



WWW.WAYCARBON.COM

PRODUTO 03

Levantamento, análise e consolidação dos dados e referências do Inventário

Inventário de Gases de Efeito Estufa
de Porto Alegre

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO
ALEGRE
Maio 2021

CLIENTE

PROJETO

PNUDE20A

ENTREGÁVEL

Produto 3 - Levantamento, análise e consolidação dos dados e referências do Inventário

AUTORES

WAYCARBON

Felipe Bittencourt; felipe.bittencourt@waycarbon.com

Bruna Dias; bruna.dias@waycarbon.com

Rosangela Silva; rosangela.silva@waycarbon.com

Flora Simon; flora.simon@waycarbon.com

Mariana Meireles; mariana.meireles@waycarbon.com

Letícia Gavioli; leticia.gavioli@waycarbon.com

ICLEI

Igor Albuquerque; igor.albuquerque@iclei.org

Iris Coluna; iris.coluna@iclei.org

ECOFINANCE

Eduardo Baltar; eduardo@grupoecofinance.com.br

COLABORADORES

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

Rovana Reale Bortolini; rovana.bortolini@portoalegre.rs.gov.br

HISTÓRICO DO DOCUMENTO

Nome do documento	Data	Natureza da revisão
20210506 Produto 3_v1	06/05/2021	Primeira versão.
20210526 Produto 3_v2	26/05/2021	Segunda versão revisada após validação da equipe da prefeitura do Porto Alegre

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABELAS	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. METODOLOGIA	7
2.1 FRONTEIRA DO INVENTÁRIO	8
2.2 PERÍODO COBERTO	9
2.3 SETORES DE ATIVIDADE	9
2.4 ABORDAGEM DO INVENTÁRIO	10
3. MAPEAMENTO DAS FONTES DE EMISSÃO - INVENTÁRIO DE GEE	11
3.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA	11
3.2 TRANSPORTE	14
3.3 RESÍDUOS	15
3.4 PROCESSOS INDUSTRIAIS (IPPU)	16
3.5 AGRICULTURA, FLORESTAS E USO DA TERRA (AFOLU)	17
3.6 OUTRAS EMISSÕES DE ESCOPO 3	19
4. COLETA DE DADOS - INVENTÁRIO DE GEE	20
4.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA	20
4.1.1 CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS	20
4.1.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E PERDAS NA T&D	21
4.2 TRANSPORTE	22
4.2.1 CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS PARA TRANSPORTE	22
4.3 RESÍDUOS	23
4.3.1 DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ATERROS SANITÁRIOS	23
4.3.2 TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS	23
4.4 PROCESSOS INDUSTRIAIS	24
4.5 AGRICULTURA, FLORESTAS E USO DA TERRA (AFOLU)	24
4.5.1 REBANHOS	24
4.5.2 USO DA TERRA	25
4.5.3 EMISSÕES AGREGADAS E OUTRAS DE NÃO-CO ₂	26
4.6 OUTRAS EMISSÕES DE ESCOPO 3	26
4.7 VISÃO GERAL DA COLETA DE DADOS	26

5.	CONSIDERAÇÕES DO INVENTÁRIO E INCERTEZAS DOS DADOS	28
5.1	CONSIDERAÇÕES DO INVENTÁRIO	28
5.2	INCERTEZAS ASSOCIADAS AOS DADOS DE ENTRADA	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delimitação dos Escopos considerados no método GPC	7
Figura 2. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no CLIMAS - setor de energia estacionária.	12
Figura 3. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor transportes.	14
Figura 4. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor resíduos.	15
Figura 5. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor IPPU.	17
Figura 6. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor AFOLU.	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações sobre o município de Porto Alegre	9
Tabela 2. Fontes de emissão do setor Energia Estacionária.	13
Tabela 3. Fontes de emissão relacionadas com o setor de transporte.	15
Tabela 4. Fontes de emissão relacionadas com o setor de resíduos.	16
Tabela 5. Fontes de emissão relacionadas às atividades do setor AFOLU.	18
Tabela 6. Fontes de emissão relacionadas a outras emissões de Escopo 3	19
Tabela 7. Dados de consumo de combustíveis para fontes de energia estacionária em Porto Alegre, de 2016 a 2019.	20
Tabela 8. Dados de consumo de energia elétrica para fontes de energia estacionária (MWh) em Porto Alegre, de 2016 a 2019.	21
Tabela 9. Dados de fator de perdas na transmissão e distribuição de energia elétrica (%) na região Sul, de 2016 a 2019.	22
Tabela 10. Dados de consumo de combustíveis para o setor transporte em Porto Alegre, de 2016 a 2019.	22
Tabela 11. Dados da quantidade de resíduos sólidos urbanos (t) destinados, por tipo de destinação, em Porto Alegre, de 2016 e 2019.	23
Tabela 12. Dados do volume de efluentes tratados, por tipo de tratamento, e população não atendida pelo sistema de coleta em Porto Alegre, de 2016 a 2019.	24
Tabela 13. Dados do número de cabeças de animais por tipo de rebanho em Porto Alegre, de 2016 e 2019.	25
Tabela 14. Dados do total de mudas plantadas e da variação da área verde (ha) em Porto Alegre, de 2016 e 2019.	25
Tabela 15. Estimativa da área plantada (ha) e quantidade produzida (t) de arroz em Porto Alegre, de 2016 e 2019.	26
Tabela 16. Dados de consumo de material de construção em Porto Alegre, de 2016 e 2019.	26
Tabela 17. Visão geral das fontes fornecedoras de dados para o inventário de Porto Alegre, por grupo de fonte de emissão.	27
Tabela 18. Considerações do Inventário de GEE do município de Porto Alegre.	29
Tabela 19. Análise qualitativa das incertezas dos dados de entrada.	30
Tabela 20. Avaliação dos dados de entrada do Inventário de Porto Alegre.	30



LISTA DE ACRÔNIMOS E SIGLAS

AFOLU – *Agriculture, Forestry and Other Land Use*

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ANP – Agência Nacional do Petróleo

C40 – *Climate Leadership Group*

CEEE – Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos

DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana

EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação

FIERGS – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

GEE – Gases de Efeito Estufa

GLP – Gás liquefeito de petróleo

GNV – Gás Natural Veicular

GPC – *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*

ICLEI – Governos Locais para Sustentabilidade

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IPCC – *Intergovernmental Pannel on Climate Change*

IPPU – *Industrial Processes and Product Use*

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SEFAZ-RS – Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul

SINDUSCON-RS – Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul

SULGÁS -- Companhia de Gás do Estado do Rio Grande do Sul

SMAMUS – Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade

T&D – Transmissão e Distribuição

TRENSURB – Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre

UASB - *Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors*

UN - Unidade

WRI – *World Resources Institute*



1. INTRODUÇÃO

A WayCarbon, em parceria com o ICLEI e a Ecofinance, foi contratada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para prestação de serviços técnicos especializados que envolvem coordenação e execução das atividades referentes à elaboração do “Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa de Porto Alegre”.

