



# RELATÓRIO 3

## FERRAMENTA DE CÁLCULO

Avaliação de emissões  
de Gases de Efeito  
Estufa de ações  
governamentais no  
Distrito Federal

MAIO **2024**  
BRASÍLIA/DF



**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

# FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE AÇÕES GOVERNAMENTAIS - 2023

Brasília - DF  
Março de 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 - Arquiteta e Urbanista

### **Equipe Técnica IPEDF**

Larissa Carvalho de Carvalho – Assessora Especial - COET/DEPAT – Arquiteta e Urbanista

Jéssica Oliveira - Gerente de Metrôpoles - COET/DEPAT – Arquiteta e Urbanista

Umberto Menezes – COET/DEPAT - Economista

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

### **Pesquisador colaborador**

Rubens Amaral – Arquiteto e Urbanista

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

Leticia Gomes da Silva – Bolsista (Assistente de Pesquisa V - Doutora)

Rafael Salles Pereira – Bolsista (Assistente de Pesquisa III - Mestre)

Fabiana Oliveira Machado – Bolsista (Assistente de Pesquisa IA - Graduada)

Rebeca Borges de Oliveira – Bolsista (Assistente de Pesquisa IB - Graduada)

Carlos Augusto Zangrando Toneli – Bolsista (Assistente de Pesquisa IC – Graduado)

## SUMÁRIO

<b>EQUIPE RESPONSÁVEL.....</b>	<b>3</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>5</b>
<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. MÉTRICAS DE CÁLCULO POR TEMA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Projetos de mobilidade e transporte.....	11
2.1.1. Projetos de ciclovias e calçadas.....	13
2.1.2. Implantação de Faixas Exclusivas de Transporte Coletivo.....	16
2.1.3. Construção de BRT.....	18
2.1.4. Expansão do metrô.....	20
2.1.5. Projetos de ampliação viária.....	23
2.2. Projetos que implicam mudança de uso do solo e urbanização.....	26
2.2.1. Parcelamento do solo.....	26
2.2.2. Ação de combate à Grilagem.....	31
2.2.3. Projeto de recuperação de áreas degradadas e arborização urbana.....	33
2.2.4. Práticas de baixo carbono.....	37
2.3. Projetos relacionados ao consumo energético.....	40
2.4. Projetos relacionados à geração de resíduos.....	42
<b>3. CENÁRIOS FUTUROS.....</b>	<b>47</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>53</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório apresenta a ferramenta de cálculo desenvolvida para estimar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de ações, projetos e intervenções que impactam nos setores de Mudança de Uso do Solo, Mobilidade, Consumo energético e Resíduos, auxiliando o planejamento governamental na redução de emissões para o horizonte temporal de 2025 e 2030.

A ferramenta foi desenvolvida com o *software* R e seus pacotes *survey* (LUMLEY, 2004) e *srvyr*. Os códigos utilizados elaborados encontram-se divulgados em <https://github.com/depat-ipedf-pesquisas/> (IPEDF Codeplan, 2024).

Este relatório apresenta as métricas e formas de cálculo das emissões de gases de efeito estufa para cada uma das dimensões monitoradas e orienta o usuário sobre os dados de entrada e os resultados obtidos.

Trata-se da Etapa 3 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 integrar e articular as 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).

## 2. MÉTRICAS DE CÁLCULO POR TEMA

As temáticas que compõem a ferramenta de cálculo relacionam-se com o principal setor de contribuição nas emissões: o transporte rodoviário. Foram selecionadas as ações com impacto climático passíveis de medição de emissões de GEE, tendo como horizonte temporal a produção ou remoção anual de GEE. Isso significa que as emissões decorrentes do processo construtivo de uma infraestrutura, ou edificação não serão computados como parte da análise do ciclo de vida, por ocorrerem apenas durante a construção<sup>1</sup>.

Tendo como base o conceito de emissões evitadas do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD<sup>2</sup>), busca-se uma abordagem prospectiva voltada à avaliação do impacto climático das ações e soluções implementadas por empresas e organizações, a partir da comparação das emissões associadas a um cenário de referência em relação a um cenário que inclui utilização de tecnologias mais limpas, práticas para redução de consumo energético, melhor gerenciamento de resíduos, ou a geração de alternativas mais eficientes de transporte coletivo, novas propostas de uso e ocupação do solo, empreendimentos com atração de viagens que repercutem na alteração de padrões de deslocamento da população. Não necessariamente as emissões evitadas constituirão uma redução real de emissões em comparação com uma situação anterior, mas representam um potencial de redução de emissões associadas à solução (WBCSD, 2023).

Por outro lado, algumas ações governamentais poderão gerar novas emissões inexistentes no cenário de referência. Tratam-se de efeitos adversos dos

---

<sup>1</sup> Com base nessa lógica, ações relacionadas à edificação de equipamentos públicos, construção de mobiliário urbano, implantação de infraestrutura de saneamento não interessam ao escopo de análise pois suas emissões serão apenas no momento da construção, e as emissões decorrentes de sua capacidade de atração (por exemplo, deslocamento a um novo hospital), anulam as mesmas viagens já realizadas a outro equipamento similar, uma vez que a população já demanda tais serviços públicos em locais eventualmente sobrecarregados. Entretanto, novos empreendimentos de grande porte, que impliquem a expansão urbana, tais como centros comerciais, pólos logísticos e industriais, sedes empresariais e campus universitário poderiam ter suas emissões computadas por gerarem um contingente grande de viagens, com distribuição regional. Tais empreendimentos, quando de iniciativa governamental, sugerem sua necessidade de monitoramento e, portanto, cálculo de emissões.

<sup>2</sup> WBCSD, W. B. C. F. S. D. Guidance on Avoided Emissions: Helping business drive innovations and scale solutions toward Net Zero, 2023. Disponível em: <<https://www.wbcsd.org/Imperatives/Climate-Action/Resources/Guidance-on-Avoided-Emissions>> Acesso em: 20/09/2023

projetos e intervenções que requerem um olhar atento das autoridades. Assim, as estimativas de emissões de uma determinada ação, projeto ou intervenção são uma medida confiável e robusta do impacto climático das soluções implementadas.

Para cada ação monitorada pela ferramenta de cálculo podem ser obtidos os seguintes resultados.

1. **Emissões Adicionais:** representam emissões inexistentes no cenário base que resultam como efeitos adversos dos projetos.
2. **Emissões Evitadas:** quantificam potencialmente o impacto positivo de uma solução ou projeto específico capaz de reduzir as emissões de GEE em relação a um cenário base.
3. **Remoções:** vinculam-se a projetos relacionados à capacidade que as formações vegetais nativas e não-nativas de absorver CO<sub>2</sub> da atmosfera. São calculadas com base no crescimento médio anual de biomassa.

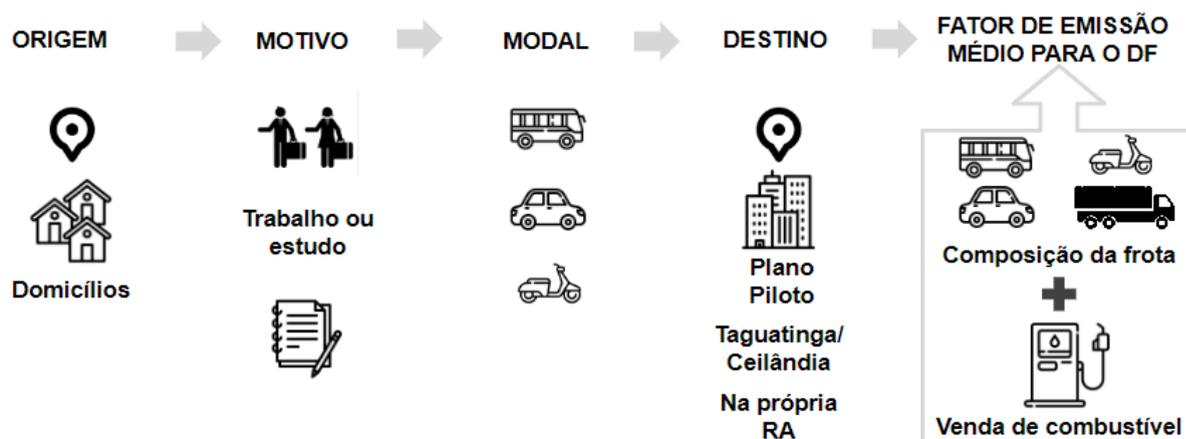
A ferramenta tem como referência metodologias aprovadas e utilizadas pela Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima (IPCC), mas adota simplificações voltadas à maior facilidade de uso e de entrada de informações pelos técnicos do governo, para viabilizar a medição do potencial de redução ou de acréscimo de emissões de GEE de ações e projetos governamentais. Tais verificações não permitem a utilização direta da ferramenta para geração de créditos de carbono, embora estime o potencial de determinadas ações na geração futura de créditos, que deverão ter uma verificação precisa por certificadoras.

Além das metodologias do IPCC, uma das principais fontes para o cálculo dos módulos com impacto fundamental na geração ou redução de viagens em modais poluentes é o Modelo de Geração de Emissões decorrentes das Viagens por motivo de trabalho ou estudo desenvolvido com base nos dados da Pesquisa Distrital de Amostra de Domicílios (PDAD) - ver APÊNDICE I: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Estimativa de emissões do deslocamento por motivo de trabalho ou estudo nas Regiões Administrativas do DF).

O Modelo capta da PDAD informações sobre a Região Administrativa (RA) de moradia e de trabalho ou estudo, modal do deslocamento (carro, ônibus, metrô, bicicleta ou a pé), posse de veículos, taxa de ocupação domiciliar e o motivo do

deslocamento, o que permite a construção de uma distribuição relativa origem-destino dos deslocamentos e permite estimar as emissões decorrentes das viagens da população entre as diferentes localidades urbana, considerando os fatores de emissão e consumo de combustíveis próprios da frota de veículos do DF.

**Diagrama 1. Pictograma do Modelo de Geração de Emissões decorrentes das Viagens por motivo de trabalho ou estudo**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

Para a identificação das ações governamentais, foram relacionados os projetos relatados no Plano Estratégico do Distrito Federal (PEDF) com impacto climático, agrupadas nos módulos de mobilidade e transporte, mudança de uso do solo, resíduos e energia. Também foram identificados projetos não elencados no PEDF mas com grande impacto positivo na redução de emissões, tais como diminuição do volume de resíduos destinados ao aterro sanitário, infraestruturas de mobilidade ativa e combate ao parcelamento irregular. Por fim, buscou-se identificar ações e projetos que garantam remoções anuais de GEE, como é o caso dos projetos de recuperação e incremento da cobertura vegetal, sobretudo arbórea.

## 1. MOBILIDADE E TRANSPORTE

- **Projetos de mobilidade ativa:** emissões evitadas a partir dos atuais padrões de deslocamento em meios de transporte poluentes com construção de calçadas e ciclovias;
- **Projeto de expansão do metrô:** emissões evitadas a partir dos atuais padrões de deslocamento em meios de transporte poluentes com a oferta do metrô;

- **Projetos de corredores de ônibus e implantação de BRT:** emissões evitadas com a otimização do sistema com redução de linhas de ônibus e economia de combustível decorrente da prioridade de deslocamento;
- **Projetos de ampliação viária:** emissões geradas pelo aumento das viagens no território (VKV) em razão da ampliação da malha viária.

## 2. MUDANÇA DE USO DO SOLO

- **Parcelamento do solo em expansão urbana ou em área consolidada:** emissões acrescentadas decorrentes dos novos deslocamentos e da supressão da cobertura vegetal;
- **Ação de combate ao parcelamento irregular:** emissões evitadas dos deslocamentos que seriam gerados caso o parcelamento irregular se consolidasse, excluindo as remoções da supressão da cobertura vegetal;
- **Recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e arborização:** remoção de GEE da recuperação de áreas degradadas, do plantio de vegetação nativa em área rural e priorizando espécies arbóreas nativas adaptáveis ao contexto urbano, conforme a demanda por serviços ecossistêmicos e o aumento da resiliência no território
- **Práticas de baixo carbono:** emissões evitadas com a introdução de um novo tipo de manejo da cobertura do solo.

