , em um determinado tempo (IPCC, 2022).

2.2. Planos de Mitigação Climática

Os Planos de Mitigação propõem estratégias para reduzir o uso de recursos, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e aumentem os sumidouros de carbono (PNMC, 2008). Nesses planos, são apontados esforços para incentivar e investir em processos, atividades e mecanismos que reduzam as emissões e removam GEE, como: 1) determinar o papel das florestas na mitigação da mudança climática, 2) promover investimento em energia limpa, e 3) incentivar o desenvolvimento e a implementação de tecnologias avançadas nos setores de transportes, resíduos e indústrias. Além disso, são feitas projeções de cenários climáticos futuros. Tais planos possuem o intuito de sugerir formas de implementação da parte de mitigação da Contribuição Distritalmente Determinada (CDD), que representa a contribuição de uma determinada região para o enfrentamento da mudança global do clima no âmbito do Acordo de Paris (PMGEE, 2021).

2.3. Planos de Adaptação Climática

Os Planos de Adaptação Climática fornecem normativas e diretrizes para promover o ajustamento da sociedade e dos ecossistemas frente aos efeitos da crise climática (PNA, 2016). Essas medidas estão relacionadas ao poder público e ao seu empenho em destinar recursos para subsidiar condições adequadas para garantir a capacidade de resiliência da população em situação de vulnerabilidade socioeconômica (PEDF, 2021). A adaptação é vista como uma estratégia proativa para enfrentar os desafios climáticos e explorar soluções que beneficiem tanto os sistemas humanos quanto os ecossistemas naturais. Assim, essas medidas envolvem infraestrutura urbana, moradia, segurança alimentar, centros de saúde, entre outros direitos básicos (SCHNEIDER et al., 2021). Esses planos desenvolvem ações de adaptação a partir de índices de riscos climáticos e priorização de ações que apresentam maior potencial de enfrentamento de tais riscos (ADAPTABRASIL, 2023).

Cabe ressaltar que mitigação e adaptação devem ser compreendidas em uma cadeia de complementaridade. São medidas que devem caminhar juntas, sempre que possível, gerando melhorias no bem-estar humano por meio de benefícios, muitas vezes múltiplos e multiescalares. Uma medida de adaptação que envolve a

recuperação, expansão ou criação de corredores ecológicos de uma área para melhorar o fluxo de biodiversidade territorial e o aumento da drenagem natural do solo ao longo do corredor, alcança a mitigação por meio da intensificação da captura de carbono no ar, considerando inclusive o aumento da eficácia fotossintética da vegetação, em estruturas da paisagem. A multifuncionalidade e multiescalaridade de tais medidas se refletem em outras melhorias instaladas como a purificação do ar e a melhoria da umidade do ar local ao longo do território, conforme as dimensões do corredor instalado, com impactos positivos sobre as condições de saúde pública (AMARAL; COSTA; MUZZI, 2017; AMARAL; DE LIMA BEZERRA; DE MELLO BAPTISTA, 2022).

2.4. **Plano de Ação Climática**

Nesse sentido, os Planos de Ação Climática (PLAC) visam a identificar e estabelecer medidas prioritárias de redução de emissões de GEE, de mitigação e de adaptação (social, econômica, ambiental e territorial) (PLAC-BH, 2020; PLAC-FORTALEZA, 2020). Os PLAC's propõem mecanismos e instrumentos que possibilitam a implementação pelo município ou capitais das metas estabelecidas, como por exemplo, determinar o zoneamento climático, áreas de controle de desmatamento, áreas de reflorestamento e limitação de emissões por fontes estacionárias. Os Planos Regionais de Ação Climática (PRAC) adotam uma abordagem abrangente, incorporando as vertentes de mitigação e adaptação para enfrentar as mudanças climáticas. Ao abordar tanto a mitigação quanto a adaptação, os PRAC tornam-se instrumentos poderosos na construção de resiliência e na promoção de práticas sustentáveis, contribuindo para um futuro mais robusto e adaptável diante dos desafios impostos pelas alterações climáticas.

2.5. **Monitoramento de GEE**

A etapa de monitoramento permite acompanhar a evolução dos dados de emissões de GEE ao longo do tempo (MCTI, 2020). Esse monitoramento é fundamental para avaliar a eficácia das medidas de mitigação implementadas e para estabelecer metas de redução de emissões. A atualização de dados de GEE deve ocorrer em períodos com frequência média de um ano. Atualmente, o

acompanhamento das ações de mitigação têm buscado ferramentas como calculadoras de emissão.

3. O DISTRITO FEDERAL E O CUMPRIMENTO DOS PROPÓSITOS DA UNFCCC

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) foi estabelecida em 1992 visando alcançar a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera em níveis que impeçam a interferência perigosa no sistema climático (UNFCCC, 2023), reconhecendo o princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada dos países que aderem ao tratado internacional, em razão de suas capacidades econômicas e contribuições históricas para as emissões de GEE.

Um aspecto importante da UNFCCC é a necessidade de comunicações nacionais periódicas, em que os países apresentam detalhes sobre suas emissões, medidas de mitigação e adaptação, bem como necessidades de assistência. Além disso, a Convenção destaca a importância de mecanismos financeiros e tecnológicos, buscando apoio dos países desenvolvidos para auxiliar os países em desenvolvimento.

O Protocolo de Quioto, adotado em 1997 como um anexo à UNFCCC, estabeleceu metas vinculativas de redução de emissões de GEE para os países desenvolvidos. Já o Acordo de Paris, adotado em 2015, representa um marco significativo, estabelecendo metas globais para limitar o aumento da temperatura média global a menos de 2 °C em relação aos níveis pré-industriais. A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC – em inglês) do Brasil, resultado do Acordo de Paris para redução de emissão de GEE, estabelece que o Brasil deve reduzir as suas emissões em 37% até 2025 e em 43% até 2030, em relação às emissões de 2005 (MCTI, 2020). Além disso, na revisão realizada em 2020, o Brasil ainda se comprometeu a alcançar emissões de GEE líquidas neutras até 2050, ou seja, tudo que o país emitir deverá ser compensado com fontes de captura de carbono, como plantação de florestas, recuperação de biomas, ou outras tecnologias.

Em 2012, o DF também estabeleceu sua Política de Mudança Climática (Lei n.º 4.797, de 6 de março de 2012) (SINJ-DF, 2022), cujo objetivo é assegurar uma

contribuição para o cumprimento dos propósitos da UNFCCC e para a formulação das políticas públicas. Em 2021, o GDF publicou o “Plano de Mitigação para a Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa das Principais Fontes Emissoras no Território do Distrito Federal” (DF, 2021b). O Plano é um documento que traz metas e propostas para diminuir a quantidade de GEE até 2030, com recomendações e propostas para: 1) gestão pública, conscientização e educação ambiental, 2) energia, 3) uso da terra, mudança do uso da terra e florestas, 4) tratamento de resíduos, e 5) agropecuária.

Também em 2021 foi publicado o “Plano de Adaptação aos Efeitos Adversos da Mudança Global do Clima para Reduzir as Vulnerabilidades e Ampliar a Adaptação no Distrito Federal” (DF, 2021a). O Plano é resultado do projeto *CITInova* que analisou cenários de regionalização para a região do DF e Entorno usando os dados de modelos climáticos globais e cenários de emissão de GEE do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Em 2022, o GDF instituiu o Plano Carbono Neutro do Distrito Federal (Decreto n.º 43.413, de 07 de junho de 2022), referente à Contribuição Distritalmente Determinada – CDD. A CDD do Distrito Federal tem como meta reduzir as emissões de GEE em 20% até o ano de 2025 e 37,4% até 2030, tomando como referência o ano de 2013.

Entretanto, as ferramentas para avaliar se as metas estão sendo cumpridas ainda não estão bem estabelecidas e validadas. A avaliação de emissões de GEE de ações governamentais permitirá analisar ações (políticas, planos, projetos e obras) que demandem investimentos públicos no DF quanto ao seu potencial de emissão de GEE, permitindo ponderar os investimentos que compensam as emissões decorrentes das ações prioritárias de governo. O objetivo é contribuir para o alcance das metas do GDF para o enfrentamento às mudanças do clima no DF e para nortear futuros planos de adaptação.

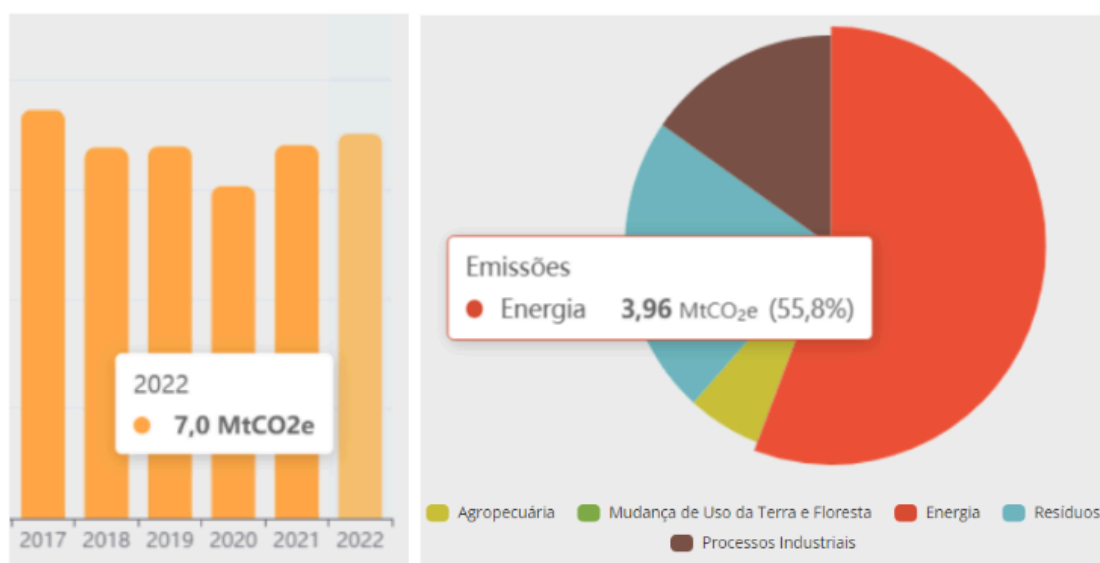
4. O DISTRITO FEDERAL E SEUS INSTRUMENTOS DE ENFRENTAMENTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O aumento da temperatura média, as secas prolongadas, as chuvas mais intensas e concentradas, assim como o aumento da frequência de eventos extremos, como tempestades, são apenas alguns dos riscos que o DF enfrenta.

Esses riscos podem causar danos às áreas urbanas e rurais, e afetam a segurança alimentar e hídrica, além de ameaçar a biodiversidade e a qualidade de vida da população (IPEDF CODEPLAN, 2023). O risco climático para o DF afetará toda população, independente da renda e do local de moradia, mas serão as áreas com maior vulnerabilidade social as mais impactadas. Muitas vezes são padrões urbanos, de consumo e de deslocamento de classes com maior poder aquisitivo que contribuem na emissão de GEE. Moradias muito distantes dos locais de trabalho, em lotes de grande dimensão com perda da vegetação nativa e paisagismo ornamental com espécies exóticas, alta taxa de motorização por habitante, alto consumo de água e de energia e alta produção de resíduos são exemplos de ações poluentes na forma de vida de uma camada da população.

Segundo o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o DF ocupou, em 2022, a 27ª posição no ranking de emissões por estados no Brasil (SEEG, 2023). Em 2022 o DF emitiu cerca de 7 milhões de tCO₂e. As principais fontes de emissão de GEE foram quantificadas para o setor de energia (3.956.785 tCO₂e), equivalente a quase 55,8% do total. Em segundo lugar, o setor de resíduos contribuiu com 23,1% das emissões (1,64 milhões tCO₂e), seguido dos 15,3% processos industriais (1,08 milhões tCO₂e). Agropecuária contribui com apenas 5,8% das emissões (411.162 tCO₂e) e mudança de uso da terra e florestas emite 259.962 tCO₂, valor compensado por 150 mil tCO₂ de remoções de vegetação secundária e mais de 179 mil tCO₂ em áreas protegidas.