Este relatório apresenta o **Produto 3 - Levantamento, análise e consolidação dos dados e referências do inventário**, como determinado no Cronograma de Atividades. A estrutura desse produto e o capítulo em que cada um desses itens pode ser encontrado ao longo desse relatório estão listados abaixo:

- **Capítulo 1 – Introdução:** apresenta o conteúdo e a estrutura do presente relatório;
- **Capítulo 2 – Metodologia:** apresenta os métodos utilizados para a elaboração do Inventário, define a abrangência e descreve os princípios de contabilização e elaboração do Inventário;
- **Capítulo 3 – Mapeamento das fontes de emissões:** apresenta o mapeamento das fontes de emissão contempladas no Inventário de GEE de Porto Alegre de acordo com a subdivisão de categorias sugeridas pelo GPC para inventários, no nível de reporte BASIC+: Energia estacionária; Transporte; Resíduos; Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU); Agricultura, Floresta e Uso da terra (AFOLU) e Outras Emissões de Escopo 3;
- **Capítulo 4 – Coleta de dados:** apresenta a descrição da coleta de dados para o inventário de GEE de Porto Alegre, incluindo as premissas adotadas durante o processo e os dados de entrada;
- **Capítulo 5 – Limitações:** apresenta as considerações do Inventário, incluindo exclusões.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração do Inventário de Emissão de GEE de Porto Alegre será utilizado o método proposto pelo GPC (*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*), desenvolvido pelo ICLEI, WRI (*World Resources Institute*) e C40 (*Climate Leadership Group*) em 2014, tendo como base o guia nacional de inventários, publicado em 2006 pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

O principal objetivo do GPC é ser um método robusto e claro que permite maior agregação e confiabilidade de dados para inventários de comunidades, cidades e/ou regiões. Esse método também permite análise comparativas entre inventários de emissões de diferentes governos locais, ao estabelecer requisitos e prover orientações para os cálculos e reporte dos GEE emitidos.

Nos inventários de cidades e regiões elaborados com base na metodologia do GPC, os Escopos 1, 2 e 3 são definidos de acordo com a localização geográfica da cidade ou região das atividades, como apresentado na Figura 1.

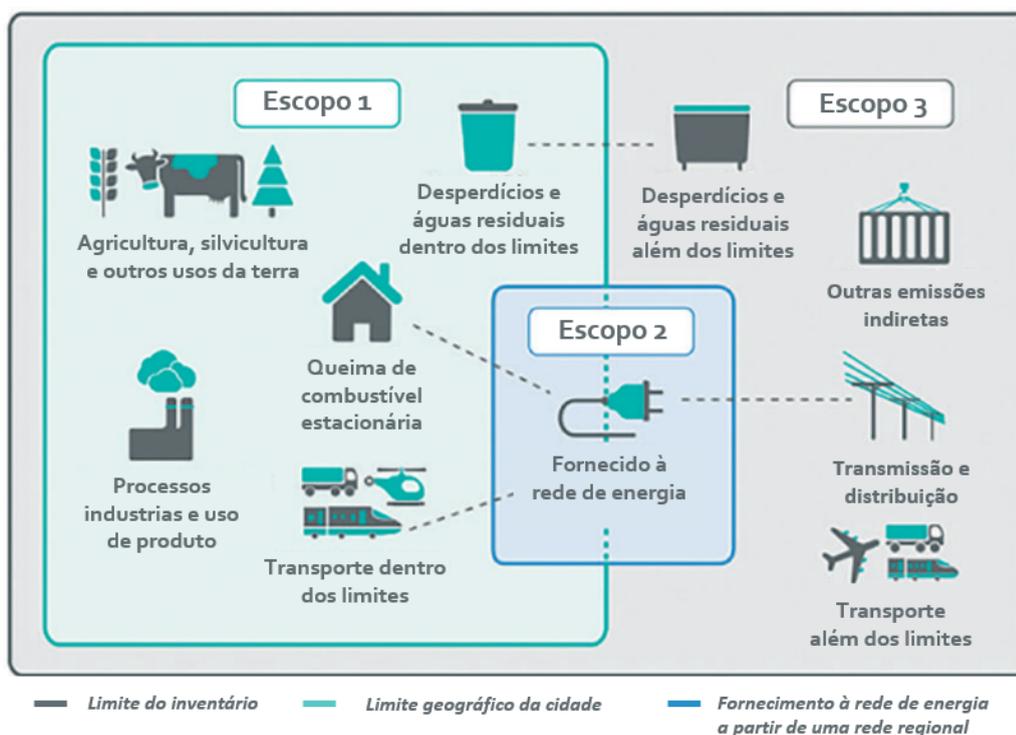


Figura 1. Delimitação dos Escopos considerados no método GPC

Fonte: Adaptado de (WRI, C40 e ICLEI, 2014).

Para o Inventário de Porto Alegre, os Escopos considerados foram:

- Escopo 1: emissões de GEE por fontes localizadas dentro dos limites da cidade de Porto Alegre;

- Escopo 2: emissões de GEE que ocorrem como consequência do uso de eletricidade fornecida pela rede nacional dentro dos limites da cidade de Porto Alegre;
- Escopo 3: emissões de GEE que ocorrem fora dos limites da cidade como resultado de atividades que ocorrem dentro dos limites da cidade de Porto Alegre.

O método do GPC estabelece cinco princípios para a elaboração de inventários de GEE, assim como nos métodos de elaboração de inventários utilizados para corporações. O cumprimento desses princípios permite a elaboração de um Inventário de qualidade e consistência suficientes para ser utilizado como ferramenta para tomada de decisões. Os princípios são:

- **Relevância:** o Inventário de GEE deve refletir apropriadamente as emissões de GEE da cidade e deve ser organizado para refletir as áreas sobre as quais o governo exerce controle e tem responsabilidade;
- **Completeness:** todos os GEE e as atividades que causam emissões dentro das fronteiras escolhidas para o inventário devem ser contabilizadas. Qualquer exclusão deve ser justificada;
- **Consistência:** metodologias consistentes devem ser usadas para identificar as fronteiras, coletar e analisar os dados e quantificar as emissões;
- **Transparência:** todas as questões relevantes devem ser consideradas e documentadas de maneira objetiva e coerente para estabelecer o histórico e a abordagem para futuras revisões e replicações. Todas as fontes de dados e hipóteses assumidas devem ser disponibilizadas junto com descrições específicas de metodologias e fonte de dados usados;
- **Exatidão:** a quantificação das emissões de GEE não deve ser sistematicamente sub ou supervalorizada.

2.1 FRONTEIRA DO INVENTÁRIO

Para a realização do Inventário de GEE pelo método GPC, é necessário definir, primeiramente, suas fronteiras, os limites para identificação dos gases, fontes de emissão, a área geográfica e o intervalo de tempo coberto. As fronteiras do Inventário são projetadas para fornecer uma compreensão abrangente das principais fontes de emissões para uma determinada região, bem como uma indicação de onde ela poderia agir ou influenciar a mudança.

Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, é a segunda maior cidade da Região Sul do Brasil, com uma população estimada em 1.488.252 habitantes e área de 496,684 km² (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2021). Em 2018, a cidade possuía um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 77,13 bilhões, sendo o maior do Rio Grande do Sul, onde se destaca o setor de serviços. No tocante a agricultura, soja, milho e arroz, concentram 80% das exportações de Porto Alegre (PMSB-POA, 2015). O PIB *per capita* no ano de 2018 foi de R\$ 52.149,66, ocupando a posição de número 80 no ranking do estado (IBGE, 2021). A cidade possui elevada qualidade de vida, com o Índice de Desenvolvimento

Humano (IDH) de 0,805, um dos maiores entre as grandes cidades brasileiras. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), em 2019 a cidade possuía 100% da sua população atendida com abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos e 90% atendida com esgotamento sanitário.

A Tabela 1 a seguir apresenta algumas informações sobre o município de Porto Alegre.

Tabela 1. Informações sobre o município de Porto Alegre

Nome do município	Porto Alegre
Estado	Rio Grande do Sul
País	Brasil
Ano do inventário	2016-2019
Área	496,684 km ² (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2021)
Limites geográficos	Lago Guaíba e municípios de Alvorada, Viamão, Cachoeirinha, Canoas e Eldorado do Sul
População (2020)	1.488.252 habitantes (IBGE, 2021)
Produto Interno Bruto per capita (2018)	R\$ 52.149,66 por habitante (IBGE, 2021)
Clima	Tropical
Bioma	Mata Atlântica e Pampa

Fonte: Elaboração própria.