## 3. RESÍDUOS

- **Metas de ampliação de compostagem e reciclagem:** emissões evitadas decorrente da redução da quantidade de material depositado no aterro sanitário;

## 4. ENERGIA

- **Melhoria da eficiência energética em edifícios públicos, na iluminação pública e com utilização de energia fotovoltaica:** emissões evitadas com a redução do consumo energético de equipamentos e lâmpadas internas e com utilização de energia renovável em sistemas.

## 2.1. Projetos de mobilidade e transporte

Considerando o impacto das emissões no DF decorrente do Setor Transporte, foram utilizados dados da PDAD (2021) para construção de uma distribuição relativa de viagem, com origem-destino declarada pelos entrevistados para avaliação das emissões decorrentes das viagens da população de cada RA por motivo de trabalho ou estudo. Tais trajetos configuram os principais deslocamentos diários, em razão da concentração do emprego e de importantes instituições de ensino na área central de Brasília e em segundo lugar na região de Taguatinga e Ceilândia - ver APÊNDICE I: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Estimativa de emissões do deslocamento por motivo de trabalho ou estudo nas Regiões Administrativas do DF)

A distribuição dos modais de transporte é calculada pela ferramenta desenvolvida, excluindo aqueles que utilizam frequentemente modais não motorizados e agrupando as categorias de transporte motorizado poluente conforme variáveis disponíveis na PDAD (2021). A quantidade de carros por domicílio em relação aos moradores que usam o modal como principal meio de deslocamento é contabilizada, com uma regra de decisão para garantir ocupação mínima de uma pessoa por carro. Em termos de distância dos deslocamentos, utilizou-se o QGIS Hub Plugin para cálculo da distância dos centroides da RA de origem em direção ao centróide da RA de destino. Foram considerados anualmente 250 dias úteis para o cálculo anual dos deslocamentos por motivo de trabalho e 200 dias úteis, para estudo. Com esse dado, foram aplicados os fatores de emissão e consumos de combustíveis fornecidos pelo Programa GHG Protocol Brasil, ponderados pelas características da frota de veículos do DF (automóveis, incluindo caminhonetes, ônibus e motos), tais como ano de fabricação e tipo de combustível utilizado, levando-se em consideração o consumo informado pela ANP de etanol e gasolina para estimar o combustível consumido pelos veículos tipo flex - APÊNDICE II: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Cálculo do Fator de Emissão de Gases de Efeito Estufa dos Veículos do Distrito Federal).

Para calcular um Fator de Emissão Médio para os automóveis do Distrito Federal, adotou-se a abordagem preconizada pela Calculadora de Emissões

Evitadas e Removidas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, Way Carbon, 2024). Nesse contexto, a metodologia baseia-se na análise da distribuição percentual de automóveis categorizados conforme o tipo de combustível utilizado. A partir dessa distribuição, foi possível determinar um Fator de Emissão em gramas de CO<sub>2</sub> equivalente por quilômetro percorrido<sup>3</sup> (gCO<sub>2</sub>e/km).

---

<sup>3</sup>“Para combustíveis renováveis, como biodiesel e etanol, somente a emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O é considerada no cálculo das emissões evitadas. O CO<sub>2</sub> emitido é chamado de biogênico e considera-se que o carbono emitido em formato de CO<sub>2</sub> é retirado da atmosfera durante o ciclo de vida da biomassa que origina o biocombustível (...).”(BNDES, WayCarbon 2024, p. 16)

### 2.1.1. Projetos de ciclovias e calçadas

Para estimar a redução de emissões resultantes de projetos de mobilidade ativa, são calculadas as emissões evitadas com deslocamentos em meios de transporte poluentes, decorrentes da oferta de uma infraestrutura de transporte não poluente, como ciclovias e calçadas. Para isso, considera-se a população influenciada diretamente pelo projeto de acordo com os padrões de deslocamento obtidos por meio dos dados da Pesquisa Distrital de Amostra de Domicílios e a adoção de uma área de influência em um raio de 500 metros da infraestrutura proposta para calçadas e de 1 quilômetro para ciclovias.

Para definir a população afetada pelo projeto, deve-se primeiro encontrar a quantidade de residências dentro da área de influência com base nos dados de domicílios do IBGE (Cadastro Nacional de Endereços para fins Estatísticos- CNEF-Censo 2022<sup>4</sup>). Esse será o dado de entrada na ferramenta de cálculo.

A ferramenta multiplica tal dado pela taxa de ocupação média de domicílios naquela Região Administrativa (RA). Dessa forma, é possível estimar a quantidade de pessoas que vivem dentro da área de influência do projeto. Com base na população que será impactada pela infraestrutura, a ferramenta calcula a distribuição modal de deslocamentos da RA, conforme os dados da PDAD e seleciona o percentual da população que hoje se desloca a pé ou em bicicleta para trabalho ou estudo. Dessa forma, obtém-se uma estimativa do potencial de usuários da nova infraestrutura.

Com base na estimativa do número de pessoas que se espera que utilizem a infraestrutura, a ferramenta estima a distribuição modal poluente daquela população no cenário base sem a infraestrutura. Utilizando essa distribuição, realiza-se o cálculo das emissões associadas a esse grupo específico de usuários da infraestrutura. Para tal cálculo, são empregados dados referentes às distâncias médias de deslocamento, bem como os Fatores de Emissão conforme descritos no APÊNDICE II: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Cálculo do Fator de Emissão de Gases de Efeito Estufa dos Veículos do Distrito Federal). Desta maneira, é possível estimar as emissões

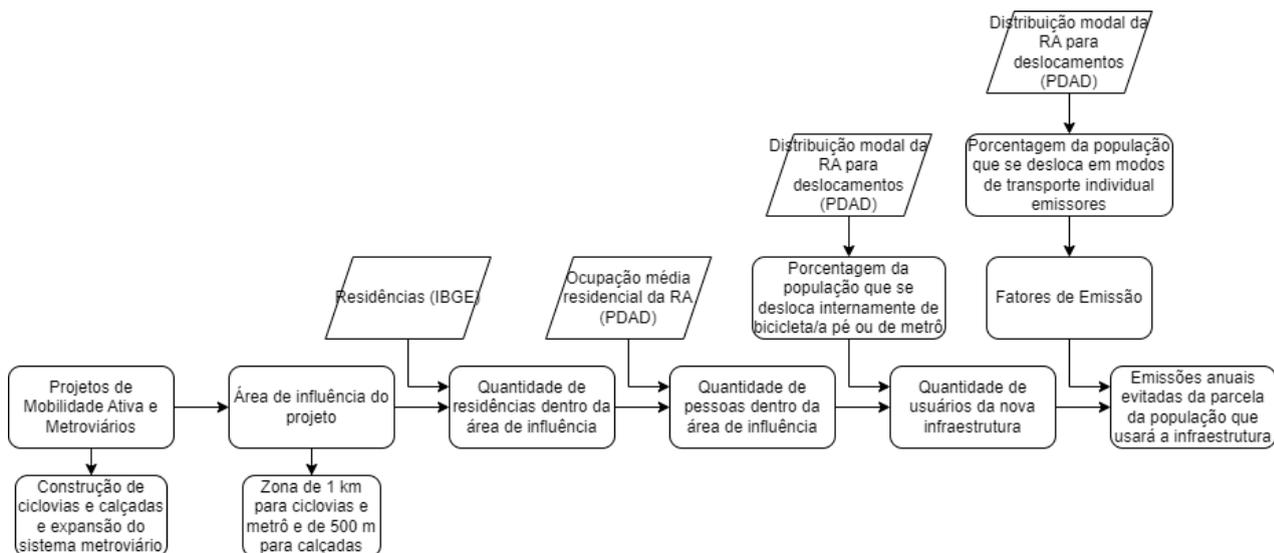
---

<sup>4</sup>Disponível em :

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/38734-cadastro-nacional-de-enderecos-para-fins-estatisticos.html?=&t=downloads>

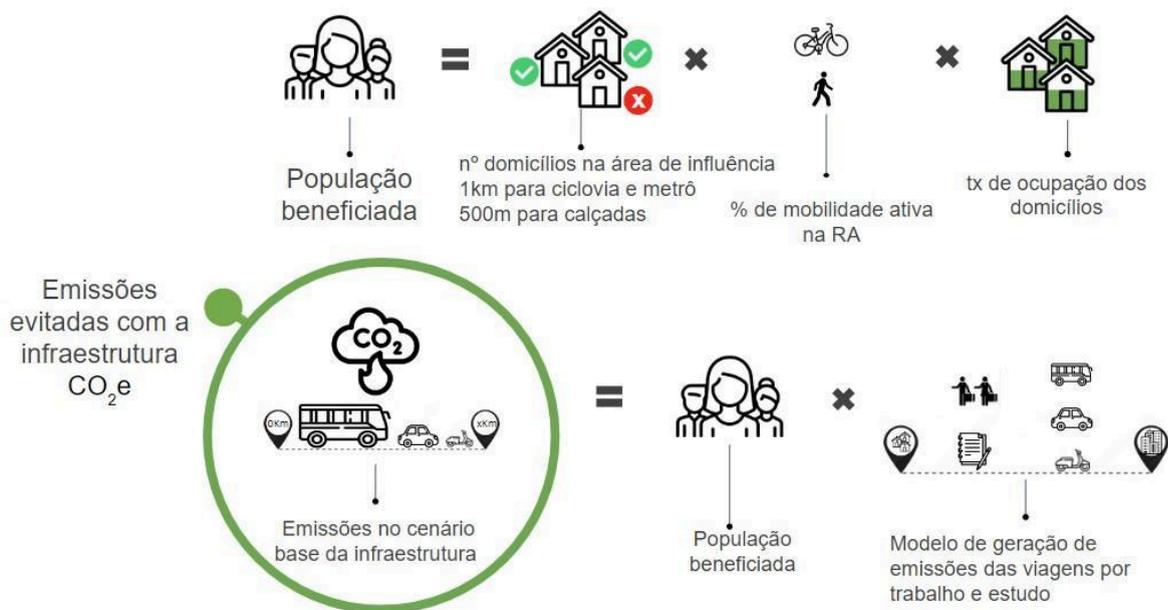
provenientes dessa parcela da população e, por conseguinte, quantificar as emissões que seriam evitadas com a implementação da nova infraestrutura de mobilidade ativa.

Diagrama 2. Estimativa de emissões evitadas da infraestrutura de mobilidade ativa



Fonte: Elaboração Própria, 2024

Diagrama 3. Pictograma de estimativa de emissões evitadas com infraestrutura de mobilidade ativa



Fonte: Elaboração Própria, 2024

**Dados de entrada para a ferramenta de cálculo:**

1. Região Administrativa;
2. Domicílios na área de influência da infraestrutura de mobilidade ativa: selecionar a quantidade de domicílios em um raio de 500m a 1km da infraestrutura com base no Cadastro Nacional de Endereços para fins Estatísticos- CNEF- Censo 2022.

**Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:**

- Cálculo E1(domicílios beneficiados) = Domicílios na área de influência x taxa de ocupação/domicílios x % de viagens não motorizadas na RA;
- **RESULTADO: Emissões Evitadas (tCO2e/ano) = emissões do deslocamento dos domicílios beneficiados (E1).**

A limitação inerente ao método delineado neste cálculo reside na ausência de dados sobre a taxa de migração modal no Distrito Federal, o que permitiria calcular o acréscimo de novos usuários dos modos de transporte ativos após a implementação da infraestrutura.

## 2.1.2. Implantação de Faixas Exclusivas de Transporte Coletivo

Para os cálculos das emissões evitadas com corredores de ônibus e faixas exclusivas parte-se da ideia da economia do consumo de combustível decorrente da prioridade do fluxo do transporte coletivo.

Em primeiro lugar, é preciso conhecer a quantidade de linhas de ônibus que passam pelo local de implantação do projeto e a extensão média do projeto percorrida por essas linhas. De posse das linhas, da extensão que cada linha percorre na área em que o projeto será implantado e da quantidade de viagens que cada linha realiza semanalmente, pode-se estimar a quantidade de quilômetros percorridos conforme a Equação 1.

$$TKM = \sum_i E_i N_i \quad (1)$$

em que,

TKM = Total de quilômetros percorridos na área em que o projeto será implantado (km/dia);

$E_i$  = Extensão que a linha de ônibus  $i$  percorre na área do projeto (km/viagem);

$N_i$  = Número de viagens diárias da linha de ônibus  $i$  (viagens/dia).

