



CURITIBA

INVENTÁRIO DE EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA

ANO-BASE 2016



Mensagem do Prefeito

Ao tornarmos público este 4º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, Curitiba reafirma seu papel como indutora de práticas responsáveis e comprometidas com a segurança dos que aqui vivem, ao mesmo tempo em que honra os nossos pactos perante à comunidade internacional.

Além do Inventário de Emissões, temos também o Inventário das Fontes de Absorção de Gases de Efeito Estufa, inédito no Brasil, que desde 2008, avalia o carbono fixado nos parques, bosques e arborização viária da cidade. Colhemos hoje os bons frutos da adoção de uma política que, ao definir o Setor Especial de Áreas Verdes desde a década de setenta, permitiu planejar a cidade equilibrando o desenvolvimento urbano com a conservação ambiental.

Mostramos que é possível conciliar tecnologia e inovação, como o Vale do Pinhão, com as lições essenciais, traduzidas na simplicidade dos Jardins de Mel, que revelam toda a sabedoria da natureza. O Programa Curitiba Mais Energia estimula a adoção de energias alternativas, gerando benefícios para o planejamento estratégico da cidade e atraindo novos negócios.

Entretanto, para que estas mudanças sejam efetivas, é necessário o engajamento da população, como no convite para o desafio de plantarmos juntos 100 mil árvores no prazo de um ano, como estratégia de intensificar a infraestrutura verde da cidade.

As situações de crise podem se converter em oportunidades de sucesso quando estreitamos a colaboração entre todos os parceiros, compartilhando ideias que demonstrem um sentido único, aliando uma nova cultura ao cotidiano percebido sob a lente da resiliência.

Rafael Greca



Mensagem da Secretária do Meio Ambiente

O agravamento das mudanças climáticas exige medidas audaciosas de redução nas emissões de Gases de Efeito Estufa. As cidades são protagonistas neste cenário ao abrigarem, atualmente, mais da metade da população mundial. Precisamos agir com cautela e criatividade, mas, sobretudo, com responsabilidade na proposição de políticas públicas voltadas para a redução destas emissões.

Este 4º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa é um documento indispensável para definir o planejamento de ação climática que Curitiba deseja. Trata-se, portanto, de um instrumento de gestão, posto que identifica os setores que mais emitem e que necessitam de estratégias eficazes e imediatas de redução.

A experiência desenvolvida na área ambiental e de planejamento nos permite afirmar que Curitiba está preparada para estabelecer metas ambiciosas, que possam contribuir efetivamente para o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono, reforçando a identidade de Curitiba como uma cidade inovadora e sustentável.

Marilza Dias

PREFEITO DE CURITIBA

Rafael Valdomiro Greca de Macedo

COORDENAÇÃO GERAL

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Marilza do Carmo Oliveira Dias

Secretária Municipal do Meio Ambiente

REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO E ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Adilson Marin Lopes

Dâmaris da Silva Seraphim

Eliane Nercinda Chiuratto

Josiana Saquelli Koch

Leny Mary Toniolo

Luis Alberto Miguez

Natalie Henke Gruber Marochi

Roygler Hartmann

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA

Adriana Garcia Matias

Ana Cristina Wollmann Zornig Jayme

Gisele Rosário Medeiros

Luana Sloboda

Rosane Amélia Popp

Teresa Cristina Ritzmann Torres

SECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA SOCIAL E TRÂNSITO

Nelson de Lima Ribeiro

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS

Viviane Bauer dos Santos

PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO

Chris de Almeida Guimarães da Costa

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A. (URBS)

Alyson Prado Wolf

AGÊNCIA CURITIBA DE DESENVOLVIMENTO S/A (ACD)

Alessandra Maria de Albuquerque Reis

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL)

Giovani Marcel Teixeira

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR)

Roberta Miguel Kiska Filippini

ASSESSORAMENTO TÉCNICO

GRUPO DE LIDERANÇA CLIMÁTICA C40

Felipe Maia Ehmke

WAYCARBON SOLUÇÕES AMBIENTAIS E PROJETOS DE CARBONO

Bruna Dias

Tiago Cislalino

ICLEI - GOVERNOS LOCAIS PARA A SUSTENTABILIDADE

Iris Coluna

Igor Albuquerque

C975 Curitiba. Prefeitura Municipal / Secretaria Municipal do Meio Ambiente

Inventário de emissões de gases de efeito estufa da cidade de Curitiba: ano-base 2016. ____ Curitiba: Prefeitura de Curitiba, 2019.
50 p.: il.: 29 x 21 cm

1. Gases de Efeito Estufa – Curitiba.
2. Meio Ambiente – Curitiba.
3. Mudanças Climáticas – Curitiba. I. Título

CDD: 304.250981621

Filomena N. Hammerschmidt – CRB9/850

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	07
LISTA DE QUADROS	08
LISTA DE ABREVIATURAS	09
APRESENTAÇÃO	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 METODOLOGIA	15
2.1 A Metodologia GPC	15
2.2 Cálculo do Inventário	18
2.3 Limites do Inventário	19
2.4 Relatório de Inventário e Sistema de Informação	22
3 ENERGIA ESTACIONÁRIA	23
4 TRANSPORTE	27
5 RESÍDUOS	31
6 VISÃO GERAL DAS EMISSÕES DE GEE EM CURITIBA	36
6.1 Emissões totais e indicadores de intensidade	36
6.2 Comparação com inventários anteriores	41
6.3 Comparação com outras cidades	44
7 CONCLUSÕES	49
8 REFERÊNCIAS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Setores, Subsetores e Níveis de Reporte para elaboração de inventários de GEE	16
Figura 2. Estrutura de cálculo de emissões de GEE	18
Figura 3. Limite geográfico do inventário de emissões de GEE de Curitiba para o ano-base de 2016.	21
Figura 4. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com a atividade (consumo de energia elétrica e queima de combustível) para o ano de 2016	24
Figura 5. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2016	25
Figura 6. Distribuição das emissões de GEE de consumo de energia elétrica e de queima de combustíveis por Subsetor do Setor Energia Estacionária em Curitiba para o ano de 2016	26
Figura 7. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2016	30
Figura 8. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba, para o ano de 2016	35
Figura 9. Porcentagem das emissões de GEE por Setor para o ano de 2016	37
Figura 10. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba separada por escopos	38
Figura 11. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO ₂ e)	39
Figura 12. Emissões de GEE de Curitiba por setor para os anos-base 2013 e 2016	42
Figura 13. Emissões de GEE por Subsetores para os anos-base 2013 e 2016	43
Figura 14. Comparação de emissões de GEE entre cidades	45
Figura 15. Comparação de emissões de GEE per capita entre cidades, em tCO ₂ e por habitante	46
Figura 16. Emissões de GEE por setor de cidades da América Latina	47
Figura 17. Comparação de emissões de GEE per capita entre cidades da América Latina, em tCO ₂ e por habitante	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Potencial de Aquecimento Global utilizado no inventário.....	19
Quadro 2. Informações da cidade.....	20
Quadro 3. Fornecedores de Dado.....	22
Quadro 4. Indicadores de Intensidade.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ACD - Agência Curitiba de Desenvolvimento S/A

AFOLU - *Agriculture, Forest and Land Use*

CIRIS - *City Inventory Reporting and Information System*

COPEL - Companhia Paranaense de Energia

GEE - Gases de Efeito Estufa

GLP - Gás Liquefeito do Petróleo

GPC - *Global Protocol for Community-Scale*

GWP - *Global Warming Potential*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IPPU - *Industrial Processes and Product Use*

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba

ICLEI - *Local Governments for Sustainability*

ONU - Organização das Nações Unidas

PIB - Produto Interno Bruto

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

SMSAN - Secretaria Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional

SMMA - Secretaria Municipal do Meio Ambiente

SMDT - Secretaria Municipal da Defesa Social e Trânsito

SMOP - Secretaria Municipal de Obras Públicas

UNEP - *United Nations Environment Program*

URBS - Urbanização de Curitiba S.A.

WRI - *World Resources Institute*

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta os resultados do quarto Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Município de Curitiba, realizado considerando as emissões do ano-base 2016. Os inventários anteriores consideraram os anos-base 2008, 2012 e 2013. Este Inventário tem como objetivo quantificar as emissões do Município de Curitiba no nível de abordagem BÁSICO para os seguintes setores: Energia Estacionária, Transporte e Resíduos Sólidos.

A elaboração do inventário, a partir da aplicação da metodologia de quantificação adaptada para o contexto urbano, permitiu a quantificação de GEE gerados pela cidade. Seus resultados servirão de apoio e referência para a elaboração do Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima, na medida em que permite avaliar a geração de cada setor e os que são mais significativos. Todo este esforço tem por objetivo maior auxiliar o poder local e a sociedade na construção de um planejamento consistente e ambicioso da cidade de Curitiba, compatível com a emergência climática. A metodologia adotada foi a GPC - *Global Protocol for Community-Scale* (Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Escala Comunitária), aceita globalmente para identificar, calcular e relatar as emissões de GEE.

1. INTRODUÇÃO

Em 2016, nações do mundo ratificaram um acordo global histórico sobre mudança do clima, o Acordo de Paris, se comprometendo a manter o aumento das médias de temperatura global em até dois graus Celsius em relação aos níveis pré-industriais, e a buscar esforços para limitar esse aumento em 1,5 graus Celsius. Este acordo também estabeleceu o compromisso de fortalecer a capacidade dos países signatários a enfrentar os impactos inevitáveis da mudança do clima por meio de adaptação. As ações devem ser desenvolvidas no contexto do desenvolvimento sustentável e com base na inclusão para todas as comunidades¹.