2.2 PERÍODO COBERTO

O método do GPC foi desenhado para contabilizar as emissões de GEE em um único ano de reporte. O guia recomenda que os inventários cubram um período contínuo de 12 (doze) meses, idealmente alinhado a um ano civil ou a um ano financeiro, consistente com os períodos mais comumente usados pelas cidades ou regiões.

A cidade de Porto Alegre elaborou o seu primeiro inventário de emissões de GEE em 2013 e o presente trabalho irá elaborar os inventários dos anos de 2016 a 2019, sendo que 2019 foi o período comum mais recente de disponibilidade de dados a todas as fontes de emissão mapeadas.

2.3 SETORES DE ATIVIDADE

O método do GPC busca desagregar os dados de emissões para permitir que as principais fontes de GEE sejam identificadas em uma cidade ou região. Para tanto, determina seis diferentes setores nos quais as atividades emissoras podem ser alocadas. São eles:

- I. **Energia Estacionária:** associadas à queima de combustíveis em edifícios residenciais, comerciais e institucionais, indústrias de manufatura e construção, usinas geradoras de energia e propriedades rurais, incluindo emissões fugitivas que ocorrem durante a extração, transformação e transporte de carvão mineral, as emissões geradas nos processos da indústria de óleo e gás e na produção de combustíveis;
- II. **Transporte:** O uso de veículos e demais equipamentos móveis geram emissões de GEE a partir da queima dos combustíveis utilizados ou ainda do uso de eletricidade em veículos elétricos;
- III. **Resíduos:** As cidades geram resíduos sólidos e efluentes que podem ser tratados dentro de seus limites (Escopo 1) ou fora deles (Escopo 3). As emissões de GEE são provenientes do processo de decomposição de bactérias anaeróbicas e/ou através da queima dos resíduos em processos de coprocessamento ou incineração;
- IV. **Processos industriais e uso de produtos (IPPU):** As emissões de GEE desse setor são resultantes de atividades industriais não relacionadas ao consumo de combustíveis para a geração de energia. Todas as emissões de GEE provenientes de processos industriais, o uso de produtos e o uso não energético de combustível fóssil devem ser avaliadas e reportadas no setor de IPPU;
- V. **Agricultura, floresta e uso da terra (AFOLU):** Este setor gera emissões de GEE através de uma variedade de atividades, incluindo mudanças no uso da terra que alteram a composição do solo, metano produzido nos processos digestivos de animais ruminantes da pecuária e manejo de nutrientes para fins agrícolas;
- VI. **Outras Emissões Indiretas:** Este setor inclui um número limitado de fontes de emissão, incluindo perdas de transmissão e distribuição associadas com energia fornecida pelo grid, disposição e tratamento de resíduos fora das fronteiras da e transporte transfronteiriço. As cidades também podem reportar fontes associadas a determinadas atividades que ocorrem em uma cidade – como as emissões de GEE incorporadas em combustíveis, água, comida e materiais de construção.

2.4 ABORDAGEM DO INVENTÁRIO

O GPC define o requisito de relato das emissões segundo duas abordagens distintas, porém complementares:

- A **abordagem de Escopos (*Scopes Framework*)** permite que as cidades reportem de forma abrangente todas as emissões de GEE atribuíveis a atividades que ocorram dentro do limite geográfico da cidade, classificando as fontes de emissão em Escopo 1, 2 e 3, conforme definido acima. A utilização dos Escopos em abordagem territorial possibilita que seja realizada agregação de inventários de várias cidades, consistente com relatórios de GEE a nível nacional;
- A **abordagem orientada pela cidade (*City-induced Framework*)** contabiliza as emissões de GEE atribuíveis a atividades realizadas dentro do limite geográfico da cidade, abrangendo

fontes selecionadas de emissão dos Escopos 1, 2 e 3. Essa abordagem fornece dois níveis de relatório demonstrando diferentes níveis de completude: o nível BASIC e o nível BASIC+.

- O nível BASIC contempla as fontes de emissão que normalmente ocorrem em cidades e que possuem métodos de cálculo estabelecidos e dados disponíveis, como as fontes de energia estacionária, transporte e resíduos gerados dentro dos limites geográficos estabelecidos.
- O nível BASIC+ é mais abrangente, incluindo, além das fontes do nível BASIC, o cálculo das emissões relacionadas a processos industriais e uso de produtos (IPPU), agricultura, floresta e uso da terra (AFOLU), transporte transfronteiriço, perdas de transmissão e distribuição de energia e outras emissões de Escopo 3. Sendo assim, a coleta de dados e os procedimentos de cálculo são mais desafiadores. Para elaboração do Inventário do município de Porto Alegre, os Escopos 1, 2 e 3 foram definidos de acordo com a abordagem de localização geográfica da cidade, nível BASIC+.

3. MAPEAMENTO DAS FONTES DE EMISSÃO - INVENTÁRIO DE GEE

O método do GPC busca desagregar os dados utilizados para o cálculo das emissões, de forma a viabilizar a identificação das principais fontes de GEE em uma cidade ou região. Para tanto, o método determina seis diferentes setores nos quais as atividades emissoras podem ser alocadas. São eles:

- I. Energia Estacionária;
- II. Transporte;
- III. Resíduos;
- IV. Processos industriais e uso de produtos (IPPU);
- V. Agricultura, floresta e uso da terra (AFOLU);
- VI. Outras Emissões Indiretas (de Escopo 3).

Os cálculos das fontes de emissão serão realizados no software CLIMAS¹, com a inclusão de todos os setores acima citados, e as suas fontes de emissões associadas. Eventuais exclusões de fontes de emissão serão explicadas ao longo deste relatório e no capítulo de considerações.

¹ CLIMAS é um software de cálculo de inventário de emissões de GEE desenvolvido pela WayCarbon, que possui um banco de dados com os fatores de emissões mais atuais disponíveis para cada tipo de fonte de emissão (por exemplo, Programa Brasileiro GHG Protocol para o Brasil e, quando não disponíveis, referências internacionalmente aceitas como GHG Protocol, IPCC, EPA e DEFRA).

3.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA

As emissões do setor de energia estacionária estão associadas à queima de combustíveis em edifícios residenciais, comerciais e institucionais, indústrias de manufatura e construção, bem como em usinas geradoras de energia e propriedades rurais. Este setor também inclui emissões fugitivas² que ocorrem durante a extração, transformação e transporte de carvão mineral, emissões fugitivas geradas nos processos da indústria de óleo e gás e na produção de combustíveis.

O GPC divide as fontes do setor de energia estacionária em 8 (oito) subsetores, que foram parametrizadas no sistema CLIMAS da WayCarbon, de acordo com as nomenclaturas apresentadas na Figura 2:



Figura 2. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no CLIMAS - setor de energia estacionária.

Fonte: Elaboração própria

O mapeamento das fontes de emissão relacionadas ao consumo de energia elétrica foi realizado a partir dos dados enviados pela Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE), responsável pela distribuição no estado do Rio Grande do Sul. Foram enviados os dados de 2016 a

² As emissões fugitivas são definidas pela Resolução 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.

2019 do Consumo Cativo e Livre na cidade de Porto Alegre, em MWh, para as seguintes categorias: Residencial, Industrial, Comercial, Rural, Setor Público e Consumo próprio. Para o cálculo da perda de transmissão e distribuição, o valor de T&D foi coletado no Anuário Estatístico de Energia Elétrica (ano base 2019), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (EPE, 2020), referente à região Sul, para cada ano inventariado.