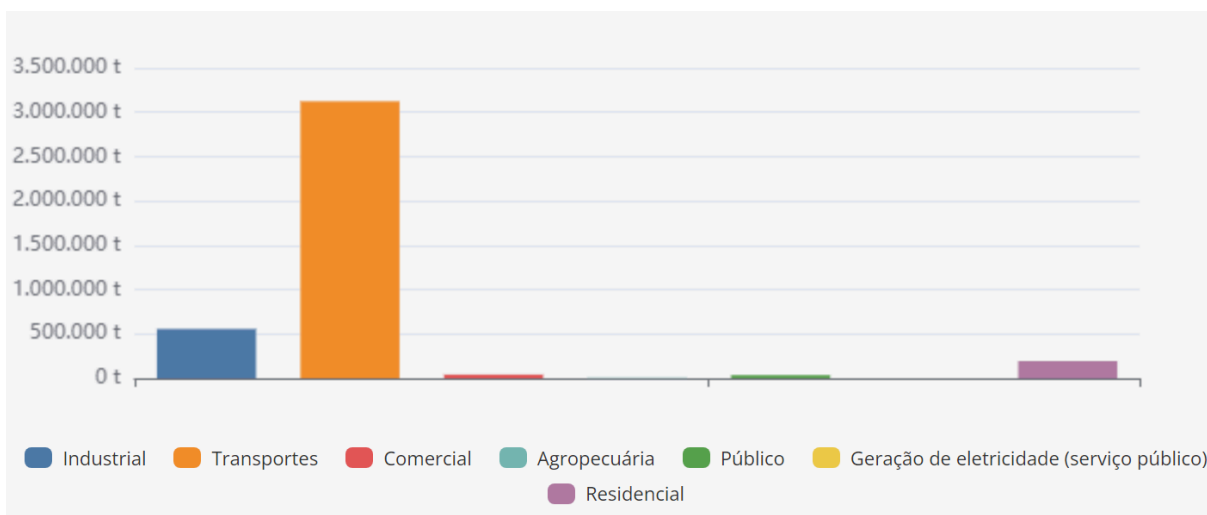
Gráfico 1: Emissões do Distrito Federal em 2022 e respectivas fontes de emissão.



Fonte: Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), 2022

Ainda com base em dados do SEEG (2023), verifica-se que 78,9% das emissões do setor de energia referem-se à queima de combustível na categoria de transporte (3.123.067 tCO₂e). Recentemente, entre 2021 e 2022, as emissões do DF aumentaram cerca de 3%, sendo que o setor de energia aumentou cerca de 5%.

Gráfico 2: Emissões do Setor Energia no Distrito Federal em 2022



Fonte: Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

No Plano de Mitigação para a Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa do DF (PMGEE, 2021), as principais ações envolvem os setores de:

- energia (através da geração fotovoltaica, uso de biocombustíveis, transporte não motorizado e sistemas de bombeamento de água);
- transporte (através da geração de um sistema de tráfego inteligente, teletrabalho, remanejamento de retorno nas vias, expansão do metrô, do BRT e implantação do VLT);
- mudança de uso do solo (a partir da redução de incêndios florestais, combate ao desmatamento e incentivo ao reflorestamento e à criação de florestas urbanas);
- resíduos (utilização de resíduos como combustível para o setor de cimento, incremento de compostagem, uso de biodigestão, reciclagem de resíduos e projetos de queima de metano) e;
- agropecuária (agricultura de baixo carbono).

O Plano Agricultura de Baixa emissão de carbono ABC/DF (2012/2020) atualizado e ampliado em 2023 pelo Plano ABC+/DF (2020-2030), se propõe a aprimorar os sistemas de produção agropecuários, tendo como objetivo principal a promoção da adaptação à mudança do clima e o controle da emissão dos GEE na agropecuária do DF, aumentando a resiliência e diminuindo a vulnerabilidade dos sistemas produtivos. Fazendo uma análise comparativa entre os dois Planos ABC e ABC+ no DF, verifica-se em comum as ações de divulgação e transferência de tecnologia, capacitação, assistência técnica e extensão rural, principalmente a adoção das práticas de Recuperação de Pastagens Degradadas e Tratamento de Dejetos Animais. As principais atualizações no novo plano em comparação ao anterior são as expansões das práticas de plantio direto em hortaliças, sistemas de irrigação, terminação intensiva de bovinos e os novos bioinsumos com os mecanismos promotores do crescimento de plantas.

Outras capitais do Brasil também têm desenvolvido planos de mitigação para enfrentamento das mudanças climáticas conforme o Gráfico 3. Entre as 27 capitais brasileiras, 9 (33%), incluindo Brasília, possuem planos de mitigação climática: 1) Brasília (DF) (PMGEE, 2021); 2) João Pessoa (PB) (PAC, 2023); 3) Recife (PE) (PLAC-RECIFE, 2020); 4) Rio Branco (AC) (PMAMC-RIO BRANCO, 2020); 5) Salvador (BA) (PMAMC-SALVADOR, 2020); 6) Fortaleza (CE) (PLAC-FORTALEZA, 2020); 7) Belo Horizonte (PLAC-BH, 2020)(MG); 8) São Paulo (SP) (PLANCLIMA-SP, 2020); e 9) Curitiba (PR) (PLANCLIMA-CURITIBA, 2020). Cada um desses planos aponta diferentes medidas ou ações de mitigação, além de usarem diferentes ferramentas para calcular as emissões anualmente e para verificar se essas metas estão sendo cumpridas. Assim, compreender como o DF e seus instrumentos de enfrentamento das mudanças climáticas se inserem em relação a essas outras capitais do Brasil é essencial para saber se existem ações nesses planos e/ou leis para acrescentar nas dimensões das propostas do plano do DF.

Gráfico 3: Capitais brasileiras que possuem Planos de Mitigação e Adaptação Climática.



Fonte: Elaboração Própria, 2023

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Considerando os planos do DF e a urgência do uso de ferramentas eficientes para a avaliação do cumprimento de suas metas, o presente relatório contrasta as propostas do DF para a redução de emissões com aquelas de outras capitais nacionais, buscando: 1) determinar como o DF e seus instrumentos de enfrentamento das mudanças climáticas, no âmbito do Acordo de Paris, se inserem em relação a outras capitais do Brasil; e 2) avaliar como os governos se posicionam metodologicamente em relação a suas ações governamentais de enfrentamento.

Para determinar como o DF e seus instrumentos de enfrentamento das mudanças climáticas, no âmbito do Acordo de Paris, se inserem em relação a outras capitais do Brasil, foram avaliados e sintetizados os planos de mitigação, adaptação ou ação climática existentes nas capitais. Assim, como apresentado, foram analisados os planos das seguintes cidades: Fortaleza, João Pessoa, Recife, Rio Branco, Salvador, Belo Horizonte, São Paulo e Curitiba.

Para avaliar como os governos dessas capitais se posicionam metodologicamente, em relação a suas ações governamentais de enfrentamento, foi realizada pesquisa bibliográfica em fontes primárias, em especial, a análise dos inventários e planos climáticos, além de outros documentos legais. Nos planos das

referidas capitais, identificadas as fontes de emissão por setor (sendo as prévias reportadas em inventários e as futuras estimadas por meio da análise de cenários), são propostas ações para a adaptação e mitigação de lançamentos de emissões de GEE.

A partir do estudo das ações incluídas nos planos, realizou-se o agrupamento daquelas consideradas principais, para permitir a realização de comparação entre as propostas das diversas cidades com as da Capital Federal. Dessa forma, foram propostos cinco agrupamentos de ações por eixo analisados (Mobilidade, Energia Elétrica, Resíduos, Mudança de Uso do Solo e Urbanização) avaliando em cada plano se havia ações relacionadas e listando as existentes. Esse procedimento mostra-se necessário para identificar o grau de maturidade das ações propostas no Plano de mitigação (PMGEE) do DF frente aos planos das demais capitais do Brasil. A seguir, no Quadro 1, são listados todos os planos analisados com seus respectivos nomes, endereços eletrônicos (link) e indicação da cidade responsável pela sua elaboração.

Quadro 1: Planos de mitigação, adaptação ou ação climática elaborados pelas capitais brasileiras.

Cidade	Plano	Link
1. Brasília	Plano de Mitigação para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa das Principais Fontes Emissoras no Território do Distrito Federal (PMGEE, 2021).	https://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2022/06/PLANO-DE-MITIGACAO-E-BOOK-FINAL.pdf
2. João Pessoa	Plano de Ação Climática de João Pessoa (PAC, 2023).	https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2023/06/sumario-joao-pessoa-web.pdf
3. Recife	Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife (PLAC-RECIFE, 2020).	http://meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/placrecife_acaoclimat.pdf
4. Rio Branco	Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima de Rio Branco (PMAMC-RIO BRANCO, 2020)	https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2021/03/IPAM-PLANO-MITIGACAO-RIO-BRANCO_V34.pdf
5. Salvador	Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima em Salvador (PMAMC - Salvador, 2020) (PMAMC-SALVADOR, 2020).	http://www.prodeturssa.salvador.ba.gov.br/images/prodeturssa/documentos/PMAMC.pdf
6. Fortaleza	Plano Local de Ação Climática da Cidade de Fortaleza (PLAC-FORTALEZA, 2020).	https://urbanismoemioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/mudancas-climaticas/plano_local_de_acao_climatica_de_fortaleza_2020.pdf

7. Belo Horizonte	Plano Local de Ação Climática de Belo Horizonte (PLAC-BH, 2020).	https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/meio-ambiente/placfinal.pdf
8. São Paulo	Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050 (PLANCLIMA-SP, 2020).	https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf
9. Curitiba	Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PLANCLIMA-CURITIBA, 2020)	https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00306556.pdf

Fonte: Elaboração Própria, 2023

6. ANÁLISE DOS DADOS

A análise de dados se concentra em três abordagens: 1) a explanação dos principais setores abordados pelos planos de mitigação climática das capitais brasileiras; 2) as ações mais representativas em cada plano; 3) ferramentas de estimativa de emissões de GEE, já em cenário nacional. Busca-se dessa forma apresentar um cenário para avaliação e prospecção das ações e ferramentas a serem desenvolvidas no âmbito distrital.

6.1. Principais setores abordados nos planos de mitigação climática das capitais brasileiras

Dentre as temáticas abordadas nos planos de mitigação, adaptação ou ação climática das capitais brasileiras, foram selecionados os setores que contribuem para a emissão de GEE apresentados no Quadro 2. Ressalta-se que devido às diversas nomenclaturas de eixos de ações e modos de agrupamento dessas ações, optou-se por elencar no Quadro 2 apenas os setores apresentados nos planos como fontes de emissões quando da análise das emissões das cidades, ou seja, as nomenclaturas apresentadas são aquelas utilizadas nos inventários municipais e distrital.

Quadro 2: Principais setores de emissão de GEE considerados pelas capitais brasileiras em planos de mitigação, adaptação ou ação climática.

Cidade	Plano	Setores de emissão de GEE considerados
1. Brasília	Plano de Mitigação para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa das Principais Fontes Emissoras no Território do DF (PMGEE,	- Tratamento de resíduos; - Energia; - Uso da terra, mudança do uso da terra e florestas; - Processos industriais e uso de produtos;

RELATÓRIO 1: SÍNTESE DE EVIDÊNCIAS
Avaliação de emissões de GEE de ações governamentais do DF

	2021)	- Agropecuária.
2. João Pessoa	Plano de Ação Climática de João Pessoa (PAC, 2023)	- Transportes; - Resíduos; - Energia estacionária.
3. Recife	Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife (PLAC - Recife, 2020)	- Transporte; - Resíduos; - Energia estacionária; - Processos Industriais e Uso de Produto.
4. Rio Branco	Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima de Rio Branco (PMAMC - Rio Branco, 2020)	- Transporte; - Resíduos Sólidos; - Energia; - Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra.
5. Salvador	Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima em Salvador (PMAMC - Salvador, 2020)	- Transportes; - Resíduos; - Energia Estacionária; - Processos Industriais e Uso de Produtos.
6. Fortaleza	Plano Local de Ação Climática da Cidade de Fortaleza (PLAC - Fortaleza, 2020)	- Transporte; - Resíduos; - Energia estacionária; - Processos Industriais e Uso de Produto .
7. Belo Horizonte	Plano Local de Ação Climática de Belo Horizonte (PLAC - BH, 2022)	- Energia; - Saneamento; - Mobilidade;
8. São Paulo	Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050 (PlanClima SP, 2021)	- Transporte; - Resíduos; - Energia Estacionária.
9. Curitiba	Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PlanClima - Curitiba, 2020)	- Transporte; - Resíduos Sólidos; - Energia Estacionária.