De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*), a combustão de combustíveis fósseis e o desmatamento são duas das principais fontes de emissões antrópicas de GEE em escala global. No Brasil, um país de dimensões continentais (8,5 milhões de km²), considerando as emissões líquidas de GEE para o ano de 2015, o setor energia foi responsável por 33% das emissões, seguido pelas atividades agropecuárias, com 31% das emissões, e de mudanças de uso da terra e florestas, responsável por 24% das emissões².

¹ Inclusão aqui se refere ao termo em inglês *inclusivity*, que de forma abrangente significa o fato ou a política de não excluir membros ou participantes em caráter de gênero, raça, sexualidade, deficiências físicas e mentais, etc.

² Fonte: Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa, 4a Edição, Tabela 22, p. 84. MCTIC, 2017. Disponível em: <<http://sirene.mcti.gov.br/publicacoes>>. Acesso em: 18/10/2019.

Considerando o mundo urbanizado, em termos de tamanho, as cidades ocupam somente 2% da área global; mas em termos de impacto, consomem mais de dois terços da energia (C40, 2019). O Relatório Cidades do Mundo (*World Cities Report 2016*) divulgado pelo Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU - Habitat) em 2016 apontou que 54% da população mundial vive em cidades. Estas contribuem com mais de 70% das emissões globais de Dióxido de Carbono (CO₂), principalmente relacionadas com o transporte e consumo de energia das edificações (UNEP, 2019), estando, portanto, entre os maiores responsáveis pela mudança do clima.

Contando com uma população de 210 milhões de habitantes³, o Brasil segue a tendência global de urbanização, mas acima da média mundial, tendo 84,4% da sua população vivendo em centros urbanos. Portanto, as cidades brasileiras têm um importante papel na implementação de ações que busquem a neutralidade de carbono e as adaptações aos riscos climáticos.

Curitiba, que vem construindo e fortalecendo sua política ambiental desde a década de 1970, reconhece que tem um importante papel a desempenhar na consecução dos compromissos e objetivos climáticos internacionais e nacionais, bem como no cumprimento dos acordos firmados com a Rede C40 (*C40 Climate Leadership Group*) e o Pacto Global de Prefeitos pelo Clima

³ Fonte: IBGE, 2019.

e Energia (*Compact of Mayors*).

A partir de 2009, Curitiba passou a desenvolver uma série de estratégias e ações para atuar de forma mais incisiva sobre a questão climática no Município. Foi criado o Fórum Curitiba sobre Mudança do Clima, com o objetivo de debater e propor medidas de mitigação e adaptação às inevitáveis mudanças climáticas para a cidade. O Fórum é presidido pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) e conta com a participação de outros órgãos municipais, universidades e entidades.

Além da criação do Fórum, foram elaborados documentos sobre o tema, dentre os quais estão os Inventários de Emissões de GEE para os anos-base 2008, 2012 e 2013; o Programa de Avaliação e Quantificação do Potencial de Absorção de Carbono por Florestas Nativas em Curitiba nos anos de 2009, 2011 e 2019; e a Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental e Socioeconômica para o Município de Curitiba, concluída em 2013.

Em 2018, a cidade atualizou a quantificação das emissões de GEE, resultando em seu quarto Inventário, utilizando 2016 como ano-base, objeto deste documento. A elaboração deste relatório contou com o apoio técnico da C40, cujo Programa de Planejamento de Ação Climática proporcionou, em parceria com especialistas, um amplo suporte, incluindo treinamentos, oficinas, engajamento de *stakeholders*, ferramentas, pesquisas, entre outros. Sob a coordenação da SMMA, iniciou-se um processo de mobilização, constituindo um Grupo de

Trabalho, que conta com a participação de técnicos de diversas secretarias e órgãos municipais e estaduais, com o objetivo de elaborar o Inventário de Emissões, bem como o Plano Municipal de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima. Além da SMMA, compõem o Grupo de Trabalho o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), a Secretaria Municipal da Defesa Social e Trânsito (SMDT), a Secretaria Municipal de Obras Públicas (SMOP), a Urbanização de Curitiba S.A. (URBS), a Secretaria Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional (SMSAN), a Agência Curitiba de Desenvolvimento S/A (ACD), a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) e a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

De acordo com uma pesquisa do Grupo de Liderança Climática C40 e outros parceiros⁴, ações concretas deverão ser tomadas até 2020 para alcançar as ambições do Acordo de Paris e prevenir os impactos das mudanças do clima.

⁴ Este relatório, intitulado *Deadline 2020: How the Cities Will Get the Job Done*, foi entregue por meio de uma parceria colaborativa entre a C40 e a ARUP, a empresa de consultoria global. A ARUP tem trabalhado com a C40 desde 2009 para desenvolver análise estratégica e pesquisa que é fundamental para progredir a compreensão de como as cidades contribuem para a mitigação da mudança do clima e adaptação. A parceria apoia uma forte agenda de pesquisa analítica, apoiando os atores da cidade a identificar oportunidades, colaborar e desenvolver soluções práticas para acelerar e ampliar a ação sobre a mudança do clima.

2. METODOLOGIA

2.1 A Metodologia GPC

A elaboração deste inventário seguiu o padrão internacional de melhores práticas - GPC - *Global Protocol for Community-Scale* (Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Escala Comunitária). A Metodologia GPC foi lançada em 2014 em parceria realizada entre o ICLEI Governos Locais pela Sustentabilidade, *World Resources Institute* (WRI) e o Grupo de Liderança Climática C40, tendo como base os Manuais para Inventários de GEE Nacionais de 2006, publicados pelo IPCC, e com o suporte e aprovação do Banco Mundial, do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP - *United Nations Environment Program*).

A metodologia GPC oferece um padrão para organizar e relatar as emissões de GEE de cidades. Os principais conceitos contábeis da metodologia GPC incluem:

- a) a organização da quantificação das emissões em Setores e Subsetores;
- b) o conceito de Escopo, para diferenciar as emissões que ocorrem dentro e fora do limite geográfico da cidade;
- c) os diferentes Níveis de Reporte.

Esta metodologia busca separar os dados de emissões para que sejam identificadas as maiores fontes de GEE em uma cidade, determinando seis diferentes setores, nos quais as atividades emissoras identificadas podem ser alocadas: Energia Estacionária; Transporte, Resíduos; IPPU (*Industrial Processes and Product Use* - Processos Industriais e Uso do Produto); AFOLU (*Agriculture, Forest and Land Use* - Agricultura, Floresta e Uso da Terra); e Outras Emissões Indiretas; cada um contemplando Subsetores conforme apresentado na Figura 1.

Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Escala Comunitária (GPC)



Nível de reporte BÁSICO

Nível de reporte BÁSICO+

Figura 1. Setores, Subsetores e Níveis de Reporte para elaboração de inventários de GEE.

Os setores são agrupados dentro de três categorias de escopos, com base no local onde as atividades ocorrem, se dentro ou fora do limite da cidade. Os escopos ajudam a diferenciar as emissões que ocorrem fisicamente dentro dos limites da cidade (Escopo 1), daquelas ocorrendo fora da cidade (Escopo 3), e daquelas emissões indiretas provenientes da geração da energia elétrica, que apesar de geradas fora dos limites do município, são consumidas dentro das fronteiras geográficas do município (Escopo 2).

Os Níveis de Reporte oferecem às cidades a opção de selecionar entre dois níveis de relato: BÁSICO ou BÁSICO+. A abordagem de nível BÁSICO contempla as fontes de emissão mais comumente observadas nas cidades, associadas aos setores Energia Estacionária, Transporte (ambos dentro do limite geográfico da cidade) e Resíduos. Isso permite que todas as cidades que utilizem a metodologia GPC sejam comparadas. Esta foi a opção adotada por Curitiba para este inventário.

Além de reportar os GEE por Setores e Escopos, existem as emissões de CO₂ que são resultado da combustão de biomassa. Essas emissões são denominadas Emissões Biogênicas, ou seja, provém de fluxos naturais de biomassa, seja vegetal ou animal, e são consideradas neutras em termos de impacto. Em outras palavras, este CO₂ apresenta um ciclo biológico (e não um ciclo geológico, como o CO₂ de origem fóssil), permanecendo pouco tempo na atmosfera e, portanto, não tendo impacto substancial no clima do planeta.

2.2 Cálculo do Inventário

O cálculo das emissões de GEE é realizado por meio da estrutura ilustrada na Figura 2.

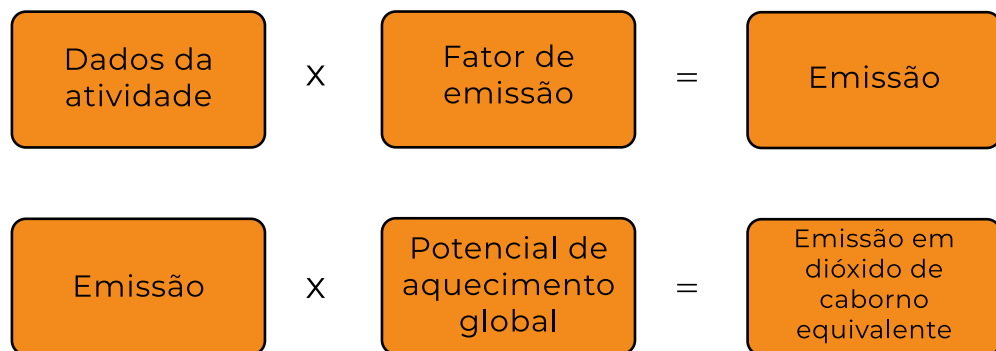


Figura 2. Estrutura de cálculo de emissões de GEE.