O mapeamento das fontes relacionadas ao consumo de combustíveis foi realizado a partir de dados fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), através do contato via formulário no site, para os anos de 2016 a 2019, incluindo os combustíveis: Gás natural, GLP, óleo combustível, óleo diesel e querosene iluminante. Com base no mapeamento realizado pela Consultoria WayCarbon, foram identificadas um total de 27 (vinte e sete) categorias de fontes de emissão para esse setor, sendo 15 (quinze) categorias relacionadas com o consumo de combustíveis em fontes fixas de combustão (Escopo 1), 6 (seis) com o consumo de energia elétrica (Escopo 2) e 6 (seis) com as perdas técnicas nos sistemas de transmissão e distribuição - T&D (Escopo 3).

Os subsetores I.7 (atividades de mineração de carvão) e o I.8 (produção de óleo e gás) foram excluídos da contabilização devido a sua baixa relevância no município de Porto Alegre, de acordo com o posicionamento da Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS, 2021)³.

A Tabela 2 apresenta as 27 categorias distribuídas por subsetor de atividade e por fonte de emissão.

Tabela 2. Fontes de emissão do setor Energia Estacionária.

Escopo	Subsetor	Parâmetro
Escopo 1	I.1 Construções Residenciais	Consumo de gás natural – Residencial
	I.1 Construções Residenciais	Consumo de GLP – Residencial
	I.2 Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de gás natural - Comercial
	I.2 Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de GLP – Público
	I.2 Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de GLP – Comercial
	I.2 Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de óleo combustível – Público
	I.2 Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de óleo diesel – Público
	I.2 Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de óleo diesel – Comercial
	I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Consumo de gás natural – Industrial
	I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Consumo de GLP – Industrial
	I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Consumo de óleo combustível – Industrial
	I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Consumo de óleo diesel – Industrial
	I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca	Consumo de GLP – Agricultura
	I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca	Consumo de óleo diesel – Agricultura
	I.6 Fontes não especificadas	Consumo de GLP – Outros
Escopo 2	I.1 Construções Residenciais	Consumo de energia elétrica – Residencial
	I.2. Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de energia elétrica – Comercial

³ A FIERGS, representada pelo atual Coordenador do Conselho de Meio Ambiente, Newton Mário, Battastini, enviou Ofício no dia 27 de abril de 2021 ao Secretário Municipal de Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade, Germano Bremm. O ofício contemplou explanações sobre a representatividade do setor de indústrias e uso de produtos em Porto Alegre, salientando que os setores industriais listados no setor IPPU não tem relevância no município.

	I.2. Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de energia elétrica – Setor Público
	I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Consumo de energia elétrica – Industrial
	I.4 Indústria de Energia	Consumo de energia elétrica – Consumo próprio
	I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca	Consumo de energia elétrica – Rural
Escopo 3	I.1 Construções Residenciais	Perdas de T&D – Residencial
	I.2. Construções Comerciais e Institucionais	Perdas de T&D – Comercial
	I.2. Construções Comerciais e Institucionais	Perdas de T&D – Setor Público
	I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Perdas de T&D – Industrial
	I.4 Indústria de Energia	Perdas de T&D – Consumo próprio
	I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca	Perdas de T&D – Rural

Fonte: Elaboração própria

3.2 TRANSPORTE

O uso de veículos e demais equipamentos móveis geram emissões de GEE a partir da queima dos combustíveis utilizados, ou ainda, do uso de eletricidade em veículos elétricos. O GPC divide o setor de transporte em 5 (cinco) subsetores que foram parametrizados no sistema CLIMAS de acordo com as nomenclaturas apresentadas na Figura 3:



Figura 3. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor transportes.

Fonte: Elaboração própria

O mapeamento das fontes de emissão do setor transporte foi realizado a partir dos dados fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) para uso dos combustíveis etanol, gasolina e óleo diesel. O dado de consumo de óleo diesel no transporte público foi fornecido pela Empresa Pública de

Transporte e Circulação (ETPC) e os dados de consumo de energia elétrica do trem metropolitano foram obtidos pela Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre (Trensurb).

Não foi possível obter os dados de consumo de combustível dos catamarãs. As emissões de consumo de óleo diesel no transporte *off-road* não puderam ser desagregadas e foram consideradas juntamente com a categoria II.1 Transporte terrestre.

Por recomendação do GPC, as emissões oriundas de viagens internacionais do transporte aéreo devem ser reportadas separadamente como *bunker*. Essa desagregação foi realizada pelo cálculo da diferença entre o total de querosene de aviação vendida na cidade de Porto Alegre (dado da ANP) e de querosene de aviação utilizada nos voos domésticos (dado da ANAC).

Com base no mapeamento realizado pela Consultoria, foram identificadas um total de 10 (dez) categorias de fontes de emissão para esse setor, conforme mostrado na Tabela 3, sendo 8 (oito) de Escopo 1 e 2 (duas) de Escopo 3.

Tabela 3. Fontes de emissão relacionadas com o setor de transporte.

Escopo	Subsetor	Fonte de Emissão
Escopo 1	II.1 Transporte terrestre	Consumo de Etanol
	II.1 Transporte terrestre	Consumo de Gasolina
	II.1 Transporte terrestre	Consumo de GNV
	II.1 Transporte terrestre	Consumo de óleo diesel
	II.1 Transporte terrestre	Consumo de óleo diesel – transporte público
	II.2 Transporte ferroviário	Consumo de energia elétrica – trem metropolitano
	II.4 Transporte aéreo	Consumo de Gasolina de aviação
	II.4 Transporte aéreo	Consumo de Querosene de aviação
Escopo 3	II.2 Transporte ferroviário	Perdas de T&D – trem metropolitano
	II.4 Transporte aéreo	Consumo de Querosene de aviação - bunker

Fonte: Elaboração própria

3.3 RESÍDUOS

As cidades geram resíduos sólidos e efluentes líquidos que podem ser tratados dentro de seus limites (Escopo 1) ou fora deles (Escopo 3). As emissões de GEE são provenientes do processo de decomposição de bactérias anaeróbicas e/ou através da queima dos resíduos em processos de coprocessamento ou incineração.

O GPC divide o setor de resíduos em 4 (quatro) subsectores que foram parametrizados, no sistema CLIMAS, de acordo com as nomenclaturas apresentadas na Figura 4.



Figura 4. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor resíduos.

Fonte: Elaboração própria

Em Porto Alegre, a maior parte dos resíduos são tratados fora dos limites da cidade (Escopo 3), e um pequeno percentual destinado para compostagem dentro dos limites da cidade (Escopo 1). Os efluentes são tratados em 11 (onze) Estações de Tratamento que utilizam lodos ativados, reatores UASB (reator anaeróbico de fluxo ascendente de alta eficiência) ou lagoas de estabilização como métodos de tratamento.

Na Central de Resíduos do Recreio, aterro para onde são encaminhados a maior parte dos resíduos sólidos gerados em Porto Alegre, ocorre recuperação de gás metano. Entretanto, uma vez que o aterro está localizado em Minas do Leão, com geração de energia fora dos limites geográficos de Porto Alegre, esta geração não foi contabilizada no Setor de Energia Estacionária.

As emissões provenientes do tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais por incineração e provenientes de tratamento de efluentes industriais não serão consideradas no inventário de Porto Alegre por não serem representativas em relação ao total coletado na cidade.

Com base no mapeamento realizado pela Consultoria WayCarbon, foram identificadas um total de 7 (sete) categorias de fontes de emissão para esse setor, conforme mostrado na Tabela 4, sendo 6 (seis) de Escopo 1 e uma de Escopo 3:

Tabela 4. Fontes de emissão relacionadas com o setor de resíduos.

