Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da cidade de Curitiba

Prefeitura de
CURITIBA

COORDENAÇÃO GERAL

Secretaria Municipal do Meio Ambiente
Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba

REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO E ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Comissão para Desenvolvimento de Inventários de Emissões de Gases
de Efeito Estufa – GEE do Município de Curitiba
Decreto Municipal n.° 471, de 5 de abril de 2022

EQUIPE TÉCNICA – SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Eliane Nercinda Chiuratto Train
Felipe Maia Ehmke
Luís Alberto Lopes Miguez
Natalie Henke Gruber Marochi
Roygler Hartmann

EQUIPE TÉCNICA – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA

Adriana Garcia Matias
Gisele Rosário Medeiros
Karin Nohara Carstens Gomes
Luana Sloboda

VERIFICAÇÃO DE TERCEIRA PARTE

GRUPO C40 DE GRANDES CIDADES PARA A LIDERANÇA CLIMÁTICA

Este material foi produzido com recursos do Fundo Municipal do
Meio Ambiente – FMMA

Julho/2025

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS 06
LISTA DE QUADROS 08
LISTA DE ABREVIATURAS 09
APRESENTAÇÃO 10

1. INTRODUÇÃO 11

2. METODOLOGIA 13
2.1 A Metodologia GPC – Global Protocol for Community-Scale 13
2.2 Cálculo do Inventário 15
2.3 Limite dos Inventários 16
2.4 Relatório de Inventário e Sistema de Informação 18
2.5 Metodologia para o Setor Energia Estacionária 19
2.6 Metodologia para o Setor Transporte 20
2.7 Metodologia para o Setor Resíduos 21

3. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2017 23
3.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA 23
3.2 TRANSPORTE 26
3.3 RESÍDUOS 27
3.4 EMISSÕES TOTAIS PARA O ANO DE 2017 28

4. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2018 31
4.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA 31
4.2 TRANSPORTE 34
4.3 RESÍDUOS 35
4.4 EMISSÕES TOTAIS PARA O ANO DE 2018 36

5. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2019 39
5.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA 39
5.2 TRANSPORTE 42
5.3 RESÍDUOS 43
5.4 EMISSÕES TOTAIS PARA O ANO DE 2019 44

6. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2020 47
6.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA 47
6.2 TRANSPORTE 50
6.3 RESÍDUOS 51
6.4 EMISSÕES TOTAIS PARA O ANO DE 2020 52

7. VISÃO GERAL DAS EMISSÕES DE GEE EM CURITIBA 55

7.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS INVENTÁRIOS 55
7.2 INDICADORES DE INTENSIDADE 59
7.3 COMPARAÇÕES COM OUTRAS METODOLOGIAS 60

8. CONCLUSÕES 61

9. REFERÊNCIAS 64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Setores, Subsetores e Níveis de Reporte para elaboração de inventários de GEE 14

Figura 2. Estrutura de cálculo de emissões de GEE 15

Figura 3. Limite geográfico dos inventários de emissões de GEE de Curitiba para os anos-base de 2017 a 2020 17

Figura 4. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e queima de combustível para o ano de 2017 23

Figura 5. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2017 24

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 2017 25

Figura 7. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2017 26

Figura 8. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba, para o ano de 2017 27

Figura 9. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2017, separada por escopos 28

Figura 10. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2017 29

Figura 11. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e) no ano de 2017 29

Figura 12. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e a queima de combustível para o ano de 2018 ... 31

Figura 13. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2018 32

Figura 14. 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 2018 33

Figura 15. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2018 34

Figura 16. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba, para o ano de 2018 35

Figura 17. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2018, separada por escopos 36

Figura 18. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2018 37

Figura 19. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e) no ano de 2018 37

Figura 20. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e a queima de combustível para o ano de 2019 39

Figura 21. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2019 40

Figura 22. 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 2019 41

Figura 23. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2019 42

Figura 24. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba, para o ano de 2019 43

Figura 25. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2019, separada por escopos 44

Figura 26. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2019 ... 45

Figura 27. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e) no ano de 2019 45

Figura 28. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e a queima de combustível para o ano de 2020 47

Figura 29. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2020 48

Figura 30. 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 2020 49

Figura 31. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2020 50

Figura 32. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba, para o ano de 2020 51

Figura 33. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2020, separada por escopos 52

Figura 34. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2020 53

Figura 35. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e) no ano de 2020 53

Figura 36. Emissões totais de GEE, em tCO2e, entre os anos de 2016 e 2020 56

Figura 37. Emissões de GEE de Curitiba por setor para os anos-base 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 56

Figura 38. Porcentagem de emissão de GEE por setores entre os anos de 2017 e 2020 62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Potencial de Aquecimento Global utilizado no inventário 15

Quadro 2. Informações da cidade 16

Quadro 3. Fornecedores de Dados 18

Quadro 4. Emissões de GEE por valores totais, setores e subsetores para os anos-base 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 57

Quadro 5. Indicadores de Intensidade 59

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 – *Intergovernamental 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

PLANCLIMA – Plano Municipal de Mitigação e Adaptação à Mudança Climática

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 quinto, sexto, sétimo e oitavo Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Município de Curitiba, que consideram as emissões dos anos-base 2017, 2018, 2019 e 2020. Os inventários anteriores utilizaram como anos-base 2008, 2012, 2013 e 2016. Este Inventário tem como objetivo quantificar as emissões do Município de Curitiba utilizando a metodologia 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. Foi empregado o nível de abordagem BÁSICO, que inventaria as emissões de GEE 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 o monitoramento e a avaliação do Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima aprovado por meio do Decreto Municipal n.º 1.670, de 11 de dezembro de 2020, na medida em que permite avaliar a geração de emissões de cada setor, contribuindo para o processo de ajustes das ações a depender dos resultados obtidos. Todo esse esforço tem por objetivo maior auxiliar o poder público local e a sociedade na construção de um planejamento consistente e ambicioso da cidade de Curitiba, compatível com a emergência climática.

Prefeitura de
CURITIBA

1. INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas se configura como um desafio à gestão urbana, visto que requerem grandes investimentos, além de demandarem novas medidas de planejamento e atuação. Entre as exigências vinculadas ao poder público municipal, estão a identificação, o desenvolvimento e a implementação de respostas efetivas para se aprimorar a capacidade de mitigação e de adaptação das cidades, além de propiciar a redução de riscos e vulnerabilidades ambientais e socioeconômicas relacionadas ao tema.

Esse desafio pode ser verificado na prática, considerando a quantidade de eventos climáticos extremos que vêm afetando o Brasil e o mundo. Destaca-se a crise hídrica enfrentada em Curitiba e Região Metropolitana no ano de 2020, o registro do dia mais quente no planeta em 2023, bem como os desastres causados pelas chuvas intensas no Rio Grande do Sul no início do ano de 2024.

Em 2017, Curitiba incorporou as estratégias da Agenda 2030 da ONU, bem como seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Além disso, também aderiu ao Pacto Global, iniciativa das Nações Unidas que apresenta como intuito fomentar o engajamento das empresas em políticas de responsabilidade social e sustentabilidade.

O município de Curitiba vem buscando evoluir suas ações de enfrentamento dos desafios climáticos, motivo que impulsionou o desenvolvimento do Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (PlanClima), aprovado por meio do Decreto Municipal n.º 1.670/2020. Alinhada ao Acordo de Paris e ao ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, essa iniciativa objetiva direcionar esforços para conter o aumento das temperaturas médias, por meio da mitigação das emissões de GEE, e melhorar a capacidade de adaptação da cidade.

Entre seus objetivos, o PlanClima visa promover estratégias, articulação e integração de iniciativas que busquem a redução das emissões de GEE a fim de aumentar a resiliência do município. Nesse contexto, foram definidas 20 ações envolvendo processos de mitigação e ações de adaptação, as quais refletem as prioridades elencadas por Curitiba para que o município alcance a neutralidade de suas emissões até o ano de 2050. A elaboração do plano ocorreu através de processos participativos, envolvendo o Grupo de Trabalho GT Clima, o Fórum Municipal de Mudanças Climáticas, o ***Global Shapers*** e a participação estendida de servidores da PMC e do CONRESOL.

Por meio da orientação metodológica fornecida pela consultoria, contratada pelo Grupo C40, e por meio da utilização da ferramenta ASAP – ***Action Selection and Prioritisation***, desenvolvida pelo Grupo C40, obteve-se auxílio para a priorização das ações. Tal processo contou com a avaliação de multicritérios, os quais consideraram benefícios primários, cobenefícios e viabilidade.

As 20 ações prioritárias do PlanClima são consideradas ações guarda-chuva por se tratarem de iniciativas de amplo espectro que contam com um conjunto de subações para serem implementadas.

Curitiba apresentou no PlanClima as projeções de quatro trajetórias futuras de GEE, as quais foram elaboradas a partir do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa referente ao ano-base de 2016, e da análise das características de emissões da linha de base. Para a projeção dos cenários foi considerada a implementação de medidas de redução das emissões de GEE. Foram obtidos quatro cenários previstos, denominados de Cenário Tendencial, Cenário Planejado, Cenário Ambicioso e Cenário Estendido. Dentre as projeções, somente os cenários Ambicioso e Estendido são capazes de obter resultados mais viáveis com relação aos objetivos e metas assumidos pela cidade, a fim de se atingir a neutralidade de Carbono até o ano de 2050. Ao desenvolver o presente relatório do Inventário de Emissões de GEE dos anos base de 2017 a 2020, Curitiba apresenta novos resultados capazes de subsidiar futuras avaliações do PlanClima, bem como a construção de novos cenários.

Anteriormente, o município já havia realizado Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa tendo como anos-base 2008, 2012, 2013, e 2016. A partir do inventário de 2016, a metodologia aplicada foi o GPC – Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Escala Comunitária.

2. METODOLOGIA

2.1. A Metodologia GPC – *Global Protocol for Community-Scale*

Para a elaboração deste inventário, foi seguido 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).

Lançada em 2014, a Metodologia GPC foi realizada em parceria com o ICLEI Governos Locais pela Sustentabilidade, o ***World Resources Institute*** (WRI) e o Grupo de Liderança Climática C40 (***Climate Leadership Group***), englobando 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 fornece um padrão para a organização e para o registro em inventários das emissões de GEE na escala de comunidades. Entre os principais conceitos contábeis da metodologia GPC, estão incluídos:

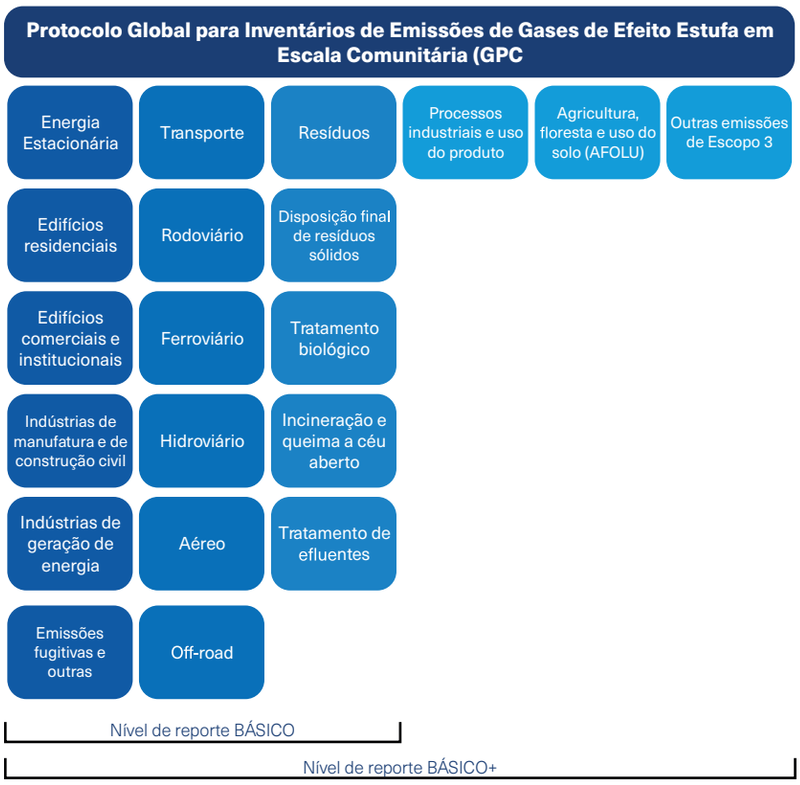
A) a organização da quantificação das emissões em Setores e Subsetores;

B) o conceito de Escopo, para diferenciar as emissões que ocorrem dentro e fora do limite geográfico da cidade; e

C) os diferentes Níveis de Reporte.

Essa metodologia objetiva separar os dados de emissões para que sejam identificadas as maiores fontes de GEE em uma cidade. Dessa forma, determina seis diferentes setores: 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.

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



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Os setores são agrupados dentro de três categorias de escopos com base no local onde as atividades ocorrem, ou seja, dentro ou fora do limite estabelecido no inventário. Os escopos contribuem para a diferenciação das emissões que ocorrem fisicamente dentro dos limites estabelecidos (Escopo 1) daquelas que ocorrem fora (Escopo 3), e também das emissões indiretas resultantes da geração da energia elétrica, que, apesar de produzidas fora dos limites do inventário, são consumidas dentro da área inventariada (Escopo 2).

Os níveis de reporte oferecem às cidades duas opções de níveis de relato a serem selecionadas, os quais são denominados de BÁSICO ou BÁSICO+. A abordagem de nível BÁSICO inclui as fontes de emissão mais comumente observadas nas cidades, as quais são associadas aos setores de Energia Estacionária, de Transporte e de Resíduos. Isso permite que a comparação entre todas as cidades que utilizam a metodologia GPC seja realizada. Já o nível de reporte BÁSICO+ consiste em um alcance maior, já que engloba, além do nível BÁSICO, os setores de IPPU e AFOLU. Para a elaboração do presente inventário, Curitiba adotou o nível BÁSICO como forma de análise.

Além de reportar os GEE por Setores e Escopos, existem as emissões de CO_2 resultantes da combustão de biomassa. Essas emissões são denominadas Emissões Biogênicas, sendo consideradas neutras em termos de impacto, pois provêm de fluxos naturais de biomassa

vegetal ou animal. Esse dióxido de carbono (CO_2) apresenta ciclo biológico, permanecendo pouco tempo na atmosfera e não sendo responsável por gerar impactos substanciais 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

Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Os dados da atividade correspondem ao consumo que geram emissões de GEE, por exemplo, consumo de energia elétrica e consumo de combustíveis. Já o fator de emissão é utilizado para converter os dados da atividade em emissões. O reporte das emissões é realizado em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO2e). O valor é obtido por meio da multiplicação das emissões dos GEE inventariadas pelo seu respectivo Potencial de Aquecimento Global (GWP – *Global Warming Potential*) valor esse publicado pelo IPCC, o qual representa o impacto variável de determinado GEE emitidos para a atmosfera.