Os dados de atividade são referentes ao consumo que geram emissões de GEE, por exemplo, consumo de energia elétrica e consumo de combustíveis. Já os fatores de emissão convertem os dados da atividade em emissões. O reporte das emissões é realizado em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e). Esse valor é obtido multiplicando as emissões dos GEE inventariados pelo seu respectivo Potencial de Aquecimento Global (GWP - *Global Warming Potential*), valor publicado pelo IPCC, o qual representa o impacto variável de determinado GEE emitido para a atmosfera.

Para o inventário de emissões de Curitiba ano-base 2016 foram utilizados os Potenciais de Aquecimento Global do Quarto Relatório do IPCC (publicado em 2007), conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1: Potencial de Aquecimento Global utilizado no inventário⁵

GÁS DE EFEITO ESTUFA	GWP
CO ₂ - Dióxido de Carbono	1
CH ₄ - Metano	25
N ₂ O - Óxido Nitroso	298

2.3 Limites do Inventário

As emissões de GEE advindas de atividades antrópicas foram calculadas dentro dos limites do município de Curitiba. O Quadro 2 apresenta informações sobre os limites do Inventário.

⁵ Fonte: GHG Protocol. Disponível em <https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf> Acesso em: 10/10/2019.

Quadro 2: Informações da cidade.

Nome do município	Curitiba
Estado	Paraná
País	Brasil
Ano do Inventário	2016
Área	434,81 km ² (IBGE, 2010)
Limites geográficos	Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Contenda, Araucária, Campo Largo, Campo Magro
População	1.893.997 habitantes (estimativa populacional IBGE, 2016)
Produto Interno Bruto per capita	R\$ 44.239,20 por habitante (IBGE; IPARDES, 2016)
Clima	Subtropical Úmido
Bioma	Mata Atlântica

O limite geográfico do inventário de Curitiba é o explicitado na Figura 3.

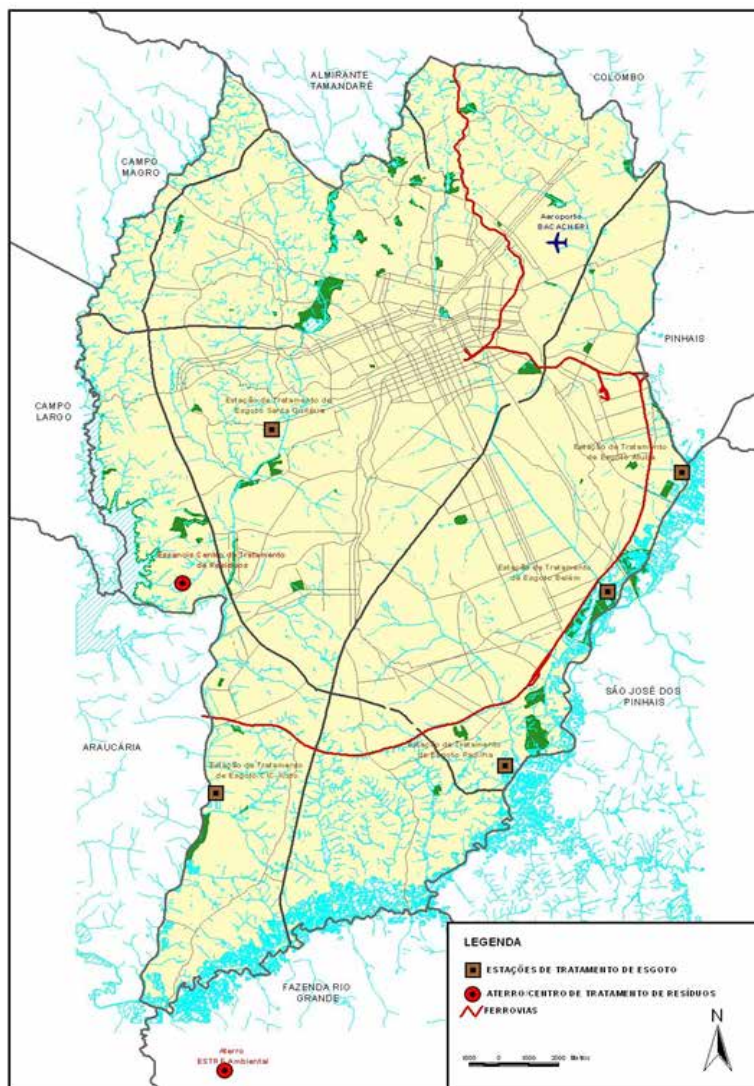


Figura 3. Limite geográfico do inventário de emissões de GEE de Curitiba para o ano-base de 2016.

2.4 Relatório de Inventário e Sistema de Informação

Para a elaboração deste inventário, Curitiba usou a versão Padrão 2.2 CIRIS (*City Inventory Reporting and Information System*), desenvolvida pela C40 para que as cidades elaborem seus inventários de GEE de acordo com o GPC⁶. O CIRIS fornece um modelo de relatório e calculadora acessível, flexível e transparente.

Os dados e informações para compor o inventário foram obtidos nas fontes descritas no Quadro 3:

Quadro 3. Fornecedores de Dados

DESCRIÇÃO DOS DADOS	FORNECEDOR DOS DADOS
População, Produto Interno Bruto (PIB)	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC
Consumo de gás natural	Companhia Paranaense de Gás - COMPAGAS
Consumo de energia elétrica	Companhia Paranaense de Energia - COPEL
Comercialização de combustíveis	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP
Quantidade de resíduos sólidos	Empresas proprietárias dos aterros sanitários e da planta de tratamento de resíduos de serviços de saúde
Emissões decorrentes do tratamento de efluentes domésticos	Concessionária prestadora do serviço de saneamento (Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR)

⁶ A ferramenta CIRIS está disponível em <www.c40.org/programmes/ciris>.

3. ENERGIA ESTACIONÁRIA

As emissões do Setor Energia Estacionária estão associadas a duas fontes: o consumo de energia elétrica pelas edificações; e o consumo de combustíveis fósseis para aquecimento e cocção, geração de energia elétrica (geradores) em edifícios residenciais, comerciais e institucionais, indústrias, iluminação pública e propriedades rurais. Este setor também inclui emissões fugitivas⁷ que ocorrem na rede de distribuição de gás natural.

No Brasil, a geração de energia elétrica é majoritariamente proveniente de fontes renováveis (hidrelétrica, eólica, solar, etc.). Entretanto, considerando a volatilidade e a sazonalidade das vazões dos rios que suprem em média cerca de mais de 80% do Sistema Interligado Nacional⁸, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica no Brasil é considerado hidro-termo-eólico. Isto é, há uma participação de usinas térmicas que contribuem para o fator de emissão decorrentes da geração de energia elétrica.

⁷ As emissões fugitivas são definidas pela Resolução nº 382/2006 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) como lançamentos difusos na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa, efetuada por uma fonte que não possui dispositivo projetado para dirigir ou controlar seu fluxo.

⁸ O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil com predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. As usinas térmicas são utilizadas em função das condições hidrológicas vigentes para assegurar o atendimento futuro e contribuir para a segurança do SIN (ONS, 2019).

Em Curitiba essa energia é utilizada por todos os subsetores para iluminação, aquecimento e resfriamento, eletrodomésticos, equipamentos, entre outros usos.

Em relação ao uso de combustíveis fósseis, a cidade de Curitiba considerou a comercialização dos mesmos dentro dos limites da cidade que incluem o uso de gás natural, gás liquefeito do petróleo (GLP), diesel, e em menor quantidade o uso de biomassa na geração de energia.

O total de emissões do Setor Energia Estacionária foi de **791.928 toneladas de dióxido de carbono equivalente**.

A Figura 4 apresenta a distribuição dessas emissões em relação ao consumo de energia elétrica, da queima de combustível e emissões fugitivas.

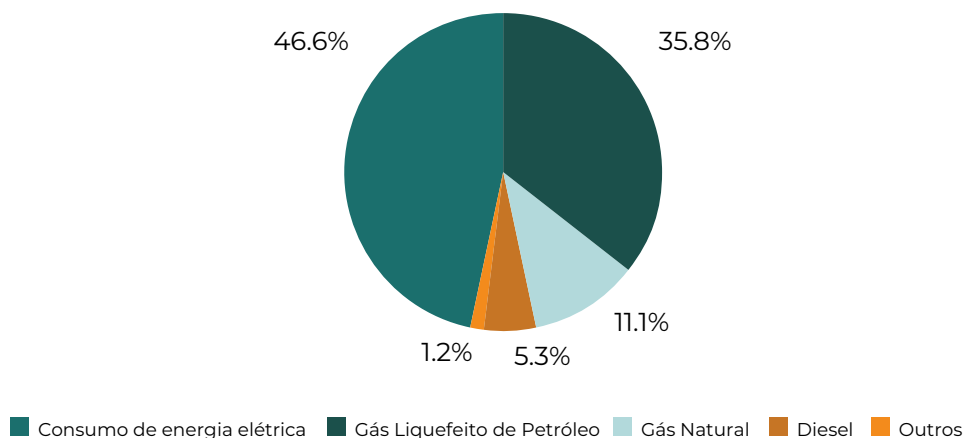


Figura 4. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com a atividade (consumo de energia elétrica e queima de combustível) para o ano de 2016.

As emissões deste setor tiveram como maior contribuição o consumo de energia elétrica, seguidas da queima de GLP, gás natural e diesel, em ordem decrescente. Outros combustíveis tiveram uma participação inexpressiva.

Já a parcela de emissões do Setor Energia Estacionária com relação aos Subsetores pode ser visualizada na Figura 5.