Escopo	Subsetor	Parâmetro
Escopo 1	III.2. Tratamento biológico	Massa de resíduos sólidos gerados e tratados dentro dos limites da cidade
	III.4 Disposição e tratamento de efluentes domésticos	Volume de efluentes tratados por lagoas de estabilização
	III.4 Disposição e tratamento de efluentes domésticos	Volume de efluentes tratados por lodos ativados
	III.4 Disposição e tratamento de efluentes domésticos	Volume de efluentes tratados por reatores UASB

	III.4 Disposição e tratamento de efluentes domésticos	População não atendida pelo serviço de coleta de efluentes domésticos
	III.4 Disposição e tratamento de efluentes domésticos	População atendida pelo serviço de coleta, mas não atendida pelo serviço de tratamento de efluentes domésticos
Escopo 3	III.1. Disposição de resíduos sólidos	Massa de resíduos sólidos gerados dentro dos limites da cidade, e enviados para tratamento fora dos limites da cidade

Fonte: Elaboração própria

3.4 PROCESSOS INDUSTRIAIS (IPPU)

As emissões de GEE desse setor são resultantes de atividades industriais não relacionadas ao consumo de combustíveis para a geração de energia. Todas as emissões de GEE, provenientes de processos industriais, uso de produtos e uso não energético de combustível fóssil, devem ser avaliadas e reportadas no setor de IPPU, de acordo com a abordagem BASIC+ do GPC.

O setor é dividido em 2 (dois) subsetores e essas fontes de emissão foram parametrizadas no sistema CLIMAS de acordo com as nomenclaturas apresentadas na Figura 5.



Figura 5. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor IPPU.

Fonte: Elaboração própria

Com base no mapeamento realizado pela Consultoria junto à FIERGS, a instituição apontou que os segmentos industriais para elaboração do inventário de Porto Alegre não possuem relevância no município, e não há base de dados sobre produção e uso de produtos nos setores industriais que haviam sido inicialmente apontados para elaboração do inventário (indústria mineral, química e de metais e o uso de SF6, lubrificantes e solventes). Conforme os dados do IBGE para o ano de 2018, a Indústria de Porto Alegre participou com apenas 6,2% do total do Valor Adicionado pela Indústria Gaúcha naquele ano. Destaca-se que os Serviços e Administração Pública são as principais atividades econômicas do município. Em termos de composição setorial, conforme os dados do Ministério da Economia, 51,7% dos trabalhadores empregados na indústria de Porto Alegre encontram-se na Indústria da Construção, seguido pelas atividades de Eletricidade, Água, Esgoto e Saneamento com participação de 8,6%, sendo esses os segmentos industriais preponderantes na Capital (FIERGS, 2021).

3.5 AGRICULTURA, FLORESTAS E USO DA TERRA (AFOLU)

O setor de agricultura, florestas e outros usos da terra (AFOLU) gera emissões de GEE através de uma variedade de atividades, incluindo mudanças no uso da terra que alteram a composição do solo, metano produzido nos processos digestivos de animais ruminantes da pecuária, manejo de dejetos de animais e manejo de nutrientes para fins agrícolas.

Assim como o setor de IPPU, essas emissões devem ser contempladas nos inventários que utilizam a abordagem BASIC+. O GPC divide o setor em 3 (três) subsetores que foram parametrizados no sistema CLIMAS de acordo com as nomenclaturas apresentadas na Figura 6:

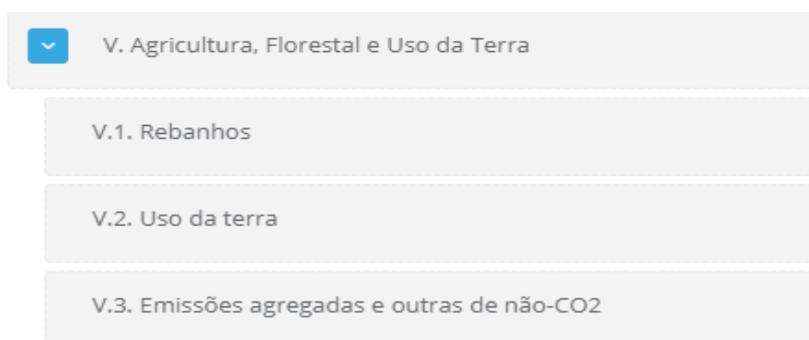


Figura 6. Estrutura de parametrização e nomenclatura utilizadas no sistema CLIMAS - setor AFOLU.

Fonte: Elaboração própria

As emissões das fontes classificadas no subsetor Rebanhos são provenientes da fermentação entérica que ocorre no sistema digestório de animais ruminantes e, do manejo dos dejetos gerados por esses e outros animais de rebanho. A partir dos dados disponíveis publicamente, no website do IBGE, por meio da Pesquisa da Pecuária Municipal (IBGE, 2019a), foram identificadas 14 (quatorze) categorias desta fonte de emissão representativas para a cidade de Porto Alegre.

As emissões e remoções de GEE do subsetor de uso da terra são referentes às mudanças nos estoques de carbono do solo. Para o Inventário do município de Porto Alegre foram mapeadas 2 (duas) categorias, uma relacionada ao monitoramento de cobertura vegetal no município e outra relacionada ao plantio de mudas, informações obtidas na Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade (SMAMUS).

O subsetor de emissões agregadas e outras de não-CO₂ contempla atividades agrícolas como o cultivo de arroz, o uso de fertilizantes, a calagem e a aplicação de ureia no solo. Os dados de cultivo de arroz em Porto Alegre foram coletados por meio da Pesquisa de Produção Agrícola Municipal para lavouras temporárias (IBGE, 2019b). Para o município de Porto Alegre, o consumo de fertilizantes (subsetor V.3) não foi contabilizado no cálculo do Inventário devido à pouca representatividade da área agrícola em relação à área total. Dos 7.340 hectares de estabelecimentos agropecuários, cerca de 17% são lavouras temporárias, representadas em sua maior parte pelo cultivo de arroz; 47% são pastagens e 20% matas ou florestas (IBGE, 2017).

Com base no mapeamento realizado pela Consultoria WayCarbon, foram identificadas um total de 17 (dezesete) categorias de fontes de emissão e remoção para esse setor, sendo 14 (quatorze) de rebanhos, 2 (duas) de uso da terra e 1 (uma) relacionada às emissões agregadas e outras de não-CO₂, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5. Fontes de emissão relacionadas às atividades do setor AFOLU.

Escopo	Subsetor	Parâmetro
Escopo 1	V.1 Rebanhos	Fermentação entérica Gado Leiteiro
	V.1 Rebanhos	Fermentação entérica Gado de Corte
	V.1 Rebanhos	Fermentação entérica Bubalinos
	V.1 Rebanhos	Fermentação entérica Equinos
	V.1 Rebanhos	Fermentação entérica Caprinos
	V.1 Rebanhos	Fermentação entérica Suínos
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Gado Leiteiro
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Gado de Corte
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Bubalinos
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Equinos
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Caprinos
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Rebanhos
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Suínos
	V.1 Rebanhos	Manejo de dejetos Aves
	V2. Uso da terra	Variação de cobertura vegetal
	V2 Uso da terra	Plantio de mudas
	V.3 Emissões agregadas e outras de não CO2	Cultivo de arroz

Fonte: Elaboração própria

3.6 OUTRAS EMISSÕES DE ESCOPO 3

O setor de Outras Emissões de Escopo 3 inclui um número limitado de fontes de emissão, que podem ser do setor de energia ou resíduos ou de fontes associadas a determinadas atividades que ocorrem em uma cidade – como as emissões de GEE incorporadas em combustíveis, água, comida e materiais de construção.