Assim, para o inventário de emissões de Curitiba ano-base 2017, 2018, 2019 e 2020, foram utilizados os Potenciais de Aquecimento Global do Quinto Relatório do IPCC, publicado em 2014, conforme demonstrado no Quadro 1. Assim, foram utilizados os dados mais atualizados dentro da ferramenta CIRIS 2.5 durante a produção desses inventários.

Quadro 1. Potencial de Aquecimento Global utilizado no inventário[1]

GÁS DE EFEITO ESTUFA	GWP
CO2 - Dióxido de Carbono	1
CH4 - Metano	28
N2O - Óxido Nitroso	265

1 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 jun. 2024..

2.3 Limite dos Inventários

As emissões de GEE provenientes das atividades antrópicas foram calculadas respeitando os limites do município de Curitiba. O Quadro 2 apresenta informações sobre os limites do Inventário.

Quadro 2. Informações da cidade

Nome do município	Curitiba
Estado	Paraná
País	Brasil
Anos dos Inventários	2017, 2018, 2019 e 2020
Área	434,892 km² (IBGE, 2022)
Limites geográficos	Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Contenda, Araucária, Campo Largo, Campo Magro
População	2016: 1.893.997 habitantes (estimativa populacional IBGE, 2016) 2017: 1.764.597 habitantes (estimativa populacional IPPUC, 2024) 2018: 1.776.418 habitantes (estimativa populacional IPPUC, 2024) 2019: 1.768.240 habitantes (estimativa populacional IPPUC, 2024) 2020: 1.770.064 habitantes (estimativa populacional IPPUC, 2024)
Produto Interno Bruto per capita por ano-base de Inventário	2016: R$ 44.239,20 por habitante (IBGE; IPARDES, 2016) 2017: R$ 44.397,52 por habitante (IBGE; IPARDES, 2024) 2018: R$ 45.458,27 por habitante (IBGE; IPARDES, 2024), 2019: R$ 49.719,80 por habitante (IBGE; IPARDES, 2024) 2020: R$ 45.243,84 por habitante (IBGE; IPARDES, 2024)
Clima	Subtropical Úmido
Bioma	Mata Atlântica

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

Figura 3. Limite geográfico dos inventários de emissões de GEE de Curitiba para os anos-base de 2017 a 2020

2.4. Relatório de Inventário e Sistema de Informação

Para a elaboração deste inventário, Curitiba utilizou a versão Padrão 2.5 CIRIS (*City Inventory Reporting and Information System*), desenvolvida pela C40 como ferramenta para que as cidades elaborem seus inventários de GEE de acordo com o GPC[2]. O CIRIS fornece um modelo de relatório e calculadora acessível, flexível e transparente.

A relação dos dados e informações utilizados para compor o inventário estão 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 e emissões fugitivas	Companhia Paranaense de Gás – COMPAGAS
Consumo de energia elétrica	Companhia Paranaense de Energia – COPEL
Venda de combustíveis	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP
Quantidade de resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários	CONRESOL – Consórcio Intermunicipal para Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos ESSENCIS – empresa responsável pelo Aterro Sanitário de Curitiba
Informações sobre reaproveitamento de metano nos aterros	Empresas proprietárias dos aterros sanitários: ESSENCIS e ESTRE Ambiental
Quantidade de resíduos sólidos incinerados	Departamento de Limpeza Pública da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba
Emissões decorrentes do tratamento de efluentes domésticos	Concessionária prestadora do serviço de saneamento (Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR)

2 A ferramenta CIRIS está disponível em <https://www.c40knowledgehub.org/s/article/City-Inventory-Reporting-and-Information-System-CIRIS?language=en_US>.

2.5 Metodologia para o Setor Energia Estacionária

As emissões do Setor Energia Estacionária são provenientes do consumo de duas fontes: (i) energia elétrica em instalações e edificações, a exemplo do consumo de energia dos edifícios residenciais, comerciais e institucionais e da iluminação pública; e (ii) do consumo de combustíveis fósseis para aquecimento e cocção, geração de energia elétrica (geradores) em edifícios residenciais, comerciais e institucionais, indústrias, iluminação pública e atividades relacionadas à agricultura. Este setor também inclui emissões fugitivas[3] que ocorrem na rede de distribuição de gás natural.

Quando analisado o cenário nacional, é possível observar que a geração de energia elétrica é majoritariamente proveniente de fontes renováveis (hidrelétrica, eólica, solar etc.). Entretanto, devido à volatilidade e à sazonalidade das vazões dos rios que suprem, em média, 80% do Sistema Interligado Nacional[4], o sistema de produção e transmissão de energia elétrica no Brasil é considerado hidro-termo-eólico. Ou seja, há a participação de usinas térmicas, que contribuem para o fator de emissão decorrente da geração de energia elétrica. Em Curitiba, essa energia é utilizada em todos os Subsetores para iluminação, aquecimento e resfriamento, eletrodomésticos, equipamentos, entre outros usos.

Por fim, em relação ao uso de combustíveis fósseis, a cidade de Curitiba considerou sua comercialização dentro dos limites da cidade. Esses combustíveis incluem o uso de gás natural, gás liquefeito do petróleo (GLP), diesel, e, em menor quantidade, o uso de biomassa para a geração de energia.

3 As emissões fugitivas são definidas pela Resolução n.º 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.

4 O Sistema Interligado Nacional (SIN) é o 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).

2.6 Metodologia para o Setor Transporte

O Setor Transporte inclui todas as emissões do consumo de combustíveis e energia elétrica em todos os modais de transporte. Devido ao nível de reporte BÁSICO escolhido para relato, foram considerados apenas os transportes realizados dentro do município.

A emissão de GEE é gerada a partir da queima de combustíveis fósseis ou ainda por meio do uso de eletricidade, a qual é consumida por meio da utilização de veículos e demais equipamentos. 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 se configura como o principal meio de locomoção de passageiros e abrange uma variedade de modais, incluindo automóveis particulares, ônibus, táxis, caminhões e motocicletas.

Entre os combustíveis fósseis utilizados em transporte terrestre, estão a gasolina, o diesel e o gás natural veicular (GNV), além do etanol, caracterizado como biocombustível. Destaca-se também que são consideradas as frações de biodiesel misturado ao diesel e de etanol misturada à gasolina, conforme é previsto pela legislação brasileira.

Com relação aos veículos elétricos, apesar de haver uma perspectiva de crescimento do setor no cenário brasileiro, a quantidade desses veículos na cidade para os anos inventariados neste Relatório é insignificante. Segundo informações da ***NeoCharge***[5], com base nos dados obtidos por meio do DENATRAN, a quantidade de veículos elétricos registrados em Curitiba correspondeu a 275 em 2017, 427 em 2018, 806 em 2019, e 1.283 veículos em 2020. Além da frota de veículos elétricos ou híbridos não ser representativa, o consumo de energia elétrica para o abastecimento de veículos não é desagregado, não permitindo, portanto, a mensuração no Setor Transportes.

Em Curitiba, 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 no município.

Adicionalmente, há dois aeroportos que atendem a cidade, 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 em Curitiba. O consumo de combustível para o transporte aéreo é predominantemente composto por querosene de aviação e gasolina de aviação. Para fins deste relatório, em conformidade com o nível de reporte BÁSICO, foram consideradas apenas as emissões que ocorrem dentro dos limites da cidade.

5 Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>. Acesso em 19 jun. 2024

A depender 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 analisadas 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 análise de intensidade de uso, as emissões de transportes off-road não são contabilizadas.

É válido destacar que a energia utilizada nos edifícios do Setor Transporte, como, por exemplo, os terminais e as estações do transporte público de Curitiba, assim como a eletricidade e os combustíveis para aquecimento utilizados no aeroporto e estações ferroviárias, enquadram-se no Setor Energia Estacionária, e não no Setor Transporte.

2.7 Metodologia para o Setor Resíduos

As emissões do Setor Resíduos contemplam aquelas geradas pela disposição final de resíduos em aterro sanitário, da incineração de resíduos de serviços de saúde e do tratamento de efluentes domésticos.

As emissões do gás metano (CH_4) de aterros sanitários continuam a impactar durante várias décadas após a disposição final dos resíduos. Isto é, os resíduos dispostos em um determinado ano contribuem para as emissões deste ano e dos anos subsequentes. Entretanto, seguindo as orientações do IPCC, as cidades podem estimar as emissões com base nos resíduos dispostos no ano inventariado, sendo possível excluir as emissões decorrentes dos resíduos já dispostos em anos anteriores. Esse método denomina-se Compromisso de Metano[6] e foi adotado neste relatório.

Curitiba e alguns municípios da Região Metropolitana têm seus resíduos de coleta e disposição final operados por meio de um consórcio metropolitano e encaminhados para disposição final em dois aterros sanitários privados, sendo um localizado fora dos limites da cidade, no município de Fazenda Rio Grande, e outro dentro dos limites de Curitiba, no bairro Cidade Industrial de Curitiba (CIC).

Os resíduos sólidos urbanos gerados em Curitiba e coletados pelo serviço de limpeza pública da cidade foram, em sua maior parte, encaminhados para disposição final em Fazenda Rio Grande. Trata-se de um aterro sanitário projetado, implantado e operado dentro das melhores práticas e dotado de sistema de captação e aproveitamento do biogás para geração de energia elétrica. Para fins deste inventário, contabilizou-se a quantidade de resíduos sólidos da coleta pública limitados apenas à cidade de Curitiba.

Foram reportadas também as emissões decorrentes dos resíduos dispostos no aterro sanitário situado em Curitiba. Durante os anos abordados neste relatório, esse aterro particular recebeu resíduos de grandes geradores, como supermercados, *shopping centers*, indústrias, entre outros.

6 O 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 em um dado ano, sem considerar quando as emissões realmente ocorreram (uma parcela das emissões é lançada todos os anos após o resíduo ser disposto).

Portanto, as emissões decorrentes da disposição final de resíduos sólidos, em concordância com o nível de reporte BÁSICO, devem considerar as emissões dos resíduos gerados pelo Município, dispostos dentro dos limites geográficos do inventário, alocadas no Escopo 1, e fora dos limites geográficos, alocadas no Escopo 3.

Por fim, o último componente a ser abordado no Setor Resíduos é o de tratamento de efluente doméstico. Durante o tratamento anaeróbio[7] desse efluente, gases como CO_2, CH_4 e N_2O (Óxido Nitroso) são emitidos para a atmosfera. Segundo IPCC (2006), o metano é produzido durante a decomposição anaeróbia do efluente ou do lodo. A geração de CH_4 no tratamento de efluentes é resultado da quantidade de matéria orgânica degradável removida no tratamento, a qual é influenciada pelo tamanho da população atendida e pela eficiência de cada etapa do processo de tratamento de efluentes. Já a produção de N_2O ocorre na etapa aeróbia do processo de tratamento. As emissões de N_2O também podem ocorrer de forma indireta, quando o efluente é lançado no corpo hídrico.

O município de Curitiba possui cinco estações de tratamento de efluentes (ETEs), as quais são operadas pela concessionária de saneamento, que atendem, além da capital, outros municípios da Região Metropolitana. A prestadora de serviços declarou as emissões que estão sob sua responsabilidade e que são provenientes da população e atividades do município de Curitiba. Portanto, este inventário considerou somente a parcela de esgoto sanitário que é coletado através da rede coletora e encaminhado para uma das ETEs. Assim, não foram contabilizadas as emissões decorrentes do tratamento de efluentes domésticos em sistemas individuais, devido à indisponibilidade de dados específicos desses sistemas de tratamento.

Para a estimativa das emissões de GEE no processo de tratamento de efluentes domésticos, foi realizada a metodologia disposta no Capítulo 6 do Volume 5 das diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de GEE (2006). Apesar de já existir um novo guia para elaboração de Inventários lançado pelo IPCC em 2019, o Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) passou a recomendar o uso a partir de 2023 referente a Inventários de 2022. As diretrizes do IPCC 2019 alteram principalmente o fator de correção do metano (MCF) dos tratamentos de efluentes aeróbios e o MCF do efluente remanescente que vai ser depurado no rio, além de premissas nas emissões de óxido nitroso e resíduos sólidos.

Conforme as informações da SANEPAR, prestadora de serviços de saneamento, são reportadas as emissões desde 2008 no Registro Público de Emissões do PBGHGP. Até 2016, os dados de entrada para cálculo das emissões de cada planta eram baseados em dados teóricos da literatura a depender da população e concepção da planta. Visando a uma melhoria na exatidão dos cálculos, em 2017, foram utilizados os dados de monitoramento de vazão, DBO afluente e eficiência de cada ETE.

Em 2021, para o cálculo das emissões indiretas de óxido nitroso (N_2O) provenientes do tratamento de efluentes, modificou-se o uso de padrões e fatores da literatura por dados de monitoramento de nitrogênio do efluente. Assim, foi realizado e apresentado o recálculo das emissões desde 2016 para comparação entre os anos.

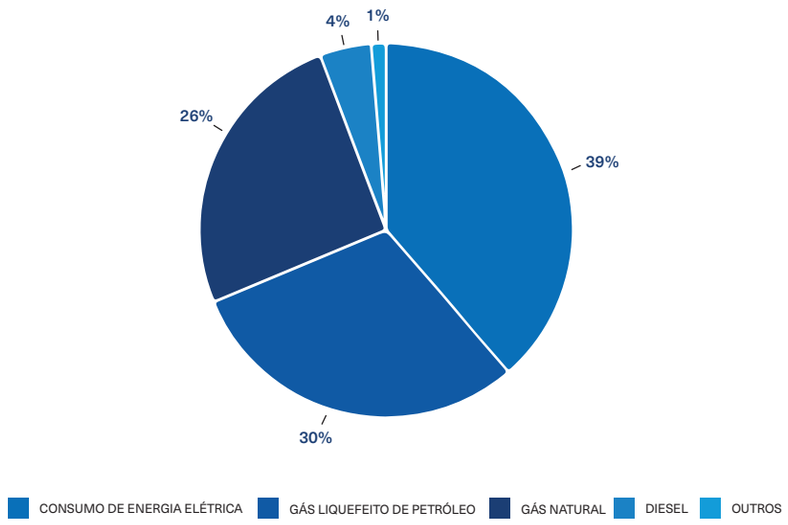
7 Tratamento anaeróbio: é um processo de tratamento de água residuária que utiliza bactérias anaeróbias (que não precisam de oxigênio) para decompor os poluentes orgânicos presentes no efluente. Tratamento aeróbio: processo de tratamento que utiliza bactérias que necessitam de oxigênio.

3. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2017

3.1 Energia estacionária

O total de emissões do Setor Energia Estacionária em 2017 foi de 874.048 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 4 apresenta a distribuição dessas emissões considerando o consumo de energia elétrica, a queima de combustível e as emissões fugitivas.

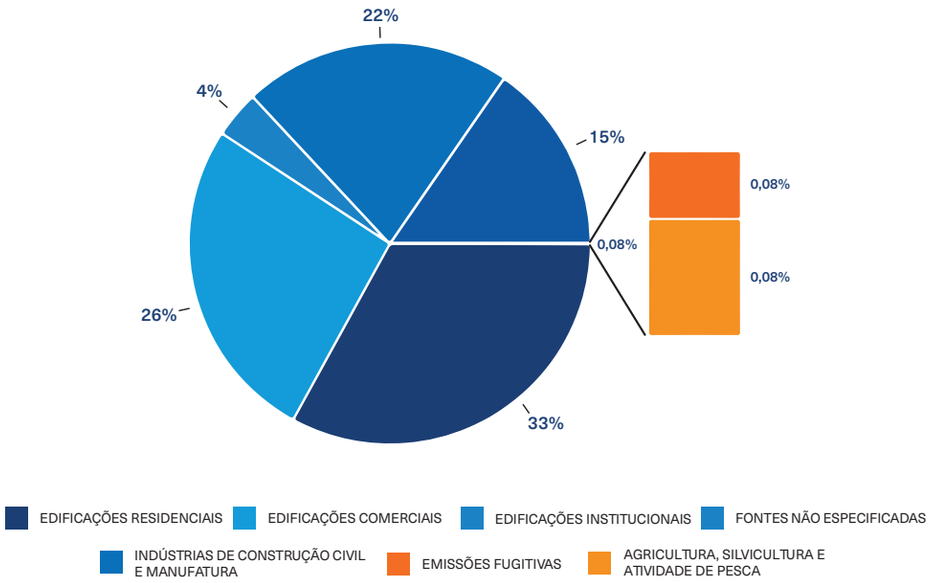
Figura 4. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e queima de combustível para o ano de 2017



As emissões deste setor apresentaram como maiores contribuintes o consumo de energia elétrica, seguidos da queima de GLP, gás natural e diesel. Outros combustíveis tiveram 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 2017



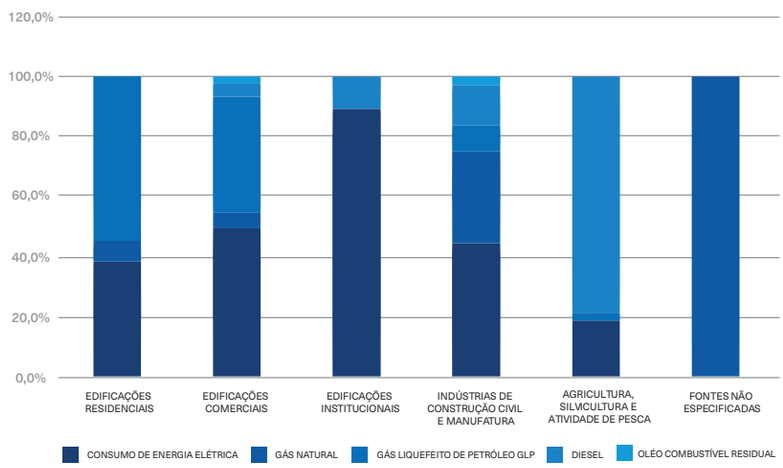
Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

As emissões do Subsetor Edificações Residenciais apresentam a maior contribuição (33%), seguida pelos Subsetores Edificações Comerciais (26%), Indústrias de Construção Civil e manufatura (22%), Fontes Não Especificadas (15%) e Edificações Institucionais (4%). Os Subsetores de Emissões Fugitivas e Agricultura, Silvicultura e Atividades de Pesca apresentam participação inexpressiva.

Destaca-se que o Subsetor Edificações Institucionais inclui o consumo proveniente da iluminação pública, edificações e infraestruturas institucionais.

A Figura 6 apresenta a distribuição das emissões totais produzidas em cada Subsetor, em função do consumo de energia elétrica e da queima de combustíveis.

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 2017



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A partir da distribuição acima, é possível avaliar o perfil de emissões referentes a cada Subsetor. Nota-se que, apesar do consumo de energia elétrica contribuir majoritariamente para as emissões totais do Setor Energia Estacionária, cada Subsetor possui um consumo específico.

Os Subsetores de Edificações Residenciais e Comerciais apresentam consumos expressivos de energia elétrica e de GLP, ao passo que para as edificações institucionais o consumo de energia elétrica representa quase 90% das emissões totais do Subsetor.

Para o Subsetor Industrial, verifica-se uma maior diversificação no perfil de combustíveis, destacando-se o uso de gás natural e consumo de energia elétrica. O Subsetor de Agricultura, apesar de representar somente 0,05% das emissões do Setor, apresenta o uso do diesel como o maior contribuinte de suas emissões.

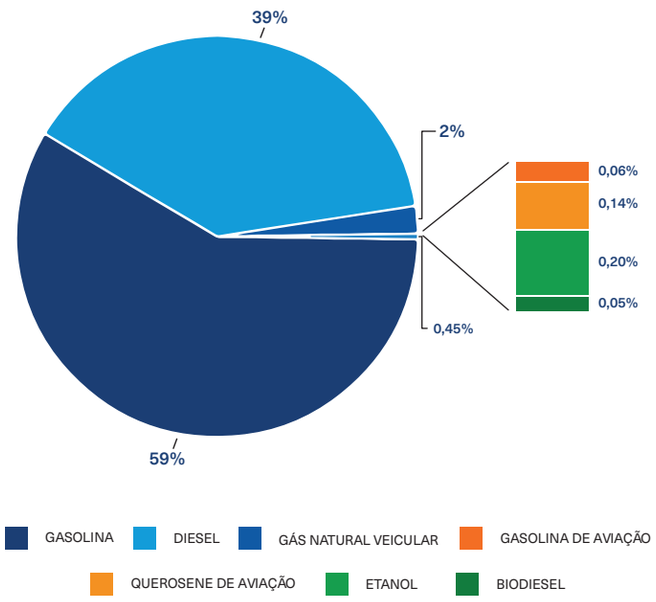
Por fim, o Subsetor referente às Fontes Não Especificadas é composto em sua totalidade por emissões provenientes do consumo de gás natural, que não se enquadraram nos Subsetores anteriores.

3.2 Transporte

Para o inventário de ano-base 2017, foi utilizada a metodologia de comercialização de combustíveis. O total de emissões do Setor Transporte foi de 2.457.848 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 2017



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A gasolina, o diesel e o gás natural veicular são os combustíveis que apresentam maior representatividade de emissões, representando quase a totalidade das emissões de GEE do Setor Transporte. Os consumos de gasolina e querosene de aviação, etanol e biodiesel correspondem, juntos, a 0,45% das emissões do setor.

3.3 Resíduos

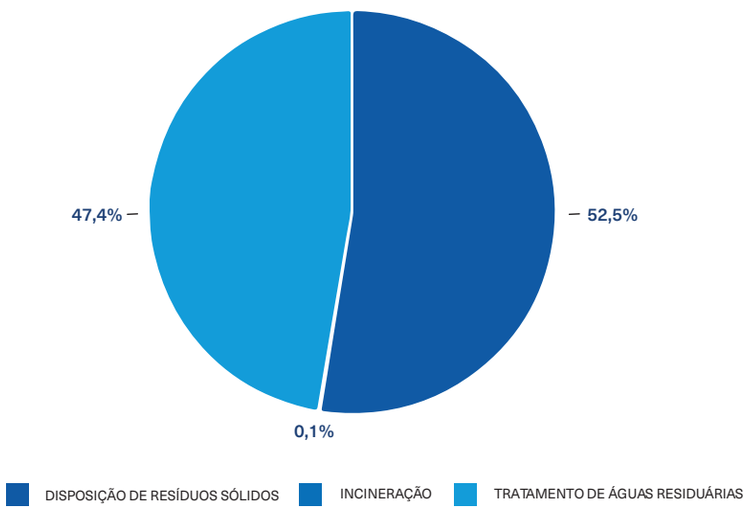
As emissões decorrentes do Setor Resíduos para o ano de 2017, que correspondem aos Subsetores Disposição de Resíduos Sólidos, Incineração e Tratamento de Efluentes, totalizaram 344.855 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Para a Disposição de Resíduos Sólidos, a emissão da disposição de resíduos em aterro sanitário totalizou 181.197 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Foram reportadas também as emissões de GEE da incineração dos resíduos de serviços de saúde. O total de emissões para esse segmento foi de 461 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

As emissões de GEE provenientes do Tratamento de Efluentes gerados em Curitiba totalizaram 163.197 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 8 apresenta a distribuição das emissões para o Setor Resíduos.

Figura 8. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba para o ano de 2017



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

3.4 Emissões totais para o ano de 2017

As emissões totais de cada ano inventariado são reportadas em sua totalidade, por escopos, por setores e subsetores, conforme determina a metodologia GPC.

As emissões de Gases de Efeito Estufa totais inventariadas para o ano de 2017 totalizaram 3.676.750 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

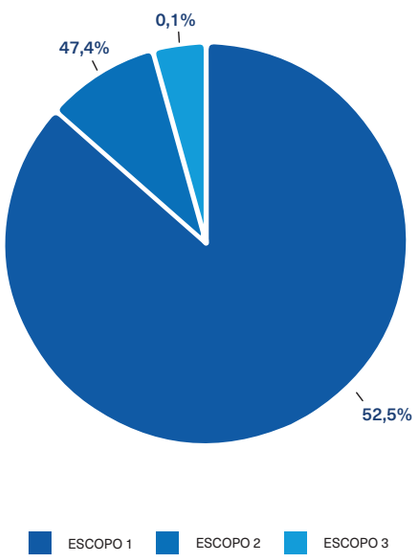
O primeiro escopo classifica as emissões geradas dentro das fronteiras municipais (e.g. queima de combustível e disposição de resíduos dentro do município). De maneira que, sob o Escopo 1, contabilizaram-se 3.180.117 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O segundo escopo determina emissões indiretas provenientes da geração da energia elétrica e térmica consumida dentro dos limites municipais (e.g. consumo residencial de energia elétrica dentro do município). De forma que, sob o Escopo 2, totalizaram-se 337.783 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O último escopo compreende todas as outras emissões que ocorrem fora dos limites da cidade, mas são resultado de atividades realizadas dentro desses limites (e.g. resíduos gerados no município, porém tratados fora dele). De modo que, sob o Escopo 3, somaram-se 158.850 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Ainda, a distribuição das emissões geradas em 2017 por escopos pode ser visualizada na Figura 9.

Figura 9. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2017, separada por escopos

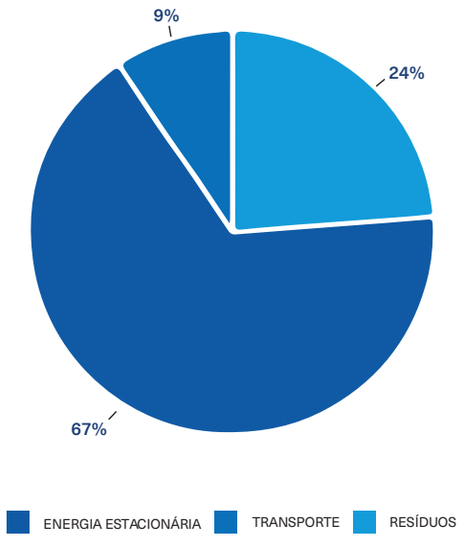


Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 10 demonstra a contribuição de cada setor para a emissão de GEE para o ano de 2017. Nela, é possível observar que o Setor Transporte

é o maior contribuinte para a emissão de GEE (67%), seguido do Setor Energia Estacionária (24%) e do Setor Resíduos (9%).

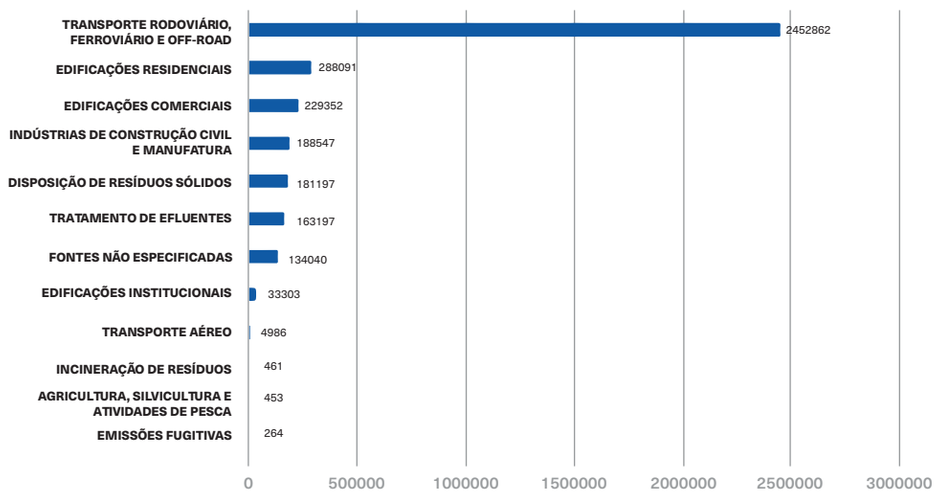
Figura 10. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2017



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 11 detalha as emissões por Subsetores distribuídos em ordem decrescente de emissão.