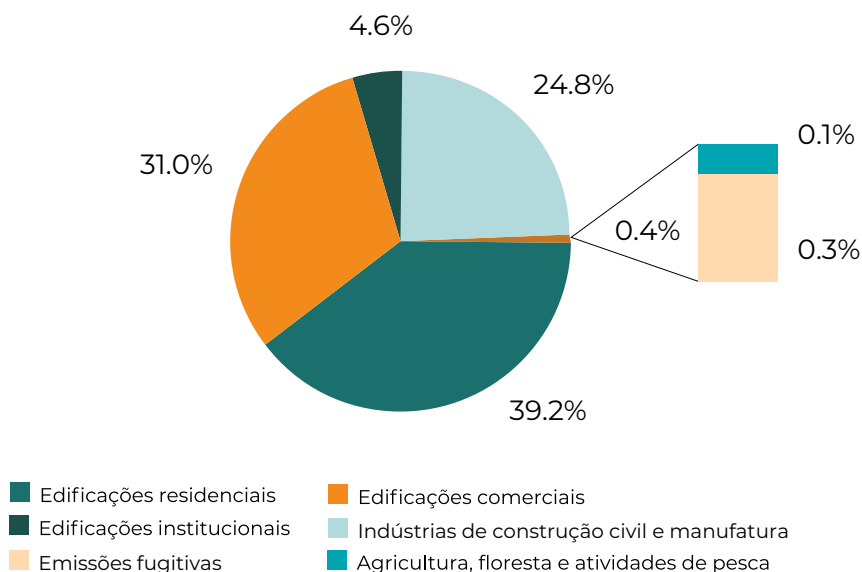


Figura 5. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2016.

Para facilitar o entendimento das emissões dos Subsetores, a Figura 6 apresenta a distribuição das emissões totais de cada Subsetor em função do consumo de energia elétrica das edificações e da queima de combustível.

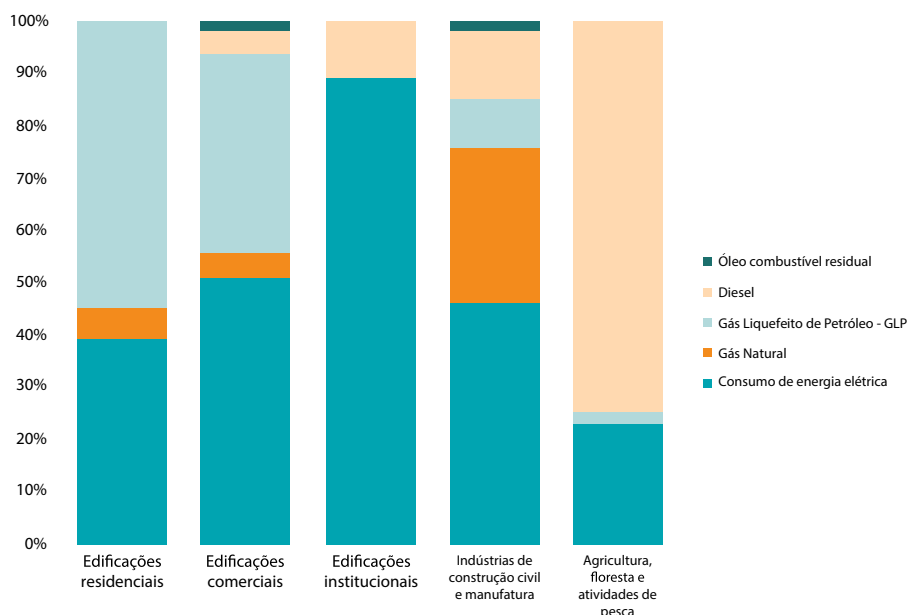


Figura 6. Distribuição das emissões de GEE de consumo de energia elétrica e de queima de combustíveis por Subsetor do Setor Energia Estacionária em Curitiba para o ano de 2016.

A Figura 6 permite avaliar o perfil de emissões de cada Subsetor. Nota-se que, apesar do consumo de energia elétrica contribuir com a maior parcela das emissões totais do Setor Energia Estacionária, cada Subsetor possui um perfil específico.

Enquanto as edificações institucionais representam quase 90% das emissões decorrentes do consumo de elétrica, nas edificações residenciais e comerciais o consumo de GLP é bem expressivo. Já no Subsetor Industrial, verifica-se uma maior diversificação no perfil de emissões de GEE, e o Subsetor de Agricultura, apesar de representar 0,1% das emissões do Setor, percebe-se que o uso do diesel é o maior contribuinte dessas emissões.

4. TRANSPORTE

O Setor Transporte inclui todas as emissões do consumo de combustíveis e energia elétrica em todos os modais de transporte. Curitiba está relatando um inventário de Nível de Reporte BÁSICO, assim, apenas o transporte realizado dentro da cidade foi considerado para o reporte.

O uso de veículos e demais equipamentos móveis geram emissões de GEE a partir da queima dos combustíveis fósseis utilizados, ou ainda do uso de eletricidade em veículos elétricos. O GPC divide o Setor Transporte em cinco Subsetores:

Transporte Terrestre;

Transporte Ferroviário;

Transporte Hidroviário;

Transporte Aéreo;

Transporte Off-Road.

Em Curitiba, o transporte terrestre é o principal meio de locomoção de passageiros e abrange uma variedade de modais, incluindo automóveis particulares, ônibus, táxis, caminhões e motocicletas.

Os combustíveis fósseis utilizados em transporte terrestre são gasolina, diesel e gás natural veicular (GNV), além do etanol, caracterizado como biocombustível. Destaca-se também que são consideradas as frações de biodiesel misturado ao diesel, e etanol misturado à gasolina conforme prevê a legislação brasileira. Com relação aos veículos elétricos, apesar de haver uma perspectiva de crescimento do setor no cenário brasileiro, a presença desses veículos na cidade é insignificante.

Há três trechos de ferrovias que atravessam a cidade e que possuem trens movidos a diesel. Com relação ao transporte hidroviário, destaca-se que não existem hidrovias em Curitiba.

Além disso, há dois aeroportos que atendem o município, o Aeroporto Internacional Afonso Pena, que está localizado fora dos limites do município (no município vizinho de São José dos Pinhais) e o Aeroporto do Bacacheri, localizado dentro de Curitiba.

O consumo de combustível para o transporte aéreo é, predominantemente, de querosene de jato e de aviação e a gasolina de aviação. Para fins deste inventário, em conformidade com o nível de reporte BÁSICO, foram consideradas apenas as emissões dentro dos limites da cidade.

Dependendo da metodologia de contabilização das emissões de transportes (abordagem de comercialização de combustíveis ou abordagem que considera a intensidade de uso de veículos), as emissões de transportes poderão ser consideradas de forma agregada ou incluídas em diferentes setores. Na abordagem de comercialização de combustíveis, as emissões das ferrovias e off-road são consideradas de forma agregada com as emissões de transportes terrestres. Já na abordagem de intensidade de uso, as emissões de transportes off-road não são contabilizadas.

Destaca-se que a energia utilizada nos edifícios do Setor Transporte, como terminais e estações, assim como a eletricidade e os combustíveis de aquecimento utilizados no aeroporto e estações ferroviárias, enquadram-se no Setor Energia Estacionária, e não no Setor Transporte.

Para o inventário de ano-base 2016 foi utilizada a metodologia de comercialização de combustíveis. O total de emissões do Setor Transporte foi de **2.334.605 toneladas de dióxido de carbono equivalente.**

A Figura 7 demonstra a contribuição das emissões de GEE provenientes dos combustíveis utilizados para o setor de transporte.

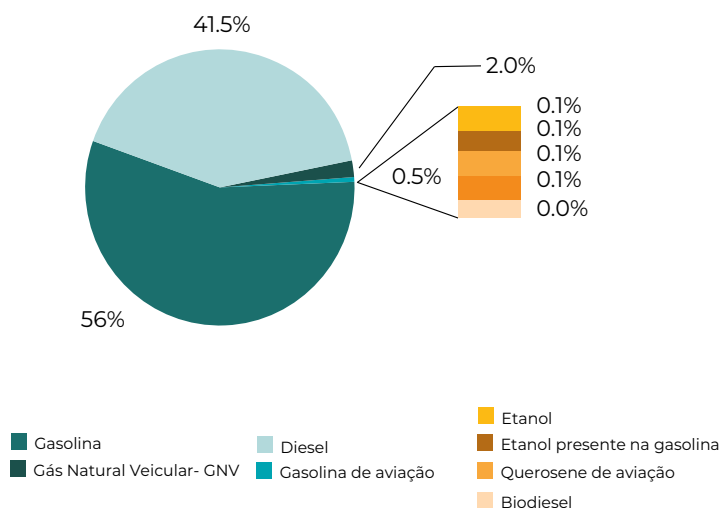


Figura 7. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2016.

A gasolina, o diesel e o gás natural veicular são os combustíveis de maior representatividade em termos de emissões. Juntos representam praticamente 100% das emissões totais de GEE do Setor Transporte.

5. RESÍDUOS

Para fins deste inventário, o Setor Resíduos contemplou as emissões geradas na disposição final de resíduos em aterro sanitário, da incineração de resíduos de serviços de saúde e do tratamento de efluentes domésticos.

As emissões de metano (CH_4) de aterros sanitários continuam várias décadas após a disposição final dos resíduos. Isto é, os resíduos dispostos em um determinado ano contribuem para as emissões deste ano e anos subsequentes. Entretanto, seguindo as orientações do IPCC, as cidades podem estimar as emissões com base nos resíduos dispostos no ano de inventário, excluindo-se as emissões decorrentes dos resíduos já dispostos em anos anteriores. Este método denomina-se Compromisso de Metano⁹ e foi adotado neste inventário.