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Pode-se perceber, a partir do Quadro 2, que todos os planos se baseiam em alguns setores comuns de emissão de GEE, sendo os três principais de Transportes, Resíduos e Energia Estacionária. Esses três setores estão presentes em todos os Planos, com exceção do de Brasília que não explicita emissões de transportes, entendendo-se que este está incluído nas emissões do setor de Energia. Boa parte dos Planos também menciona outras duas fontes de emissões, sendo as de Agricultura, Floresta e Uso da Terra e de Processos Industriais e Uso de Produtos presentes em 4 documentos, porém somente Brasília utiliza a abordagem das emissões e remoções por transições de Mudanças do Uso e Cobertura da Terra e

Florestas. As ações podem ser divididas em mitigação e adaptação como no Quadro 3:

Quadro 3: Ações de mitigação e adaptação consideradas pela Lei de Base do Clima.

Mitigação	Adaptação
- Produção de eletricidade; - Edifícios de serviços e residenciais; - Transportes e mobilidade; - Indústria, incluindo gases fluorados; - Resíduos e águas residuais; - Agricultura; - Mudanças do Uso e Cobertura da Terra e Florestas.	- Agricultura; - Biodiversidade; - Economia; - Energia; - Florestas; - Saúde Humana; - Segurança de Pessoas e Bens; - Transportes e Comunicações; - Zonas Costeiras e Mar.

Fonte: Elaboração própria, 2023

O Quadro 4 apresenta o perfil geral das edições dos inventários de emissões de GEE municipais utilizados para elaboração dos planos de mitigação analisados. São apresentados as edições, os períodos inventariados, a metodologia de cálculo e consideração sobre apresentação de dados referente ao setor de agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU) ou Land use, land use change and forestry (LULUCF). De maneira geral, o setor AFOLU não é representativo para as contribuições de emissões nas capitais urbanizadas, porém o mapeamento dos espaços vegetados ou com cobertura vegetal robusta são importantes para as remoções de carbono biogênicas e para o monitoramento das ações de mitigação e adaptação com serviços ecossistêmicos.

Quadro 4. Perfil geral das edições dos inventários de emissões de GEE e relação com o setor AFOLU nos planos de mitigação nos municípios brasileiros.

Cidade	Edição	Período inventariado	Metodologia	AFOLU
1. Brasília	2º	2005-2018	IPCC	Com LULUCF
2. João Pessoa	1º	2011-2020	GPC	Sem AFOLU
3. Recife	2º	2012-2017	GPC	Sem AFOLU
4. Rio Branco	1º	2012-2026	IPCC	Com AFOLU
5. Salvador	1º	2014-2018	GPC	Sem AFOLU
6. Fortaleza	1º	2002-2012	GPC	Sem AFOLU
7. Belo Horizonte	6º	2000-2021	IPCC e GPC	tirou AFOLU
8. São Paulo	3º	2003-2017	IPCC e GPC	tirou AFOLU
9. Curitiba	4º	2008-2016	IPCC e GPC	tirou AFOLU

Fonte: Elaboração própria, 2023

Sendo assim, a comparação com os quatro eixos de análise propostos neste documento (Mobilidade, Energia Elétrica, Resíduos e Mudança de Uso do Solo e Urbanização) entre as capitais avaliadas permite observar que os eixos de Mobilidade, Energia Elétrica e Resíduos podem contribuir mais para o enriquecimento dos dados de monitoramento das ações governamentais do DF.

Por outro lado, as atualizações mais recentes dos dados dos inventários municipais decidiram retirar o setor de agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU), os quais tampouco são encontrados nos planos de mitigação. No DF, a característica administrativa semelhante a municípios e estados ao mesmo tempo, trouxe informações no segundo inventário do DF utilizando a abordagem geograficamente explícita das mudanças de uso da terra. A metodologia proposta pelo IPCC é a mesma que o Inventário Nacional utiliza, proporcionando, assim, análises e cenários otimizados para o monitoramento das ações de governo, em comparação aos demais Planos Regionais de Ação Climática.

6.2. Principais ações descritas pelas capitais brasileiras em planos de mitigação climática por setor

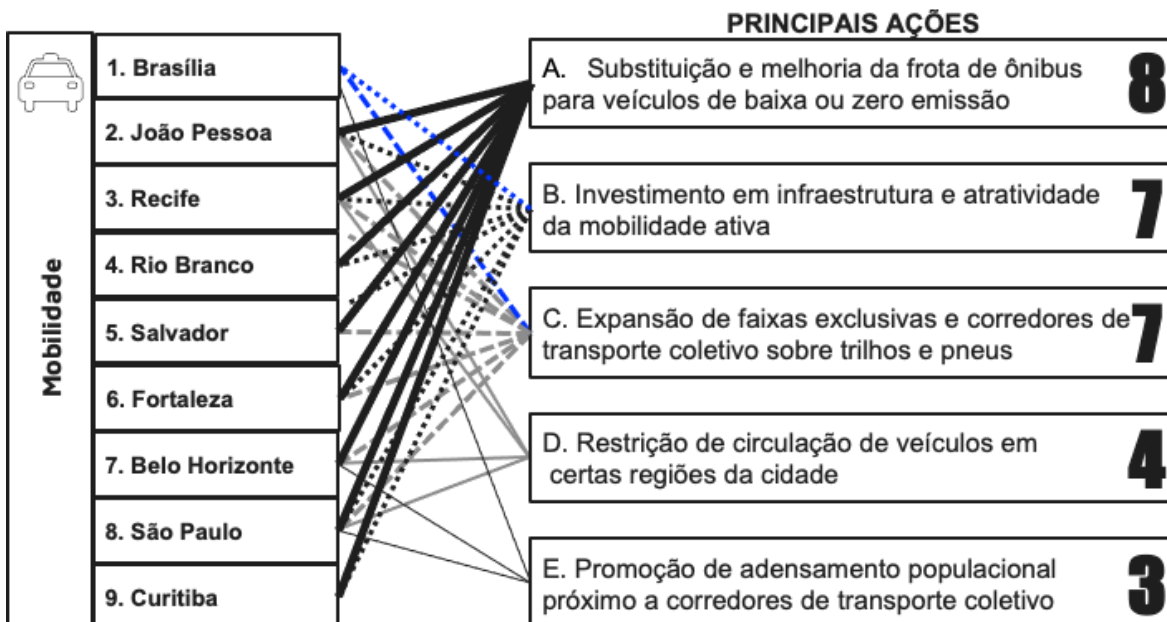
A análise comparativa dos planos possui 5 classes de ações de interesse para a redução de GEE por setor. Essas ações estão conectadas com os planos de mitigação correspondentes.

6.2.1. Mobilidade

O setor de transporte destaca-se como sendo o que mais contribui nas emissões de GEE nas cidades analisadas. As principais ações incluídas nos planos de mitigação das capitais brasileiras para o setor de transporte e mobilidade envolvem: a substituição e melhoria da frota de ônibus para veículos de baixa ou zero emissão, investimento em infraestrutura e atratividade da mobilidade ativa, expansão e implantação de faixas exclusivas e corredores de transporte coletivo sobre trilhos e pneus, restrição de circulação de veículos em certas regiões da cidade e a promoção de adensamento populacional próximo a corredores de transporte coletivo (Gráfico 2). Entre essas cinco temáticas, o Plano de Mitigação do

DF considera apenas ações em B e C. A descrição detalhada dessas ações está representada nos Quadros 5 -9.

Gráfico 2: Principais ações descritas pelas capitais brasileiras em planos de mitigação climática para o setor de transporte e mobilidade. Ações mensuradas no plano de mitigação do Distrito Federal estão destacadas em azul.



Fonte: Elaboração Própria, 2023

Descrição das ações:

Quadro 5: Ações para a substituição e melhoria da frota de ônibus para veículos de baixa ou zero emissão (tópico A).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Belo Horizonte	- Substituição de frota de transporte coletivo por veículos de menor emissão de GEE (Página 49).
Curitiba	- Renovação da frota do transporte público coletivo, visando a descarbonização, melhor conforto térmico, acessibilidade plena e menor poluição ambiental (Página 91).
Recife	- Implementação da frota de transporte público composta por veículos elétricos (Página 54).
Rio Branco	- Criação do Programa de renovação da frota de veículos de transporte público buscando a redução do uso de combustíveis fósseis (Página 45).
Fortaleza	- Incentivo à eletrificação da mobilidade urbana, garantindo que a frota de transporte públicos seja composta por veículos elétricos (Página 46).
João Pessoa	- Promover o uso de tecnologias menos poluentes nas frotas de ônibus (Página 47).
Salvador	- Renovar as frotas de transportes públicos com veículos menos poluentes (Página 228).
São Paulo	- Promover a substituição gradativa das frotas de ônibus municipais para veículos zero emissões (Página 160).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 6: Investimento em infraestrutura e atratividade da mobilidade ativa (tópico B).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Redução das emissões de GEE devido ao incentivo do uso de transporte não motorizado com ênfase na implementação de infraestrutura e medidas operacionais para uso de bicicleta, valorizando a articulação entre modais de transporte (Página 29).
Curitiba	- 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 (Página 91).
Recife	- Implementar 355 km de infraestrutura cicloviária; - Articular com o Escritório da Bicicleta do Governo do Estado para implantar a infraestrutura cicloviária nos grandes corredores rodoviários da cidade; - Alcançar, até 2037, pelo menos 80% de arborização das ciclovias da cidade; - Ampliar o sistema de compartilhamento de bicicletas para as regiões periféricas até 2027; - Recuperar e implantar 130 km de calçadas dando continuidade ao Projeto “Calçada Legal” (Página 52).
Rio Branco	- Criar uma rede de Ruas Completas (ou seja, atrativa e segura para as pessoas); - Melhorar as condições das calçadas e vias públicas, garantindo acessibilidade (Página 45).
Fortaleza	- Implantação de 524 km de rede cicloviária até 2040; - Adequação e requalificação do espaço viário para deslocamento de pedestres e pessoas com mobilidade reduzida ou dificuldade de orientação direcional (Página 45).
João Pessoa	- Incentivar o uso de modais ativos nos deslocamentos intraurbanos; - Requalificar espaços públicos para uso da população (Página 48).
Salvador	- Criar e fortalecer programas de incentivo à mobilidade ativa; - Ampliar e fomentar o uso da rede cicloviária (Páginas 222 e 224).
São Paulo	- Fomentar o uso da bicicleta como meio usual de transporte, por meio da expansão da infraestrutura e estratégias de sensibilização e comunicação. - Incentivo ao desenvolvimento de infraestrutura para mobilidade ativa (calçadas) (Páginas 158 e 196).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 7: Expansão de faixas exclusivas e corredores de transporte coletivo sobre trilhos e pneus (tópico C).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Implantação de veículo leve sobre trilhos (VLT); - Ampliação do sistema de BRT (substituição de 30% da frota convencional) (Página 37 e 38).
Belo Horizonte	- Ampliação da extensão de faixas exclusivas para ônibus (Página 49).
Recife	- Implementação das faixas exclusivas de ônibus (Página 52).
Fortaleza	- Implantação do sistema de BRT; - Implantação de faixas exclusivas de ônibus; - Expansão do sistema metroferroviário, com implantação do VLT (Página 45).
João Pessoa	- Priorizar os serviços de transporte público coletivo sobre os modos individuais motorizados (Página 45).
Salvador	- Ampliar corredores de BRT e BRS (Página 230).
São Paulo	- Aumentar a atratividade do sistema municipal de ônibus (Página 156).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 8: Restrição de circulação de veículos em certas regiões da cidade (tópico D).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Belo Horizonte	- Implementação de áreas restritas à circulação de veículos (Página 49).
Recife	- Implementação de áreas restritas à circulação de veículos individuais (Página 53).
João Pessoa	- Criar programa de recuperação do Centro Histórico, contemplando restrição de veículos motorizados, implantação de ciclovias e promoção do uso misto (Página 53).
São Paulo	- Instituir Zona Zero Emissão no perímetro do Minianel Viário (Página 162).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 9: Promoção de adensamento populacional próximo a corredores de transporte coletivo (tópico E).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Belo Horizonte	- Qualificação das centralidades do município, com diversidade de usos, incluindo habitação de interesse social nessas áreas; - Promoção do adensamento e a diversidade de usos de forma compatível com a disponibilidade de equipamentos urbanos, áreas verdes e com as infraestruturas e serviços de mobilidade urbana (Página 49).
João Pessoa	- Conter o espraiamento urbano, revertendo o atual modelo de crescimento da cidade para uma maneira compacta (Página 52).
São Paulo	- Fomentar a redução das distâncias casa-trabalho de modo a minimizar a demanda por serviços de transporte (Página 154).