Figura 11. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e) no ano de 2017



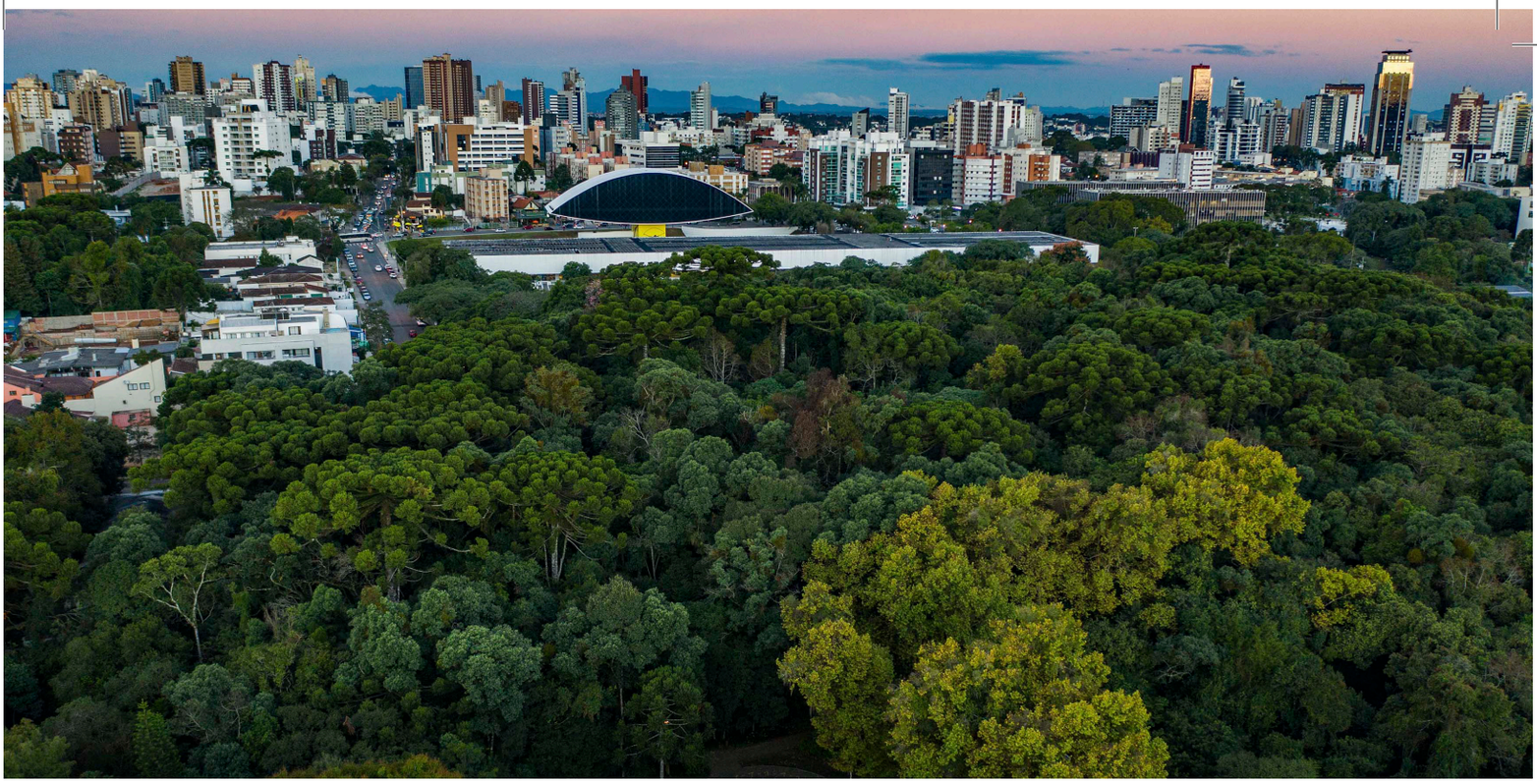
Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Pelo fato das emissões do Setor Transporte não terem sido desagregadas em função da abordagem metodológica de venda de combustíveis adotada, não foi possível visualizar a contribuição dos Subsetores responsáveis pelo transporte terrestre, embora seja possível afirmar que boa parte das emissões desse setor seja proveniente do transporte rodoviário[1].

Em seguida, as Edificações Residenciais, Edificações Comerciais, Indústrias de Construção e Manufaturas e Disposição de Resíduos Sólidos configuram os Subsetores com maior contribuição de emissões para o ano inventariado.

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, cuja emissão é evitada através da queima e do aproveitamento energético e lançado na atmosfera em forma de CO_2. Para o ano de 2017, foram contabilizados 86.309 tCO2 biogênicos.

1 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.

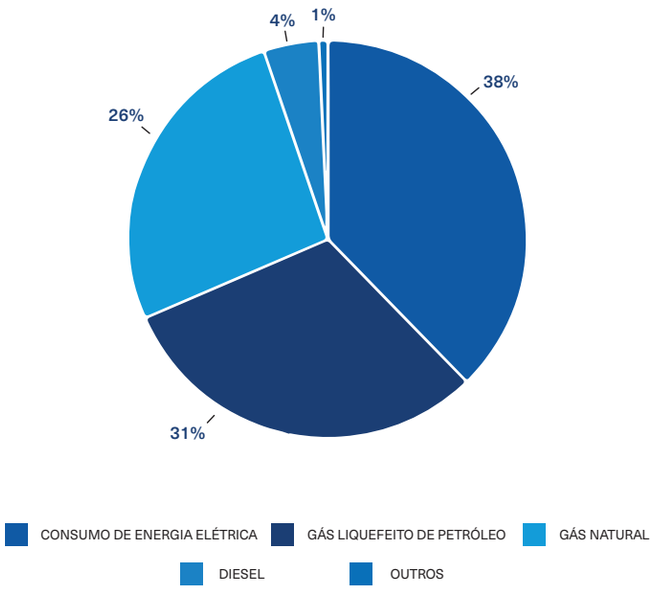


4. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2018

4.1 Energia estacionária

O total de emissões para o Setor Energia Estacionária foi de 893.121 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 12 apresenta a distribuição dessas emissões considerando o consumo de energia elétrica, a queima de combustível e as emissões fugitivas.

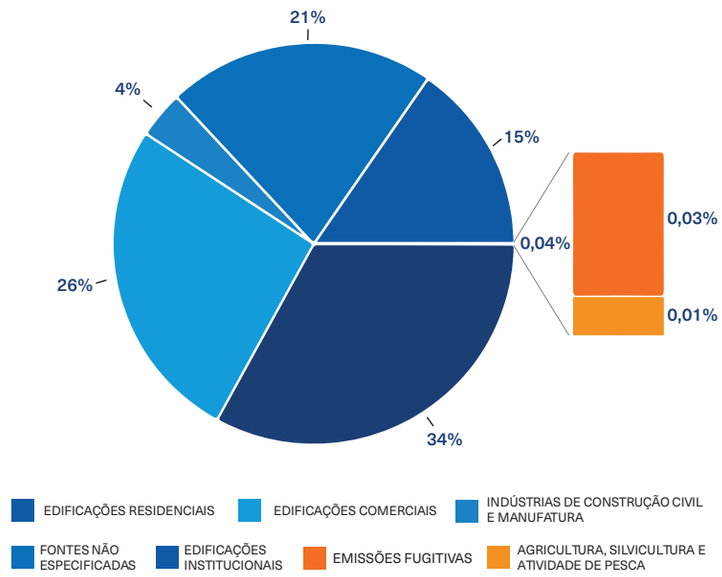
Figura 12. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e a queima de combustível para o ano de 2018



As emissões deste setor apresentaram como maiores contribuintes o consumo de energia elétrica, seguido da queima de GLP, gás natural e diesel. Outros combustíveis tiveram uma participação pouco expressiva.

As emissões do Setor Energia Estacionária relacionadas aos Subsetores são apresentadas na Figura 13.

Figura 13. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2018



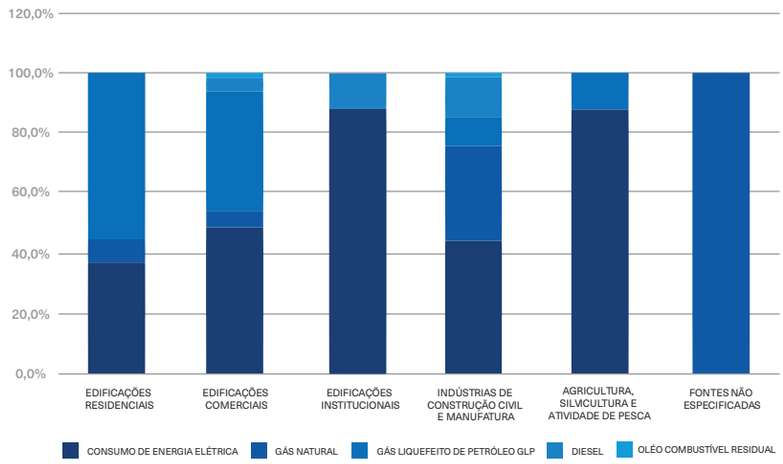
Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Observa-se que as emissões do Subsetor Edificações Residenciais apresentam a maior contribuição, seguidas pelos Subsetores Edificações Comerciais, Fontes Não Especificadas, Edificações Institucionais e Indústrias de Construção Civil e Manufatura. Os Subsetores Emissões Fugitivas e Agricultura, Silvicultura e Atividades de Pesca apresentaram uma contribuição inexpressiva quando comparados aos demais Subsetores.

Destaca-se que o Subsetor Edificações Institucionais inclui o consumo proveniente da iluminação pública, edificações e infraestruturas institucionais.

A Figura 14 apresenta a distribuição das emissões totais produzidas em cada Subsetor, em função do consumo de energia elétrica e da queima de combustíveis.

Figura 14. 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 2018



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

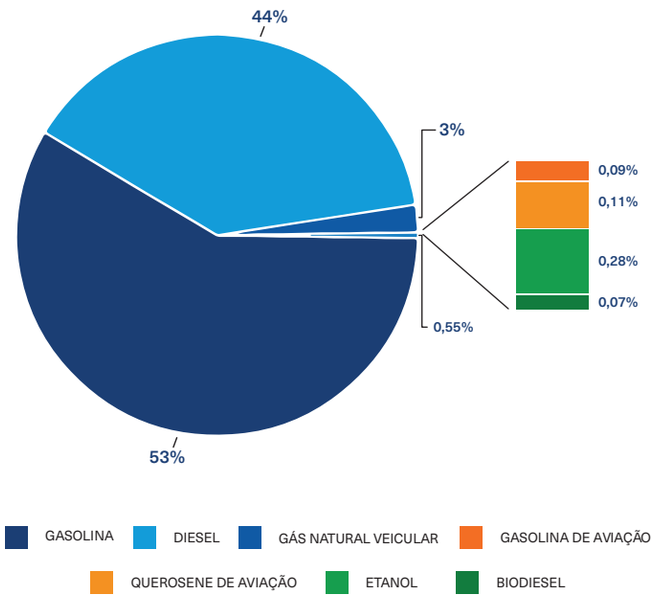
Percebe-se que, apesar de o consumo de energia elétrica contribuir majoritariamente para as emissões totais do Setor Energia Estacionária, cada Subsetor apresenta um perfil distinto de consumo de combustíveis. Edificações Comerciais e Residenciais apresentam uma parcela expressiva de consumo de GLP, ao passo que Indústrias da Construção Civil e Manufatura e Fontes Não Especificadas apresentam consumo de gás natural.

4.2. Transporte

Para o inventário de ano-base 2018, foi utilizada a metodologia de venda de combustíveis para a contabilização das emissões do Setor Transporte. O total de emissões foi de 2.191.090 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

A Figura 15 demonstra a contribuição das emissões de GEE provenientes dos combustíveis utilizados para o Setor de Transporte.

Figura 15. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2018



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A gasolina, o diesel e o gás natural veicular são os combustíveis mais representativos em termos de emissões do município. As emissões de gasolina e querosene de aviação, etanol e biodiesel perfazem uma parcela de 0,55% das emissões totais do Setor.

4.3. Resíduos

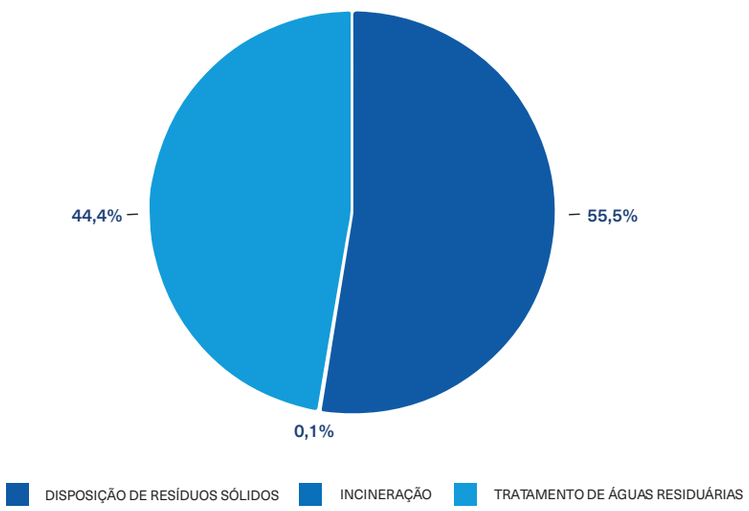
As emissões decorrentes do Setor Resíduos para o ano de 2018, que correspondem aos Subsetores Disposição de Resíduos Sólidos, Incineração e Tratamento de Efluentes, totalizaram 386.758 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Para a Disposição de Resíduos Sólidos, a emissão da disposição de resíduos em aterro sanitário totalizou 214.705 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Foram reportadas também as emissões de GEE da incineração dos resíduos de serviços de saúde. O total de emissões para esse segmento foi de 478 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

As emissões de GEE provenientes do Tratamento de Efluentes totalizaram 171.575 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 16 apresenta a distribuição das emissões totais do Setor Resíduos.

Figura 16. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba para o ano de 2018



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

4.4 Emissões totais para o ano de 2018

As emissões totais de cada ano inventariado são reportadas em sua totalidade, por escopos, setores e subsetores, conforme determina a metodologia GPC.

As emissões de Gases de Efeito Estufa totais inventariadas para o ano de 2018 totalizaram 3.470.969 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

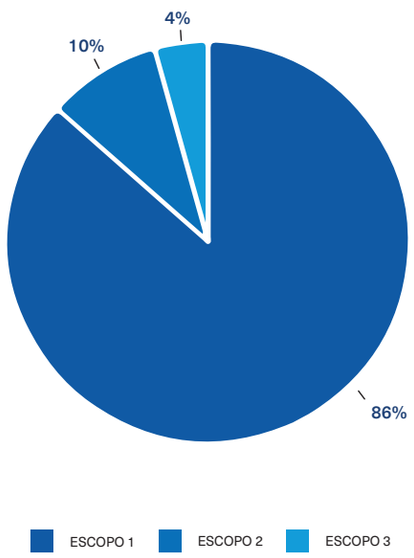
O primeiro escopo classifica as emissões geradas dentro das fronteiras municipais (e.g. queima de combustível e disposição de resíduos dentro do município). De maneira que, sob o Escopo 1, contabilizaram-se 2.975.193 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O segundo escopo determina emissões indiretas provenientes da geração da energia elétrica e térmica consumida dentro dos limites municipais (e.g. consumo residencial de energia elétrica dentro do município). De forma que, sob o Escopo 2, totalizaram-se 336.844 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O último escopo compreende todas as outras emissões que ocorrem fora dos limites da cidade, mas são resultado de atividades realizadas dentro desses limites (e.g. resíduos gerados no município, porém tratados fora dele). De modo que, sob o Escopo 3, somaram-se 158.932 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Ainda, a distribuição das emissões geradas em 2018 por escopos pode ser visualizada na Figura 17.