Os resíduos sólidos urbanos gerados e coletados pelo serviço de limpeza pública em Curitiba, em 2016, foram, na sua totalidade, encaminhados para disposição final em aterro particular, situado fora dos limites da cidade, no município vizinho de Fazenda Rio Grande. Trata-se de um aterro sanitário projetado, implantado e operado dentro das melhores práticas, dotado em 2016 de sistema de captação e aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica.

⁹O Método do Compromisso de Metano considera uma abordagem de balanço de massa e ciclo de vida e calcula emissões de aterros sanitários baseadas na quantidade de resíduos dispostos num dado ano, sem considerar quando as emissões realmente ocorreram (uma parcela das emissões é lançada todos os anos após o resíduo ser disposto).

Importante esclarecer que, pelo fato do citado aterro ser uma planta privada, pode e é utilizado para disposição final de resíduos gerados em outros municípios. Contudo, para fins deste inventário, contabilizou-se a quantidade de resíduos sólidos da coleta pública apenas de Curitiba.

Assim, em consonância com o Nível de Reporte BÁSICO, embora o aterro sanitário se situe fora da cidade, as emissões decorrentes da disposição final dos resíduos nele gerados foram contabilizadas neste inventário, totalizando **90.910 toneladas de dióxido de carbono equivalente.**

Foram reportadas também as emissões decorrentes do resíduo disposto no aterro sanitário situado em Curitiba. Embora no ano de 2016 este aterro não tenha recebido resíduos da coleta pública de Curitiba, por se tratar de aterro particular, recebeu resíduos de grandes geradores como supermercados, shopping centers, indústrias, entre outros. Diante da indisponibilidade da quantidade de resíduos proveniente de geradores de Curitiba, optou-se por calcular as emissões com base no total de resíduos informado pela empresa proprietária do aterro, o que totalizou **16.043 toneladas de dióxido de carbono equivalente.**

Sendo assim, a emissão total da disposição de resíduos em aterro sanitário totalizou **106.953 toneladas de dióxido de carbono equivalente**.

Foram também reportadas as emissões de GEE da incineração dos resíduos de serviços de saúde. Neste caso, a quantidade de resíduos incinerados foi informada pela empresa proprietária da instalação, sem especificar o município de origem do resíduo. Por esta razão, neste inventário o cálculo das emissões foi feito com base na quantidade total de resíduos incinerados, ainda que parte deles seja proveniente de outras cidades. O total de emissões para este segmento foi de **355 toneladas de dióxido de carbono equivalente**.

O último componente a ser abordado no Setor Resíduos é o de tratamento de efluente doméstico. Durante o tratamento anaeróbio¹⁰ deste efluente, gases como CO₂, CH₄ e N₂O (Óxido Nitroso) são emitidos para a atmosfera. Segundo IPCC (2006), a produção de metano ocorre durante a decomposição anaeróbia do efluente ou do lodo. O fator principal para determinar o potencial de geração de CH₄ no tratamento de efluentes é a quantidade de matéria orgânica degradável removida no tratamento, influenciada pela população atendida e eficiência de cada etapa da planta. Já a produção de N₂O ocorre durante os processos de nitrificação e desnitrificação do nitrogênio presente no afluente em plantas aeróbias. As emissões de N₂O também ocorrem de forma indireta quando o efluente é lançado no corpo hídrico.

¹⁰ Tratamento anaeróbio: tratamento de efluentes que utiliza bactérias que não necessitam de oxigênio para sua respiração.

O município de Curitiba possui cinco estações de tratamento de efluentes (ETEs), operadas pela concessionária de saneamento, que atendem além de Curitiba, outros municípios da região metropolitana. A prestadora de serviços declarou as emissões que estão sob sua responsabilidade e que são provenientes da população do município de Curitiba, portanto, este inventário considerou apenas a parcela de esgoto sanitário que é coletado através da rede coletora e encaminhado para uma das ETEs. Não foram contabilizadas as emissões decorrentes do tratamento de efluentes domésticos em sistemas individuais em função da indisponibilidade de dados específicos destes sistemas de tratamento.

A estimativa das emissões de GEE no processo de tratamento de efluentes domésticos foi realizada conforme o disposto no Capítulo 6 do Volume 5 das diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de GEE (2006). O método permite reduzir da quantidade total de CH_4 gerado, a parcela que é queimada ou utilizada para fins energéticos. Dessa forma, foi considerado que as ETEs que possuem flare aberto com ignição automática evitam parte das emissões de CH_4 , emitindo CO_2 biogênico.

As emissões de GEE provenientes do tratamento de efluentes nas cinco ETEs que atendem a população de Curitiba totalizaram **271.204 toneladas de dióxido de carbono equivalente**. A Figura 8 apresenta a distribuição das emissões do Setor Resíduos.

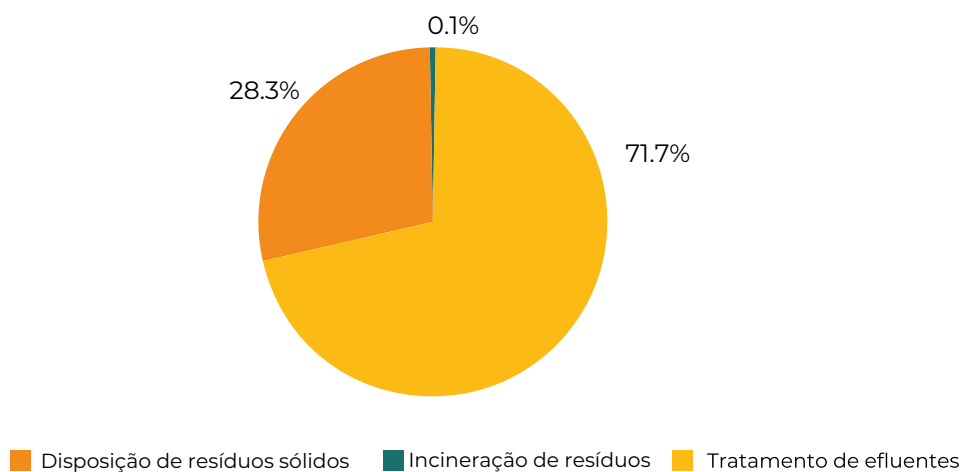


Figura 8. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba, para o ano de 2016.

6. VISÃO GERAL DAS EMISSÕES DE GEE EM CURITIBA

Este item apresenta as emissões totais e indicadores de intensidade para o município de Curitiba, bem como apresenta uma comparação das emissões do ano-base 2016 com inventários anteriores. Apresenta-se também uma comparação das emissões de Curitiba com outras cidades.

6.1 Emissões totais e indicadores de intensidade

O total de emissões reportado neste inventário somou o montante de **3.505.046 toneladas de dióxido de carbono equivalente** e inclui as emissões advindas do consumo de energia de edificações residenciais, comerciais e institucionais referentes ao Setor Energia Estacionária, além de emissões do Setor de Transporte e emissões provenientes do Setor Resíduos.

A Figura 9 apresenta a contribuição dos setores nas emissões de GEE em Curitiba, para o ano-base 2016.

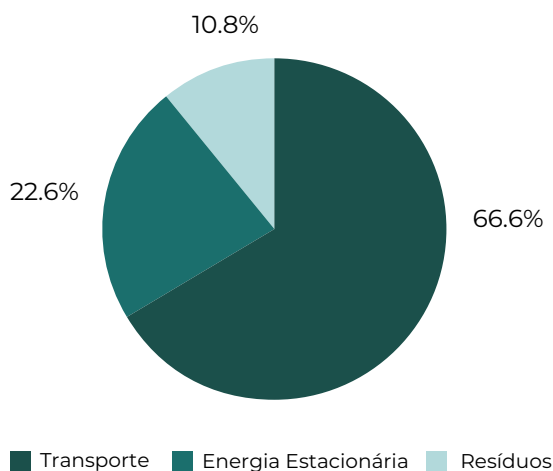


Figura 9. Porcentagem das emissões de GEE por Setor para o ano de 2016.

O perfil das emissões de GEE de Curitiba aponta que o Setor Transporte representa a maior contribuição do total, seguido do Setor Energia Estacionária e por último o Setor Resíduos.

De acordo com a metodologia GPC, é também necessário reportar as emissões com relação aos Escopos. O **Escopo 1**, ou seja, as emissões geradas dentro dos limites da cidade, contabilizou o total de **3.045.254 toneladas de dióxido de carbono equivalente**. O **Escopo 2**, representado pelas emissões indiretas provenientes da geração da energia elétrica e térmica consumida dentro dos limites municipais, totalizou **368.882 toneladas de dióxido de carbono equivalente**. O **Escopo 3**, representado pelas emissões de resíduos gerados na cidade e tratados fora dela,

somou a quantia de **90.910 toneladas de dióxido de carbono equivalente**. A distribuição dessas emissões por escopos pode ser visualizada na Figura 10.