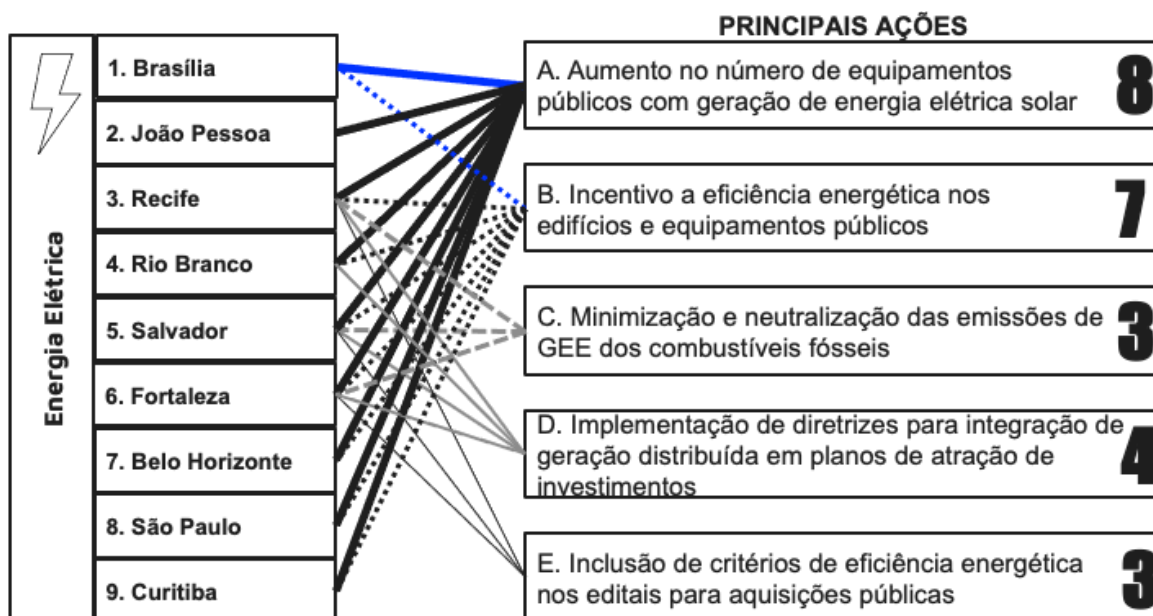
Fonte: Elaboração Própria, 2023

6.2.2. Energia Elétrica

As principais ações incluídas nos planos de mitigação das capitais brasileiras para o setor de energia elétrica envolvem o aumento no número de equipamentos públicos com geração de energia elétrica solar, o incentivo à eficiência energética nos edifícios e equipamentos públicos, a minimização e neutralização das emissões de GEE dos combustíveis fósseis, a inclusão de critérios de eficiência energética nos editais para aquisições públicas, e a geração de energia distribuída nos planos de novos investimentos para Habitação de Interesse Social (HIS). Dessas cinco ações propostas, o Plano de Mitigação do DF avalia os efeitos de mitigação dos tópicos A e B do Gráfico 3, referente às propostas de incentivo à eficiência energética nos edifícios e equipamentos públicos, ao aumento no número de equipamentos públicos com geração de energia elétrica solar, e à minimização e

neutralização das emissões de GEE dos combustíveis fósseis. A descrição detalhada dessas ações está representada nos Quadros: 10-14.

Gráfico 3: Principais ações descritas pelas capitais brasileiras em planos de mitigação climática para o setor de energia. Ações mensuradas no plano de mitigação do Distrito Federal estão destacadas em azul.



Fonte: Elaboração Própria, 2023

Descrição das ações:

Quadro 10: Aumento no número de equipamentos públicos com geração distribuída de energia elétrica (tópico A).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Redução das emissões de GEE por geração de energia fotovoltaica (Página 27). - Aumento do parque de geração solar fotovoltaica (Página 27). - Incentivos para a geração de energia descentralizada a partir de fontes renováveis (Página 28). - Autoprodução para bombeamento de água e esgoto por meio de geração de descargas hidráulicas, usinas de biogás e usinas fotovoltaicas (Página 31).
Fortaleza	- Ampliação da geração distribuída de energia elétrica solar a partir de sistemas fotovoltaicos; - Garantia de Suprimento de Eletricidade 100% Renovável; - Expansão do uso de energias renováveis e geração distribuída de energia elétrica solar (Página 38).
João Pessoa	- Ampliar a geração e consumo de energia renovável no município; - Criação da Política Municipal de Energia Solar; - Instalação de painéis fotovoltaicos e incentivar o consumo de energia de fontes renováveis em prédios públicos; - Incentivar a instalação de painéis fotovoltaicos em residências; - Desenvolver programa de instalação de painéis solares em comunidades, capacitando e utilizando mão-de-obra local (Página 81).
Recife	- Garantir o suprimento de eletricidade 100% Renovável; - Garantir o mercado livre de energia de eletricidade distribuída no Recife; - Expansão do uso de energias renováveis nas edificações, serviços e obras públicas (Página 44).

Belo Horizonte	- Contratação/adesão à energia solar no momento da compra de eletricidade nos prédios públicos municipais nos quais não for possível a instalação de usina fotovoltaica; - Implementação do Projeto Escolas Solares nas escolas da rede pública municipal; - Incentivar a geração distribuída de energia renovável nos edifícios comerciais e residenciais (Página 55).
Curitiba	- Incentivo à eficiência energética e o uso de energia de fontes renováveis (Página 91).
Rio Branco	- Incentivo à adoção de energias sustentáveis via programa de energias renováveis. (Página 47).
Salvador	- Desenvolvimento de projetos de energia renovável em comunidades (Página 252). - Implantação do Programa de Certificação Sustentável "IPTU Amarelo" tendo como benefício o desconto do IPTU (Página 270).
São Paulo	- Mobilizar esforços para fomentar a produção e a distribuição de energia proveniente de fontes renováveis e a geração distribuída, bem como a melhoria da eficiência energética de equipamentos (Página 148).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 11: Incentivo à eficiência energética nos edifícios e equipamentos públicos (tópico B).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Eficientização dos prédios públicos (conscientização dos usuários; substituição de equipamentos; intervenção em elementos de arquitetura (brises e filmes); gestão do edifício; alterações para promover ventilação natural) (Página 23).
Fortaleza	- Evolução tecnológica que proporciona ganhos de eficiência energética nos setores residencial, industrial e comercial. - Uso de 100% de lâmpadas LED na iluminação. - Redução do consumo de energia em todos os setores econômicos (Página 40).
Recife	- Evolução tecnológica que proporciona ganhos de eficiência energética nos setores residencial, industrial e comercial. - Adoção de 100% de uso de lâmpadas LED na iluminação. - Redução do consumo de energia em todos os setores econômicos (Página 45).
Belo Horizonte	- Implementação de medidas de eficiência energética nas escolas municipais e nos centros municipais de saúde (Página 55).
Curitiba	- Regulamentação dos requisitos para edificações adaptadas às ameaças climáticas. - Incentivo à eficiência energética e o uso de energia de fontes renováveis (Página 90).
Rio Branco	- Substituição da iluminação pública convencional por lâmpadas LED e placas solares (Página 47).
Salvador	- Melhorias de eficiência energética na iluminação pública com a modernização de 100% da iluminação pública. - Substituição das lâmpadas de vapor pelas de LED e a instalação de sistema de monitoramento inteligente (Página 258). - Redução do consumo de energia durante a construção e funcionamento de estabelecimentos por meio de equipamentos com uso de tecnologias de baixo consumo (Página 268). - Incentivo do IPTU Amarelo e a adoção de telhados frios (Página 270).
São Paulo	- Regular a adoção de critérios de eficiência energética nas edificações de acordo com os programas nacionais de conservação de energia (Página 144). - Elaborar estudos sobre padrões de consumo energético no Município de São Paulo, para a adoção de medidas gerais de eficiência energética (Página 156).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 12: Minimização e neutralização das emissões de GEE dos combustíveis fósseis (tópico C).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Fortaleza	- Implementação da exigência de compensação de emissões aos setores relevantes. - Redução e compensação de até 30% das emissões de combustíveis fósseis.
Recife	- Neutralizar as emissões de GEE geradas pelo consumo de combustíveis fósseis. - Compensação de emissões aos setores relevantes. - Redução e/ou compensação das emissões de combustíveis fósseis de energia estacionária.
Belo Horizonte	- Eficientização de fogões e substituição de combustíveis. - Potencial de abatimento pela compensação de empresas em Energia Estacionária. (Página 55).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 13: Implementação de diretrizes para integração de geração distribuída em planos de atração de investimentos (tópico D).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Fortaleza	- Contratação de obras públicas e construção de moradias populares, que privilegiam materiais sustentáveis (Página 40).
Recife	- Contratação de obras públicas e construção de moradias populares, que privilegiam materiais sustentáveis (Página 46).
Rio Branco	- Fomento ao uso de biodigestores e placas solares para a geração de energia na zona rural, via projetos acessíveis nas linhas de crédito para a população rural (Página 47).
Salvador	- Incluir a geração distribuída nos planos de atração de novos investimentos. - Garantir que todos os planos de atração de investimentos na cidade, como os de turismo e desenvolvimento econômico, considerem intervenções que fomentem a geração de energia renovável e a economia de baixo carbono (Página 254).
São Paulo	- Estabelecer normas para aperfeiçoamento das medidas de ventilação e iluminação natural nos empreendimentos habitacionais de interesse social (Página 152).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 14: Inclusão de critérios de eficiência energética nos editais para aquisições públicas (tópico E).