Para a cidade de Porto Alegre, foram consideradas as emissões relacionadas aos insumos da construção civil, em específico, o consumo de cimento, ferro e madeira. Inicialmente buscou-se o levantamento deste dado via Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Estado do Rio Grande do Sul (SINCUSCON-RS), mas devido à dificuldade na obtenção das informações, estas foram levantadas junto à Secretaria da Fazenda (SEFAZ-RS). Sendo assim, com base no mapeamento realizado pela Consultoria e disponibilidade de dados, foram identificadas um total de 3 (três) categorias de fontes de emissão para esse setor, conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6. Fontes de emissão relacionadas a outras emissões de Escopo 3

Escopo	Subsetor	Parâmetro
Escopo 3	VI.1 Insumos da construção civil	Consumo de Ferro

	VI.1 Insumos da construção civil	Consumo da Madeira
	VI.1 Insumos da construção civil	Consumo de Cimento

Fonte: Elaboração própria

4. COLETA DE DADOS - INVENTÁRIO DE GEE

A coleta de dados é normalmente a etapa mais trabalhosa do processo de elaboração de inventários de GEE. O tempo gasto e os esforços para obtenção de dados aumenta conforme a complexidade do Inventário.

O detalhamento, ou segregação de dados adequado, é uma importante etapa de elaboração do Inventário, pois facilita a escolha de fatores de emissão necessários para os cálculos e a categorização das fontes de emissão para análise dos dados.

A seguir, estão descritos os procedimentos e referências utilizados para a coleta de dados segundo as categorias do GPC. A partir dos dados coletados será realizada uma etapa de consolidação, e a partir dos dados consolidados serão calculadas as emissões no software CLIMAS.

4.1 ENERGIA ESTACIONÁRIA

4.1.1 Consumo de combustíveis

O cálculo das emissões provenientes do consumo de combustíveis será realizado a partir do volume ou massa do combustível, por tipo. O consumo de gás natural foi obtido por dados diretos da Companhia de Gás do Estado do Rio Grande do Sul (Sulgás). Os dados de gás liquefeito de petróleo (GLP), óleo combustível e óleo diesel, foram solicitados e fornecidos pela ANP, visto que as informações não estavam disponíveis de forma desagregada.

Os dados de consumo de combustíveis coletados para o inventário de emissões de GEE de Porto Alegre estão apresentados nas tabelas abaixo. A Tabela 7 apresenta o consumo de cada combustível para os anos de 2016, 2017, 2018 e 2019.

Tabela 7. Dados de consumo de combustíveis para fontes de energia estacionária em Porto Alegre, de 2016 a 2019.

Subsetor	Tipo de Combustível	UN	2016	2017	2018	2019
I.1 Construções residenciais	Gás natural	m ³	3.874.856	4.519.908	5.671.638	6.228.897
	GLP	kg	46.809.270	44.226.155	44.907.796	44.626.698
I.2. Construções	Gás natural - Comercial	m ³	9.461.760	9.945.672	11.246.400	12.052.121
	GLP - Comercial	kg	17.568.920	15.868.456	17.595.295	17.067.812
	Óleo diesel - Comercial	l	803.144	788.286	361.066	120.000

Comerciais e Institucionais	GLP - Público	kg	215.832	212.450	213.067	273.287
	Óleo diesel - Público	l	150.000	270.000	330.000	294.025
	Óleo Combustível - Público	kg	128.230	-	75.780	73.480
I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Gás natural	m ³	7.061.340	6.981.331	7.477.855	7.428.676
	GLP	kg	2.276.302	1.730.297	1.611.647	1.526.920
	Óleo diesel	l	2.230.000	3.092.256	3.050.757	3.121.000
	Óleo Combustível	kg	2.096.324	2.087.417	1.657.139	1.322.920
I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca	GLP	kg	3.881	3.822	3.684	3.436
	Óleo diesel	l	-	315.000	1.476.000	1.381.000
I.6 Fontes não especificadas	GLP	kg	80.560	94.432	94.649	85.673

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de ANP e Sulgás

4.1.2 Consumo de energia elétrica e perdas na T&D

O cálculo das emissões referentes ao consumo de energia elétrica será realizado a partir do consumo de eletricidade, em MWh, por segmento, de 2016 a 2019. Os dados do consumo foram obtidos diretamente da CEEE. Os dados do setor público foram calculados a partir do dado total fornecido pela CEEE, subtraindo-se o valor referente ao consumo de energia elétrica do trem metropolitano. Os dados de consumo de energia elétrica coletados para o inventário de emissões de GEE de Porto Alegre estão apresentados na Tabela 8, por ano:

Tabela 8. Dados de consumo de energia elétrica para fontes de energia estacionária (MWh) em Porto Alegre, de 2016 a 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
I.1 Construções residenciais	Consumo de energia elétrica	M Wh	1.292.701,43	1.241.311,10	1.287.232,04	1.281.658,92
I.2. Construções Comerciais e Institucionais	Consumo de energia elétrica - Comercial	M Wh	1.493.511,39	1.474.915,25	1.469.346,82	1.452.621,06

	Consumo de energia elétrica - Setor Público	M Wh	387.149,83	385.504,24	368.543,77	368.839,48
I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Consumo de energia elétrica	M Wh	211.693,39	302.729,60	291.485,39	285.429,44
I.4 Indústria de energia	Consumo de energia elétrica	M Wh	5.706,04	5.648,81	5.275,89	5.058,59
I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca	Consumo de energia elétrica	M Wh	2.726,81	2.519,02	2.596,36	1.547,76

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de CEEE.

Para calcular as emissões derivadas das perdas na T&D é necessário aplicar o fator de perdas de energia elétrica ao consumo de eletricidade. O fator de perdas na T&D utilizado foi coletado no Anuário Estatístico de Energia Elétrica (ano base 2019), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (EPE, 2020), para cada ano. Este valor foi assumido para todos os subsetores no cálculo das emissões do setor de energia.

Tabela 9. Dados de fator de perdas na transmissão e distribuição de energia elétrica (%) na região Sul, de 2016 a 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
I.1 Construções Residenciais	Perda na T&D	%	14,6	14,0	13,9	13,2
I.2. Construções Comerciais e Institucionais	Perda na T&D	%	14,6	14,0	13,9	13,2
I.3 Indústria de Manufatura e Construção	Perda na T&D	%	14,6	14,0	13,9	13,2
I.4 Indústria de Energia	Perda na T&D	%	14,6	14,0	13,9	13,2
I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca	Perda na T&D	%	14,6	14,0	13,9	13,2

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de EPE, 2020

4.2 TRANSPORTE

4.2.1 Consumo de combustíveis para transporte

O cálculo das emissões relacionadas ao transporte será realizado a partir da massa ou volume de combustível consumido, por tipo e modal de transporte. O consumo de gás natural veicular (GNV) foi obtido por meio da Sulgás. Os dados de gasolina, etanol, gasolina de aviação, querosene de aviação e óleo diesel, foram fornecidos pela ANP.

Para segregação dos dados de transporte público, o consumo de diesel nos ônibus urbanos foi fornecido pela Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC) de Porto Alegre.

Para segregação do consumo de combustível em viagens aéreas, foi utilizado os dados da ANAC com abertura de viagens por origem e destino e consumo de combustível para viagens nacionais.

A coleta de dados por meio da ANP seguiu o mesmo procedimento para os dados de energia estacionária, através de contato via formulário no site. Os dados de consumo de combustível para fontes móveis estão apresentados na Tabela 10:

Tabela 10. Dados de consumo de combustíveis para o setor transporte em Porto Alegre, de 2016 a 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
II.1 Transporte terrestre	Etanol	l	13.873.300	10.836.661	13.858.650	11.752.152
	Gasolina Comum	l	464.147.126	491.410.198	440.585.465	448.992.344
	Gás Natural	m ³	26.475.505	27.637.436	36.323.749	39.174.878
	Diesel - Total	l	163.553.147	148.754.131	142.970.318	136.537.711
	Diesel - Transporte público	l	57.381.186	58.181.658	52.796.999	50.797.813
II.2 Transporte ferroviário	Consumo de energia elétrica	MW h	48.396,48	46.583,29	50.474,71	45.879,31
	Perdas T&D	%	14,6	14,0	13,9	13,2
II.4 Transporte Aéreo	Gasolina de aviação	l	423.651	239.225	218.000	228.500
	Querosene de aviação	l	126.414.995	124.569.137	133.296.551	127.668.109
	Querosene de aviação – bunker	l	38.464.514	51.590.859	46.785.960	31.718.682

Fontes: Elaboração própria a partir dos dados de Sulgás, ANP, EPTC, Trensurb e ANAC.