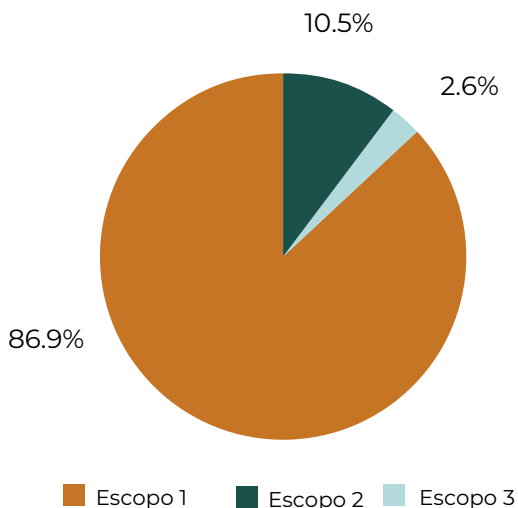


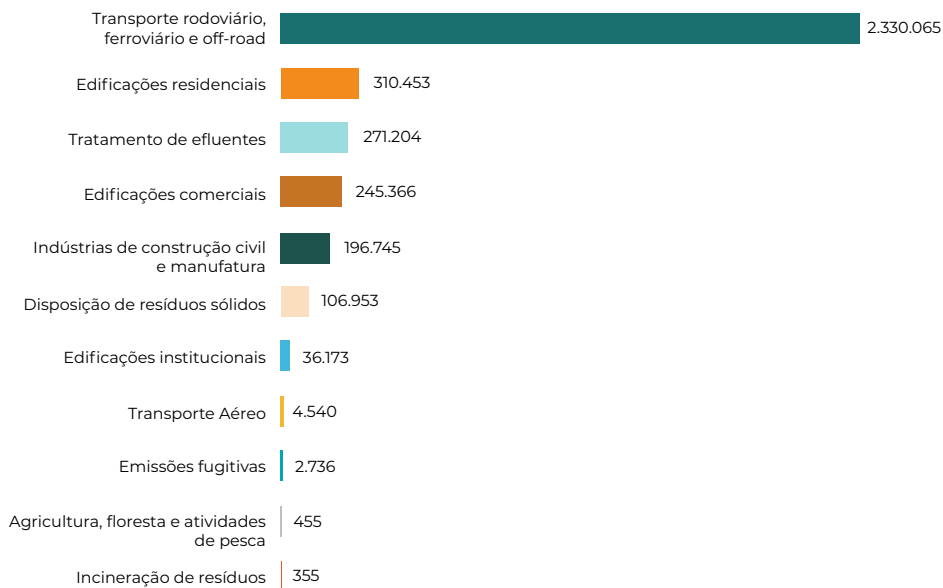
Figura 10. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba separada por escopos.

Considerando os limites reportados neste inventário de emissões de GEE, é possível estabelecer indicadores de intensidade. Esses indicadores podem ser computados em relação à população estimada, à atividade econômica, em função do Produto Interno Bruto (PIB), e à área do município (km²). O Quadro 4 apresenta os resultados desta análise.

Quadro 4. Indicadores de Intensidade

DESCRIÇÃO	INDICADOR
Emissões de GEE per capita	1,85 tCO ₂ e/hab
Emissões de GEE pelo PIB	41,8 tCO ₂ e/R\$1.000.000,00
Emissões de GEE por unidade de área	8.057 tCO ₂ e/km ²

A Figura 11 apresenta os resultados das emissões dos Subsetores, em toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Figura 11. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO₂e).

Pelo fato das emissões do Setor Transporte não terem sido desagregadas em função da abordagem metodológica adotada, não foi possível visualizar a contribuição dos Subsetores, embora seja possível afirmar que boa parte das emissões deste setor seja proveniente do transporte rodoviário¹¹.

Em seguida, as edificações residenciais aparecem como segundo subsetor que mais contribui para as emissões totais da cidade, seguido das emissões provenientes do tratamento de efluentes, e por fim, das edificações comerciais e das emissões das indústrias.

As emissões biogênicas calculadas para o município de Curitiba correspondem à queima de biocombustíveis tanto no Setor Energia Estacionária como no Setor Transporte e ao metano evitado pela queima e aproveitamento energético e lançado em forma de CO₂, em 2016 foram emitidas 750.288 toneladas de tCO₂e.

¹¹ De acordo com a Pesquisa Origem-Destino (POD), 45,8% das viagens de passageiros são realizadas por automóveis particulares, 25,2% por transporte coletivo, 2,7% por motocicleta e 2% por táxi. Isso sugere que cerca de 75% de todas as viagens realizadas na cidade utilizam da queima de combustíveis fósseis para seu deslocamento. A pesquisa realizada pelo IPPUC, concluída em 2017, faz uma radiografia dos fluxos urbanos entre os bairros da cidade e desta em relação aos 16 municípios metropolitanos com os quais as relações cotidianas são mais intensas. A POD visitou 60 mil domicílios para alcançar o total de 15,8 mil famílias (45 mil pessoas) entrevistadas que responderam ao questionário completo.

6.2 Comparação com inventários anteriores

Curitiba iniciou a contabilizar suas emissões de GEE em 2011, com a elaboração do inventário de anos-base 2006, 2007 e 2008¹². O relatório utilizou de metodologias previstas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), dos anos de 1996 e 2006, e o Guia de Boas Práticas 2000 do IPCC. Devido às diferenças nas abordagens metodológicas aplicadas, a comparação com o inventário de emissões de GEE ano-base 2016 fica limitada.

Na sequência foram realizados os inventários para os anos-base de 2012 e 2013. Esses inventários foram elaborados utilizando-se a metodologia GPC para a contabilização das emissões. Contudo, apenas o inventário ano-base 2013 contabilizado pela cidade foi revisado de acordo com a última atualização dos requisitos do Pacto de Prefeitos e aplicado na ferramenta de cálculo CIRIS.

Entretanto, é importante salientar que as atualizações feitas no inventário ano-base 2013 consideraram os dados e informações que foram coletadas e disponíveis no momento de sua elaboração. A Figura 12 apresenta a comparação das emissões relatadas no inventário ano-base 2013 com o inventário ano-base 2016.

¹² A partir dos dados deste inventário.

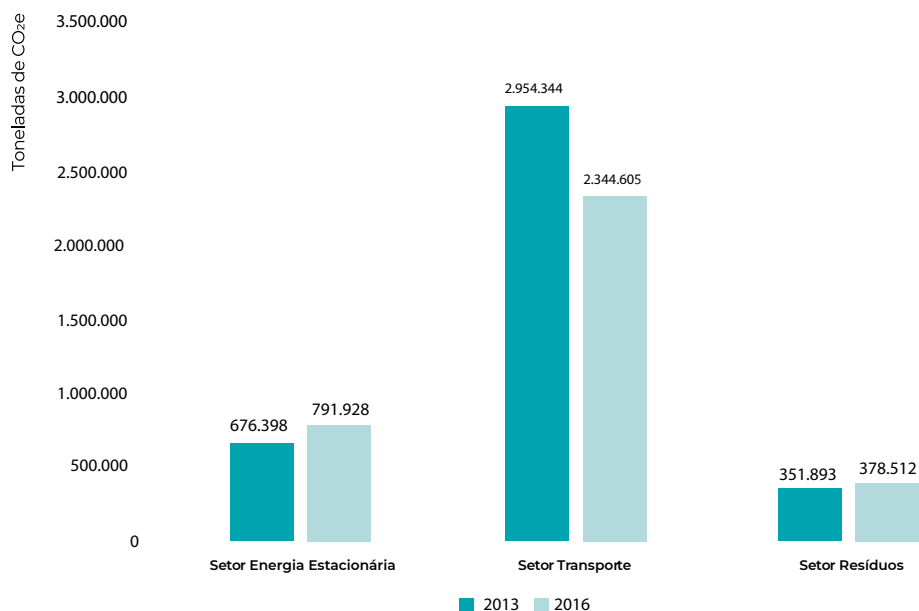


Figura 12. Emissões de GEE de Curitiba por setor para os anos-base 2013 e 2016 (em tCO₂e).

Avaliando-se os resultados dos dois períodos reportados, verifica-se que houve um aumento de aproximadamente 17% das emissões do Setor Energia Estacionária, e cerca de 8% das emissões do Setor Resíduos. Em contrapartida, verifica-se uma redução de mais de 20% das emissões do Setor Transporte.

Primeiramente, é importante destacar que o processo de elaboração e abordagens metodológicas pode ter um papel importante nesta análise, pois pode resultar em subestimar ou superestimar as emissões.

Para avaliar com maiores detalhes a variação de emissões entre os anos-base 2013 e 2016, a Figura 13 apresenta as emissões dos Subsetores para o Nível de Reporte BÁSICO para esses referidos anos-base.

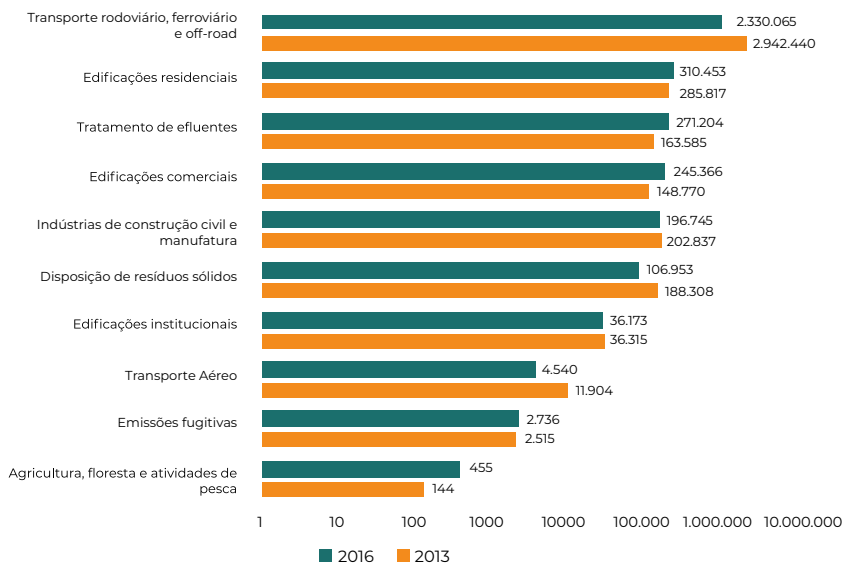


Figura 13. Emissões de GEE por Subsetores para os anos-base 2013 e 2016 (em tCO₂e).