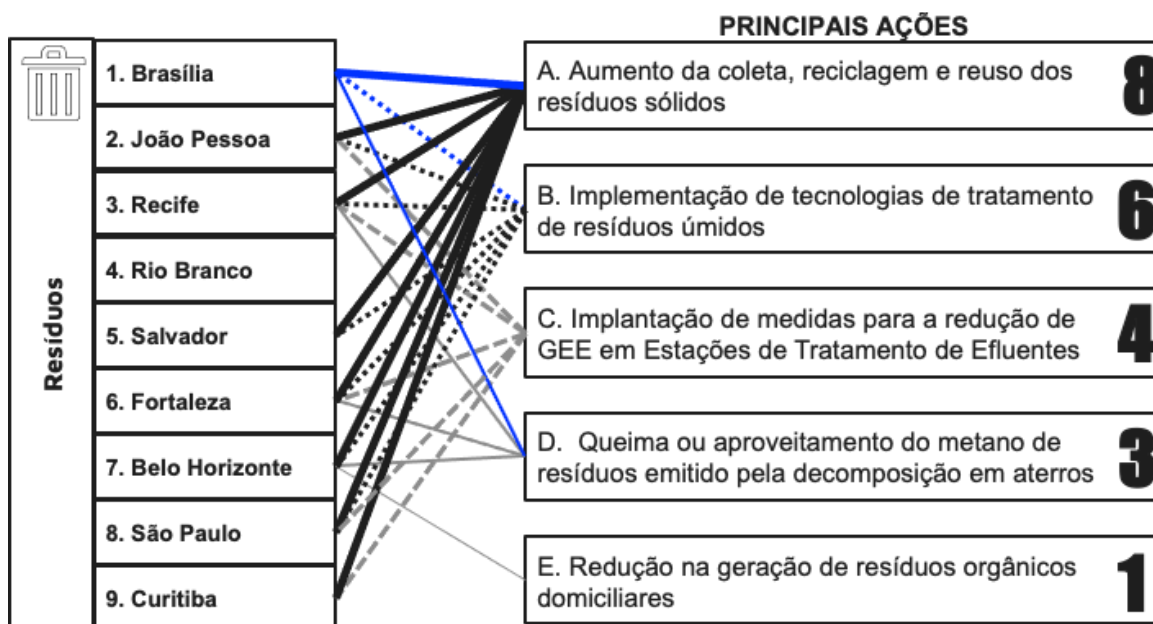
Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Fortaleza	- Implementar o programa de certificação fator verde (Página 40).
Recife	- Adesão de novos empreendimentos imobiliários ao selo de Sustentabilidade Ambiental (Página 36).
Salvador	- Inclusão de critérios de eficiência energética nas aquisições, contratações e locações de equipamentos do município deverão seguir critérios de eficiência energética, como adoção apenas de equipamentos classificados como "A" pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (Página 256).
São Paulo	- Implementar critérios e indicadores de eficiência energética na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela administração pública municipal. (Página 150).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

6.2.3. Resíduos Sólidos e Efluentes

As principais ações incluídas nos planos de mitigação das capitais brasileiras para o setor de resíduos envolvem o aumento da coleta, reciclagem e reuso dos resíduos sólidos, a implementação de tecnologias de tratamento de resíduos úmidos, a implantação de medidas para a redução de GEE em Estações de Tratamento de Efluentes, a queima ou aproveitamento do metano de resíduos emitido pela decomposição em aterros e a redução na geração de resíduos orgânicos domiciliares (Gráfico 4). Dentre essas cinco principais ações, o Plano de Mitigação de DF avalia a mitigação de três (tópico A, B e D). A descrição detalhada dessas ações está representada nos Quadros: 15-19.

Gráfico 4: Principais ações descritas pelas capitais brasileiras em planos de mitigação climática para o setor de resíduos. Ações mensuradas no plano de mitigação do Distrito Federal estão destacadas em azul.



Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 15. Aumento da coleta, reciclagem e reuso dos resíduos sólidos (tópico A).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Uso dos resíduos como combustível na produção de cimento (Página 60). - Realização de reciclagem (Página 62).
Fortaleza	- Redução da disposição de resíduos sólidos em aterro sanitário. - Desenvolvimento da política de incentivo e promoção da reciclagem, compostagem, e biodigestão nos setores industriais, comerciais e residenciais. - Implantação de usina de reciclagem de resíduos oriundos da construção civil. - Incentivo para catadores e artesãos de materiais recicláveis. - Incentivos às práticas de reciclagem, através dos instrumentos de licenciamento ambiental (Página 42).
João Pessoa	- Ampliação do atendimento da rede pública de coleta seletiva de resíduos sólidos. - Criação de campanhas publicitárias voltados à destinação de resíduos sólidos. - Promover a coleta seletiva em três frações - recicláveis, orgânicos e rejeitos. - Regularização do Comitê Municipal para Gestão da Coleta Seletiva (Página 71). - Implantação de sistemas de unidades de triagem de materiais recicláveis. - Criação de programa de apoio técnico às associações e empreendimentos informais que geram renda com resíduos recicláveis. - Promover ações que envolvam o setor empresarial e consumidores no processo de segregação e triagem. - Avaliar estabelecimento de lei municipal sobre a responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos e municipalização do marco regulatório da logística reversa (Página 72). - Inclusão socioeconômica dos catadores(as) de materiais recicláveis (Página 73).
Recife	- Redução de disposição de resíduos sólidos em aterro sanitário. - Regulamentação da logística reversa com a criação da regulamentação municipal. - Incentivo e promoção da reciclagem, compostagem, e biodigestão nos setores industriais, comerciais e residenciais. - Implantação da usina de reciclagem de resíduos oriundos da construção civil. - Diagnóstico dos pontos de descarte inadequado para a priorização de atendimento (Página 48).
Belo Horizonte	- Fomento para o tratamento ambientalmente sustentável de resíduos. - Ampliação do Programa Municipal de Coleta Seletiva para papel, metal, plástico e vidro. - Implantação das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (Página 56). - Ampliação da coleta seletiva nos estabelecimentos do ensino público municipal; (Página 57).
Curitiba	- Ampliação das parcelas dos resíduos sólidos urbanos, destinando o rejeito aos aterros sanitários (Página 91). - Promover consumo consciente (Página 91). - Desenvolver estratégias de economia circular no município (Página 92).
Rio Branco	- Inserção do PMGRIS políticas referentes à proibição de uso de plásticos descartáveis (Página 46).
Salvador	- Incentivo à economia circular nos processos produtivos de Salvador. - Ampliação do Programa Coleta Seletiva de Salvador. - Redução da geração de lixo e promover coleta seletiva na administração pública. - Fortalecimento do sistema de logística reversa (Página 208).
São Paulo	- Universalizar a cobertura do serviço de coleta seletiva de resíduos secos (Página 172).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 16: Implementação de tecnologias de tratamento de resíduos úmidos (Tópico B).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Redução das emissões de GEE em razão do incremento da compostagem . - Redução das emissões pela biodigestão (Página 61)
Fortaleza	- Aproveitamento energético de 100% dos resíduos não reciclados. - É importante destacar que o Centro de Tratamento de Resíduos de Caucaia do Oeste já aproveita energeticamente o metano e já comercializa o biogás. Isto foi, inclusive, registrado como uma atividade de projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (Página 32). - Desenvolver exigências específicas de reciclagem e compostagem a empreendimentos de grande porte, conforme regulamentação ambiental local. - Instalar central(is) de compostagem com produtos direcionados para hortas comunitárias e/ou agricultura orgânica, e escolas, associando com iniciativas de educação ambiental (Página 42).
João Pessoa	- Arrecadação de fundos para implementação de sistemas de tratamento de resíduos úmidos. - Construção de pátios de compostagem para tratar parte dos resíduos úmidos. - Realização de oficinas de educação ambiental com escolas, creches, mercados, indústrias, restaurantes e sociedade civil, visando a separação dos resíduos úmidos (Página 70).
Recife	- Desenvolver exigências específicas de reciclagem e compostagem a empreendimentos de grande porte. - Instalação de central(is) de compostagem com produtos para hortas comunitárias e/ou agricultura orgânica, e escolas, associando com iniciativas de educação ambiental (Página 48).
Belo Horizonte	- Redução na geração de resíduos orgânicos domiciliares. - Ampliação do Programa de Compostagem e do Centro de Agroecologia e Educação Ambiental para Resíduos Orgânicos (CEMAR). - Formalização de uma “Carta de Compromisso” com médios e grandes geradores de resíduos orgânicos na cidade (Página 56).
Salvador	- Criação de centros de compostagem e incentivar o uso dessa rota de tratamento. - Desenvolver estudo de viabilidade da adoção de rotas de digestão anaeróbica. - Promover a reciclagem e aproveitamento de resíduos gerados por restaurantes (Página 244).
São Paulo	- Maximizar os processos de compostagem (Página 174). - Implantar ecoparques (tratamento mecânico e biológico de resíduos sólidos urbanos) (Página 176).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 17. Implementação de medidas para a redução de GEE em Estações de Tratamento de Efluentes (tópico C).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Fortaleza	- Evolução tecnológica no setor de tratamento de efluentes, possibilitando a queima de parte do metano liberado pelas estações de tratamento. - Implementação de tecnologias de queima ou aproveitamento do metano nas ETEs com aproveitamento de 10% até 2030. - Estabelecimento de política de compensação para emissões residuais relacionadas a tratamentos de efluentes (CH ₄ e N ₂ O) (Página 43).
João Pessoa	- Implementação de Estações de Tratamento de Efluentes com recuperação e aproveitamento do biogás. - Desenvolvimento de pesquisas para aproveitamento econômico de lodos de ETEs (Página 80).
Recife	- Estabelecer política de compensação para emissões residuais relacionadas a tratamentos de efluentes (CH ₄ e N ₂ O), com 30% de compensação de emissões de GEE até 2030 (Página 50).
Curitiba	- Implantação de medidas para a redução de GEE em Estações de Tratamento de Efluentes (Página 91).
São Paulo	- Incluir 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 (Página 176).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 18: Queima ou aproveitamento do metano de resíduos emitido pela decomposição em aterros (tópico D).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Redução das emissões de GEE em razão da criação de projeto MDL para queima do metano (Página 62)
Fortaleza	- Garantir que o metano emitido pela decomposição dos resíduos em aterro seja queimado ou aproveitado energeticamente em 60% até 2030 e 100% a partir de 2037. - Compensar as emissões relacionadas a todos os tratamentos de resíduos (incineração de resíduos de saúde; compostagem (Página 43).
Recife	- Garantir que o metano emitido pela decomposição dos resíduos em aterro seja queimado. - Compensar as emissões relacionadas a todos os tratamentos de resíduos, incineração de resíduos de saúde; compostagem (Página 49).
Belo Horizonte	- Garantir o aproveitamento energético do biogás proveniente do aterro sanitário (Página 56).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 19: Redução na geração de resíduos orgânicos domiciliares (tópico E).

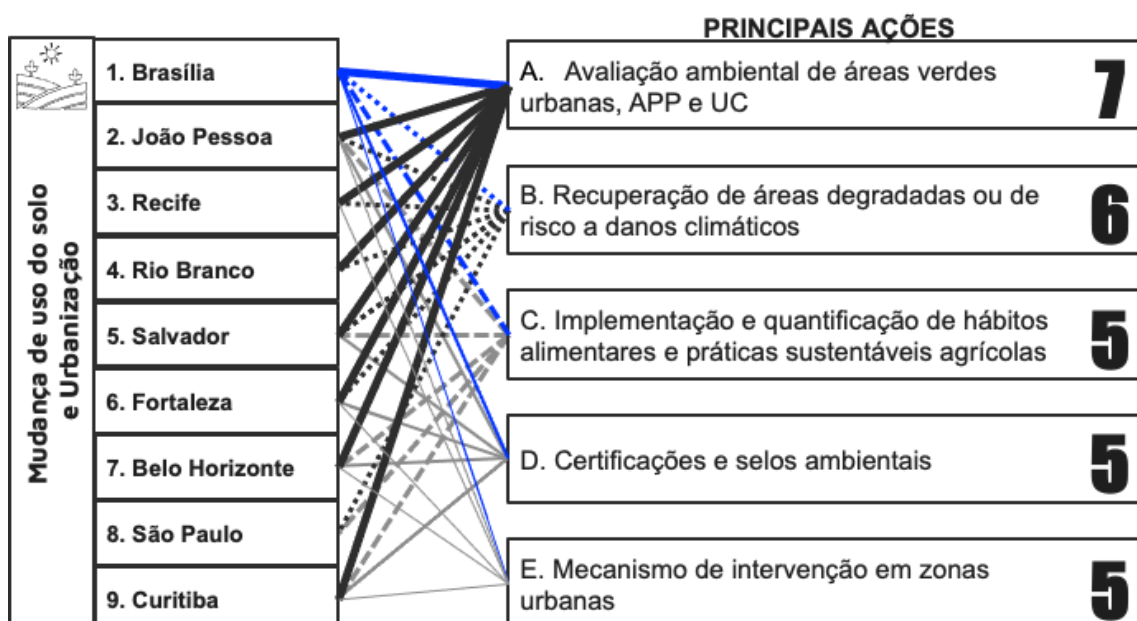
Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Belo Horizonte	- Redução na geração de resíduos orgânicos domiciliares (Página 56).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

6.2.4. Mudança de Uso do solo e Urbanização

As principais ações incluídas nos planos de mitigação das capitais brasileiras para o setor de mudança de uso do solo envolvem a avaliação ambiental de áreas verdes urbanas, das Unidades de Conservação (UC) e validação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), recuperação de área degradadas ou de risco a danos climáticos, implementação e quantificação de hábitos alimentares e práticas sustentáveis agrícolas e avaliação de paisagens em expansões de projetos urbanos e rodoviários com foco em resiliência. Dessas ações, o plano de mitigação de Brasília prevê todas as ações. A descrição detalhada dessas ações está representada nos Quadros: 20-24.