Sobre essa quilometragem, a ferramenta de cálculo calcula a diferença entre o fator de emissão do veículo selecionado em trânsito normal e em faixa exclusiva.

**Diagrama 4. Pictograma de estimativa de emissões evitadas com faixas exclusivas de transporte coletivo**



**Dados de entrada para a ferramenta de cálculo:**

1. Extensão média da infraestrutura percorrida por essas linhas (km);
2. Número de viagens semanais das linhas de ônibus que circulam na região da futura faixa exclusiva;
3. Tipo de veículo no cenário base;
4. Tipo de veículo com a faixa exclusiva.

**Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:**

- Cálculo E1 (km percorrida/ano) = Extensão da infraestrutura (KM) x Quantidade de linhas no percurso x Número de viagens semanais x nº de semanas ano;
- Cálculo E2 = E1 x fator de emissão do veículo selecionado em trânsito normal;
- Cálculo E3 = E1 x fator de emissão do veículo selecionado em faixa exclusiva;
- **RESULTADO: Emissões Evitadas (tCO2e/ano) = E2-E3.**

A limitação inerente ao método adotado reside na ausência de dados sobre a taxa de migração modal no Distrito Federal, o que permitiria calcular o acréscimo de novos usuários do sistema de transporte coletivo após a implementação da faixa exclusiva e dos ganhos de tempo de deslocamento.

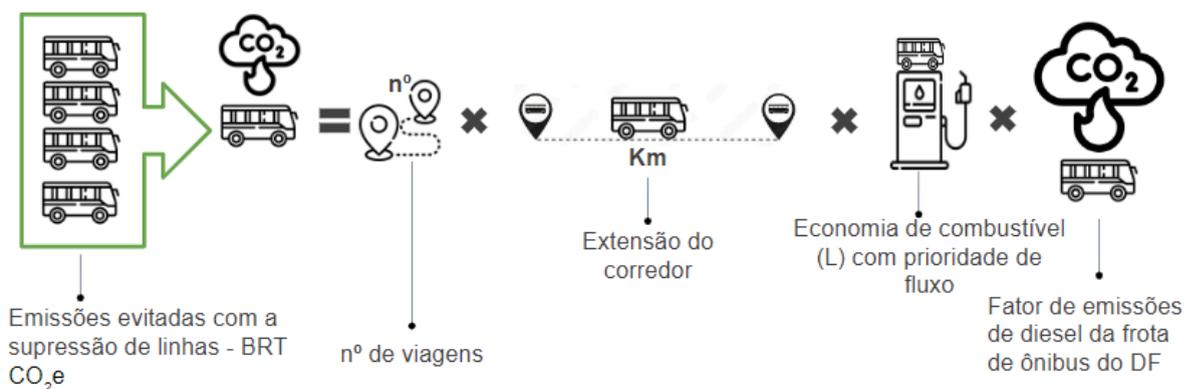
### 2.1.3. Construção de BRT

Para os cálculos das emissões evitadas com sistemas BRT, parte-se não apenas da economia do consumo de combustível com veículos mais eficientes e com maior velocidade e fluidez, mas também avalia-se a redução de linhas e trajetos percorridos com a otimização da malha de transporte.

Em primeiro lugar, é preciso conhecer a quantidade de linhas de ônibus que passam pelo local de implantação do projeto e a extensão do projeto percorrida por essas linhas. Os estudos de tráfego que costumam acompanhar o projeto funcional do BRT estimam diferentes cenários definindo a quantidade de linhas alimentadoras e troncais tendo como foco o transbordo no terminal de início e de destino do BRT. Tais definições implicam a consideração de um cenário de otimização dos percursos, expresso em um percentual - ver item 6 do APÊNDICE III: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Estimativa de emissões de ônibus).

Utilizando a extensão do corredor do BRT e a porcentagem de otimização dos percursos, a ferramenta calcula a diferença entre o fator de emissão do veículo selecionado em trânsito normal e em corredor de BRT, bem como a redução de quilômetros totais percorridos em razão da otimização das linhas de transporte coletivo. Essa redução implica em mitigação de emissões de GEE uma vez que menos veículos são necessários para transportar a mesma quantidade de passageiros.

Diagrama 5. Pictograma de estimativa de emissões evitadas com implantação de BRT



**Dados de entrada para a ferramenta de cálculo:**

1. Extensão total percorrida pelos ônibus antes da implantação do projeto (computar linhas troncais e alimentadoras do BRT);
2. Redução de km esperada (%);
3. Tipo de veículo no cenário base;
4. % de utilização de ônibus básico/padron no corredor do BRT;
5. % de utilização de ônibus articulado no corredor do BRT.

**Cálculos:**

- Cálculo E1(km percorrida antes/ano) = Extensão da infraestrutura (Km) x Quantidade de linhas no percurso antes x Número de viagens semanais x n° de semanas no ano;
- Cálculo E2 (km evitada com o BRT /ano) = E1 x redução de quilometragem esperada (%);
- Cálculo E3 = E1 x fator de emissão do veículo em operação antes do BRT;
- Cálculo E4a = E2 x % de utilização de ônibus padron x fator de emissão de ônibus padron em BRT;
- Cálculo E4b = E2 x % de utilização de ônibus articulado x fator de emissão de ônibus articulado em BRT;
- **RESULTADO: Emissões Evitadas (tCO2e/ano) = (E3) - (E4a +E4b).**

A limitação inerente ao método adotado reside na ausência de dados sobre a taxa de migração modal no Distrito Federal, o que permitiria calcular o acréscimo de novos usuários do sistema de transporte coletivo após a implementação do BRT.

#### 2.1.4. Expansão do metrô

Para estimar a redução de emissões resultantes da expansão do metrô, são calculadas as emissões evitadas com deslocamentos em modais poluentes, decorrentes da utilização dessa infraestrutura.

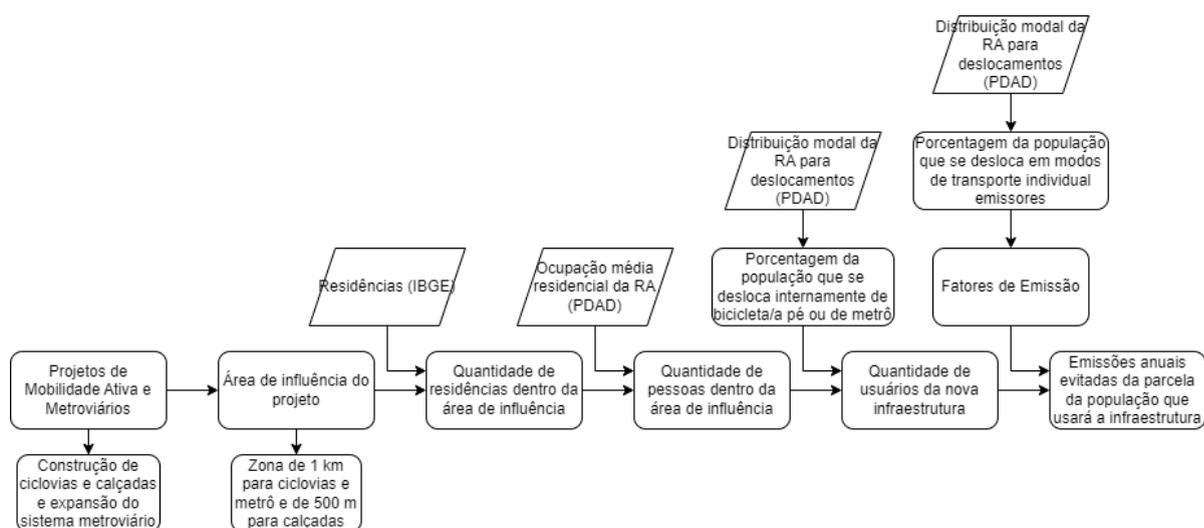
Para isso, considera-se a população influenciada diretamente pelo projeto de acordo com os padrões de deslocamento obtidos por meio dos dados da Pesquisa Distrital de Amostra de Domicílios e a adoção de uma área de influência em um raio de 1 km da infraestrutura de metrô. Para definir a população afetada pelo projeto, deve-se primeiro encontrar a quantidade de residências dentro da área de influência adotada com base nos dados de domicílios do IBGE (Cadastro Nacional de Endereços para fins Estatísticos - CNEF- Censo 2022). Esse será o dado de entrada na ferramenta de cálculo.

A ferramenta multiplica tal dado pela taxa de ocupação média de domicílios naquela Região Administrativa (RA). Dessa forma, é possível estimar a quantidade de pessoas que vivem dentro da área de influência do projeto. Com base na população que será impactada pela infraestrutura, a ferramenta calcula a distribuição modal de deslocamentos da RA, conforme os dados da PDAD e seleciona o percentual da população que hoje se desloca em metrô para trabalho ou estudo. Dessa forma, obtém-se uma estimativa do potencial de usuários da nova infraestrutura.

Com base na estimativa do número de pessoas que se espera que utilizem a infraestrutura, a ferramenta estima a distribuição modal poluente daquela população no cenário base sem a infraestrutura. Utilizando essa distribuição, realiza-se o cálculo das emissões associadas a esse grupo específico de usuários da infraestrutura. Para tal cálculo, são empregados dados referentes às distâncias médias de deslocamento, bem como os Fatores de Emissão conforme descritos na APÊNDICE II: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Cálculo do Fator de Emissão de Gases de Efeito Estufa dos Veículos do Distrito Federal). Desta maneira, é possível estimar as emissões provenientes dessa parcela da população e, por conseguinte, quantificar as emissões que seriam evitadas com a implementação da nova infraestrutura.

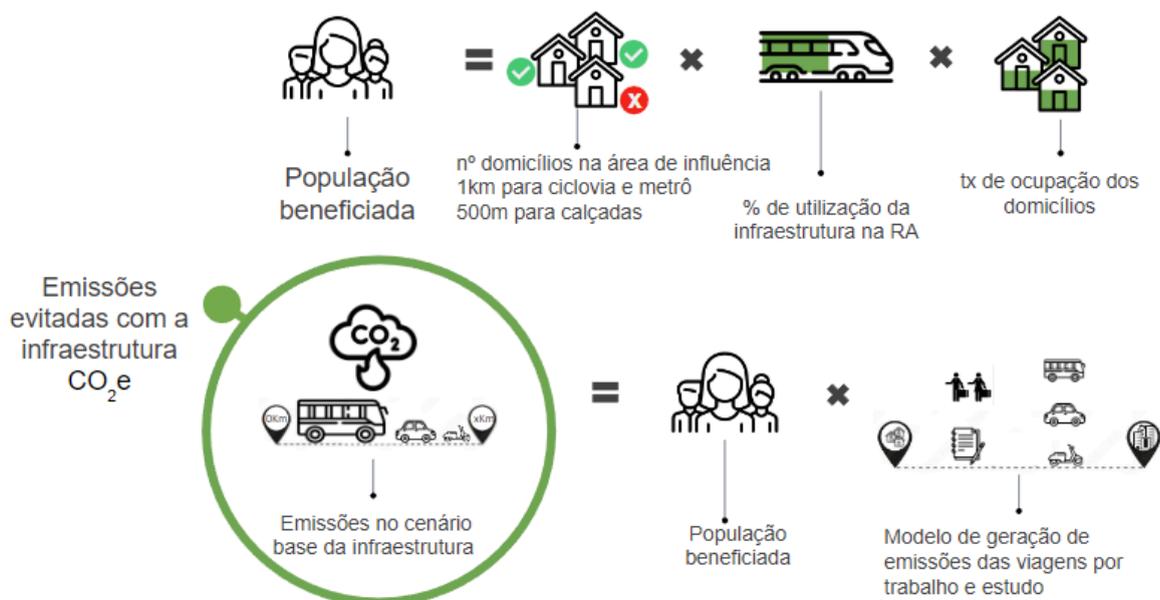
Os dados de consumo energético do metrô<sup>5</sup> permitiram calcular um fator médio de consumo por km. Ao informar a extensão da ampliação do metrô, a ferramenta calcula as emissões adicionais decorrentes do consumo energético derivado dessa ampliação do sistema. Tais emissões adicionais serão abatidas das emissões evitadas.