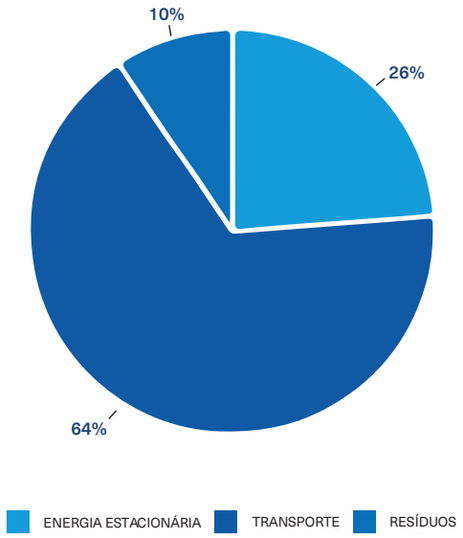
Figura 17. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2018, separada por escopos



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 18 demonstra a porcentagem das emissões de GEE provenientes de cada setor para o ano de 2018. Ao analisá-la, pode-se observar que o Setor Transporte lidera o percentual de emissões de GEE, com 64%, seguido do Setor Energia Estacionária, com 26%, e do Setor Resíduos, com 10%.

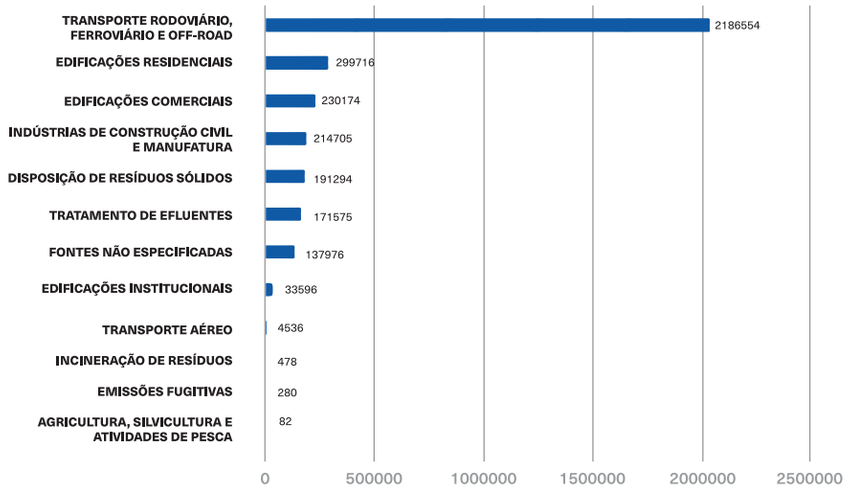
Figura 18. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2018



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 19 mostra o detalhamento das emissões por Subsetores, distribuídos em ordem decrescente de emissão.

Figura 19. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e), no ano de 2018.



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Os Subsetores que correspondem aoTransporte Rodoviário, Ferroviário e Off-road correspondem às maiores emissões inventariadas em 2018. Os Subsetores seguintes de maior contribuição ao perfil de emissões da cidade para esse ano são as Edificações Residenciais, Edificações Comerciais, a Disposição de Resíduos Sólidos e Indústrias de Construção Civil e Manufatura.

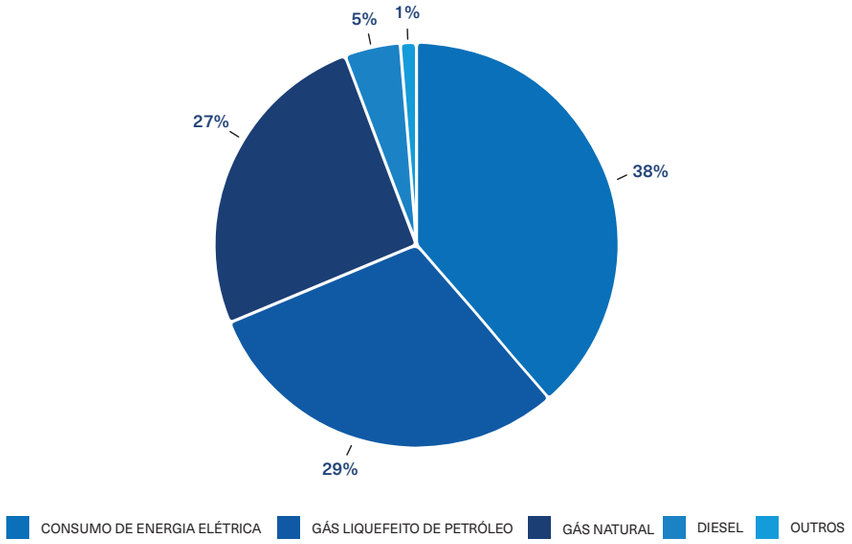
As emissões biogênicas calculadas para o município de Curitiba correspondem à queima de biocombustíveis tanto no Setor Energia Estacionária como no Setor Transporte e à captura de metano, que é queimado e aproveitado energeticamente, lançado em forma de CO_2 na atmosfera. Em 2018, foram contabilizados 105.898 tCO2 biogênicos.

5. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2019

5.1. Energia estacionária

O total de emissões do Setor Energia Estacionária foi de 905.578 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 20 apresenta a distribuição dessas emissões considerando o consumo de energia elétrica, a queima de combustível e as emissões fugitivas.

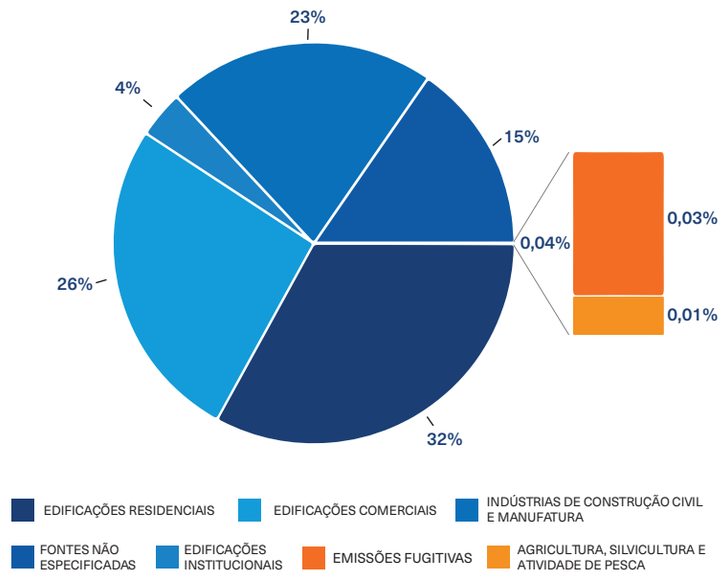
Figura 20. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e a queima de combustível para o ano de 2019



As emissões deste setor apresentaram como maiores contribuintes o consumo de energia elétrica, a queima de GLP, gás natural e diesel, em ordem decrescente. Outros combustíveis apresentam uma proporção de 1% do total consumido.

Já a parcela de emissões do Setor Energia Estacionária com relação aos Subsetores pode ser visualizada na Figura 21.

Figura 21. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2019



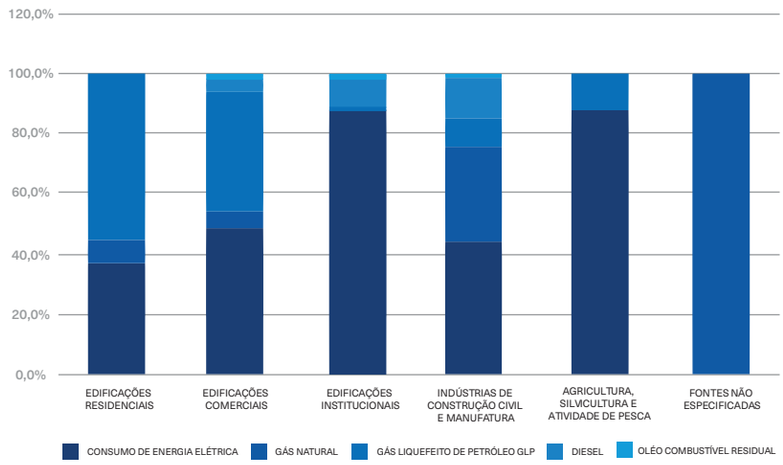
Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Percebe-se que as emissões do Subsetor Edificações Residenciais apresentam a maior contribuição (32%), seguidas dos Subsetores Edificações Comerciais (26%), Indústrias de Construção Civil e Manufaturas (23%), Fontes Não Especificadas (15%) e Edificações Institucionais (4%). Os Subsetores de Emissões Fugitivas e Agricultura, Silvicultura e Atividades de Pesca representam somente 0,04% do total das emissões.

Destaca-se que no Subsetor Edificações Institucionais inclui-se o consumo proveniente da iluminação pública, edificações e infraestruturas institucionais.

A Figura 22 apresenta a distribuição das emissões totais produzidas por Subsetor em função do consumo de energia elétrica e da queima de combustível.

Figura 22. 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 2019



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 22, permite avaliar o perfil de emissões referentes a cada Subsetor. Nota-se que, apesar de o consumo de energia elétrica contribuir majoritariamente para as emissões totais do Setor Energia Estacionária, cada Subsetor possui um perfil de consumo de combustível específico.

Os Subsetores Edificações Institucionais e Agricultura, Silvicultura e Atividades de Pesca apresentam cerca de 90% de suas emissões decorrentes do consumo de energia elétrica. Nas Edificações Residenciais e Comerciais, há emissões expressivas de energia elétrica e GLP.

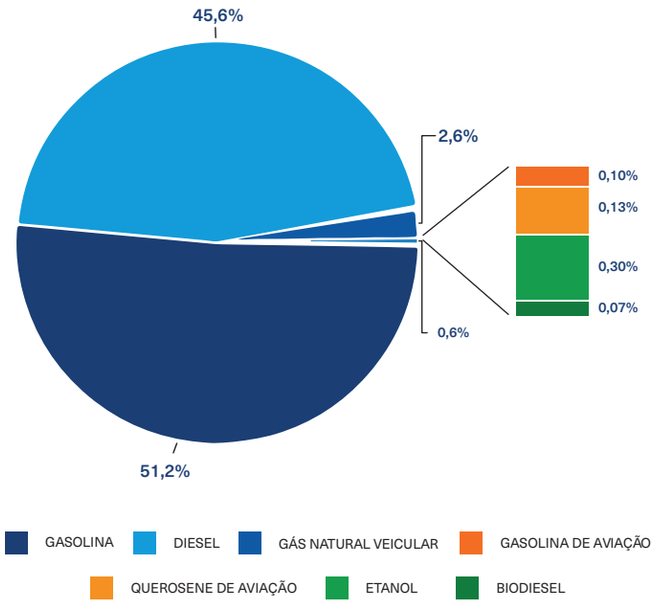
No Subsetor Indústrias da Construção Civil e Manufatura, predominam as emissões de energia elétrica e gás natural. O Subsetor Fontes Não Especificadas é composto, em sua totalidade, por emissões provenientes do consumo de gás natural que não se enquadram nos demais Subsetores.

5.2. Transporte

Para o inventário de ano-base 2019, foi utilizada a metodologia de comercialização de combustíveis. O total de emissões do Setor Transporte foi de 2.124.954 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

A Figura 23 apresenta a contribuição das emissões de GEE provenientes dos combustíveis utilizados para o Setor de Transporte.

Figura 23. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2019.



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

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

5.3 Resíduos

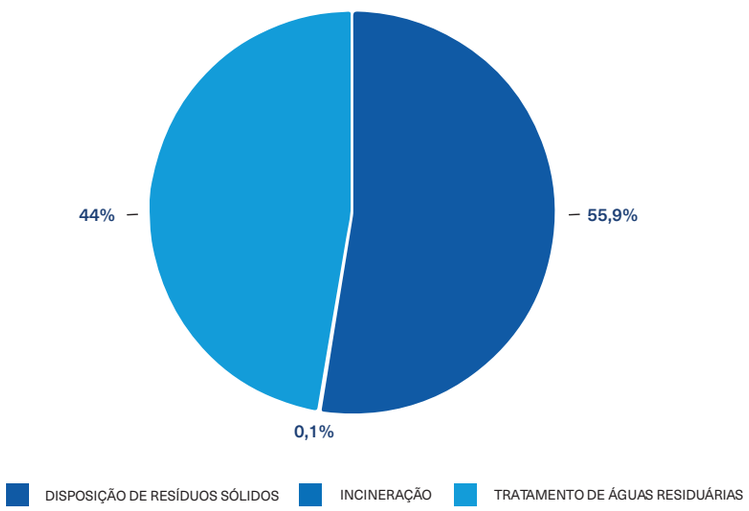
As emissões decorrentes do Setor Resíduos para o ano de 2019, que correspondem aos Subsetores Disposição de Resíduos Sólidos, Incineração e Tratamento de Efluentes, totalizaram 400.204 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Para a disposição de resíduos sólidos, a emissão da disposição de resíduos em aterro sanitário totalizou 223.657 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Foram reportadas também as emissões de GEE da incineração dos resíduos de serviços de saúde. O total de emissões para esse segmento foi de 523 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

As emissões de GEE provenientes do tratamento de efluentes totalizaram 176.024 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 24 apresenta a distribuição das emissões totais do Setor Resíduos.

Figura 24. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba para o ano de 2019



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

5.4 Emissões totais para o ano de 2019

As emissões totais de cada ano inventariado são reportadas em sua totalidade, por escopos, setores e subsetores, conforme determina a metodologia GPC.

As emissões de Gases de Efeito Estufa totais inventariadas para o ano de 2019 totalizaram 3.430.736 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

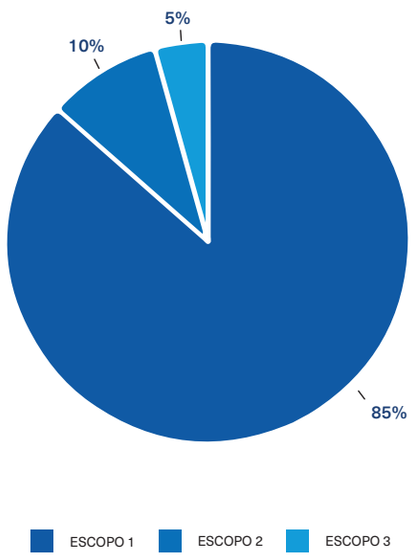
O primeiro escopo classifica as emissões geradas dentro das fronteiras municipais (e.g. queima de combustível e disposição de resíduos dentro do município). De maneira que, sob o Escopo 1, contabilizaram-se 2.924.128 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O segundo escopo determina emissões indiretas provenientes da geração da energia elétrica e térmica consumida dentro dos limites municipais (e.g. consumo residencial de energia elétrica dentro do município). De forma que, sob o Escopo 2, totalizaram-se 344.304 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O último escopo compreende todas as outras emissões que ocorrem fora dos limites da cidade, mas são resultado de atividades realizadas dentro desses limites (e.g. resíduos gerados no município, porém tratados fora dele). De modo que, sob o Escopo 3, somaram-se 162.304 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Ainda, a distribuição das emissões por escopos pode ser visualizada na Figura 25.