Gráfico 5: Principais ações descritas pelas capitais brasileiras em planos de mitigação climática para o setor de mudança de uso do solo e urbanização. Ações mensuradas no plano de mitigação do Distrito Federal estão destacadas em azul.



Fonte: Elaboração Própria, 2023

Descrição das ações:

Quadro 20: Avaliação ambiental de áreas verdes urbanas, APP e UC (tópico A).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Plantio de árvores em locais com ocorrências entre 20% e 30% de cobertura arbórea. - Criação do programa de estabelecimento das florestas urbanas (Página 21).
Fortaleza	- Ampliação de áreas verdes na cidade. - Identificação dos principais Hubs de áreas verdes da cidade e planejamento de diretrizes de conexão entre os Hubs por meio de Conectores Verde, incluindo arborização, agricultura urbana, parques municipais e APPs. - Inclusão de UCs e APPs no sistema municipal de áreas verdes como garantia de cumprimento das legislações. - Promover conexão ecológica e integração social, bem como fortalecer a relação entre sociedades - cidade e espaço verde urbano, por meio da implantação de um projeto-piloto de Conector Verde. - Elaboração de um Plano Municipal de Áreas Verdes Urbanas, incluindo diagnóstico, classificação, identificação de serviços ecossistêmicos desempenhados, acessibilidade física, monitoramento, manejo e manutenção. - Estabelecimento de zonas de amortecimento entre áreas de uso restrito e urbanizadas (Página 51).
João Pessoa	- Elaboração de mapeamentos e diagnósticos sobre as áreas verdes municipais, incluindo Áreas de Preservação Permanente, com disponibilização de plataforma com a base de dados. - Proteção dos remanescentes vegetais e manguezais. - Elaboração de mecanismos institucionais e políticas transversais para criar UCs. - Elaboração de um Plano de Manejo para as UCs e Planos de Uso dos Parques Municipais. - Desenvolvimento da infraestrutura verde urbana, considerando áreas públicas e privadas (Páginas 55-59).
Recife	- Expansão do Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP) para incluir outras tipologias de áreas verdes (Página 60). - Atualização dos diagnósticos sobre as áreas verdes, incluindo avaliação sobre serviços ecossistêmicos essenciais até 2023 (página 59). - Revisão dos planos de arborização, incluindo diagnóstico fitossanitário (Página 53).
Belo Horizonte	- Redução do passivo ambiental do município (Página 42). - Arborização urbana através da ampliação da arborização das vias e dos espaços públicos (Página 44).
Curitiba	- Recuperação, conservação, preservação e ampliação das áreas verdes da cidade. - Intervenções em áreas de interesse a fim de promover a permeabilidade, melhora das condições de drenagem, sombreamento e refrescamento natural (Páginas 89 e 90).
Rio Branco	- Criação do plano de prevenção e controle do desmatamento e incêndios florestais (Página 36).
Salvador	- Ampliação ao acesso universal a áreas verdes (Página 99). - Adotar o conceito de infraestrutura verde-azul nos projetos da cidade (Página 169). - Criação de novos parques, unidades de conservação e espaços verdes (Página 151). - Implementação de corredores ecológicos (Página 154). - Ampliação da arborização urbana (Página 155).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 21: Recuperação de áreas degradadas ou de risco a danos climáticos (tópico B).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Recuperação de áreas degradadas nos Parques, nas Áreas de Preservação Permanente e na Reserva da Biosfera do Cerrado (Página 18).
Fortaleza	- Implementação do Plano de Recuperação das Áreas Degradadas (PRAD), incluindo cronograma de recuperação, restauração e revitalização das áreas ambientais mais vulneráveis (Página 51).
João Pessoa	- Elaboração de projetos de recuperação ambiental em áreas públicas e privadas. - Elaboração de estudos para a contenção da erosão. - Estabilização de áreas de deslizamento de massa que tragam riscos à população. - Redução da proporção de pessoas que residem em áreas de risco (Páginas 55 a 59).
Recife	- Redução de áreas com risco de deslizamentos e inundações (Página 58).
Rio Branco	- Implementação do Programa Municipal de Recuperação de APPs Degradadas e de manutenção das matas ciliares em áreas prioritárias (Página 45).
Salvador	- Redução das populações em áreas de risco (Página 165).
São Paulo	- Mapeamento de zonas críticas inundáveis, incorporação à Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (Página 198).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 22: Implementação e quantificação de hábitos alimentares e práticas sustentáveis agrícolas (tópico C).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Implantação de tecnologias de agricultura de baixo carbono (Página 64).
João Pessoa	- Elaboração do Plano de Segurança Alimentar e Combate ao Desperdício de Alimentos. - Criação do programa de Alimentação Saudável nas escolas. - Mapear as iniciativas de produção agrícola familiar. - Garantir a existência de feiras orgânicas e o aumento do número de feiras fixas. - Capacitar de forma contínua os produtores rurais. - Incentivo à agricultura orgânica e agroecológica (páginas 74 a 79).
Belo Horizonte	- Fortalecimento da Política Municipal de Apoio à Agricultura Urbana (Página 36).
Curitiba	- Aprimorar e expandir as políticas de Segurança Alimentar. - Promover a agricultura urbana e familiar de base ecológica. - Fortalecer redes de cadeia curta e consumo consciente (Página 90).
Salvador	- Criar a Plataforma de Produtores “Invisíveis” (Página 187).; - Expandir o projeto Hortas e Pomares Urbanos (Página 189). - Fomentar a agricultura urbana orgânica (Página 191).
São Paulo	- Combater o desperdício de alimentos e aumentar a segurança alimentar (Página 224). - Fortalecer as atividades econômicas, ambiental e socialmente sustentáveis na zona rural da produção local, familiar e orgânica de alimentos (Página 235).; - Fomentar estratégias de agricultura urbana orgânica (Página 252).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 23: Certificações e selos ambientais (tópico D).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Ação não especificada no Plano de Mitigação do DF.
Fortaleza	- Certificar o Fator Verde de Parcelamento do Solo e Construção Civil, identificando construções, atividades, produtos e processos (Página 24). - Identificar as principais áreas de alagamento que demandam emergencialmente de infraestrutura verde como solução de manejo de águas urbanas (Página 50).
João Pessoa	- Apoiar o avanço em novas técnicas construtivas e usos racionais dos terrenos, por meio de elaboração de legislação e programa de selo de qualidade na construção civil (Página 79).
Belo Horizonte	- Programa de Certificação de Crédito Verde- CCV atrelado ao programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental (2021) (Página 14).
Salvador	- Fortalecer e divulgar os mecanismos para promover o retrofit de edifícios antigos ou não ocupados (Página 178). - Implementação do Programa de Pagamentos por serviços ambientais (Página 144). - Criação de um banco e formas de compensação de créditos de carbono (Página 146).
São Paulo	- Incluir uma análise de vulnerabilidade climática e estratégias de mitigação das emissões de GEE nos empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental ou estudo de impacto de vizinhança (Página 202).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Quadro 24: Mecanismo de intervenção em zonas urbanas (tópico E).

Capital	Descrição da ação
Brasília	- Reconhecer e incentivar a ocupação de espaços territoriais com projetos de ocupação sustentável, por exemplo, por meio de ecovilas (Página 51).
Fortaleza	- Avaliar, planejar e implementar áreas restritas à circulação de veículos na cidade, associando-as à implantação de Zonas de Baixas Emissões (Página 46).
João Pessoa	- Programa de produção de moradia de interesse social para combate ao déficit habitacional, priorizando a ocupação de vazios urbanos, em condições de habitabilidade, integrados à dinâmica urbana e com acesso a áreas de comércio e serviços, transporte coletivo e equipamentos públicos (Página 51). - Ampliação da quantidade e a qualidade das moradias, além de requalificar espaços públicos para melhorar a qualidade de vida e a resiliência da população (Página 41).
Belo Horizonte	- Implantar novos Centros de Distribuição (CD) de pequenas cargas na cidade, estimulando o seu uso pelas empresas (Página 49). - Promover a qualificação das centralidades do município, com diversidade de usos, incluindo habitação de interesse social nessas áreas (Página 58).
Curitiba	- Atualizar cadastro de proprietários de lotes vagos para possível utilização das áreas como horta comunitária e/ou pontos de coleta de resíduos orgânicos para compostagem (Página 35).
Recife	- Identificar e implementar regiões da cidade onde o acesso com veículo individual seja restringido (Página 53). - Desenvolver e implementar projeto-piloto de um bairro-parque na cidade (Página 61).

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Como consideração geral para o monitoramento das ações nos planos de mitigação em relação aos dados de inventários de emissões de GEE, foi observado que os planos que aderiram ao método GPC, normalmente elaborados pelas

mesmas empresas de consultoria, excluíram as abordagens do setor de agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU) referentes às emissões ou remoções líquidas por alteração dos estoques de carbono contidos em florestas, áreas agrícolas, áreas de pastagens e áreas de edificação urbana. Portanto, tais planos apresentam medidas de difícil mensuração quanto aos impactos na redução de emissões.

As justificativas dos ajustes nos inventários baseiam-se em não haver variação significativa nos estoques de carbono do solo da cidade, uma vez que as áreas verdes densas não estão susceptíveis à urbanização. Por outro lado, a metodologia GPC concorda que o setor de mudança de uso e cobertura da terra ao nível de governo local urbano é complexo. Como exemplo, o governo municipal de Belo Horizonte compreende que as áreas verdes são importantes e sugere desenvolver novas metodologias envolvendo plantios e supressão de vegetação arbórea (PLAC-BH, 2020).

Pode-se concluir que todas as ações nos planos de mitigação ou de ação climática municipais atuais, relacionadas à questão dos espaços verdes, apresentam dificuldade de monitoramento, pois em nenhum dos casos estudados utilizaram metodologias para estimativa das emissões e remoções aplicadas às vegetações em áreas urbanizadas ou em áreas rurais de pequenos produtores.

6.3. Ferramentas de cálculo para avaliação de emissões

Esta parte do estudo dedica-se a apresentar ferramentas para a estimativa de emissões de GEE em prática, considerando desde recortes mais generalizados, quanto específicos, conforme o setor a ser analisado.

6.3.1. Ferramentas de cálculo utilizadas para elaboração de Inventários de GEE

Nos planos analisados, uma forma frequente de contabilizar as emissões municipais foi por meio do emprego do *software* CLIMAS da *WayCarbon* conforme o Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade (GPC). Esse foi o caso de Salvador, João Pessoa e Recife. A ferramenta faz a gestão de indicadores de energia estacionária, transportes, resíduos, processos industriais e uso de produtos (IPPU), agricultura, floresta e outros usos do solo e

outras emissões indiretas. A calculadora também auxilia na identificação de áreas, responsáveis, e armazena respostas de anos diferentes (CETESB, 2021).

O protocolo GPC disponibiliza um método consistente e transparente para medir e reportar emissões de GEE. Além disso, cria condições para a comparabilidade entre emissões urbanas, pois permite cálculos e relatos de GEE seguindo os mesmos princípios estabelecidos pelo IPCC em 2006 (CETESB, 2021). Conforme as orientações do guia GPC, essa metodologia busca desagregar os dados de emissões para serem identificadas as maiores fontes de GEE em uma cidade (CARLONI, 2012).

O GPC ainda apoia a habilidade das cidades em demonstrar o impacto global de ações locais coletivas e auxilia a medir o progresso coletivo através do tempo, facilitando o acesso dos governos locais às oportunidades de financiamento relacionadas às mudanças climáticas (CARLONI, 2012).