4.3 RESÍDUOS

4.3.1 Disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários

De acordo com a recomendação do GPC, o cálculo das emissões relacionadas com a disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros será realizado a partir do método proposto pelo guia para Inventários nacionais do IPCC (IPCC, 2019), em que o dado de entrada é a quantidade de resíduos destinados para o aterro no período definido.

Os dados de coleta, disposição e tratamento de resíduos sólidos urbanos foram enviados pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU). Os dados de quantidade de resíduos enviados para o aterro de Minas do Leão e tratados por compostagem também foram enviados pelo DMLU. Os dados coletados estão apresentados na Tabela 11:

Tabela 11. Dados da quantidade de resíduos sólidos urbanos (t) destinados, por tipo de destinação, em Porto Alegre, de 2016 e 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
----------	-----------	----	------	------	------	------

III.1. Disposição de resíduos sólidos	Massa total destinada a aterro sanitário	t	592.604,48	528.077,97	528.853,59	520.007,14
	Massa total destinada para triagem	t	21.540,40	19.992,96	17.421,58	19.051,44
III.2. Tratamento biológico	Massa total destinada para compostagem	t	14.260,45	7.157,32	5.004,23	20.188,81

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de DMLU.

4.3.2 Tratamento de efluentes domésticos

Os dados necessários para o cálculo das emissões provenientes do tratamento de efluentes domésticos são a quantidade de efluentes coletados enviados para tratamento e a taxa de população não atendida pelo tratamento de efluentes. O Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) forneceu todos os dados solicitados, especificando os tipos de tratamento. Os dados coletados para os cálculos das emissões provenientes do tratamento de efluentes domésticos estão apresentados na Tabela 12:

Tabela 12. Dados do volume de efluentes tratados, por tipo de tratamento, e população não atendida pelo sistema de coleta em Porto Alegre, de 2016 a 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
III.4 Disposição e tratamento de efluentes domésticos	População não atendida pelo serviço de coleta de efluentes domésticos	%	10,0	9,8	9,5	8,7
	População atendida pelo serviço de coleta, mas não atendida pelo serviço de tratamento de efluentes domésticos	%	41,8	42,3	39,8	38,8
	Volume de efluentes tratados por lagoas de estabilização	m ³	11.260.879	15.438.630	6.936.990	7.957.064
	Volume de efluentes tratados por lodos ativados e valo de oxidação	m ³	12.474.275	13.226.430	14.162.205	13.697.488
	Volume de efluentes tratados por reatores UASB	m ³	39.940.318	46.138.118	46.487.283	41.816.566

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de DMAE.

4.4 PROCESSOS INDUSTRIAIS

Conforme apresentado anteriormente, de acordo com a FIERGS, os segmentos industriais para elaboração do inventário de Porto Alegre não possuem relevância no município e, por isso, este setor não será incluído no Inventário (FIERGS, 2021).

4.5 AGRICULTURA, FLORESTAS E USO DA TERRA (AFOLU)

4.5.1 Rebanhos

O dado de entrada necessário para o cálculo das emissões provenientes da fermentação entérica que ocorre no sistema digestório de animais ruminantes e emissões do manejo dos dejetos gerados por esses e outros animais de rebanho é a quantidade de animais, por tipo de rebanho.

O número de cabeças de animais por tipo foi obtido diretamente da plataforma Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2019a). Foram coletados dados de número de cabeças de Bovinos (gado de corte e gado leiteiro), Bubalinos, Equinos, Suínos, Caprinos, Ovinos e Galináceos.

Devido a especificidade dos fatores de emissão disponíveis para o cálculo das emissões provenientes da fermentação entérica de gado, esse tipo de animal foi dividido entre gado leiteiro e gado de corte. Considerou-se que o gado de corte era composto em sua totalidade por machos (premissa mais conservadora), pois o IBGE não apresenta a abertura entre jovens, machos e fêmeas.

Os dados de número de cabeça de animais por tipo de rebanho em Porto Alegre, para os anos de 2016 a 2019, estão apresentados na Tabela 13:

Tabela 13. Dados do número de cabeças de animais por tipo de rebanho em Porto Alegre, de 2016 e 2019.

Subsetor	Tipo de rebanho	UN	2016	2017	2018	2019
V.1 Rebanhos	Bovino leiteiro	cabeças	2.606	2.103	2.533	2.533
	Bovino de corte	cabeças	10.089	3.997	3.320	3.255
	Bubalino	cabeças	147	115	171	126
	Equino	cabeças	4.833	5.641	4.424	4.198
	Suíno	cabeças	2.536	2.060	1.988	1.460
	Caprino	cabeças	331	393	337	337
	Ovino	cabeças	1.872	1.873	1.661	1.491
	Galináceos	cabeças	13.075	11.461	10.066	9.994

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de IBGE, 2019a.

4.5.2 Uso da terra

Com base nos dados fornecidos por levantamento realizado pela SMAMUS, foi possível a obtenção do plantio anual de mudas⁴ no município e a variação, em hectares, da cobertura vegetal na cidade⁵, apresentados na Tabela 14. Destaca-se que os dados de variação correspondem à ampliação da área verde de um ano para o outro.

Tabela 14. Dados do total de mudas plantadas e da variação da área verde (ha) em Porto Alegre, de 2016 e 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
V2. Uso da terra	Total de mudas plantadas	unidade	1.529	1.979	1.483	2.741
	Variação da cobertura vegetal	ha	-	+ 0,28	+ 1,59	+ 10,12

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SMAMUS.

Segundo a SMAMUS, os dados de total de mudas plantadas se apresentam provavelmente subnotificados. Quanto à variação da área verde, considerou-se no cômputo as unidades de conservação, as praças urbanizadas e os parques urbanizados. A variação expressiva de 2019 foi apontada como sendo uma alteração no enquadramento, em que diversas áreas verdes foram reclassificadas como praças devido às suas características.

4.5.3 Emissões agregadas e outras de não-CO2

Com base nos dados públicos da plataforma Produção Agrícola Municipal do IBGE (IBGE, 2019b), foram identificadas as áreas destinadas ao cultivo de arroz em Porto Alegre e a quantidade produzida, para os anos de 2016 a 2019, apresentados na Tabela 15. As lavouras temporárias de arroz representam cerca de 59% do total da produção agrícola deste tipo na cidade.

Tabela 15. Estimativa da área plantada (ha) e quantidade produzida (t) de arroz em Porto Alegre, de 2016 e 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
V.3 Emissões agregadas e outras de não CO2	Área plantada	ha	452	411	710	630

⁴ Resumo das totalizações anuais correspondentes às informações sobre os plantios apresentadas por diversos setores da SMAM/SMAMS/SMAMUS. Trata-se de uma tentativa de sistematização dos dados de TCVs e de Plantios na SMAM/SMAMS/SMAMUS, iniciada em 2013. Observação enviada por Ricardo Litwinski Süffert, Engenheiro Florestal e Diretor de Áreas Verdes da DAV - SMAMUS – PMP.