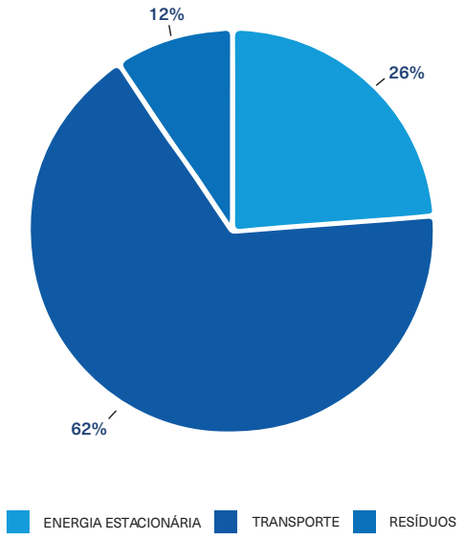
Figura 25. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2019, separada por escopos



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 26 demonstra o percentual de emissões de GEE provenientes de cada setor para o ano de 2019. A partir dela, observa-se que o Setor Transporte lidera a porcentagem das emissões de gases de efeito estufa, com 62%, seguido do Setor Energia Estacionária, com 26%, e do Setor Resíduos, com 12%.

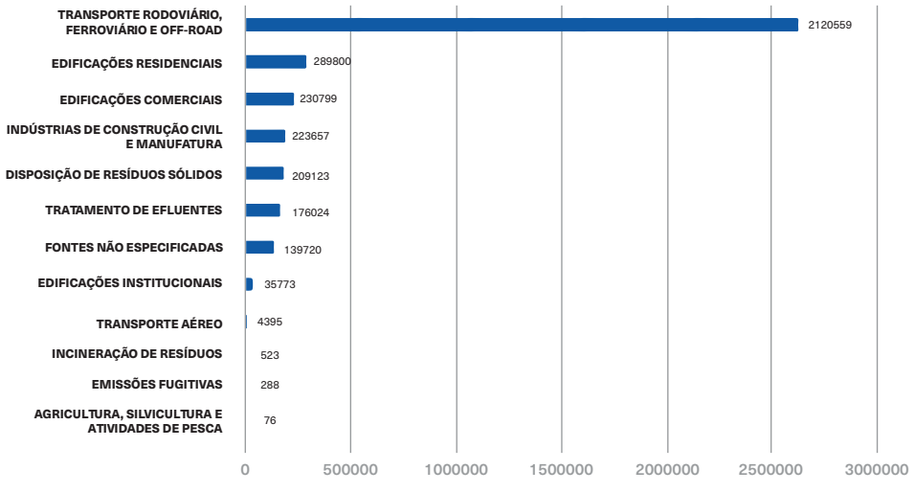
Figura 26. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2019



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 27 apresenta as emissões geradas para cada Subsetor inventariado em toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Figura 27. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e) no ano de 2019



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

De acordo com a Figura 27, é possível visualizar que a emissão de Transporte Rodoviário, Ferroviário e Off-road é a mais expressiva, seguida pelas Edificações Residenciais e Comerciais. A Disposição de Resíduos Sólidos, Indústrias da Construção Civil e Manufatura, Tratamento de Efluentes e Fontes Não Especificadas configuram os demais Subsetores com emissões mais expressivas.

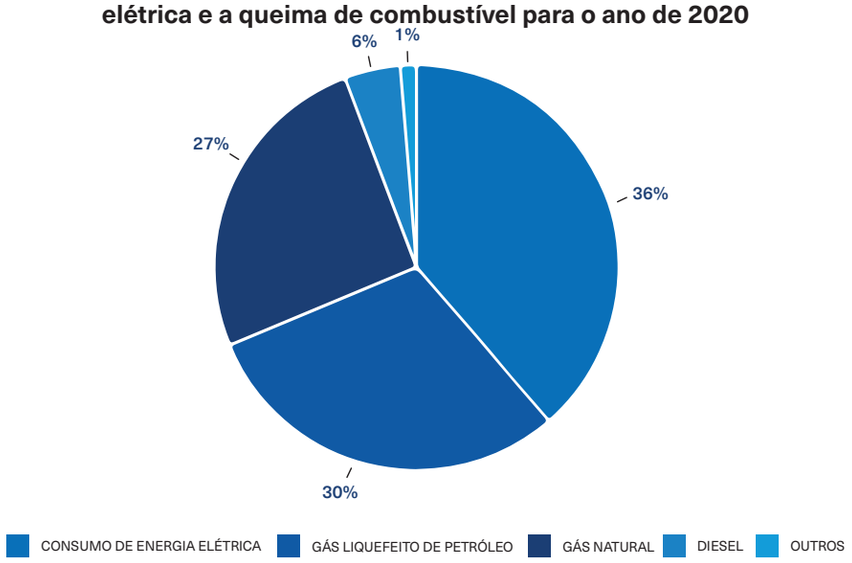
As emissões biogênicas calculadas para o município de Curitiba correspondem à queima de biocombustíveis tanto no Setor Energia Estacionária como no Setor Transporte, e ao metano evitado pela queima e aproveitamento energético lançado na atmosfera como CO_2. Para o ano de 2019, foram contabilizados 111.196 tCO2 biogênicos.

6. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE CURITIBA ANO-BASE 2020

6.1 Energia estacionária

O total de emissões do Setor Energia Estacionária foi de 899.753 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 28 apresenta a distribuição dessas emissões considerando o consumo de energia elétrica, a queima de combustível e as emissões fugitivas.

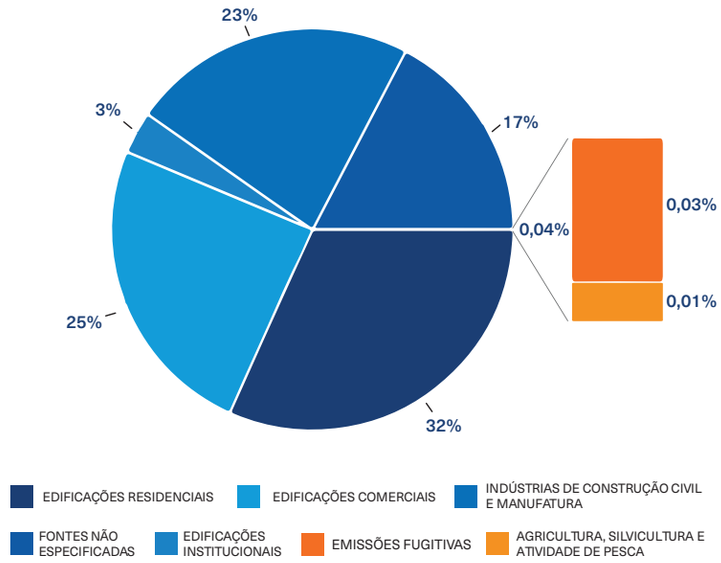
Figura 28. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba de acordo com o consumo de energia elétrica e a queima de combustível para o ano de 2020



As emissões deste setor apresentaram como maiores contribuintes o consumo de energia elétrica, a queima de GLP, gás natural e diesel. Outros combustíveis apresentam uma proporção total de emissões de 1%.

A emissão do Setor Energia Estacionária com relação aos Subsetores é apresentada na Figura 29.

Figura 29. Distribuição das emissões de GEE do Setor Energia Estacionária em Curitiba por Subsetores para o ano de 2020



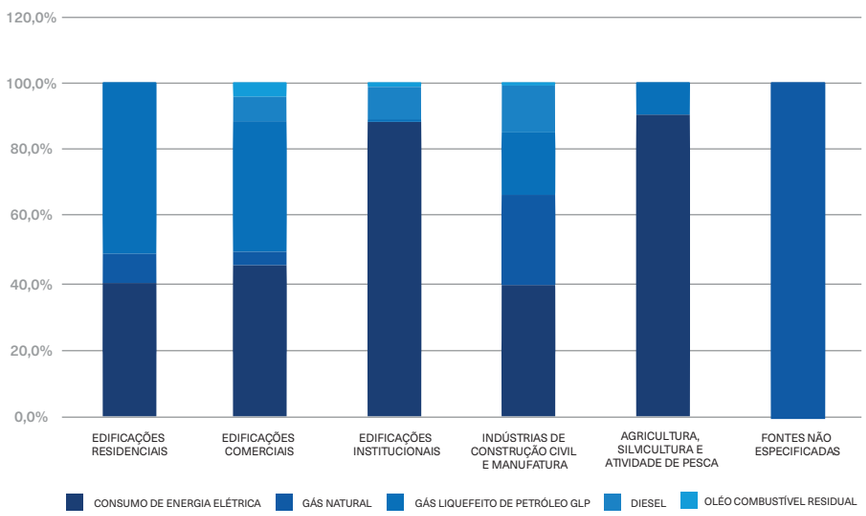
Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

De acordo com a Figura 29, os maiores contribuintes para as emissões do Setor Energia Estacionária são as dos Subsetores Edificações Residenciais (32%), Edificações Comerciais (25%), Indústrias de Construção Civil e Manufatura (23%) e Fontes Não Especificadas (17%). O Subsetor Edificações Institucionais apresenta uma pequena contribuição no total de emissões (3%), enquanto Emissões Fugitivas e Agricultura, Silvicultura e Atividades de Pesca apresentaram uma participação inexpressiva nas emissões totais.

Vale destacar que o Subsetor Edificações Institucionais inclui o consumo proveniente da iluminação pública, edificações e infraestruturas institucionais.

A Figura 30 apresenta a distribuição das emissões produzidas por Subsetores com base no consumo de energia elétrica das edificações e da queima de combustível.

Figura 30. 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 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Percebem-se os diferentes perfis de emissões relacionadas aos combustíveis utilizados para cada subsetor. As emissões provenientes do consumo de energia elétrica são predominantes nos Subsetores Edificações Institucionais e Agricultura, Silvicultura e Atividades de Pesca. As Edificações Residenciais e Comerciais apresentam como fontes majoritárias de emissões o consumo de energia elétrica e o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). O Subsetor indústrias da Construção Civil e Manufatura apresenta distribuição de suas emissões entre o consumo de energia elétrica, gás natural, GLP e diesel.

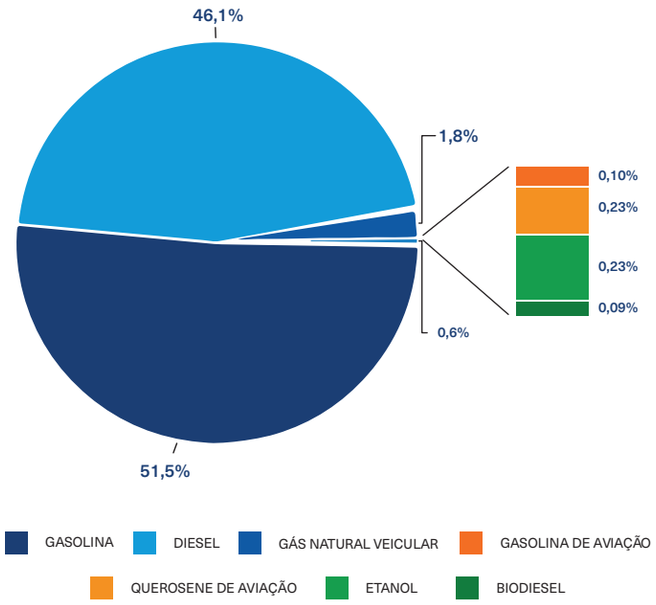
As Fontes Não Especificadas compreendem os consumos de gás natural que não se enquadram em nenhum dos demais Subsetores.

6.2. Transporte

Para o inventário do ano-base 2020, foi utilizada a metodologia de comercialização de combustíveis. O total de emissões do Setor Transporte foi de 1.904.888 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

A Figura 31 demonstra a contribuição das emissões de GEE provenientes dos combustíveis utilizados para o Setor de Transporte.

Figura 31. Distribuição das emissões de GEE do Setor Transporte em Curitiba de acordo com o combustível utilizado para o ano de 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

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

6.3 Resíduos

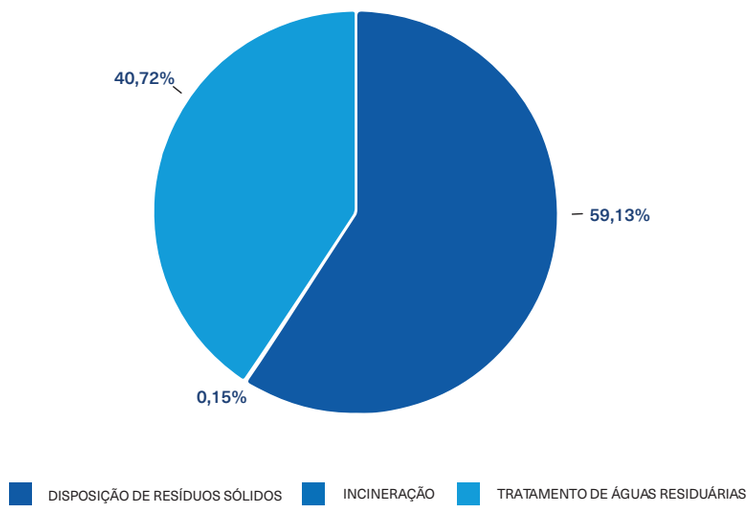
As emissões decorrentes do Setor Resíduos para o ano de 2020, que correspondem aos Subsetores Disposição de Resíduos Sólidos, Incineração e Tratamento de Efluentes, totalizaram 359.951 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Para a Disposição de Resíduos Sólidos, a emissão da disposição de resíduos em aterro sanitário totalizou 212.839 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Foram reportadas também as emissões de GEE da incineração dos resíduos de serviços de saúde. O total de emissões para esse segmento foi de 529 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

As emissões de GEE provenientes do Tratamento de Efluentes totalizaram 146.583 toneladas de dióxido de carbono equivalente. A Figura 32 apresenta a distribuição das emissões totais do Setor Resíduos.