**Diagrama 6. Estimativa de emissões evitadas com a implantação do metrô**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

**Diagrama 7. Pictograma de estimativa de emissões evitadas com infraestrutura de metrô**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

<sup>5</sup> informados por meio do Processo SEI 04031-00000012/2024-68.

A limitação inerente ao método adotado reside na ausência de dados sobre a taxa de migração modal no Distrito Federal, o que permitiria calcular o acréscimo de novos usuários do metrô. Igualmente, só é possível realizar a avaliação nas Regiões Administrativas com dados de utilização do metrô.

**Dados de entrada da ferramenta de cálculo:**

1. Região Administrativa;
2. Domicílios na área de influência: selecionar a quantidade de domicílios em um raio de 1 km da infraestrutura com base no Cadastro Nacional de Endereços para fins Estatísticos - CNEF- Censo 2022.

**Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:**

- Cálculo E1 (pessoas beneficiadas) = Domicílios na área de influência x taxa de ocupação/domicílios x % de viagens de metrô na RA;
- Cálculo E2 (emissões evitadas do deslocamento)= emissões do deslocamento dos domicílios beneficiados (E1);
- Cálculo E3- emissões decorrentes do uso de energia do metrô= 61,67 tCO<sub>2</sub>/km/ano);
- **RESULTADO: Emissões Evitadas (tCO<sub>2</sub>e/ano) = E2-E3.**

### 2.1.5. Projetos de ampliação viária

Para projetos de ampliação viária são analisadas as emissões adicionais como resultado do aumento das viagens no território (VKV) gerado pelo aumento da extensão da malha viária ou pela ampliação da malha viária existente com novas faixas de rolamento.

O VKV representa a quantidade total de quilômetros percorridos por todos os veículos em uma determinada área durante um período de tempo específico e sua elasticidade apresenta as alterações anuais dos quilômetros percorridos por veículo em razão das ampliações viárias. Diferentes estudos determinaram que a elasticidade estimada do VKV em relação à ampliação viária é aproximadamente 1, o que indica que as novas estradas urbanas levam a um aumento proporcional no tráfego total - ver APÊNDICE IV: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Fundamentação teórica sobre a utilização do VKV na avaliação das emissões de novas ampliações viárias).

A ferramenta de cálculo requer como dados de entrada contagem volumétrica de veículos longos (caminhões, carretas, ônibus), veículos médios (automóveis) e veículos pequenos (motos), que são comumente captados pelos aparelhos instalados em rodovias e vias urbanas. Os dados da contagem diária podem ser simplificados em dados em dias típicos. Com base na média do volume de tráfego em dias típicos é possível estimar o volume anual (em 250 dias úteis) do tráfego em um ponto da via ou da rodovia que sofrerá intervenção. Esse será o dado de entrada da ferramenta de cálculo.

Também deverá ser especificada a quantidade de faixas de rolamento antes e depois da intervenção e a respectiva extensão da alteração viária.

Na ausência de dados sobre a contagem volumétrica de uma via, ou em se tratando de projeto de nova via em determinada localidade, a Tabela Auxiliar constante da ferramenta de cálculo poderá ser utilizada para simular a quantidade de viagens por modal de determinada localidade com base na quantidade de domicílios da área de influência do projeto.

Para isso, considera-se a população influenciada diretamente pelo projeto aquela em uma área de influência em um raio de 2km da infraestrutura proposta. A quantidade de domicílios dentro da área de influência adotada pode ser obtida com

base nos dados de domicílios do IBGE (Cadastro Nacional de Endereços para fins Estatísticos- CNEF- Censo 2022<sup>6</sup>).

Como resultado da Tabela Auxiliar, são geradas informações sobre a quantidade de viagens por dia nos meios de transporte poluentes (carros, motos e ônibus), bem como o destino da viagem. Esse dado deverá ser multiplicado por 250 dias úteis, já que a ferramenta de cálculo demanda valores anuais. Destaca-se que a estimativa utilizando a Tabela Auxiliar não capta o tráfego de carga na futura via urbana, apresentando valores subdimensionados de emissões adicionais.

### **Dados de entrada da ferramenta de cálculo:**

#### Situação atual

- N° atual de faixas de rolamento da via;
- Contagem volumétrica (média anual) em um ponto da via que será ampliada:
  - Média anual de veículos longos (caminhões, carretas, ônibus): v1;
  - Média anual de veículos médios (automóveis): v2;
  - Média anual de veículos pequenos (motos): v3.

#### Situação proposta

- Quantidade de novas faixas de rolamento criadas;
- Extensão da ampliação viária (km);
- VKV: campo preenchível com valor default=1;

### **Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:**

- Cálculo E1 (emissões/km na situação atual por faixa de rolamento) =  $[(v1 \times \text{fator de emissão médio para caminhões e ônibus}) + (v2 \times \text{fator de emissão médio para automóveis}) + (v3 \times \text{fator de emissão médio para motos})] / n^\circ$  atual de faixas de rolamento da via;
- Cálculo E2 (emissões/km com a ampliação viária) = E1 x VKV x Quantidade de novas faixas de rolamento criadas x Extensão da ampliação viária (km)

---

<sup>6</sup>Disponível em :

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/38734-cadastro-nacional-de-enderecos-para-fins-estatisticos.html?=&t=downloads>

- **RESULTADO: Emissões Adicionais (tCO<sub>2</sub>e/ano) = E1 x VKV x Quantidade de novas faixas de rolamento criadas x Extensão da ampliação viária (km)**

Diagrama 8. Pictograma de estimativa de emissões adicionais com ampliação viária



## 2.2 Projetos que implicam mudança de uso do solo e urbanização

### 2.2.1. Parcelamento do solo

**Projetos de expansão urbana** com criação de novos bairros, sejam de iniciativa pública, sejam de iniciativa privada, implicam o surgimento de novas viagens nos deslocamentos casa-trabalho/estudo, assim como a supressão da cobertura vegetal, nas áreas que serão urbanizadas. Tais variáveis são calculadas como as emissões adicionais na ação governamental de parcelar ou aprovar parcelamentos. O cálculo é feito utilizando o Modelo de Cálculo de Emissões decorrentes das Viagens por motivo de trabalho ou estudo - ver APÊNDICE I: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MOBILIDADE E TRANSPORTE (Estimativa de emissões do deslocamento por motivo de trabalho ou estudo nas Regiões Administrativas do DF).

Com base nos dados da localização do empreendimento, da quantidade de unidades habitacionais oferecidas em cada projeto (e respectiva taxa de ocupação domiciliar também obtida com dados da PDAD), ou do número de moradores do empreendimento, são calculadas as viagens futuras com meios de transporte poluentes (carros e ônibus) acrescentadas com a expansão urbana, a partir do comportamento do deslocamento da população naquela localidade.

Entendendo-se que a população que irá habitar esses novos bairros já reside no DF em outras moradias, o consumo energético e a geração de resíduos não são computados como novas emissões, apenas as viagens que passam a existir com a expansão urbana<sup>7</sup>. Caso se tratassem de bairros para acomodar imigrantes, consumo energético e geração de resíduos por habitante deveriam ser calculados.

No caso de **parcelamentos em área urbana consolidada**, a realocação da população urbana ocorreu apenas com redistribuição dos fluxos captados pela PDAD, sem implicar, em média, aumento de distâncias viajadas. No caso de

---

<sup>7</sup> Quanto a isso, existe uma problemática em se assumir que viagens estão sendo geradas, pois os moradores dos bairros já realizam deslocamentos diários. Entretanto, tais viagens existentes acabam sendo reabsorvidas e redistribuídas no processo contínuo de migração interna no DF. A atualização constante da Pesquisa Distrital de Amostra de Domicílios, que é a base do modelo de geração de viagens, capta bianualmente essa dinâmica.

projetos com expansão urbana, a realocização no território ocorreu fora do perímetro urbano prévio e por isso computam-se as emissões de novas viagens nos deslocamentos casa-trabalho/estudo.

Com base em tais premissas, novos empreendimentos residenciais criados na malha urbana consolidada e próximos aos postos de trabalho poderiam inclusive evitar emissões, uma vez que deslocamento casa-trabalho poderia ser realizado por modos ativos, não poluentes.

Optou-se por não computar o impacto das emissões decorrentes da construção civil como parte das emissões de novos projetos habitacionais, por seu aspecto pontual e não recorrente.

A ferramenta de cálculo também avalia a perda do estoque de carbono resultante da supressão da cobertura vegetal para o parcelamento do solo (que implicam emissões), assim como a perda das remoções anuais do crescimento da biomassa. Deve-se escolher a vegetação da área antes da intervenção, uma vez que cada formação florestal possui diferentes fatores de estoque de carbono e de remoções anuais de CO<sub>2</sub>e.

**Diagrama 9. Pictograma de estimativa de emissões adicionais com projetos de expansão urbana**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

Diagrama 10. Pictograma de estimativa de emissões adicionais com projetos em áreas consolidadas



Fonte: Elaboração Própria, 2024

Entretanto, é possível incluir a área de vegetação nativa preservada no parcelamento e adicionar a área de florestas urbanas proposta no projeto de urbanismo. Em especial, a área de florestas urbanas constitui mecanismo de compensação das emissões adicionais.

### Dados de entrada da ferramenta de cálculo

#### Escolher o Módulo correspondente - Parcelamento do solo em área consolidada ou Parcelamento do solo em expansão urbana

- Região Administrativa;
- Área (ha) do parcelamento;
- Tipo de vegetação na área de projeto;
- Domicílios ou população;
- Área de vegetação nativa preservada no projeto (ha);
- Área de florestas urbanas plantadas no projeto (ha);

#### Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:

- **Perda do estoque de carbono (tCO<sub>2</sub>e)- Emissões adicionais**
  - Cálculo E1 = Área (ha) do parcelamento x fator de remoção do tipo de vegetação na área de projeto
- **Emissões adicionais (tCO<sub>2</sub>e/ano) = E2+E3**
  - Cálculo E2 (Emissões derivadas da supressão vegetal): = Área x fator de remoção do tipo de vegetação;

- Cálculo E3 (Emissões do deslocamento casa-trabalho) = emissões computadas no Modelo de Geração de Emissões decorrentes das Viagens por motivo de trabalho ou estudo;
- **Remoções (tCO<sub>2</sub>e/ano) = R1+R2**
  - Cálculo R1= Área de Vegetação nativa preservada no projeto x fator de remoção do tipo de vegetação na área de projeto;
  - Cálculo R2 = Área de florestas urbanas plantadas no projeto x fator de remoção de florestas urbanas.
- **RESULTADO Parcelamento do solo em expansão urbana: Emissões adicionais líquidas (tCO<sub>2</sub>e/ano) = E2+E3-R1-R2;**
- **RESULTADO Parcelamento do solo em área consolidada: Emissões adicionais líquidas (tCO<sub>2</sub>e/ano) = E2-R1-R2<sup>8</sup>**

Considerando a importância de projetos habitacionais governamentais voltados às diferentes faixas de renda no DF, a ferramenta de cálculo oferece alternativas de simulação de contrapartidas voltadas a compensar as emissões inerentes ao processo de urbanização. Foram selecionadas ações relacionadas à compostagem e utilização de fontes de energia renováveis, como sugestões de compensação das emissões adicionais, no caso de projetos que impliquem expansão urbana. As estimativas adotam os fatores de consumo energético e de geração de resíduos de cada Região Administrativa, conforme identificado no item 6 do APÊNDICE VII: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE CONSUMO ENERGÉTICO (Estimativas do Fator de Emissão de GEE do consumo energético do Distrito Federal) e item 5 do APÊNDICE VIII: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE RESÍDUOS (Estimativas emissões de geração de resíduos sólidos).

### **Cálculos para efeito de compensação**

- 1) Compensação de consumo energético com sistema fotovoltaico incorporado às edificações, com base no padrão de emissões por RA constante do item 6 do APÊNDICE VII: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE CONSUMO ENERGÉTICO (Estimativas do Fator de Emissão de GEE do consumo energético do Distrito Federal)

---

<sup>8</sup> Não serão geradas viagens adicionais para empreendimentos em área consolidada.