Estima-se que o aumento das emissões do Setor Energia Estacionária esteja associado ao aumento de consumo energético da cidade, decorrente do crescimento da produção imobiliária e da expansão da infraestrutura urbana.

Já com relação ao Setor Transporte, a redução expressiva das emissões pode ser decorrente de diversos fatores. Como principal fator tem-se a redução do consumo de combustível, sendo resultado de uma diminuição na frota de veículos, na melhoria da eficiência dos motores,

na opção do cidadão ou usuário em escolher outras alternativas de deslocamento, ou em utilizar combustíveis menos poluentes.

No caso do Setor Resíduos, apesar das emissões totais apresentarem um ligeiro aumento, este fato deve-se essencialmente ao aumento das emissões geradas pelo tratamento de efluentes. Para o Subsetor de Disposição Final de Resíduos Sólidos, houve uma redução pelo fato de não terem ocorrido mudanças significativas tanto nas quantidades de resíduos gerados na cidade, quanto na composição gravimétrica, tal diminuição provavelmente refere-se ao fato da planta de disposição final de resíduos sólidos ter iniciado o aproveitamento energético do gás coletado.

Devido à condição do aterro sanitário que recebe a maior parcela de resíduos de Curitiba estar localizado fora dos limites da cidade, a aplicação da metodologia permitiu que as emissões decorrentes da combustão do gás produzido não fossem computadas neste inventário, uma vez que a energia elétrica produzida na planta não é consumida dentro dos limites da cidade.

6.3 Comparação com outras cidades

Comparando as emissões no cenário mundial, a Figura 14 apresenta a comparação entre as cidades que fazem parte

do Grupo de Liderança Climática C40 com relação às emissões totais. Estas cidades reportaram suas emissões em acordo com a metodologia GPC, especificamente para o Nível de Reporte BÁSICO e para o ano-base de 2016. Importante destacar que essas emissões reportadas pelas cidades podem ter sido mensuradas com base em diferentes limites de inventário.

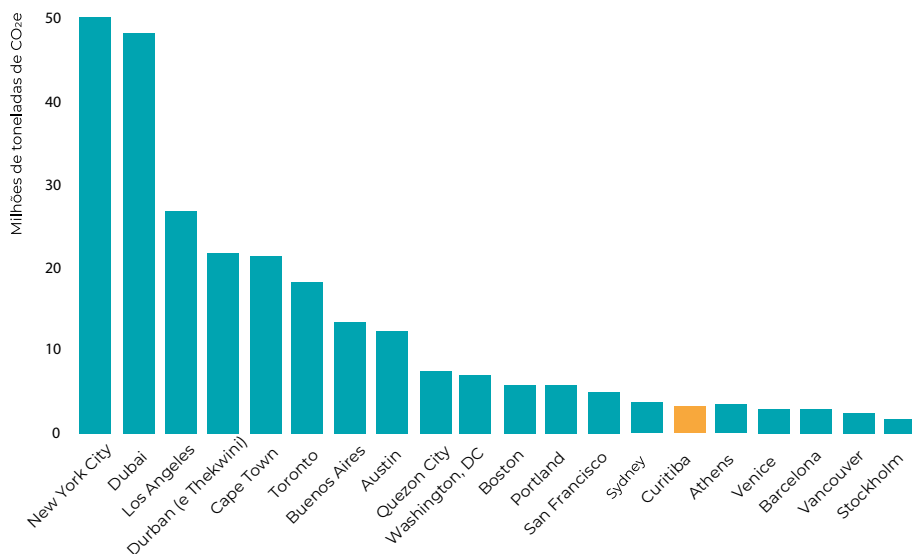


Figura 14. Comparação de emissões de GEE entre cidades
(Fonte: C40, 2019)

Considerando que as cidades comparadas possuem características diferentes, é importante comparar as emissões de GEE também em relação a outras variáveis, como por exemplo, a população, considerando as emissões per capita, conforme mostrado na Figura 15.

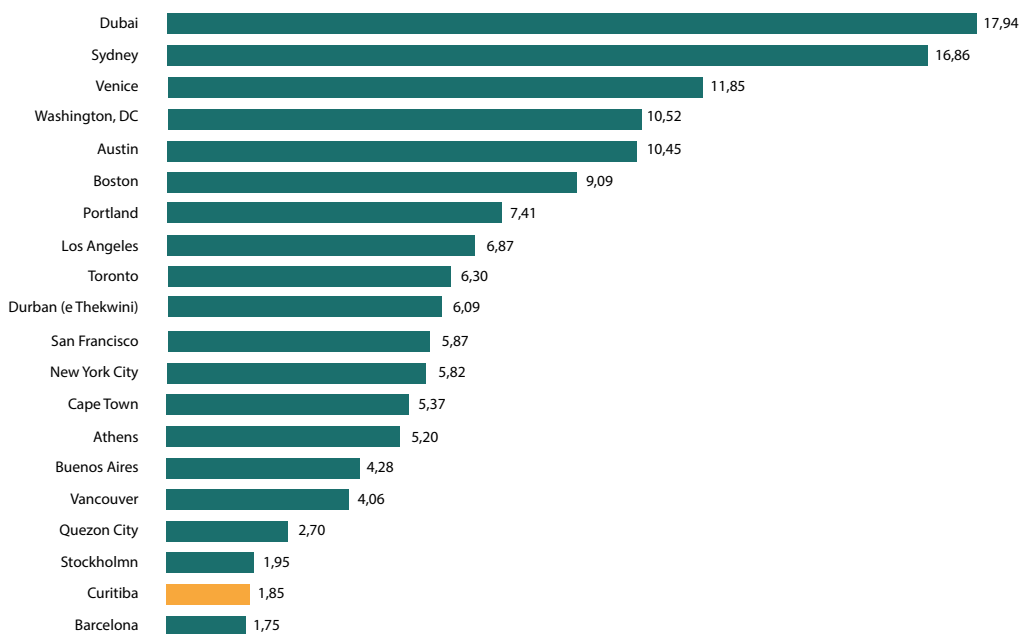


Figura 15. Comparação de emissões de GEE per capita entre cidades, em tCO₂e por habitante (Fonte: C40, 2019)

Nota-se que Curitiba, dentro do universo das cidades comparadas, encontra-se em uma posição entre as cidades com a menor quantidade de emissões totais e per capita.

Com relação ao contexto de emissões de cidades da América Latina, incluindo cidades brasileiras, é possível analisar as diferenças e similaridades do perfil de emissões em uma realidade mais próxima da local. Para esta análise, foram consideradas as cidades de Buenos Aires, Medellín, Bogotá, Quito e Lima, além das cidades brasileiras Rio de Janeiro e Salvador, conforme apresentado na Figura 16. Cabe salientar que especificamente para esta análise foram considerados os inventários mais recentes disponíveis.

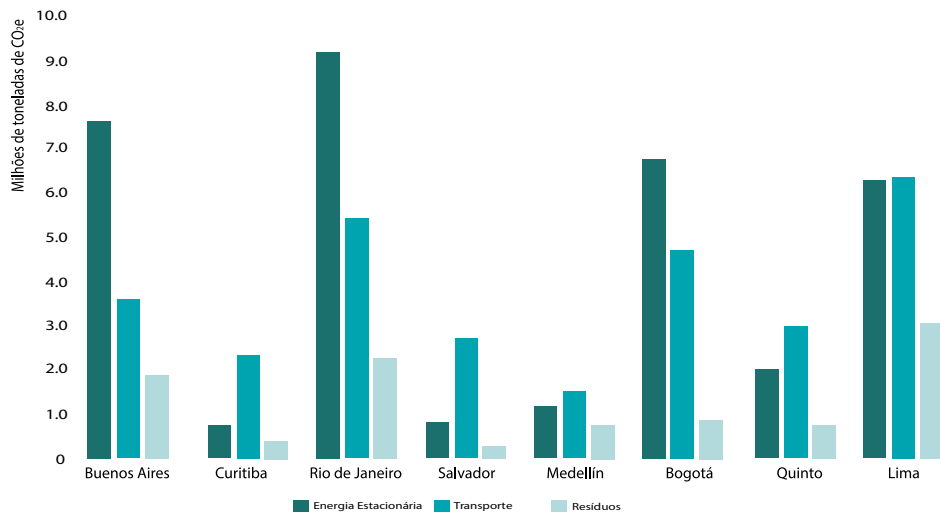


Figura 16. Emissões de GEE por setor de cidades da América Latina
(Fonte: C40, 2019)

Considerando as informações apresentadas na Figura 16, é possível constatar que Curitiba segue o perfil de emissões de outras cidades no contexto da América Latina, como Salvador, Quito e Medellín, ou seja, com a maior participação nas emissões relacionadas ao Setor Transporte. Em relação ao total, Curitiba também está entre as cidades que menos emite. Entretanto, se analisarmos em função das emissões per capita, já percebemos que a cidade está na quarta posição, ainda que o índice esteja menor do que 2 tCO₂e per capita.