Figura 32. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Resíduos em Curitiba para o ano de 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

6.4 Emissões totais para o ano de 2020

As emissões totais de cada ano inventariado são reportadas em sua totalidade, por escopos, setores e subsetores, conforme determina a metodologia GPC.

As emissões de Gases de Efeito Estufa totais inventariadas para o ano de 2020 totalizaram 3.164.591 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

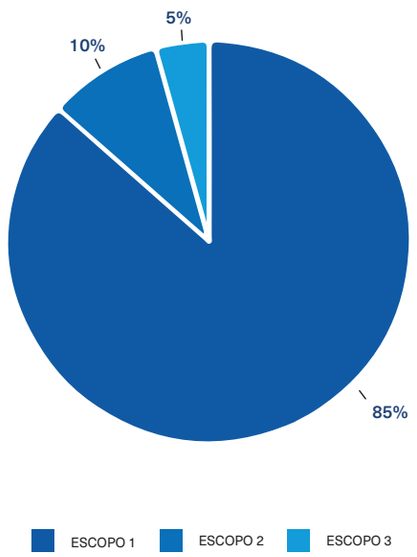
O primeiro escopo classifica as emissões geradas dentro das fronteiras municipais (e.g. queima de combustível e disposição de resíduos dentro do município). De maneira que, sob o Escopo 1, contabilizaram-se 2.671.188 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O segundo escopo determina emissões indiretas provenientes da geração da energia elétrica e térmica consumida dentro dos limites municipais (e.g. consumo residencial de energia elétrica dentro do município). De forma que, sob o Escopo 2, totalizaram-se 322.929 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

O último escopo compreende todas as outras emissões que ocorrem fora dos limites da cidade, mas são resultado de atividades realizadas dentro desses limites (e.g. resíduos gerados no município, porém tratados fora dele). De modo que, sob o Escopo 3, somaram-se 170.474 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Ainda, a distribuição dessas emissões por escopos pode ser visualizada na Figura 33.

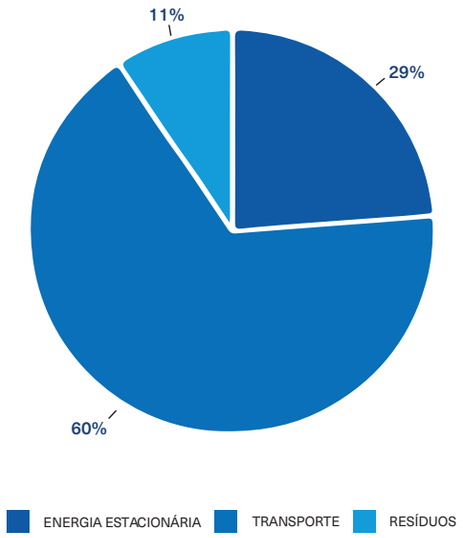
Figura 33. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba, no ano de 2020 separada por escopos



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 34 apresenta a contribuição de cada setor para a emissão de GEE durante o ano de 2020. A partir dela, é possível observar que o Setor Transporte lidera o percentual de emissões, correspondendo a 60%, seguido do Setor Energia Estacionária, com 29%, e do Setor Resíduos, com 11%.

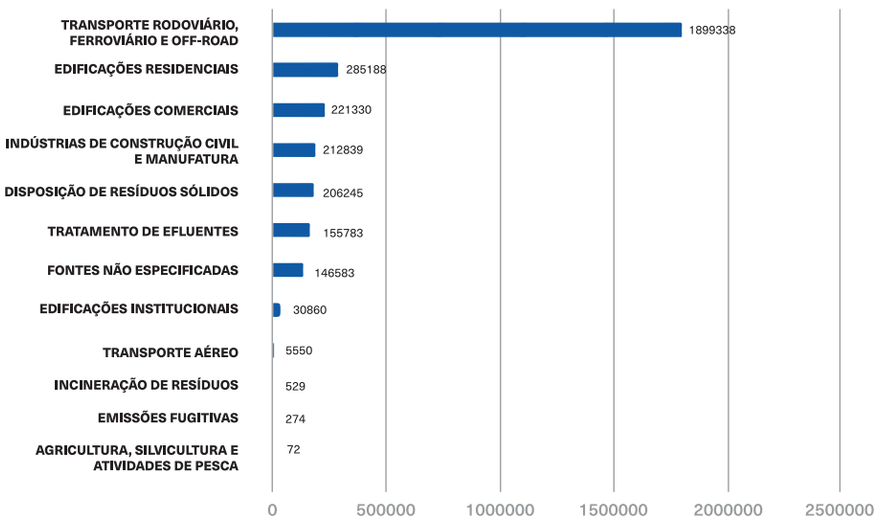
Figura 34. Porcentagem das emissões de GEE em Curitiba por setores no ano de 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 35 representa os resultados das emissões dos Subsetores em toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Figura 35. Distribuição das emissões de GEE em Curitiba por Subsetores (em tCO2e) no ano de 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

De acordo com a Figura 35, é possível visualizar que a emissão de Transporte Rodoviário, Ferroviário e Off-road é a mais expressiva, seguida pelas Edificações Residenciais e Comerciais. A Disposição de Resíduos Sólidos, Indústrias da Construção Civil e Manufatura, Fontes Não Especificadas e Tratamento de Efluentess configuram os demais Subsetores com emissões mais expressivas.

As emissões biogênicas calculadas para Curitiba correspondem à queima de biocombustíveis tanto no Setor Energia Estacionária como no Setor Transporte, e ao gás metano evitado pela queima com aproveitamento energético e lançado na atmosfera na forma de CO_2. Em 2020, foram emitidos 103.572 tCO2 biogênicos.

7. VISÃO GERAL DAS EMISSÕES DE GEE EM CURITIBA

Esta seção apresenta uma interpretação das emissões de gases de efeito estufa computadas em Curitiba dos anos de 2016 a 2020, bem como os indicadores de intensidade para o município e a comparação das emissões de Curitiba com outras cidades.

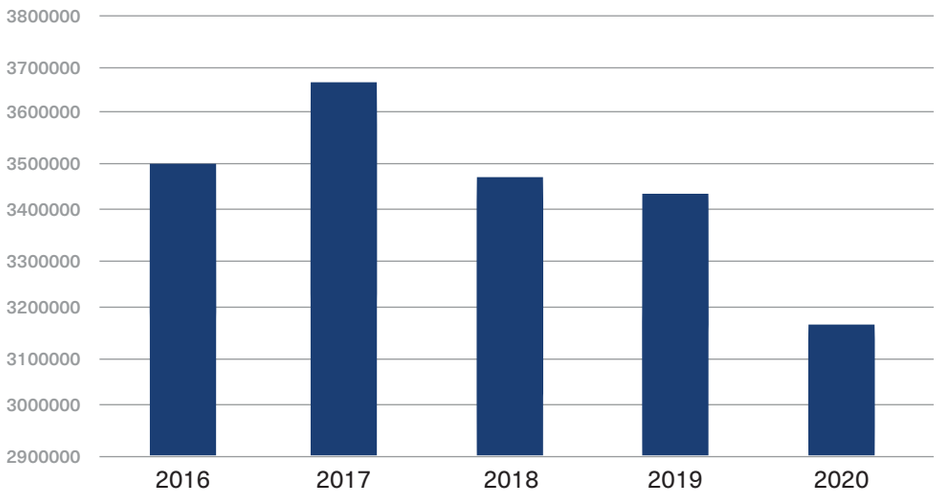
7.1 Análise dos resultados obtidos nos inventários

Curitiba já apresenta quatro Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), que detêm informações dos anos-base 2008, 2012, 2013 e 2016. A metodologia utilizada foi alterada em 2016; logo, é importante destacar as divergências no inventário de 2013, que foi baseado nos dados disponíveis na época, resultando em fontes de informação e abrangência territorial diferentes dos inventários de 2016 a 2020.

Devido às diferenças nas abordagens metodológicas aplicadas, a comparação de todos os inventários de emissões de GEE realizados pelo município fica limitada, sendo apresentadas neste volume as análises dos anos de 2016 a 2020.

A Figura 36 mostra as emissões totais, em tCO2e, dos anos de 2016 a 2020. Ao analisar esse período, nota-se uma redução global de 9,71%. Já quando realizada a observação mais detalhada, entre 2016 e 2017 há um aumento de 4,9% nas emissões. Em contrapartida, os demais períodos apresentaram reduções equivalentes a 5,6% (entre 2017 e 2018), 1,16% (entre 2018 e 2019) e 7,76% (entre 2019 e 2020).

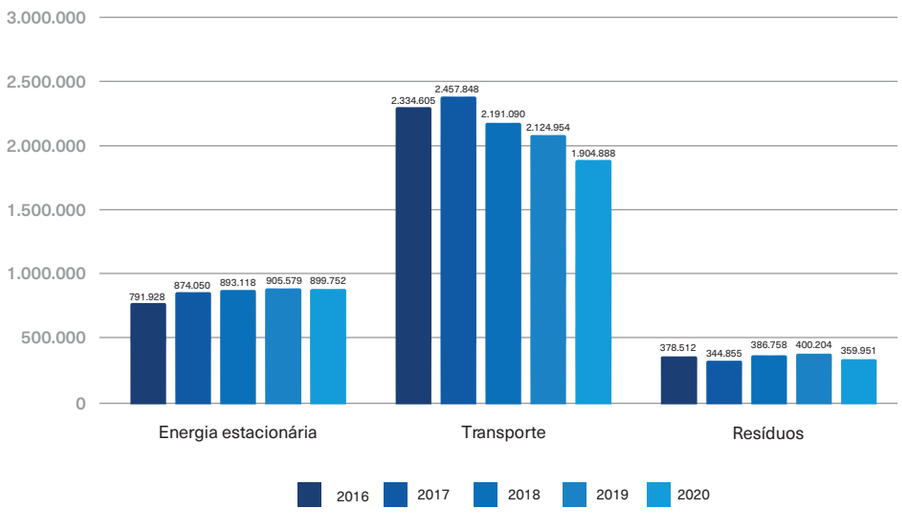
Figura 36. Emissões totais de GEE, em tCO2e, entre os anos de 2016 e 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A Figura 37 apresenta a comparação das emissões por Setores relatadas nos inventários ano-base 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020.

Figura 37. Emissões de GEE de Curitiba por setor para os anos-base 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

Analisando-se o Setor Energia Estacionária, percebe-se aumento nas emissões reportadas entre os períodos de 2016 a 2017, 2017 a 2018, 2018 a 2019 correspondendo, respectivamente, a aumentos de 10,37%,

2,18% e 1,40%. Em contrapartida, para o período de 2019 a 2020, houve uma redução de 0,64%. Ao se analisar o período global de 2016 a 2020, o aumento observado foi de 13,62%.

Para o Setor Transporte, observou-se no geral a diminuição nas emissões, com exceção do período de 2016 a 2017, em que houve aumento de 5,28%. Para os períodos de 2017 a 2018, 2018 a 2019, 2019 a 2020, as reduções de emissões foram, respectivamente, 10,85%, 3,02% e 10,36%. A redução global das emissões, quando analisado o período de 2016 a 2020, foi de 18,41%.

O Setor Resíduos apresentou redução nas emissões reportadas para os períodos de 2016 a 2017 e 2019 a 2020, de 8,89% e 10,06%, respectivamente. Entretanto, os períodos de 2017 a 2018 e 2018 a 2019 apresentaram aumentos de 12,15% e 3,48% nas emissões. Quando analisada a variação das emissões desse setor para todo o período, há redução global de emissões de 4,90%.

O Quadro 4 apresenta o resumo das emissões por valores totais, por setores e subsetores para o nível de reporte BÁSICO para os anos-base de 2016 a 2020.

Quadro 4. Emissões de GEE por valores totais, setores e subsetores para os anos-base 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020

Emissões totais					
Ano	2016	2017	2018	2019	2020
Emissões totais	3.505.046[1]	3.676.750	3.470.969	3.430.736	3.164.591
Emissões por setor					
Ano	2016	2017	2018	2019	2020
Energia estacionária	791.928	874.050	893.118	905.579	899.752
Transporte	2.334.605	2.457.848	2.191.090	2.124.954	1.904.888
Resíduos	378.512	344.855	386.758	400.204	359.951

1 O Inventário ano-base 2016 utilizou a avaliação de reporte AR4 para seu cálculo original. A transformação para o AR5, de forma a viabilizar a comparação com os inventários dos anos-base 2017, 2018, 2019 e 2020, resultou em uma redução ínfima de 328 tCO2e, correspondendo a 0,01% do valor reportado originalmente. Dessa forma, não foi realizada a atualização dos valores globais do inventário de emissões de 2016 para o AR5.

Emissões por Subsetor					
Ano	2016	2017	2018	2019	2020
Agricultura, silvicultura e atividades de pesca	455	453	82	76	72
Emissões fugitivas	2.736	264	280	288	274
Incineração de resíduos	355	461	478	523	529
Transporte aéreo	4.540	4.986	4.536	4.395	5.550
Edificações institucionais	36.173	33.303	33.596	35.773	30.860
Tratamento de efluentes	126.987[2]	163.197	171.575	176.024	146.583
Fontes não especificadas	0	134.040	137.976	139.720	155.783
Indústrias da construção civil e manufatura	196.745	188.547	191.294	209.123	206.245
Disposição de resíduos sólidos	106.953	181.197	214.705	223.657	212.839
Edificações comerciais	245.366	229.352	230.174	230.799	221.330
Edificações residenciais	310.453	288.091	299.716	289.800	285.188
Transporte Rodoviário, Ferroviário e Off-road	2.330.065	2.452.862	2.186.554	2.120.559	1.899.338

A partir dos dados expostos observa-se que, em 2016, o Subsetor de Emissões Fugitivas apresentou valores mais expressivos quando comparados aos demais anos inventariados. A Disposição de Resíduos Sólidos, por sua vez, apresenta o menor valor de emissões quando comparados os demais anos.

Já em 2020, evidencia-se os reflexos da pandemia da covid-19 nas emissões provenientes dos Subsetores de Edificações Institucionais, Edificações Comerciais e Transporte Rodoviário, Ferroviário e Off-road. Adicionalmente, percebe-se nesse mesmo período a redução de emissões no Subsetor Tratamento de Efluentes, devido aos impactos ocorridos pela crise hídrica que ocorreu em Curitiba nesse ano, que impulsionou o racionamento de água e a redução do consumo pela população.