Já o Protocolo Internacional para Análise de Emissões (IEAP) faz uma releitura dos setores residencial, comercial, industrial, transportes, agricultura, resíduos e outros de maneira a abordar os GEE com base na estrutura administrativa dos governos municipais, de modo a ter mais consistência com setores típicos utilizados na administração e planejamento urbano (CARLONI, 2012). O IEAP estabelece que um inventário local deve compreender duas partes: as emissões operacionais – emissões resultantes das funções do governo local, análogas àquelas de uma organização privada relativamente complexa e emissões da cidade – emissões medidas na escala do território da cidade, análogas às emissões ao nível nacional (2012). Essa metodologia foi utilizada por Recife.

Por sua vez, as estimativas de emissões futuras podem ser realizadas com base em análise de cenários com o uso da ferramenta *Pathways* da C40. Cidades como Rio de Janeiro, Curitiba, Salvador e São Paulo assumiram ter utilizado esta ferramenta para geração de cenários de emissões futuras apresentados em seus planos. As cidades de Curitiba e Rio de Janeiro fizeram um compromisso de implementar a estratégia *Pathway Towards Zero Waste*, ou seja, comprometem-se com uma meta para 2030 de fornecer serviços oportunos de coleta de lixo em toda a cidade, tratar pelo menos 30% dos resíduos orgânicos e reduzir as emissões de eliminação de resíduos em pelo menos 30%.

Belo Horizonte, Curitiba, Rio Branco, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo utilizaram a Ferramenta Harmonizada de Análise de Emissões Plus (HEAT+) para calcular as emissões GEE em seus planos de mitigação climática. HEAT+ é a ferramenta de inventário de emissões *on-line* multilíngue do ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade para ajudar os governos locais a contabilizar as emissões de GEE, poluentes atmosféricos comuns e outros compostos orgânicos voláteis (ICLEI, 2023). O HEAT+ segue as orientações fornecidas pelo IPCC e pelo Protocolo Internacional de Análise de Emissões de GEE do Governo Local (IEAP) e contém fatores de emissão padrão para várias fontes de energia para calcular as emissões totais. A HEAT+ disponibiliza a opção de cálculo das emissões pela população ou específico para governos. Para os governos, é possível medir as emissões da cidade – emissões medidas na escala do território da cidade, análogas às emissões ao nível nacional. As áreas de estudo são de adaptação e resiliência e temas correlatos (planejamento urbano, engenharia ambiental, sustentabilidade, prevenção de desastres etc.).

O GHG *Protocol* foi desenvolvido pelo *World Resources Institute* (WRI) e pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Suas ferramentas permitem que as empresas e as cidades desenvolvam inventários abrangentes e confiáveis das suas emissões de GEE e ajudam os países e as cidades a acompanharem o progresso em direção aos seus objetivos climáticos. O GHG *Protocol* fornece uma base comum global para a quantificação e comunicação das emissões de GEE (GHG, 2014).

O Urban-LEDS promove a elaboração de estratégias de desenvolvimento urbano de baixo carbono e resiliente para se chegar a uma cidade mais sustentável. O projeto atua em oito países, envolvendo mais de 60 cidades, sendo oito delas no Brasil (Belo Horizonte, Betim, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e Sorocaba). O Projeto auxilia as cidades participantes a elaborar estratégias urbanas abrangentes de desenvolvimento de baixa emissão (*Low Emissions Development Strategies* - LEDS) e a trabalharem juntas para a implementação de planos e desenvolvimento de projetos-piloto, além de modelos de financiamento para a implementação dessas estratégias (ICLEI, 2023).

Das cidades brasileiras, Recife é a mais avançada na implementação das estratégias do Urban - LEDS, estando atualmente na segunda fase, que consiste na

capacitação necessárias para desenvolver projetos que sejam facilmente financiáveis e com aspectos climáticos claros, além da capacitação interna para a replicação da experiência, permitindo que outras cidades se apropriem dos avanços do laboratório. O resultado é o inventário de Emissões de GEE e Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas. Além da capacitação de técnicos municipais. A iniciativa também impactou positivamente na substituição da iluminação pública. A adesão de Fortaleza resultou na construção de um Plano Local de Ação Climática, na adesão à campanha *Race To Zero* e melhorias nas políticas de mobilidade da cidade (ICLEI, 2021).

6.3.2. Ferramentas de cálculo de instituições de financiamento de obras e investimentos

O Verra (ou VCS - *Verified Carbon Standard*) quantifica os GEE de um projeto e fornece orientação para: ajudar os desenvolvedores do projeto a determinar seus limites, definir linhas de base, avaliar a adicionalidade e, quantificar as emissões de GEE que foram reduzidas ou removidas. Uma nova versão da calculadora de janeiro de 2024 leva em conta os impactos futuros das mudanças climáticas para o setor de agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU). O período para monitoramento de permanência mínima será de 40 anos.

O BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) e a FGV (Fundação Getúlio Vargas) elaboraram uma ferramenta para calcular as emissões evitadas de GEE. Essa ferramenta aborda oito subprogramas do Fundo Clima e utiliza informações qualitativas e quantitativas para chegar aos resultados de emissões GEE evitadas. O BNDES com apoio da consultoria *WayCarbon*, atualizou e ampliou a ferramenta do Fundo Clima para os setores energia (renovável), mobilidade urbana (transporte sobre trilhos e BRTs), biocombustíveis (eficiência na produção), iluminação pública (eficiência energética), resíduos Sólidos (aproveitamento de biogás e produção de biometano), transporte (deslocamento de carga de modais menos intensivos em carbono) e florestas (nativas). A ferramenta passou a ser chamada de Calculadora de Emissões Evitadas e Removidas. Houve também atualização de todos os fatores de emissão e o cálculo passou a considerar um ano de projeto, permitindo o reporte das emissões anualizado (BNDES, 2023).

A ferramenta de cálculo *Transportation Emissions Evaluation Model for Projects* (TEEMP) foi desenvolvida pelo Instituto de Políticas de Transporte e

Desenvolvimento (ITDP) em parceria com o *Clean Air Initiative for Asian Cities* (CAI-Asia) e em seguida ampliada pela *Global Environment Facility* (GEF) para analisar a viabilidade de projetos na área de transportes com relação ao potencial de redução de emissões de GEE (ITDP, 2023).

Por se tratar de uma entidade de financiamento monetário, o GEF precisa analisar o impacto de um empreendimento antes de sua implementação, fazendo com que seja necessário o estudo de projeções ainda nas primeiras fases de concepção do projeto. Além disso, como muitos dos países que fazem uso de valores do fundo não possuem um robusto banco de dados, faz-se necessário que o método de avaliação seja simples e demande poucas informações (GEF, 2012). Dessa forma, o TEEMP propõe ser uma ferramenta versátil, com poucas exigências de dados e possível de ser utilizada em 5 categorias de projetos: 1) projetos de eficiência de transporte (veículos/combustíveis limpos); 2) projetos de transporte público (ônibus/trem); 3) Projetos de transporte não motorizado; 4) projetos de gerenciamento de demanda de transporte; 5) Iniciativas abrangentes de transporte regional.

Conforme o manual da ferramenta, ela é capaz de fornecer uma estimativa de impacto de redução de emissões de GEE de forma consistente e com poucos dados locais devido ao uso de fórmulas com valores padrão adquiridos em pesquisas, experiências anteriores e opinião de especialistas (GEF, 2012). No Brasil, o ITDP tem utilizado a calculadora para avaliar o impacto de sistemas de BRT projetados ou em operação de cidades brasileiras em termos de emissões de GEE. Nesse sentido, a ferramenta já foi aplicada ao BRT Eixo Sul de Brasília, tendo se obtido que o sistema teria o potencial de redução de consumo de combustível de em média 55 milhões de litros por ano. Além disso, também se estimou uma mitigação anual de 64,9 mil toneladas de CO₂, 1,1 tonelada de Material Particulado e 106,3 toneladas de óxidos de nitrogênio (NO_x) (COSTA et al., 2016).

O governo brasileiro também disponibilizou a ferramenta de simulação SINAPSE (Simulador Nacional de Políticas Setoriais e Emissões) para implementação de políticas públicas para cumprir com as metas de redução de emissões de GEE, ou seja, mensurar impactos/efeitos das políticas de redução de emissões, ao alcance das metas contidas na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) submetida pelo País ao Acordo de Paris. Essa ferramenta

permite simular cenários futuros, podendo ser utilizada para diferentes setores, como desmatamento, transporte rodoviário, vidas preservadas (mortes evitadas) pela redução nas emissões. O usuário pode efetuar o download dos cenários gerados com as taxas de progressão de implementação das políticas para os anos futuros. Nessa ferramenta é possível identificar trajetórias a partir do cenário referência e compará-lo com as metas traçadas pela NDC (2025/2030 para neutralidade de carbono).

6.3.3. Ferramentas de cálculo temáticas ou corporativas

GHG Protocol é um pacote de padrões, orientações, ferramentas e treinamentos para que empresas e governos mensurem e gerenciem as emissões antropogênicas responsáveis pelo aquecimento global (GHG, 2014). Pode ser utilizado para cidades, setor corporativo, cadeia de valor, agropecuária, ciclo de vida do produto, entre outros. O cálculo das emissões é um processo de várias etapas, que resultará em um inventário. Os protocolos são, em sua maioria, desenvolvidos de forma abrangente e adaptados em diversos países para melhor atender a cada realidade. Está disponível para o setor privado e público. No caso do Brasil, a Fundação Getúlio Vargas, juntamente com parceiros, foi a responsável pela adaptação do *GHG Protocol* (ASSAD et al., 2020). Uma ferramenta criada especificamente para o Brasil dentro dos parâmetros do *GHG Protocol* é a Ferramenta de Cálculo para Balanço de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Floresta e Sistemas Agroflorestais no Brasil. Trata-se de uma ferramenta de cálculo para mensurar as emissões e remoções de GEE em propriedades rurais que têm controle direto das suas operações de manejo. Essa ferramenta é voltada para produtores e empresas da cadeia de valor florestal e agroflorestal. A ferramenta é utilizada em projetos que estão sendo desenvolvidos na Amazônia e Mata Atlântica.

Para o setor Agropecuário, a EMBRAPA propõe práticas com o Plano ABC + (2020-2030) utilizando uma ferramenta chamada ICVCalc-Embrapa para construção de inventários de produtos agrícolas para estudos de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e estima emissões de poluentes em produções agrícolas em condições tropicais. Também existem outras iniciativas não governamentais para avaliação da segurança alimentar e nutricional em âmbito nacional: Luppa - Laboratório Urbano de Políticas Públicas Alimentares.

A Calculadora de Emissões de GEE para Resíduos baseia-se na ferramenta originalmente desenvolvida em 2009 pelo *ifeu-Institut*, com apoio do *KfW Development Bank* (Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Financeiro), em cooperação com a GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*) e financiamento a partir de fundos do Ministério para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento da Alemanha. Essa ferramenta original foi adaptada pelo ifeu-Institut para uso no Brasil, comissionado pelo projeto ProteGEEr e patrocinado com fundos da Iniciativa Internacional do Clima (IKI), do Ministério do Meio Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear da Alemanha. A calculadora foi desenvolvida com o propósito de auxiliar na tomada de decisões na gestão de resíduos sólidos, com foco na compreensão da influência dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nas emissões de GEE. Projetada para ser utilizada em âmbito municipal, estadual, consórcios e pelo governo federal no Brasil, a calculadora é acessível de forma gratuita. O manual que a acompanha serve como um recurso fundamental, proporcionando orientações detalhadas sobre a utilização da calculadora, além de fornecer informações de apoio essenciais (GIEGRICH, 2021). O manual inclui um guia abrangente, dedicando um capítulo específico à criação de cenários e, posteriormente, à interpretação dos resultados obtidos. A criação de cenários é considerada crucial para familiarizar-se com as implicações das decisões de gestão de resíduos e seu impacto na redução das emissões de GEE. Além disso, o manual disponibiliza informações complementares sobre a origem dos dados, como fatores de emissão e pressupostos incorporados à calculadora. Essa abordagem holística visa capacitar os usuários a utilizarem a calculadora de maneira eficaz, promovendo decisões informadas e estratégias eficientes na gestão de resíduos sólidos (GIEGRICH, 2021).