- Dado de entrada D1- Definir o percentual do consumo a ser compensado:%;
  - **RESULTADO: Emissões evitadas (tCO<sub>2</sub>e/ano).**
- 2) Compensação pela compostagem domiciliar de matéria orgânica (resíduos de alimentos/podas), com base no padrão de emissões por RA constante do item 5 do APÊNDICE VIII: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE RESÍDUOS (Estimativas emissões de geração de resíduos sólidos);
- Dado de entrada D2- Definir o percentual de compostagem a ser compensado:%;
  - **RESULTADO: Emissões evitadas (tCO<sub>2</sub>e/ano).**

Para esses projetos, a atualização bienal da Pesquisa Distrital de Amostra de Domicílios permitirá observar modificações nos padrões de deslocamento (seja em relação aos modais utilizados seja em relação aos locais de trabalho), o que permite um processo de atualização contínuo das formas de cálculo que identificam inclusive tendências de migração modal e alterações na geografia econômica do DF.

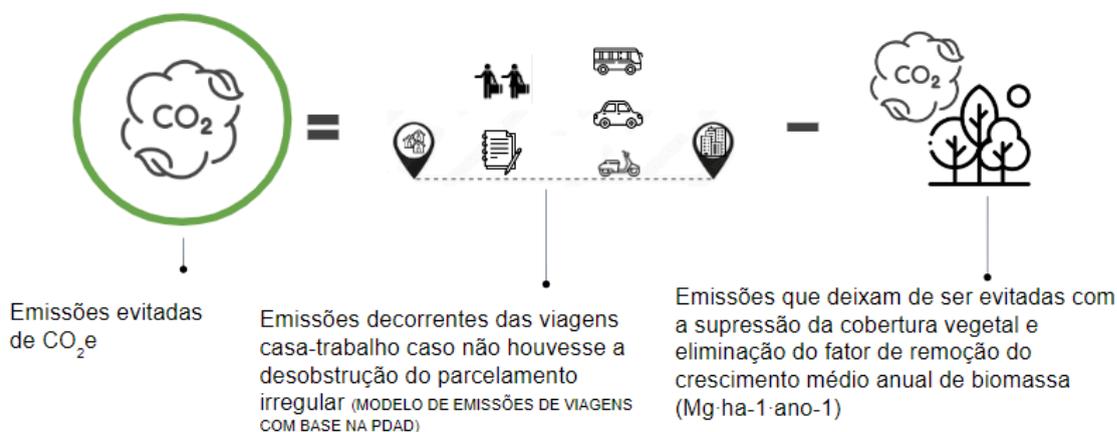
## 2.2.2. Ação de combate à Grilagem

Trata-se de um módulo destinado a avaliar as emissões evitadas oriundas das ações de fiscalização no combate ao parcelamento irregular. Como mencionado nos relatórios anteriores, o parcelamento irregular representa um importante elemento no desmatamento da vegetação nativa do DF e vem ampliando a mancha urbana, gerando numerosos impactos ambientais, entre os quais o aumento do deslocamento no território que acentua as emissões de gases de efeito estufa, uma vez que o transporte rodoviário é responsável por uma parcela expressiva de gases de efeito estufa no DF.

A ferramenta de cálculo aplica o Modelo de Geração de Emissões decorrentes das Viagens por motivo de trabalho ou estudo (APÊNDICE I), tendo como referência a estimativa de domicílios do parcelamento irregular caso se consolidasse. Tal cálculo é realizado mediante o fornecimento dos dados da área desobstruída e a estimativa de tamanho médio dos lotes que estavam sendo demarcados.

A ferramenta exclui das emissões evitadas as emissões adicionais resultantes da supressão da cobertura vegetal que ocorre no processo embrionário de parcelamento, seja abertura de arruamento, ou limpeza de terrenos para início da edificação.

**Diagrama 11. Pictograma de estimativa de emissões evitadas pela ação de combate ao parcelamento irregular**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

**Dados de entrada da ferramenta de cálculo:**

- Região Administrativa;
- Área desobstruída (ha);
- Situação da área após a desobstrução: selecionar uma cobertura vegetal entre as opções fornecidas;
- Tamanho médio dos lotes na área: estimar o tamanho médio dos lotes que estavam sendo demarcados;

**Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:**

- Cálculo E1 (Emissões derivadas da supressão vegetal): Área desobstruída x fator de emissão da situação após desobstrução;
- Cálculo Ev1 (Emissões do deslocamento casa-trabalho evitadas pela não consolidação do parcelamento): Área desobstruída/Tamanho médio dos lotes na área = n° de domicílios que serão rodados no Modelo de Geração de Emissões decorrentes das Viagens por motivo de trabalho ou estudo;
- **RESULTADO: Cálculos de Emissões evitadas líquidas (tCO<sub>2</sub>e/ano) = Ev1-E1.**

### 2.2.3. Projeto de recuperação de áreas degradadas e arborização urbana

Ações relacionadas à recuperação de áreas degradadas, ao plantio de árvores em ambiência urbana, além de práticas de recuperação de pastagens degradadas (PRPD) e florestas plantadas na zona rural são ações governamentais que implicam remoções anuais de CO<sub>2</sub>e, oriundos do crescimento da biomassa das formações arbóreas. A cobertura vegetal constituída por gramados nas áreas urbanas oferece a oportunidade de desenvolvimento de importante ação governamental voltada à mitigação das emissões de outros setores. Entretanto, destaca-se que o plantio não deve ser pontual, com indivíduos arbóreos isolados, e que os projetos devem buscar enriquecer com espécies florestais áreas já arborizadas, qualificando-as como Florestas Urbanas. A arborização deve ser contínua e densa, com espécies que possuam copa, constituindo manchas e corredores ambientais, inclusive com a introdução de espécies florestais de cerrado em novos arranjos mais adaptáveis ao clima regional, observando as demandas por serviços ecossistêmicos em meio urbano. Sempre que possível, sobretudo em meio rural, deve-se permitir a criação de camadas de serrapilheira.

As remoções oriundas de tais projetos serão medidas pela ferramenta de cálculo a partir da área que receberá o plantio multiplicada pelo fator de remoção da formação florestal a ser plantada.

Foram usados fatores de estoque e de remoção do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), bem como fatores das Notas Metodológicas do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)<sup>9</sup>- ver APÊNDICE VIII: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE RESÍDUOS (Estimativas emissões de geração de resíduos sólidos).

---

<sup>9</sup>Disponível em: <<https://seeg.eco.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

**Quadro 1: Fatores de remoção e estoque de carbono utilizados para as classes de vegetação. Fonte: SEGG, (2003) e IPCC (2006, 2014).**

Formação florestal	Fator de remoção tCo2e/ano/ha	Estoque de carbono tCo2e/ha	Descrição	Fonte
Campestre (predominantemente gramíneas nativas)	0,49	91,37	Arbustos e árvores nativas em baixa densidade, com predominância de gramíneas nativas	Fatores IPCC 2006 (Volume 4, Capítulo 2, equação 2.9)
Savânica (cerrado típico com poucas gramíneas)	0,49	151,51	Cerrado típico, com maior densidade de arbustos e árvores nativas, menor cobertura de gramíneas nativas	Fatores IPCC 2006 (Volume 4, Capítulo 2, equação 2.9)
Floresta Nativa (Espécies arbóreas, Cerradão e Matas Galerias)	1,17	261,87	Espécies arbóreas e cujo dossel apresenta formação contínua, dentre elas o Cerradão e Matas Galerias	Fatores IPCC 2006 (Volume 4, Capítulo 2, equação 2.9)
Florestal Urbana (Espécies arbóreas contínuas)	2,8	71,42	Florestas urbanas plantadas apresentavam mais de 20 anos, com potencial de atingirem 0,04 ha de área de cobertura florestal	Fatores IPCC 2006 (Volume 4, Capítulo 2, equação 2.9)
Jardins e gramados urbanos	0	0,00	Cobertura verde exótica sem a presença predominante de árvores e arbustos	Elaboração própria
Área agrícola	1,27	18,33	Área agrícola	Nota Metodológica MUT SEGG 11, 2023, - tabela 5, p. 30
Pastagem	0	27,76	Pastagem	Nota Metodológica MUT SEGG 11, 2023, - tabela 5, p. 31
Mosaico de Agricultura e Pastagem	1,27	18,33	Mosaico de Agricultura e Pastagem	Nota Metodológica MUT SEGG 11, 2023, - tabela 5, p. 32
Sem cobertura vegetal	0	0,00	Sem cobertura vegetal	Elaboração própria

Fonte: Elaboração Própria, 2024

Como dados de entrada, deve-se fornecer a área objeto da intervenção e deve ser selecionado o tipo de vegetação antes e depois da intervenção. A ferramenta de cálculo utilizará os fatores de ganho/perda do estoque de carbono do

Quadro 1, bem como os fatores de remoções ou emissões adicionais de cada transformação de uso do solo.

As equações a seguir são uma simplificação dos cálculos de emissões comumente usados pelo IPCC decorrentes da mudança no uso da terra e do uso remanescente da terra nas florestas:

$$E1 = A \cdot (\gamma_2 - \gamma_1) \quad (1)$$

$$E2 = A \cdot R \quad (2)$$

Onde:

**E** representa as emissões ou remoções líquidas de CO<sub>2</sub>e da categoria de uso do solo,

**A** representa a área total mapeada da categoria de uso da terra (em hectares),

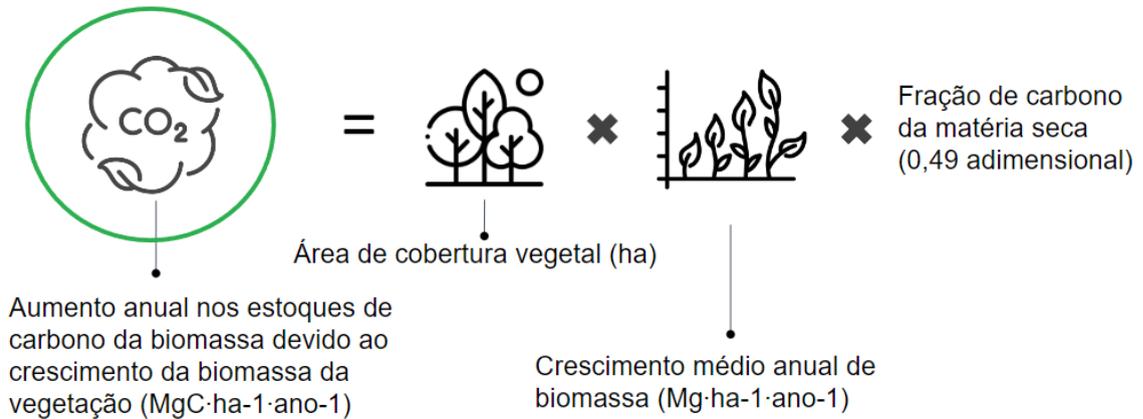
**γ** representa o fator de mudança nos estoques de carbono, devido a distúrbios induzidos pelo homem, como desmatamento ou florestamento com estoques de carbono.

**R** representa os fatores de remoções (-) ou emissões (+) de CO<sub>2</sub> da categoria de uso da terra devido ao sequestro de carbono pelo crescimento da vegetação.

**A Equação (1)** é uma representação simplificada do balanço de carbono numa determinada categoria de uso do solo no ano em que ocorre a mudança da cobertura da terra. Considera as mudanças nos estoques de carbono resultantes de mudanças no uso da terra (por exemplo, desmatamento, florestamento), isto é, a quantidade de carbono liberada ou absorvida para a atmosfera nesse processo.

Já a **Equação (2)** apresenta o fator de incremento de remoção de gases de efeito estufa das florestas remanescentes.

**Diagrama 12. Pictograma de estimativa de remoções decorrentes do projeto de recuperação de áreas degradadas e arborização urbana**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

#### Dados de entrada da ferramenta de cálculo:

- Área (ha) a ser recuperada/plantada;
- Tipo de vegetação a ser plantada: selecionar uma cobertura vegetal entre as opções fornecidas;

#### Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:

##### **RESULTADO: Remoções (tCO<sub>2</sub>e/ano)**

- Cálculo R1= Área de Vegetação plantada no projeto x fator de remoção do tipo de vegetação;

##### **RESULTADO: Ganho do estoque de carbono (tCO<sub>2</sub>e)**

- Cálculo R2 (aumento do estoque de carbono da vegetação plantada no projeto) = Área de vegetação no projeto x fator de estoque do tipo de vegetação;

Cabe destacar que os resultados relacionados à remoção de GEE dependerão do manejo do solo, das técnicas de plantio, das espécies plantadas bem como do tempo de crescimento de cada espécie, em torno de 5 a 20 anos.