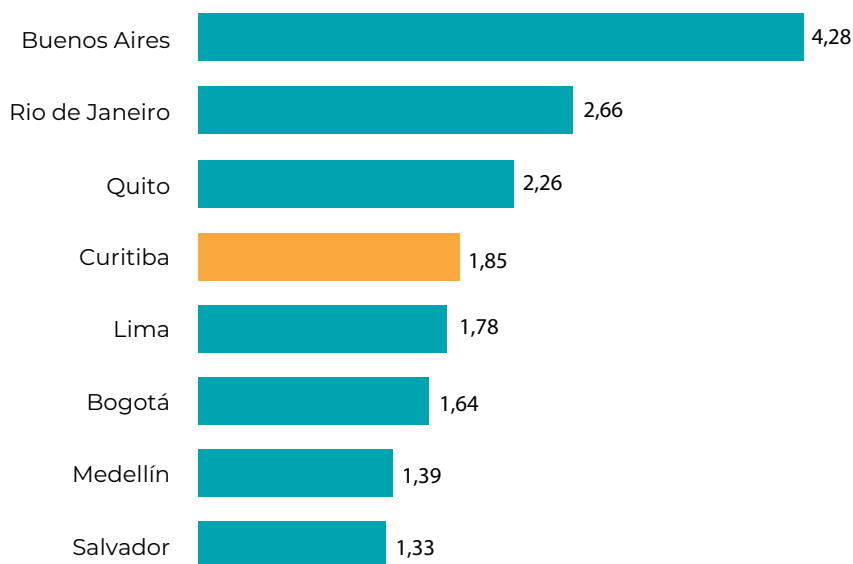


Figura 17. Comparação de emissões de GEE per capita entre cidades da América Latina, em tCO₂e por habitante
(Fonte: C40, 2019)

7. CONCLUSÕES

Com a elaboração do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa para o ano-base 2016, Curitiba avança mais um passo fundamental para o planejamento climático municipal. Os inventários de emissões são elaborados com base nos melhores dados disponíveis no momento da elaboração e, portanto, assim que mais dados e informações se façam disponíveis, surgem oportunidades de melhoria para futuros inventários.

Em 2016, Curitiba adotou o Nível de Reporte BÁSICO. Contudo, é desejável que os próximos inventários sejam realizados dentro do nível de reporte BÁSICO+.

Foi utilizada a versão Padrão 2.2 da ferramenta CIRIS (*City Inventory Reporting and Information System*) para a realização do inventário de GEE da cidade para o ano-base 2016. Ao utilizá-la, percebeu-se a necessidade de aprimorar os procedimentos de coleta de dados, permitindo assim uma avaliação mais detalhada e a redução de incertezas.

Entende-se que uma importante medida nesse sentido é estreitar o relacionamento com as instituições e parceiros provedores de dados, para tornar a elaboração do próximo inventário mais ágil, eficiente e eficaz. Tal aproximação tem por objetivos conhecer e analisar as informações disponíveis nas instituições, identificar as possibilidades de agrupamento ou dissociação de dados e aperfeiçoar as abordagens metodológicas.

Outro aspecto também importante com relação à coleta de dados é ampliar o entendimento sobre as diversas finalidades de aplicação do inventário, tornando o processo de troca de dados e informações mais transparente e adequado às partes envolvidas. Assim, acredita-se que a melhoria contínua da qualidade dos dados obtidos resultará em maior precisão e robustez dos inventários.

O inventário de emissões de GEE é um instrumento que permite entender o perfil de emissões e a contribuição de cada Setor na cidade. A elaboração sistemática de inventários anuais auxilia na visualização de tendências, ajuda no planejamento de ações e políticas públicas, na definição de caminhos a serem tomados e no monitoramento do esforço de redução das emissões em Curitiba.

Um inventário de GEE é um exercício contábil e científico que carrega incertezas, quer na coleta e agregação de dados, como no cálculo das emissões. Tais incertezas, contudo, não invalidam o documento. É importante, entretanto, que os elementos incertos sejam declarados e que os resultados sejam interpretados e usados adequadamente.

O Inventário de GEE é um instrumento de política pública e, portanto, é importante que seja compartilhado com a sociedade, para que todos, cientes da informação, possam compreender a origem das emissões e fazer escolhas mais responsáveis. Neste sentido, a cidade tem como estratégia comunicar os resultados do inventário para partes interessadas e para a sociedade em geral.

O inventário de GEE de Curitiba ano-base 2016 indicou que o Setor Transporte é o que mais contribui para as emissões de GEE, com 66,6%, seguido pelo Setor Energia Estacionária (consumo de energia em edificações), com 22,6%, e pelo Setor Resíduos com 10,8%.

Sabe-se que a comparação das emissões de GEE entre cidades possui limitações. Por mais que a metodologia GPC tenha sido criada para aperfeiçoar e delimitar com mais critério o processo de elaboração de inventários, as características territoriais e socioeconômicas de cada cidade são fundamentais para entender o contexto local de emissões. Além disso, a escolha por abordagens metodológicas específicas para cálculo de Setores de cada cidade pode ocasionar sub ou superdimensionamento das emissões de GEE.

Sendo assim, para a comparação histórica de inventários de uma mesma cidade deve-se estar constantemente avaliando a necessidade da atualização não somente do inventário mais recente, mas de toda a série histórica, de

forma que se possa analisar tendências das emissões.

Curitiba tem um histórico em políticas ambientais e um sistema de planejamento, com integração da mobilidade, uso do solo e de desenvolvimento econômico e social que colocaram a cidade num patamar de desenvolvimento urbano de destaque.

No entanto, os resultados dos inventários elaborados pelo município sugerem a necessidade de um reposicionamento no enfrentamento à mudança do clima com um olhar disruptivo, considerando todos os aprendizados acumulados e competências desenvolvidas.

São necessárias estratégias e ações de forma sistêmica nas políticas municipais, face aos novos desafios globais, como novas tecnologias disponíveis e novos padrões de comportamento e de consumo.

Com relação à mobilidade, é necessário avançar em soluções que insiram e favoreçam propostas integradas de baixo carbono. Soluções que busquem o aprimoramento da lógica atual do sistema de serviços de mobilidade urbana, proporcionando a redução da circulação de veículos motorizados individuais e da utilização de combustíveis fósseis.

Deve-se ainda buscar ações de eficiência energética, que reduzam o consumo de energia em edificações, e a implementação de ações que promovam a recuperação e aproveitamento dos GEE gerados no tratamento dos

efluentes domésticos. É importante também persistir na implantação de um modelo de gestão de resíduos que reduza as distâncias de transporte, elimine a destinação de resíduos em aterros sanitários e promova a valorização do resíduo, possibilitando o aproveitamento de seus componentes em processos como reciclagem, produção de composto orgânico, e utilização como insumo energético.

No tocante às emissões do tratamento de efluentes domésticos, há uma tendência de aumento das emissões de GEE com o aumento da cobertura dos serviços de coleta e tratamento de efluentes. A gestão de emissões de GEE deste setor deve envolver o planejamento estratégico e governança de forma que se incorpore metas de curto, médio e longo prazo no plano de ação para mitigação da mudança do clima (FILLIPPINI, 2018).

Contudo, para que Curitiba alcance seu objetivo de neutralidade de carbono, é preciso a conscientização e o engajamento de toda a sociedade no sentido de incorporar padrões de consumo que contribuam e resultem em uma cidade carbono zero.

8. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Sumário Executivo: 3º Comunicação Nacional do Brasil à Convenção – Quadro da Nações Unidas sobre Mudança do Clima.**

Brasília. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento.

Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2016a.

Disponível em: <http://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/MCTI_TCN_SUMARIO_EXECUTIVO_port.pdf>http://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/MCTI_TCN_SUMARIO_EXECUTIVO_port.pdf>. Acesso em: 16/10/2019.

BRASIL. **Volume 1: 3º Comunicação Nacional do Brasil à Convenção – Quadro da Nações Unidas sobre Mudança do Clima.**

Brasília. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento.

Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, 2016b.

Disponível em: <http://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/TCN_Volume_1.pdf>. Acesso em: 16/10/2019.

C40 CITIES CLIMATE LEADERSHIP GROUP. **City greenhouse gas emissions interactive dashboard.** Londres, 2019.

Disponível em: <<https://www.c40.org/other/gpc-dashboard>>. Acesso em: 25/08/2019."

C40 CITIES CLIMATE LEADERSHIP GROUP. **Cities Have the Power to Change the World.** Londres, 2019. Disponível em: <https://www.c40.org/why_cities>. Acesso em: 25/08/2019.

C40 CITIES CLIMATE LEADERSHIP GROUP AND ARUP CONSULTANCY. **Deadline 2020: How Cities Will Get The Job Done.** Londres, 2016. Disponível em: <<https://www.c40.org/researches/deadline-2020>>. Acesso em: 18/10/2019.

FILLIPPINI, Roberta Miguel Kiska. **Subsídios para diretrizes corporativas visando a gestão de emissões de gases de efeito estufa em um prestador de serviços de saneamento do estado do Paraná.** – Curitiba, UFPR: SENAI: Universität Stuttgart, Alemanha, 2018.

GLOBAL CONVENANTE OF MAYORS FOR CLIMATE & ENERGY (GCoM). **Guia Explicativa do Marco Comum de Reporte do Pacto Global de Prefeitos.** Versão 9, 2019. Disponível em: <<https://www.globalcovenantofmayors.org/wp-content/uploads/2019/09/Guia-Explicativa-do-Marco-Comum-de-Reporte-CRF.pdf>> Acesso em: 18/09/2019.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,** Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japão, 2006. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>>. Acesso em: 20/09/2019.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. O Sistema Interligado Nacional. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>>. Acesso em 31/10/2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Cities Report.** Nairobi, 2016. Disponível em: <<http://wcr.unhabitat.org/>>. Acesso em: 08/10/2019.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Cities And The Climate Change.** Londres, 2019. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/cities-and-climate-change>>. Acesso em: 18/10/2019.

WORLD RESOURCES INSTITUTE; C40 CITIES CLIMATE LEADERSHIP GROUP; ICLEI - LOCAL GOVERNMENTS FOR SUSTAINABILITY. **Global Protocol for Community - Scale Greenhouse Gas Emission Inventories.** Londres, 2014. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP_GPC_0.pdf>. Acesso em: 05/09/2019.



CURITIBA