2 Conforme as informações recebidas pela SANEPAR, o valor reportado no inventário do ano-base de 2016 (271.204 tCO2e) para o Tratamento de Efluentes foi revisado e o cálculo da emissão foi readequado para atender a nova metodologia adotada pela prestadora de serviço. O valor foi recalculado conforme o quinto relatório de avaliação do IPCC (AR5).

7.2. Indicadores de intensidade

Considerando os limites reportados neste relatório 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 5 apresenta os indicadores de intensidade.

Quadro 5. Indicadores de Intensidade

DESCRIÇÃO	INDICADOR
Emissões de GEE per capita	2016: 1,85 tCO2e/hab 2017: 2,08 tCO2e/hab 2018: 1,96 tCO2e/hab 2019: 1,94 tCO2e/hab 2020: 1,79 tCO2e/hab
Emissões de GEE pelo PIB[3]	2016: 41,8 tCO2e/R$ 1.000.000,00 2017: 43,4 tCO2e/R$ 1.000.000,00 2018: 39,83 tCO2e/R$ 1.000.000,00 2019: 35,69 tCO2e/R$ 1.000.000,00 2020: 35,89 tCO2e/R$ 1.000.000,00
Emissões de GEE por unidade de área	2016: 8.057 tCO2e/km² 2017: 8.454,40 tCO2e/km² 2018: 7.981,22 tCO2e/km² 2019: 7.888,71 tCO2e/km² 2020: 7.276,73 tCO2e/km²

3 Fonte: IBGE. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/PIB-dos-Municipios>. Acesso em: 20 ago. 2024.

7.3. Comparações com outras metodologias

É válido ressaltar a disponibilidade de outras formas de consulta para as medições das emissões de gases de efeito estufa. Entre as fontes dispostas para a obtenção dessas informações, encontram-se as plataformas digitais do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa[4] (SEEG) e do *Environmental Insights Explorer*[5] (EIE), plataforma elaborada pelo Google.

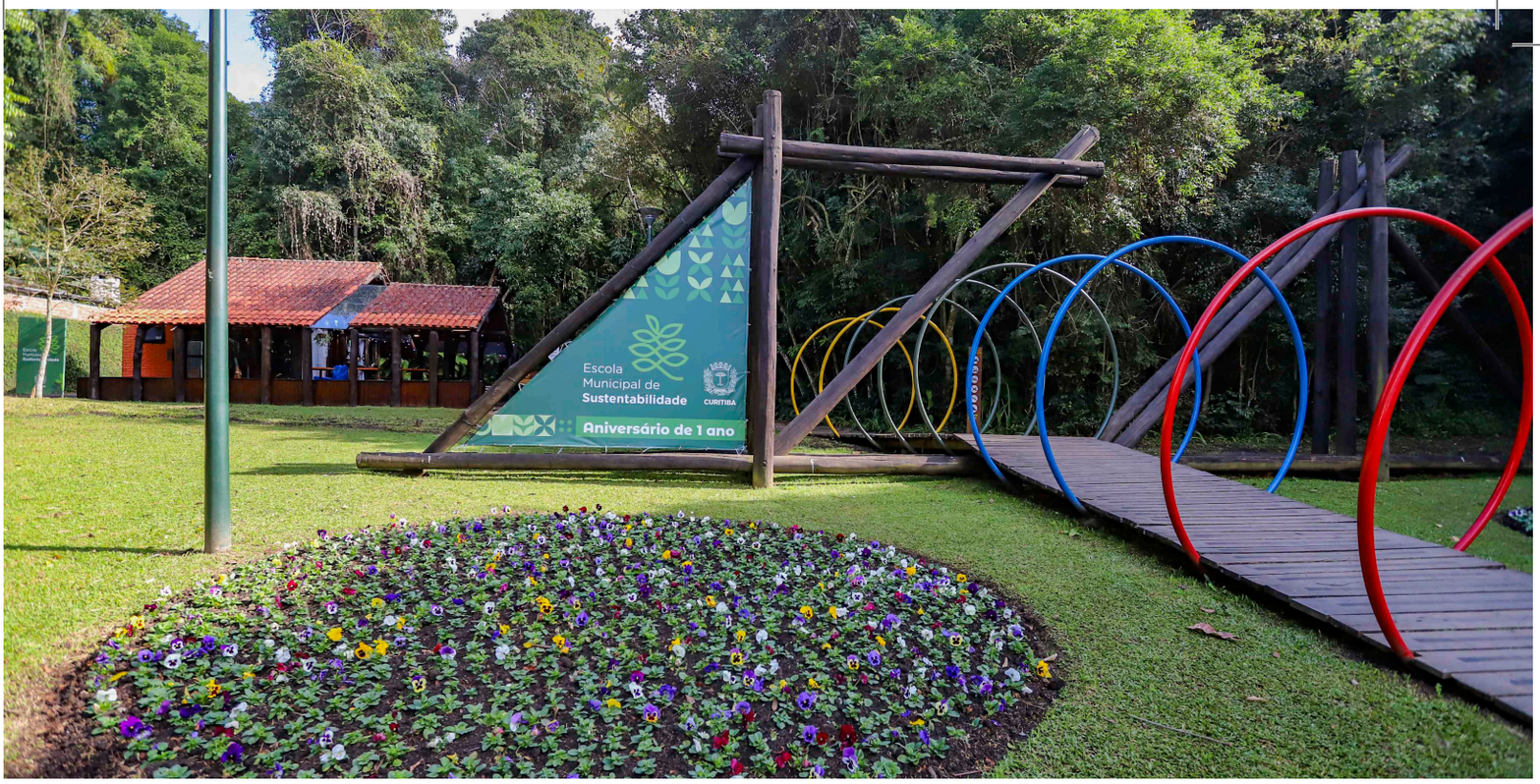
O SEEG é uma iniciativa do Observatório do Clima estreada em 2012, em formato piloto. Essa plataforma estima, de acordo com as diretrizes do IPCC, as emissões de gases de efeito estufa nos setores de Agropecuária, Energia, Mudanças de Uso da Terra, Processos Industriais e Resíduos. Contudo, não são consideradas as emissões e remoções de carbono no solo vinculadas às práticas agrícolas, as quais, a partir da quarta coleção do SEEG, começaram a ser representadas de forma separada das emissões, sinalizando a sua não contabilização no inventário.

A EIE objetiva estimar e estabelecer valores de referência para as emissões de gases de efeito estufa por meio da utilização das fontes de dados e de recursos de modelagem disponibilizados pelo Google. Essa ferramenta considera, para a geração de GEE, os limites administrativos da cidade, representados pelo Google Maps. Entre os setores priorizados, encontram-se o transporte rodoviário e a eletricidade consumida nas construções residenciais e comerciais. Além disso, são excluídos da análise os subsetores que exigem o uso da terra, os de resíduos internos e externos, bem como o tratamento de águas residuais, as transmissões e perdas na distribuição de eletricidade, as emissões fugitivas, o transporte aéreo e off-road, os veículos motorizados que iniciam o percurso fora da cidade e cruzam os limites do local finalizando a viagem fora dos limites da região, os fatores de emissões específicos para edifícios e instalações institucionais, industriais e agrícolas, e as emissões indiretas relacionadas aos meios rodoviários, off-road, água e viagens aéreas.

Dessa forma, ao analisar as metodologias apresentadas pelas diferentes plataformas, pode-se constatar a diferença nos procedimentos de contabilização apresentados pelo presente relatório de emissões e as ferramentas citadas anteriormente. Devido a isso, os resultados estimados para as emissões de gases de efeito estufa podem apresentar diferenças, visto que em cada plataforma há diferentes subsetores considerados.

4 Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/?_gl=1*10qep88*_ga*MjA0MDk2MTE4LjE3MjE3NTQ3MTU.*_ga_XZWSWEJDWQ*MTcyMTc1NDcxNS4xLjAuMTcyMTc1NDcxNS4wLjAuMA>. Acesso em: 09 ago. 2024.

5 Disponível em: <https://insights.sustainability.google/places/ChIJ8Q8J_PXj3JQRR7crCbCDejw?hl=pt-BR>. Acesso em: 23 jul. 2024.



8. CONCLUSÕES

Curitiba cumpre mais uma etapa no avanço do seu planejamento climático municipal com a elaboração dos inventários de emissões de gases de efeito estufa dos anos-base 2017, 2018, 2019 e 2020. Os Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de Curitiba são elaborados utilizando-se dados de alta confiabilidade, provenientes de fontes oficiais da Prefeitura Municipal de Curitiba e dos prestadores de serviços da cidade.

Os inventários foram elaborados seguindo a metodologia GPC (***Global Protocol for Community Scale***), no nível de reporte Básico, em que são contabilizadas as emissões dos Setores de Energia Estacionária, Transporte e Resíduos. Foi utilizada a versão padrão 2.5 da ferramenta CIRIS (***City Inventory Reporting and Information System***) para o cálculo das emissões de GEE de Curitiba.

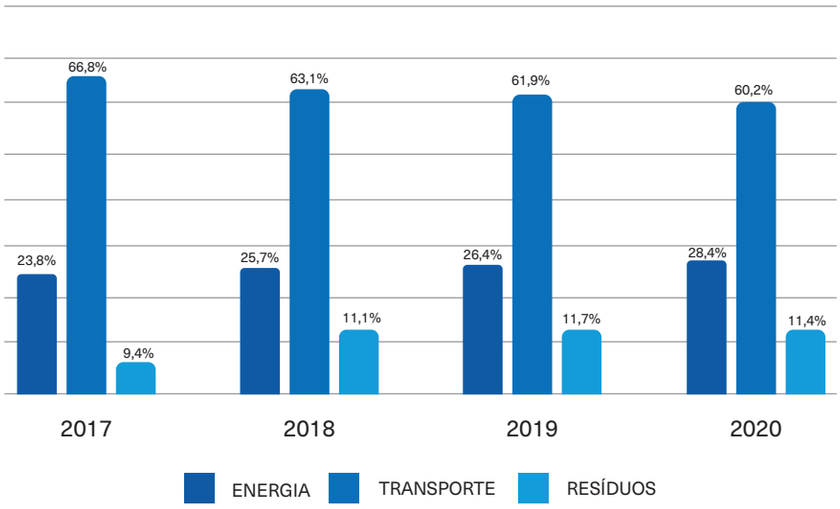
Cabe enfatizar que esta é a primeira edição de Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa do município que foi elaborada exclusivamente por servidores capacitados da Prefeitura de Curitiba. A comissão para elaboração dos Inventários de Emissões de GEE foi criada por meio do Decreto Municipal n.º 471 de 2022, e é composta por equipe técnica multidisciplinar, com membros da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) e do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC).

Com relação aos resultados totais das emissões, percebeu-se que houve aumento das emissões no ano de 2017, quando comparado ao ano-base de 2016, e houve diminuição das emissões nos anos-base seguintes, de 2018, 2019 e 2020, conforme demonstrado na Figura 36. As emissões para o ano de 2020 foram as menores registradas nos inventários realizados, por refletirem os efeitos simultâneos da pandemia de covid-19 e da escassez hídrica que atingiu Curitiba e Região Metropolitana naquele ano.

Conforme apresentado nos resultados, o Setor Transporte continua representando as emissões mais expressivas de Curitiba, sendo superior a 60% das emissões totais de GEE em todos os anos inventariados.

O Setor de Energia Estacionária representa, na média dos inventários realizados, 26% das emissões de GEE equivalentes da cidade, enquanto o Setor Resíduos representa em média 10,9%.

Figura 38. Porcentagem de emissão de GEE por setores entre os anos de 2017 e 2020



Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba

A elaboração do Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas, PlanClima, no ano de 2020, é uma importante medida norteadora das ações a serem realizadas para minimizar as emissões de GEE e auxiliar a cidade a atingir sua meta de neutralidade de carbono.

As ações propostas apresentadas no PlanClima foram priorizadas de forma a abranger os setores estratégicos, que englobam desde iniciativas voltadas à qualidade ambiental e urbana até a projetos que promovam o desenvolvimento de soluções a partir da gestão de dados. Ademais, tais ações também apresentam correlação com os setores presentes neste inventário de emissões, já que visam contribuir para a redução da emissão de GEE por meio do incentivo da eficiência energética, da melhoria no setor de transportes e de medidas para a redução da geração de resíduos sólidos, além de serem responsáveis por proporcionar co-benefícios sociais e econômicos para a comunidade.

Ressalta-se a demanda pela revisão periódica do PlanClima a cada cinco anos, conforme determinado no próprio Plano. Dessa forma, a avaliação atualizada sobre as emissões de gases de efeito estufa do município é de grande importância, sendo necessária a inventariação das emissões dos anos que seguem a elaboração e publicação do PlanClima.

Para os próximos inventários, pretende-se detalhar e incluir novos dados, visando atingir o nível de reporte BÁSICO+, possibilitando uma avaliação mais aprofundada acerca das emissões do município de Curitiba. Nesse sentido, o detalhamento se dará a partir da inclusão de atividades de Escopo 3 e de setores desconsiderados pelo reporte BÁSICO. Esses setores contemplam processos industriais e uso de produtos (IPPU), e também as atividades agropecuárias e alterações no uso do solo (AFOLU).

Para tanto, será necessário avaliar os procedimentos para mapeamento, certificação e qualificação de emissões próprias de atividades industriais e alterações no uso do solo nos limites do município. Ainda, a implementação de um inventário no nível BÁSICO+ exigirá uma investigação minuciosa acerca de atividades do Escopo 3, de forma a contabilizar as emissões externas aos limites geográficos do município, mesmo que resultantes de atividades internas a esses limites.

Finalmente, reforça-se o compromisso adotado por Curitiba em atingir a neutralidade de suas emissões de GEE até o ano de 2050. Para alcançar essa meta, serão concentrados esforços para a implantação das ações do PlanClima e o monitoramento das ações e do desempenho da cidade na redução de suas emissões por meio dos Inventários de Emissões de Gases do Efeito Estufa.

9. 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 out. 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 out. 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 ago. 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 out. 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 set. 2019..

GOOGLE. Environmental Insigths Explorer (EIE). Disponível em: <https://insights.sustainability.google/places/ChIJ8Q8J_PXj3JQRR7crCbCDejw?hl=pt-BR>. Acesso em: 23 jul. 2024.

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. Global Warming Potential Values. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa [online]. Curitiba, PR. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/pesquisa/38/47001?ano=2020>. Acesso em: 20 ago.

2024.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. PIB dos Municípios. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/PIB-dos-Municipios>. Acesso em: 20 ago. 2024.

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 set. 2019.

NEOCharge. Carros elétricos no Brasil. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>. Acesso em: 19 jun. 2024.

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 out. 2019.

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

SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima. Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 09 ago. 2024.

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 set. 2019.

Prefeitura de
CURITIBA