## 2.2.4. Práticas de baixo carbono

Esse módulo procura aferir o impacto da introdução de um novo tipo de manejo da cobertura do solo na redução das emissões de GEE. São oferecidas práticas de manejo do solo de baixo carbono, capazes de fornecer aos tomadores de decisão uma ferramenta para mensurar e gerir de forma mais efetiva as emissões.

Existem práticas agrícolas que recompõem o reservatório de biomassa e restauram a capacidade dos solos como sumidouros de carbono, sendo, portanto, tecnologias mitigadoras de emissões de carbono, tais como: Sistemas de Plantio Direto (SPD), Sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Florestas (ILPF), reflorestamento (RF), práticas conservacionistas (PC), uso de inoculantes para Fixação biológica de Nitrogênio (FBN), recuperação de pastagens degradadas (RPD), inoculação por micorrizas<sup>10</sup>, manejo racional de pastagens, plantio de culturas perenes, uso adequado de fertilizantes químicos e adubos orgânicos, adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs), tratamento sanitário de dejetos e resíduos (TDR) orgânicos, com aproveitamento energético do biogás, entre outros.

A ferramenta de cálculo permite estimar os benefícios ou aumento das emissões em situações de alteração de práticas agrícolas. Nesse módulo, não são avaliadas mudanças relacionadas à restauração da vegetação nativa ou decorrente da introdução de floresta nativa plantada, cuja avaliação é feita no Módulo “Projeto de recuperação de áreas degradadas e arborização urbana”.

Para as estimativas de remoção foram utilizados os fatores constantes do APÊNDICE VI: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE MUDANÇA DE USO DO SOLO E URBANIZAÇÃO (Práticas de manejo do solo de baixo carbono).

Como dados de entrada, deve-se fornecer a área objeto da intervenção e deve ser selecionado o tipo de prática agrícola antes e depois da intervenção. A ferramenta de cálculo utilizará os fatores de remoção ou emissão para avaliar a transformação de uso ou do manejo do solo.

Utiliza-se a equação abaixo para estimar o incremento de remoção ou de emissão anual de gases de efeito estufa das práticas de atividades agrícolas mais sustentáveis.

---

<sup>10</sup> Associações simbióticas entre fungos e raízes de plantas essenciais na ciclagem de nutrientes e na manutenção da qualidade do solo para recuperação de áreas degradadas.

**Equação  $E = A \cdot R$**  **(3)**

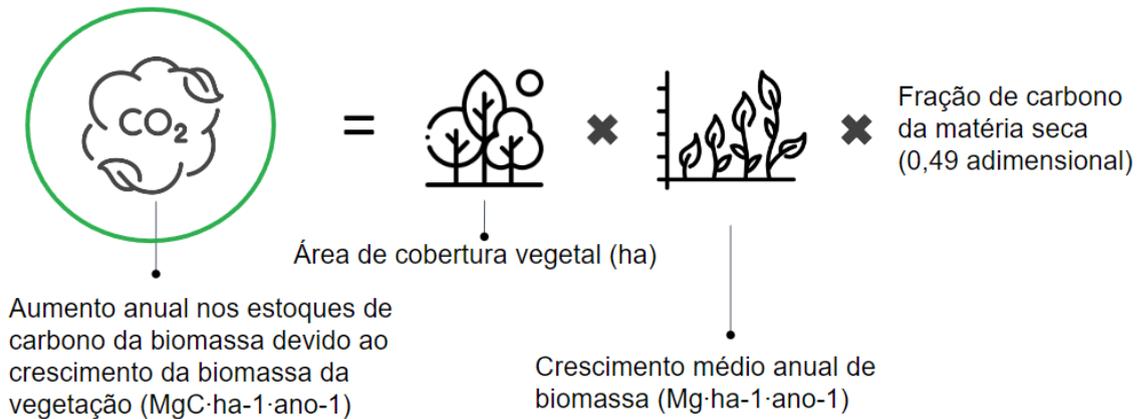
Onde:

**E** representa as emissões ou remoções líquidas de  $\text{CO}_2\text{e}$  da categoria de uso do solo,

**A** representa a área total mapeada da categoria de uso da terra (em hectares).

**R** representa os fatores de remoções (-) ou emissões (+) de  $\text{CO}_2$  da categoria de uso da terra devido ao sequestro de carbono pelas práticas sustentáveis na agropecuária, ou em caso de emissões, das atividades com impacto e degradação do carbono estocado na biomassa vegetal e/ou no solo.

**Diagrama 13. Pictograma de estimativa de remoções decorrentes do projeto de práticas de baixo carbono**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

**Dados de entrada da ferramenta de cálculo:**

- Área ( $\text{ha}$ ) do manejo;
- Tipo de manejo no cenário base: selecionar uma prática agrícola entre as opções fornecidas;
- Tipo de manejo a ser implementado: selecionar uma prática agrícola entre as opções fornecidas.

**Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:**

- **RESULTADO: Remoções (tCO<sub>2</sub>e/ano)** = Área do projeto x fator de remoção do decorrente da mudança do Tipo de manejo no cenário base para o Tipo de manejo a ser implementado.

Não foram encontrados na literatura todos os tipos de mudança de práticas de baixo carbono, o que pode ocasionar mensagens de erro no resultado. Nesses casos, o erro ocorre pela ausência de fatores de emissão para a combinação de práticas selecionadas.

Além disso, os resultados reais relacionados à remoção de GEE dependerão do manejo do solo, das técnicas de plantio, das espécies plantadas, assim como das condições edafo-climáticas.

## 2.3. Projetos relacionados ao consumo energético

São avaliadas medidas para melhorar a eficiência energética na iluminação pública e em edifícios públicos, como a redução do consumo energético de equipamentos e lâmpadas em modelos mais eficientes, e a produção de energia fotovoltaica para alimentar sistemas, como por exemplo o sistema do Metrô/DF.

Neste contexto, a ferramenta de cálculo avalia a economia gerada com os novos equipamentos e componentes em relação ao consumo energético no cenário base. O cálculo da estimativa de emissões depende da disponibilidade de tais dados dos projetos em desenvolvimento, relativos à energia consumida no cenário base e a expectativa de economia gerada.

Os fatores de emissão médios de CO<sub>2</sub> para energia elétrica utilizados no presente trabalho correspondem aos dados apresentados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTIC), que calcula a média das emissões para geração de eletricidade que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN), disponível no sítio do Programa Brasileiro GHG Protocol<sup>11</sup>.

Recomenda-se que, para efeito do cálculo de emissões evitadas de ações que promovam a redução do consumo energético, adote-se o fator de emissão mais próximo ao ano de referência do cenário base tendo em vista que a matriz energética brasileira está sujeita a uma forte variação sazonal em seus fatores de emissão (FE) de acordo com a disponibilidade hídrica dos reservatórios para fornecimento às usinas hidrelétricas.

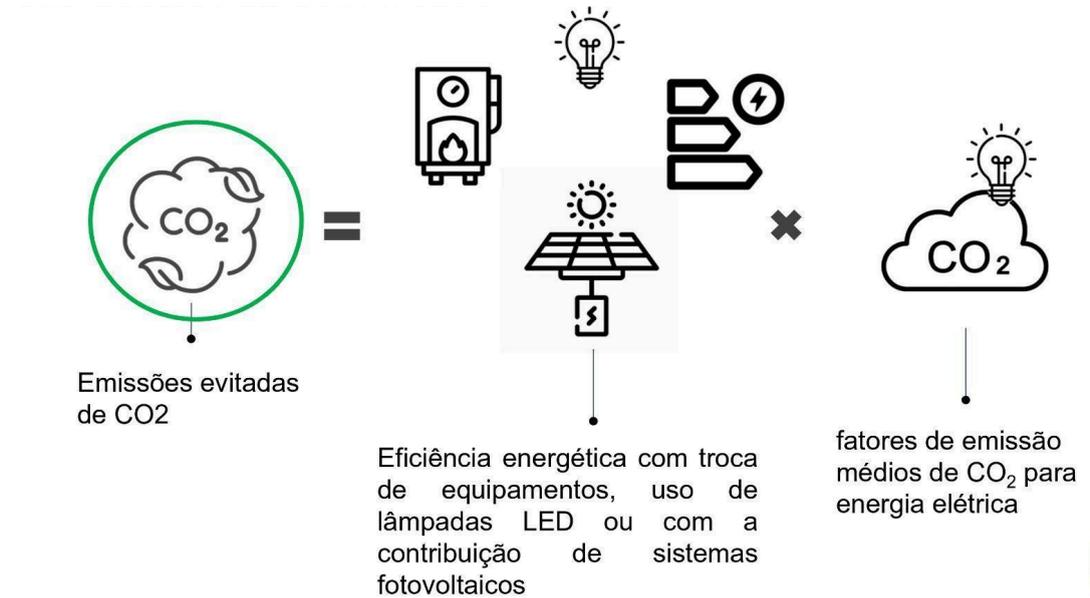
**Tabela 1: Série histórica com Fatores Médios Anuais de Emissão do SIN (tCO<sub>2</sub>/MWh).**

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0,1355	0,1244	0,0817	0,0927	0,0740	0,0750	0,0617	0,1264	0,0426	0,0385

Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol

<sup>11</sup> <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>

Diagrama 11. Pictograma de estimativa de emissões evitadas decorrente do projeto de eficiência energética



Fonte: Elaboração Própria, 2024

#### Dados de entrada da ferramenta de cálculo:

1. Consumo energético no ano base (kWh/ano);
2. Economia energética esperada (%);

#### Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:

- C1 = Consumo energético no ano base (kWh/ano) x Economia energética esperada (%);
- C2 = C1 x 0,0385 (fator médio de emissão do SIN para 2023);
- **RESULTADO Emissões evitadas (tCO<sub>2</sub>e/ano) = C2**

## 2.4. Projetos relacionados à geração de resíduos

Neste item, são avaliados projetos voltados à diminuição de resíduos sólidos urbanos (RSU) lançados anualmente no Aterro Sanitário de Brasília, mediante aumento da compostagem e da reciclagem dos resíduos domiciliares, seja por meio da coleta seletiva de orgânicos e promoção de pátios de compostagem, seja por meio do aumento da taxa de recuperação de resíduos secos, na construção de papa-entulhos para entrega voluntária de entulhos, podas e resíduos recicláveis, implantação de LEVs (local de entrega voluntária) para recepção de resíduos recicláveis e continuar incentivando os centros de triagem.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010, art. 15) previu a necessidade de metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada. Em 2018, entrou em vigor a Lei dos Grandes Geradores, que estabeleceu a responsabilidade pela destinação dos resíduos para os geradores acima de 120 litros por dia. Os resíduos derivados dos Grandes Geradores devem ser transportados apenas pelos autorizados e aterrados no Aterro Sanitário de Brasília somente mediante pagamento ao Serviço de Limpeza Urbana (SLU), de acordo com preços públicos definidos.

Deve-se compreender que a contribuição dos RSU na geração de gases de efeito estufa decorre das emissões provenientes de: (i) combustíveis fósseis utilizados na coleta e transporte dos resíduos sólidos; (ii) queima controlada e não controlada de resíduos de plástico e borracha sem recuperação de energia; e (iii) emissão de metano (CH<sub>4</sub>) proveniente da decomposição de resíduos sólidos orgânicos em vazadouros e aterros sanitários. A emissão de metano pela decomposição de resíduos sólidos orgânicos em aterros controlados e sanitários é um dos maiores contribuintes para as emissões do setor (ISWA, 2010) e, por isso, são necessárias medidas para desviar o componente orgânico dos aterros. Dado que, atualmente, a fração orgânica (restos, perdas de alimentos, podas e etc.) dos resíduos urbanos corresponde, em média, a 50% dos RSU gerados no Brasil revela-se importante o fomento a ações voltadas ao desvio do envio de orgânicos para os aterros e a sistematização dos dados dessas iniciativas.