Outras ferramentas também têm sido propostas para o setor urbano. A AUTODESK elaborou com parceiros a ferramenta EC3 – *Embodied Carbon in Construction* (“EC3”, ou Carbono Incorporado na Construção, em português), lançada em novembro de 2019 e disponível em versão beta pública. A calculadora permite o cálculo para o ciclo inteiro da nova edificação, desde a escolha dos materiais, fases posteriores de especificação, aquisição e construção da nova edificação. O objetivo é fornecer informações para que até 2050 as novas construções sejam de zero carbono. Apesar de ser um avanço, restringe-se

atualmente a escolha dos materiais da construção civil, sem computar os impactos sobre a redução de áreas com vegetação nativa e geração de fluxo automotivo e ainda não há registro de uso no Brasil.

7. AVALIAÇÃO DA INOVAÇÃO DA PESQUISA

No cenário desafiador das mudanças climáticas, a administração pública brasileira assume um papel crucial na formulação e execução de estratégias eficazes de mitigação e adaptação. Este projeto de pesquisa propõe o desenvolvimento de uma ferramenta de estimativa de emissões de projetos e ações governamentais para validar a efetiva implementação de ações delineadas para redução das emissões de GEE. Assim, será possível realizar a avaliação aprofundada de políticas setoriais convergentes e divergentes, contribuindo para a tomada de decisões informadas.

A etapa de monitoramento só pode ser realizada após a elaboração de inventários de GEE e definição da linha de base de emissões, desenvolvimento de medidas de mitigação para redução das projeções e cumprimento das metas, e desenvolvimento de ações de adaptação. Nesse sentido, o DF encontra-se em um estágio de amadurecimento quanto à questão do enfrentamento às mudanças climáticas, em que já é possível desenvolver ferramentas que permitirão a priorização e escolha de ações governamentais a receberem investimentos públicos, bem como inclusão de novas intervenções e ações capazes de neutralizar emissões.

Existe, porém, o desafio do projeto em conseguir medir os impactos nas emissões do processo de expansão urbana, de forma diferente da abordagem de fontes estacionárias de emissões. A ocupação extensiva e em baixa densidade, a concentração dos empregos na área central, a segregação socioespacial são aspectos que implicam deslocamentos pendulares que definem o principal setor de emissões: o transporte rodoviário. O projeto visa não apenas fornecer ferramentas essenciais para o monitoramento eficaz das emissões, mas também contribuir para a evolução contínua das estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas.

A ferramenta de avaliação desenvolvida não apenas responde a desafios específicos do DF, mas pode ser adaptada e replicada em outras localidades, em especial nas localidades onde a mobilidade veicular e as dinâmicas de expansão

urbana são também a principal contribuição de emissões, consolidando-se como uma ação valiosa para a administração pública brasileira na busca por um futuro mais sustentável e resiliente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos documentos de planos governamentais indicam um movimento das diversas capitais no sentido de elaboração de ações que vão além da simples quantificação de emissões por setores. Ainda que não haja normativas em todas as grandes cidades do Brasil, percebe-se um amadurecimento dos projetos de governos locais e o reconhecimento da importância de suas contribuições para que o Brasil atinja as promessas estabelecidas em sua Contribuição Nacionalmente Determinada.

É notável também o alinhamento das diversas capitais que possuem planos de ações de mitigação de emissões ao apresentarem propostas similares em diversos setores com o apoio de organizações como o ICLEI. Uma exceção é a Capital Federal que, assim como as demais capitais, possui o setor de transporte como maior emissor de GEE, mas apresenta ações ainda pouco maduras sobre o combate efetivo a causas e fatores geradores de GEE no setor.

Em que pese muitos planos disporem de sugestões ambiciosas, não é possível ainda avaliar a eficácia dessas ações, que só agora começam a estabelecer metas e mecanismos de monitoramento, inclusive com a noção de elaboração constante e periódica de inventários. No caso do Distrito Federal, mostra-se necessário e urgente o monitoramento das ações voltadas para mitigação de emissões, com ênfase em projetos que tenham um real impacto nas principais fontes de GEE da capital e que contem com a participação popular e dos diversos setores da sociedade. Somente dessa forma, será possível atingir as propostas de redução de emissões apresentadas na Contribuição Distritalmente Determinada conforme o Decreto 43.413/22.

9. REFERÊNCIAS

ADAPTABRASIL. **AdaptaBrasil** MCTI. Disponível em: <<https://adaptabrasil.mcti.gov.br/sobre/lista-de-indicadores>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

AMARAL, R.; COSTA, S. D. A. P.; MUZZI, M. R. S. O sequestro de carbono em trechos da floresta urbana de Belo Horizonte: por um sistema de espaços livres mais eficiente no provimento de serviços ecossistêmicos urbanos. **Paisagem e Ambiente**, n. 39, p. 163, 20 out. 2017.

AMARAL, R.; DE LIMA BEZERRA, M. DO C.; DE MELLO BAPTISTA, G. M. Landscape planning and design by identifying areas for ecological restoration based on carbon fluxes. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 16 maio 2022.

ASSAD, E. D. et al. **Greenhouse gas protocol calculation tool for forestry in Brazil**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/ghg_protocolo-florestas-technicalnote.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

BNDES. **Calculadora de Emissões Evitadas e Removidas**. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

CARLONI, F. B. B. A. **Gestão do inventário e do monitoramento de emissões de gases de efeito estufa em cidades: o caso do Rio de Janeiro**. [s.l.] Tese: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

CETESB. **Nota Técnica 01.1: Quantificação e Relato de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/Nota-Tecnica-01-Quantificacao-e-Relato-de-Emissoes-de-Gases-de-Efeito-Estufa.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

DF. **DECRETO Nº 43.413, DE 07 DE JUNHO DE 2022. Institui o Plano Carbono Neutro do Distrito Federal, a contribuição distritalmente determinada – CDD e dá outras providências.** Disponível em: <[https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/ca6ed1dd233c484289b91b1f08440724/Decreto_43413_07_06_2022.html#:~:text=DECRETO Nº 43.413%2C DE 07,Art.](https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/ca6ed1dd233c484289b91b1f08440724/Decreto_43413_07_06_2022.html#:~:text=DECRETO%20N%BA043.413%2C%20DE%2007,Art.)>. Acesso em: 12 dez. 2023.

DF. Inventário do Distrito Federal de Emissões GEE antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa. Brasília: Secretaria do estado do meio ambiente do Distrito Federal e Governo do Distrito Federal, 2021.

DF. **Plano de Adaptação aos Efeitos Adversos da Mudança Global do Clima para Reduzir as Vulnerabilidades e Ampliar a Adaptação no Distrito Federal.** Brasília: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Proteção Animal do Distrito Federal, 2021a.

DF. **Plano de Mitigação para a Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa das Principais Fontes Emissoras no Território do Distrito Federal.** Brasília: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Proteção Animal do Distrito Federal, 2021b.

FORSTER, P. et al. The Earth's energy budget, climate feedbacks, and climate sensitivity. In: MASSON-DELMOTTE, V. et al. (Eds.). **Climate Change Research Panel on Climate Change**. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2021. v. 17p. 923–1054.

GEF. **Calculating Greenhouse Gas Benefits of Global Environment Facility Transportation Projects.** Institute for Transportation and Development Policy. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/585751471511610764/Manual-for-calculating-greenhouse-gas-benefits-of-global-environment-facility-transportation-projects>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

GHG. GHG Protocol Agricultural Guidance: Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector. Disponível em: <[https://ghgprotocol.org/agriculture-guidance%0Ahttps://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHG Protocol Agricultural Guidance %28April 26%29_0.pdf](https://ghgprotocol.org/agriculture-guidance%0Ahttps://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%28April%2026%29_0.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2023.

GIEGRICH, J. Manual Da Calculadora De Emissões De GEE Para Resíduos. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/protegeer-antigo/arquivos/copy_of_manualdaferramentadegee_02-08-2021.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

ICLEI. Urban-LEDS II: Cidades brasileiras desenvolvem estratégias de baixa emissão. Disponível em: <<https://americadosul.iclei.org/urban-leds-ii-cidades-brasileiras-desenvolvem-estrategias-de-baixa-emissao/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

IPCC. IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

IPCC. Summary for Policymakers. In: SHUKLA, P. R. et al. (Eds.). **Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change.** Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2022. p. 3–48.

IPEDF CODEPLAN. Termo de Referência- Índice de avaliação de emissões de GEE de ações governamentais. Brasília. Disponível em: <https://www.ipe.df.gov.br/wp-content/uploads/2023/09/Termo-de-Referencia_Indice-de-avaliacao-de-emissoes-de-GEE-de-acoes-governamentais.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

ITDP. Modelo TEEMP para Análise de Sistemas de BRT. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org/modelo-teemp-para-analise-de-sistemas-de-brt/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

LONDON. **Pathways to Net Zero Carbon by 2030**. Disponível em: <<https://www.london.gov.uk/programmes-and-strategies/environment-and-climate-change/climate-change/zero-carbon-london/pathways-net-zero-carbon-2030>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

MCTI. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <<https://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/4782>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

NEW YORK. **Aligning NYC with the Paris Climate Agreement**. Disponível em: <https://www1.nyc.gov/assets/sustainability/downloads/pdf/publications/1point5-AligningNYCwithParisAgrmt-02282018_web.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PAC. Plano de ação climática de João Pessoa. 2023.

PLAC-BH. **Plano Local de Ação Climática de Belo Horizonte**. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/plano-local-de-acao-climatica-de-belo-horizonte>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PLAC-FORTALEZA. **Plano de ação climática da cidade de Fortaleza**. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/mudancas-climaticas/plano_local_de_acao_climatica_de_fortaleza_2020.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PLAC-RECIFE. **Plano local de ação climática da cidade de Recife**. Disponível em: <<https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2020/12/bonecodigital-pla-c-recife-v4.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PLANCLIMA-CURITIBA. **Plano Municipal de Mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. Disponível em: <<https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00306556.pdf> (13 June 2023)>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PLANCLIMA-SP. **Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050.**

Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PMAMC-RIO BRANCO. **Plano municipal de mitigação e adaptação às mudanças do clima de Rio Branco.** Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1130604/1/27109.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PMAMC-SALVADOR. **Plano De Ação Climática de Salvador.** Disponível em:

<<https://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/programas/plano-de-acao-climatica-de-salvador/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PMGEE. **Plano de mitigação para redução da emissão de gases de efeito estufa das principais fontes emissoras no território do Distrito Federal.** Disponível em:

<<https://www.sema.df.gov.br/plano-de-mitigacao-do-df/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PNA. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.** Brasília: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente, 2016. v. 2

PNMC. **Plano Nacional Sobre Mudança Do Clima.** Disponível em:

<<https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima-brasil-pnmc.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SCHNEIDER, T. et al. **Guia de adaptação e resiliência climática para municípios e regiões.** Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/municipiosresilientes/sites/257/2021/09/guia_-adaptacao-e-resiliencia-climatica-para-municipios-e-regioes_final.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SEEG. **Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG).** Disponível em: <<https://seeg.eco.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

TRE. Guia para elaboração de inventário de emissões de gases de efeito estufa. Disponível em:

<[https://www.tre-sp.jus.br/++theme++justica_eleitoral/pdfs/web/viewer.html?file=https://www.tre-sp.jus.br/institucional/governanca_institucional/arquivo/tre-sp-guia-para-e-laboracao-de-inventario-de-gases-de-efeito-estufa-2023/@@download/file/TRE-SP_Guia V](https://www.tre-sp.jus.br/++theme++justica_eleitoral/pdfs/web/viewer.html?file=https://www.tre-sp.jus.br/institucional/governanca_institucional/arquivo/tre-sp-guia-para-e-laboracao-de-inventario-de-gases-de-efeito-estufa-2023/@@download/file/TRE-SP_Guia_V)>. Acesso em: 11 nov. 2023.

UK. Guidance of carbon calculator. Disponível em:
<<https://www.gov.uk/guidance/carbon-calculator>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

UNFCCC. Homepage da UNFCCC (Convenção- Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima). Disponível em:
<http://unfccc.int/essential_background/convention/items/2830.php>. Acesso em: 27 nov. 2023.