Os resíduos orgânicos são compostos por restos de alimentos e resíduos de podas, que tendem a se decompor naturalmente em ambientes equilibrados mas que, quando despejados inadequadamente nas áreas urbanas, podem gerar sérios problemas ambientais, incluindo a produção de chorume, a emissão de metano na atmosfera e a propagação de doenças por vetores. Atualmente apenas 20% dos resíduos orgânicos coletados para reciclagem no DF são compostados, isto é, são transformados em adubo orgânico.

Além das iniciativas de compostagem, a promoção da reciclagem dos resíduos domiciliares desempenha um papel fundamental na redução da quantidade de resíduos encaminhados aos aterros sanitários. A reciclagem envolve o processo de coleta, separação e processamento de materiais recicláveis, como papel, plástico, vidro e metal, para que possam ser transformados em novos produtos. Ao aumentar a quantidade de resíduos reciclados, não apenas reduzimos a pressão sobre os aterros sanitários e sobre o meio ambiente, mas também contribuimos para a economia circular, em que os materiais reciclados são reintegrados na cadeia produtiva, reduzindo assim a demanda por recursos naturais e os impactos associados à sua extração e produção.

O cálculo considera os fatores de emissão e remoção do processo de compostagem e reciclagem e as emissões evitadas com a não destinação em aterro de tais resíduos, com base em fatores médios obtidos por meio de simulação das emissões, proporcionais à gravimetria dos resíduos coletados no Brasil e simulados na Ferramenta GRS GEE do Projeto ProteGEEr (BRASIL, 2021). Essa simulação consta do APÊNDICE VIII: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE RESÍDUOS (Estimativas emissões de geração de resíduos sólidos) e considerou a gravimetria, o método de disposição final, existência de tratamento dos resíduos orgânicos, existência de incineração.

Após simulação da composição dos resíduos do DF na ferramenta de cálculo retromencionada, estima-se, para Distrito Federal, o fator de emissão para a disposição final no aterro sanitário de **1,27 t CO<sub>2</sub>e/ano**.

Para efeito das emissões líquidas dos processos de compostagem e reciclagem foram adotados os seguintes fatores.

**FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA 2024**  
Avaliação de emissões de GEE de ações governamentais do DF

**Tabela 2: Resíduos coletados e reciclados nos anos de 2021, 2022 e 2023.**

<b>Tipo de material/coleta</b>	<b>2021(t)</b>	<b>2022 (t)</b>	<b>2023 (t)</b>	<b>Média (2021-2023) (t)</b>
Coleta convencional	729.082,70	696.995,94	710.679,23	712.252,62
Coleta seletiva - Diversos	690,08	655,22	576,52	640,61
Coleta seletiva - Metal	3.317,12	3.137,42	2.774,21	3.076,25
Coleta seletiva - Papel	13.676,41	15.002,38	16.803,19	15.160,66
Coleta seletiva - Plástico	11.826,98	12.512,09	14.185,51	12.841,52
Coleta seletiva - Vidro	6.224,60	5.421,75	53.79,32	5.675,22

Fonte: (SLU, 2023; 2022; 2021)

**Quadro 2: Composição gravimétrica da coleta convencional e seletiva.**

<b>Componentes Coleta Convencional</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Descrição</b>
Resíduos de alimentos	45,2	Resíduos orgânicos gerados antes do consumo (decorrentes da preparação) e depois do consumo (restos, sobras), incluindo quantidades menores de resíduos de carne.
Resíduos de jardins e parques	5	Restos da poda de árvores, troncos e gramados.
Plástico	14,5	Embalagem Longa Vida, Isopor, PET, Plástico Duro, Plástico Filme e Plástico Mole.
Papel	8,4	Papel Branco, Papel Colorido, Papel Misto, Papelão e Jornais, Revistas e Panfletos
Vidro	3,4	Todos tipos de vidro, independe da cor, formato ou espessura, incluindo espelhos. Ex: garrafas, potes e demais materiais fabricados com vidro
Alumínio	0,4	Embalagens com fundo prateado (latas de bebidas e frascos de desodorante).
Metais Ferrosos	1,2	Peças metálicas produzidas com ferro e outros metais, exceto alumínio. Ex: palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios.
Tecido	2,6	Itens de vestuário e tecidos.
Borracha e Couro	0,7	Sapatos e demais peças fabricadas com borracha e couro.
Fraldas (descartáveis)	4	Apenas Fraldas
Madeira	0,8	Móveis de madeira usados e madeira de construção.
Resíduos minerais	0,5	Resíduos que contêm materiais minerais e metais, exceto alumínio e ferro. Ex: fiação elétrica
Outros	13,8	Areias, Pedra, contaminantes biológicos (papel higiênico, absorventes) e especiais

Fonte: (SLU, 2023; 2022; 2021)

**Tabela 3: Fatores de emissão específicos para compostagem e reciclagem.**

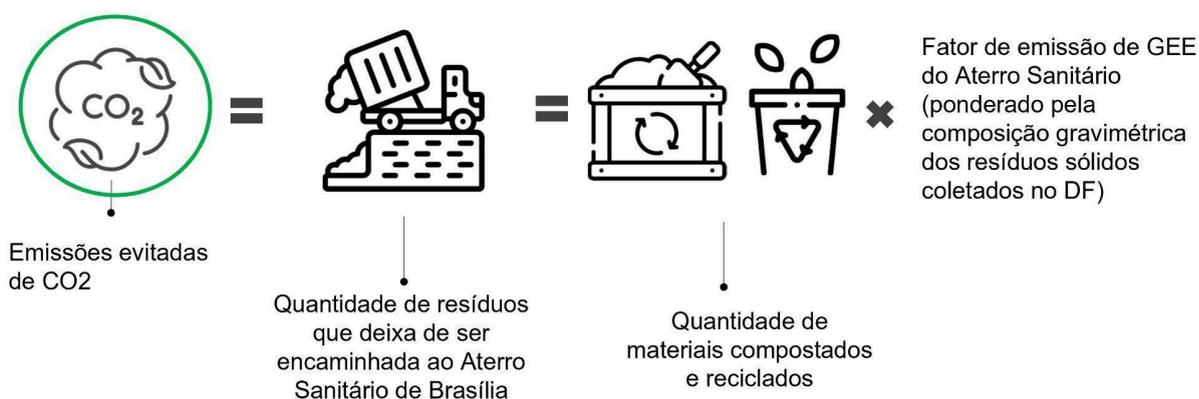
tCO <sub>2</sub> e por tonelada de resíduo (tCO <sub>2</sub> e/t)	Resíduo orgânico (Compostagem)	Papel e papelão	Vidro	Metais ferrosos	Alumínio	Plástico
Resultado de emissão líquida	0,071	-0,292	-0,121	-1,648	-9,183	-1,50

Fonte: Adaptado de GIEGRICH, 2021. ver APÊNDICE VIII: NOTA METODOLÓGICA DO SETOR DE RESÍDUOS (Estimativas emissões de geração de resíduos sólidos).

A informação de entrada necessária para os cálculos corresponde à quantidade total de resíduos sólidos domiciliares coletados. A ferramenta calcula de forma automática a gravimetria média da coleta domiciliar com base em dados fornecidos pelo SLU<sup>12</sup> correspondentes a resíduos de alimentos, podas, plástico, vidro, metais e outros. Além disso, será necessário estabelecer uma meta de compostagem ou de reciclagem.

No caso da reciclagem, será necessário escolher o tipo de material com aumento da meta e somar os cálculos parciais para se obter as emissões evitadas do conjunto da reciclagem. Tal procedimento decorre dos fatores de emissões diferenciados por tipo de material conforme apresentado na Tabela 3.

**Diagrama 12. Pictograma de estimativa de emissões evitadas decorrente do projeto de redução na geração de RSU**



Fonte: Elaboração Própria, 2024

<sup>12</sup> Processo SEI 04031-00000448/2024-57.

### Dados de entrada da ferramenta de cálculo:

1. Toneladas de resíduos despejada no aterro sanitário no cenário base: utilizar dados brutos da coleta domiciliar fornecidos pelo SLU. Não utilizar dados de material encaminhado para compostagem ou reciclagem pois a calculadora já avalia a gravimetria dos materiais passíveis de aproveitamento;
2. Meta de redução da quantidade de resíduos encaminhada para o aterro (%), compostagem ou reciclagem;

### Cálculos realizados pela ferramenta de cálculo:

a) Se compostagem:

- $Ev1 = \text{Toneladas de resíduos despejada no aterro sanitário no cenário base} \times \text{percentual de restos de comidas e podas (Quadro 2)}$ ;
- $Ev2 = Ev1 \times \text{Meta de redução (\%)}$ ;
- $C1 = Ev2 \times \text{fator de emissão médio do DF para a disposição final no aterro sanitário de } 1,27 \text{ t CO}_2\text{e/ano}$ ;
- $C2a = Ev2 \times \text{Resultado de emissão líquida de material orgânico (Tabela 3)}$ ;
- **RESULTADO Emissões evitadas (tCO<sub>2</sub>e/ano) =  $C1 - C2a$**

b) Se reciclagem (escolher tipo de resíduo - Papel e papelão, Vidro, Metais ferrosos, Alumínio ou Plástico);

- $Ev1 = \text{Toneladas de resíduos despejada no aterro sanitário no cenário base} \times \text{\% análise gravimétrica do material escolhido (Quadro 2)}$ ;
- $Ev2 = Ev1 \times \text{Meta de redução (\%)}$ ;
- $C1 = Ev2 \times \text{fator de emissão médio do DF para a disposição final no aterro sanitário de } (1,27 \text{ t CO}_2\text{e/ano)}$ ;
- $C2b = Ev2 \times \text{Resultado de emissão líquida do material reciclado (Tabela 3)}$ ;
- **RESULTADO Emissões evitadas (tCO<sub>2</sub>e/ano) =  $C1 - C2b$**

### 3. CENÁRIOS FUTUROS

A ferramenta de cálculo permite monitorar diferentes projetos, assim como traz à luz algumas iniciativas necessárias para atingir o objetivo da neutralização de emissões de gases de efeito estufa, permitindo a construção de cenários futuros no planejamento das ações governamentais.

Em primeiro lugar, destaca-se o papel preponderante de políticas públicas voltadas para a mobilidade e sua relação com a expansão urbana, como estratégia essencial para buscar uma maior neutralização de gases de efeito estufa.

O estudo demonstrou que parcelamentos mais extensivos, com lotes de grande dimensão, tendem a fomentar a dependência do transporte individual, enquanto formas compactas favorecem a utilização do transporte coletivo. Nas simulações da ferramenta em diferentes Regiões Administrativas, foi possível perceber o baixo impacto de novos empreendimentos em padrões espaciais com maior utilização de transporte coletivo pela população, em comparação com empreendimentos eventualmente com menor número de domicílios e pessoas, em localidades onde existe maior dependência do automóvel, em razão de um padrão espacial.

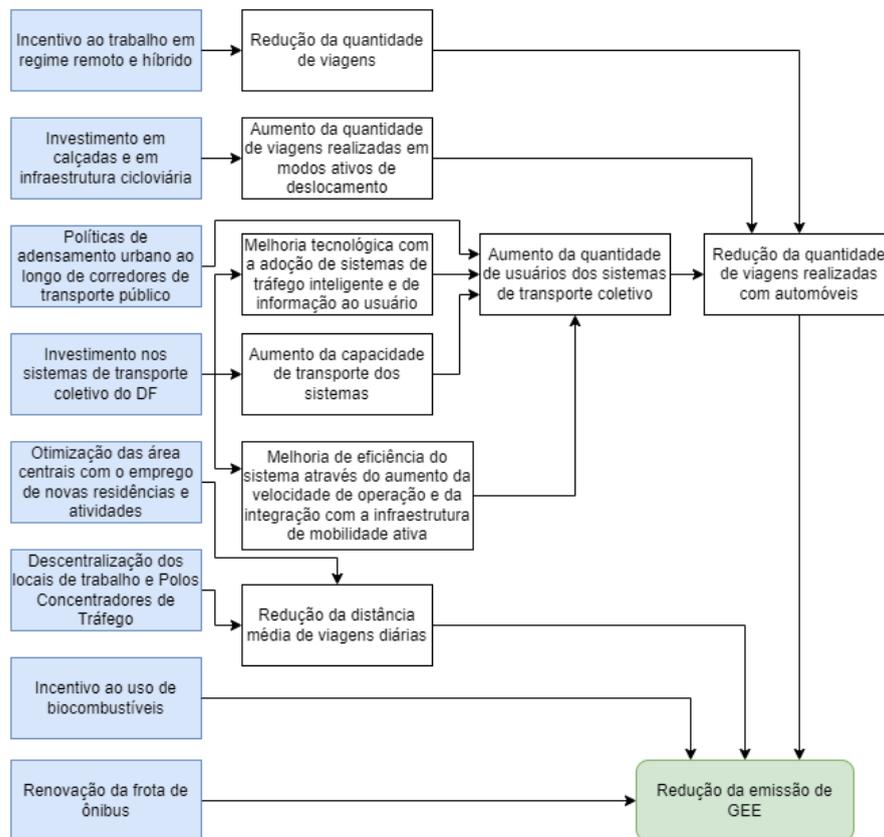
Assim, estratégias futuras devem ter como foco, no que se refere à urbanização e mobilidade:

1. Políticas de planejamento urbano ao longo de corredores de transporte público (DOT - Desenvolvimento Orientado ao Transporte).
2. Fomento a políticas que favoreçam o transporte coletivo sobre o transporte individual, em especial estratégias de menor custo, como demarcação de faixas exclusivas para o transporte coletivo, e outras mais complexas, como a implantação de corredores de BRT (Bus Rapid Transit). Nesses dois últimos casos, surgem as possibilidades de utilização de tais políticas também no sentido de comercialização de créditos de carbono, uma vez que se tratam de iniciativas com metodologias de aferição já consagradas e utilizadas por diferentes certificadoras.
3. Incremento de infraestruturas de mobilidade ativa, especialmente nas Regiões Administrativas em que já existe cultura de deslocamento a pé ou em bicicleta para trabalho e estudo, aumentando o potencial de emissões evitadas, em razão da tendência de aumento da migração modal em direção

a modos não poluentes. Tais projetos também são candidatos à geração de créditos de carbono, embora requeiram desenvolvimento de metodologias de aferição.

4. Utilização de biocombustíveis na frota de veículos do transporte coletivo do Distrito Federal.
5. Monitoramento de emissões adicionais de projetos de ampliações e novas obras viárias buscando sua compensação por meio de elementos de projeto que tragam remoções, tais como criação e ampliação de florestas urbanas na região de implantação da infraestrutura.
6. Investimentos no sistema de transporte coletivo do DF, com a ampliação da capacidade do sistema, renovação da frota, melhoria tecnológica dos sistemas de tráfego inteligente, informação ao usuário, elevação da velocidade de operação e redução do tempo das viagens, para aumentar a adesão da população à utilização do transporte coletivo, reduzindo a quantidade de viagens realizadas com automóveis particulares.
7. Incentivo ao trabalho remoto ou em regime híbrido para reduzir a quantidade de viagens, diminuindo o movimento pendular que repercute nas emissões de GEE.
8. Utilização de áreas centrais com a criação de novas residências e atividades, assim como a descentralização dos locais de trabalho e pólos geradores de viagem para fora do Plano Piloto, como estratégias de redução das distâncias médias percorridas no DF, o que também implica na redução das emissões de GEE.

Figura 1. Ações para redução das emissões no Setor Mobilidade e Uso do Solo



Fonte: Elaboração Própria, 2024

Em segundo lugar, estão os projetos relacionados ao manejo dos resíduos sólidos, que merecem atenção pelas emissões evitadas com iniciativas que reduzam o lançamento dos materiais no aterro sanitário de Brasília. A ferramenta de cálculo apresenta algumas estratégias de melhoria das metas governamentais, bem como experiências de outras cidades verificadas durante o estudo suscitam outras iniciativas de curto prazo (Figura 2)<sup>13</sup>:

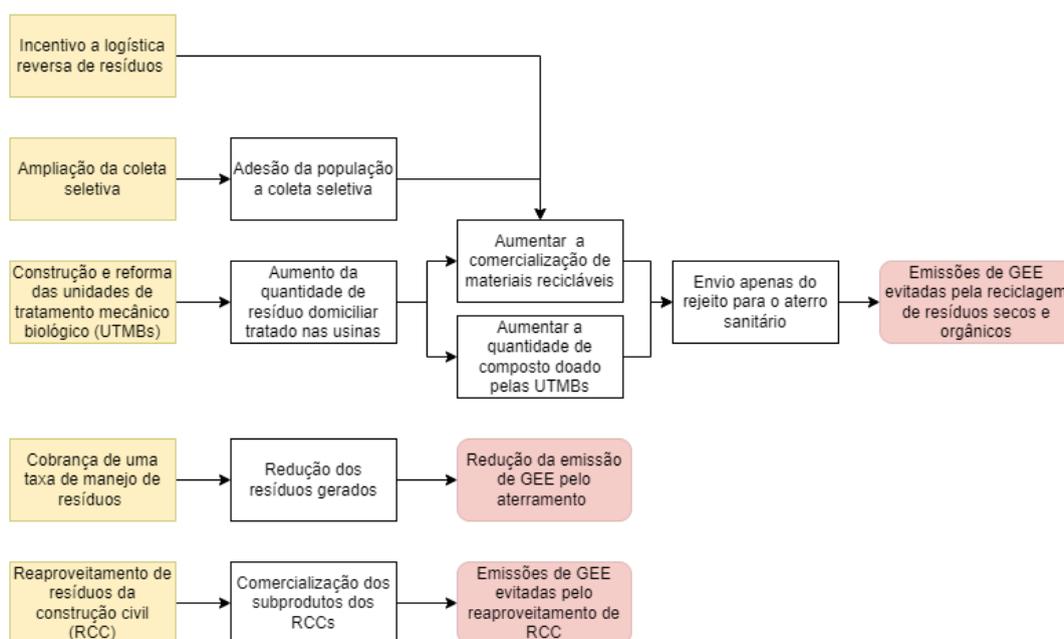
1. Aumento das metas de compostagem e reciclagem de resíduos sólidos, contribuindo nas emissões evitadas e eventuais créditos de carbono.
2. Incentivo à logística reversa<sup>14</sup> de resíduos para aumentar a comercialização de materiais recicláveis.

<sup>13</sup> É importante destacar que a ferramenta não avalia outros benefícios de políticas dessa natureza, tais como a possibilidade de substituição de adubos químicos nas atividades do setor agropecuário, que eventualmente são fatores que dificultam a retenção do carbono no solo, o que seria um benefício adicional da utilização de compostos orgânicos como fertilizantes. Em novas versões da ferramenta de cálculo, tais efeitos podem ser também mensurados.

<sup>14</sup> Logística reversa consiste na restituição dos resíduos sólidos à sua origem para reaproveitamento ou outra destinação final ambientalmente adequada.

3. Cobrança de taxa de manejo de resíduos sólidos para aumentar a adesão da população à compostagem e reciclagem, pois evidencia a geração de resíduos por domicílio.
4. Implementação de unidades de tratamento mecânico-biológico, que permitiria o aumento da quantidade de resíduos domiciliares a serem tratados nas usinas. Dessa forma, seria possível aumentar a comercialização dos materiais recicláveis e a produção de composto orgânico, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para o aterro sanitário.

Figura 2. Ações para redução das emissões no Setor de Resíduos.



Fonte: Elaboração Própria, 2024

Em terceiro lugar, encontram-se as estratégias de conservação da cobertura florestal de unidades de conservação do DF e de recuperação de áreas degradadas, com solo exposto ou mesmo pastagens degradadas, mediante seu reflorestamento e arborização, seja na área urbana, seja na área rural. A ferramenta oferece uma nova possibilidade de entendimento da arborização urbana, em especial se houver um manejo do solo mediante adubação e cuidados periódicos, de tal forma a estimular o rápido crescimento de espécies plantadas. Embora o estudo comprove que a arborização urbana não é suficiente para neutralizar as emissões, em novos projetos de parcelamento do solo, cabe o

destaque a esse tipo de elemento, tanto na etapa de definição de diretrizes urbanísticas como na etapa de licenciamento ambiental e urbanístico, uma vez que as viagens futuras geradas por parcelamentos, em especial aqueles de classe média e média alta, ocasionarão um aumento significativo de emissões, necessitando de estratégias de compensação. O estudo também apresentou a baixa contribuição dos gramados urbanos nas remoções de gases de efeito estufa, o que também leva à reflexão sobre a possibilidade de tratamento de amplas áreas verdes no Distrito Federal com espécies florestais em lugar de espécies florísticas.

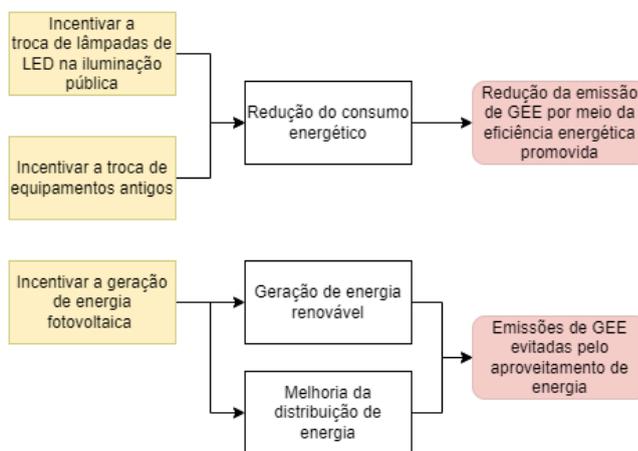
Ao mesmo tempo, fica evidente a importância das ações de fiscalização no território, uma vez que a grilagem de terras e, conseqüentemente, o desmatamento decorrente dessa prática, impactam na liberação anual de gases de efeito estufa. Assim, observa-se que os desmatamentos evitados com o combate ao parcelamento irregular do solo demonstram-se importante política para emissões evitadas e, conseqüentemente, a possibilidade de geração de créditos de carbono, que apoiam inclusive tais iniciativas governamentais. Nesse sentido, constituem possíveis ações voltadas à mitigação das emissões de GEE:

1. Arborização de gramados com espécies florestais de forma contínua e densa, com espécies que possuam copa, constituindo manchas e corredores ambientais.
2. Redução da poda radical para evitar perda da biomassa das florestas urbanas do DF.
3. Manutenção da cobertura vegetal nativa nas Áreas de Proteção de Mananciais.
4. Ações de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, consolidando, sempre que possível, manchas e corredores ecológicos na escala regional.
5. Fomento às práticas de baixo carbono em áreas que recebam incentivos governamentais.

Sobre o consumo energético, apesar na matriz energética baseada em fontes renováveis, políticas públicas sobre eficiência energética em edifícios também se mostram necessárias em cenários de médio e longo prazo pois um dos efeitos do aquecimento global é o aumento da necessidade de resfriar edifícios, de forma que, caso a eficiência energética destes não seja aprimorada, a demanda

por energia pode se tornar difícil de ser suprida. Além disso, iniciativas relacionadas à produção de energia fotovoltaica têm um papel nas emissões evitadas. Iniciativas como a do Metrô DF, cujas usinas de energia fotovoltaica são capazes de evitar um conjunto de emissões de gases de efeito estufa caso o sistema opere exclusivamente com eletricidade fornecida pelo Sistema Integrado Nacional (SIN), além de apresentar um potencial de recuperação de eventuais investimentos mediante negociação de créditos de carbono.

**Figura 3. Ações para redução das emissões no Consumo Energético.**



Fonte: Elaboração Própria, 2023

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento das emissões vinculadas a projetos governamentais tem a oportunidade de evidenciar, no processo de planejamento, aspectos positivos de determinadas intervenções, que procuram resolver problemas específicos - oferta de habitação, transporte público, atendimento de demanda por energia, coleta de resíduos - bem como apresentará os impactos negativos do ponto de vista do enfrentamento das mudanças climáticas de outras políticas que culturalmente vêm sendo perpetuadas no planejamento do DF como soluções para o enfrentamento da mobilidade diária, mas que são reflexo e reforço de um padrão espacial dependente do automóvel.

O objetivo do uso da ferramenta de cálculo de emissões é integrar e articular as 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).