⁵ Considerações para o cálculo da variação da área verde: Considerou-se no cômputo dos valores as UCs, as praças urbanizadas e os parques urbanizados; O principal foco do cômputo do dado foi a urbanização, sendo que as praças contabilizadas são as urbanizadas, em que a vegetação já não é tão expressiva assim. O foco, portanto, não foi o desmatamento; A variação expressiva de 2019 se deve a diversos verdes complementares que tiveram o status alterado para praça, ou seja, já existiam, somente foram recategorizados. (Das 30 praças incluídas, 25 são pré-existent, pois eram verdes complementares que foram revisados e tiveram sua categoria alterada para praça devido suas características). Observação enviada via e-mail por: Alessandra Nicoletti Moreira, Arquiteta EGI/CPO/DAV/SMAMUS.

	Quantidade produzida	t	3.028	2.597	4.577	5.229
--	----------------------	---	-------	-------	-------	-------

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de IBGE, 2019b.

4.6 OUTRAS EMISSÕES DE ESCOPO 3

Os dados fornecidos pela SEFAZ-RS de consumo de cimento, ferro e madeira para a cidade de Porto Alegre foram consolidados nas unidades de medida mais utilizadas por tipo de material e são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Dados de consumo de material de construção em Porto Alegre, de 2016 e 2019.

Subsetor	Parâmetro	UN	2016	2017	2018	2019
VI.1 Insumos da construção civil	Consumo de cimento	t	656.584	397.861	397.565	406.012
	Consumo de ferro	t	414.314	516.874	500.684	642.443
	Consumo de madeira	m ³	326.611	410.687	580.698	568.177

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de SEFAZ-RS

4.7 VISÃO GERAL DA COLETA DE DADOS

Conforme apresentado nos capítulos anteriores, a maior parte dos dados foi obtida diretamente dos órgãos, secretarias e organizações da cidade de Porto Alegre, responsáveis diretamente pelo controle e monitoramento dos parâmetros apresentados. A Tabela 17 apresenta uma visão geral das fontes de dados e as respectivas fontes de emissão e setores associados:

Tabela 17. Visão geral das fontes fornecedoras de dados para o inventário de Porto Alegre, por grupo de fonte de emissão.

Setor	Fonte de Emissão	Fonte de Dados
I - Energia Estacionária	Consumo de Combustíveis	Compra anual de gás natural: Sulgás
		Compra anual dos outros combustíveis: ANP
	Consumo de energia elétrica	CEEE
	Perdas na T&D	EPE
II - Transporte	Consumo de Combustíveis	Compra anual de gás natural veicular: Sulgás
		Compra anual dos outros combustíveis: ANP
		Consumo de diesel no transporte público: EPTC
		Consumo de energia elétrica nos trens metropolitanos: Trensurb
		Consumo de querosene de aviação em voos domésticos: ANAC

III - Resíduos	Disposição de resíduos em aterro sanitário	DMLU
	Tratamento biológico	
	Tratamento de efluente doméstico	DMAE
IV - IPPU	Emissões provenientes de processos industriais e uso de produto	FIERGS
V - AFOLU	Rebanhos	Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE)
	Uso da Terra	SMAMUS
	Emissões agregadas e outras de não-CO ₂	Produção Agrícola Municipal (IBGE)
VI – Outras Emissões de Escopo 3	Outras emissões de Escopo 3	SEFAZ-RS

Fonte: Elaboração própria

A partir do resumo apresentado na tabela acima, nota-se que a maior parte das fontes de dados são de órgãos municipais ou estaduais, enviados via Ofício, seguidos de relatórios de dados públicos disponibilizados na internet e, por fim, dados de órgãos nacionais levantados via envio de formulário eletrônico.

5. CONSIDERAÇÕES DO INVENTÁRIO E INCERTEZAS DOS DADOS

5.1 CONSIDERAÇÕES DO INVENTÁRIO

As diretrizes do GPC estabelecem notações para os dados para que seja possível identificar limitações dos inventários de cidades. As notações definidas pelo GPC são:

- Emissões incluídas em outras fontes (*Included elsewhere*): IE;
- Emissões não estimadas (*Not estimated*): NE;
- Emissões que não ocorrem (*Not occurring*): NO;
- Emissões confidenciais (*Confidencial*): C.

Algumas emissões de GEE do município de Porto Alegre não puderam ser desagregadas e foram consideradas em outras categorias (IE):

- As emissões provenientes de transporte *off-road* (II.5) foram consideradas juntamente com a categoria de transporte terrestre (II.1);
- As emissões provenientes de transporte hidroviário (II.3) foram consideradas juntamente com a categoria de transporte terrestre (II.1).

No inventário de GEE foram excluídas algumas fontes de emissão dado indisponibilidade de dados e/ou baixa representatividade (NE):

- As emissões de Escopo 3 referentes ao transporte terrestre e hidroviário não foram calculados devido à dificuldade de obtenção de dados.

Adicionalmente, alguns setores de atividades mapeados no GPC não ocorrem no município de Porto Alegre (NO):

- Emissões fugitivas das atividades de mineração de carvão - atividade não ocorre no município, portanto não foi considerada no inventário;
- As emissões referentes ao consumo de energia de veículos elétricos particulares não são significantes visto a baixa quantidade de veículos elétricos na cidade;
- As emissões referentes ao consumo de energia nos transportes hidroviário e aéreo não são aplicáveis;
- As emissões referentes aos resíduos destinados para aterro sanitário não foram consideradas, uma vez que a maior parte é destinada a aterro fora dos limites da cidade;

- As emissões provenientes do tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais por incineração não foram consideradas por não serem representativas;
- As emissões provenientes do tratamento de efluentes industriais não foram consideradas por não serem representativas em relação ao total coletado na cidade;
- Emissões fugitivas de indústria de óleo e gás - atividade não ocorre no município, portanto não foi considerada no inventário;
- Atividades industriais - não foram identificadas indústrias metalúrgicas, de produção de cimento, cal e vidros no município.

A Tabela 18 apresenta a notação para as fontes de emissão não incluídas no inventário de GEE do município de Porto Alegre, de acordo com a descrição acima:

Tabela 18. Considerações do Inventário de GEE do município de Porto Alegre.

Setor	Subsetor	Notação
I. Energia Estacionária	I.7 - Emissões fugitivas referentes a atividades de mineração de carvão	NO
	I.8 – Emissões fugitivas referentes a atividades de mineração de carvão	NO
II. Transporte	II.1.2 – Transporte terrestre	NO
	II.1.3 – Transporte terrestre	NE
	II.3.1 – Transporte hidroviário	IE
	II.3.2 – Transporte hidroviário	NO
	II.3.3 – Transporte hidroviário	NE
	II.4.2 – Transporte aéreo	NO
	II.5 - <i>Off-road</i>	IE
III. Resíduos	III.1.1 Disposição e tratamento de resíduos sólidos em aterros sanitários na cidade	NO
	III.3.2 - Incineração	NO
	III.4.2 - Disposição e tratamento de efluentes industriais	NO
IV. IPPU	IV.1 - Produção da indústria metalúrgica, de cal, cimento, vidros e outras indústrias	NO
	IV.2 - Uso de produtos	NO

Fonte: Elaboração própria

5.2 INCERTEZAS ASSOCIADAS AOS DADOS DE ENTRADA

As incertezas associadas aos dados de entradas foram estimadas segundo recomendação do documento “*GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty*” (GHG PROTOCOL, 2003). Dado as limitações em se estabelecer valores de incerteza para dados de entrada do Inventário de Porto Alegre, o método utilizado quantifica as incertezas a partir de uma análise qualitativa dos dados, conforme apresentado na Tabela 19:

Tabela 19. Análise qualitativa das incertezas dos dados de entrada.

Precisão de dados	Intervalo médio de incerteza	Maior incerteza adotada	Menor incerteza adotada
Alta	+/- 5%	1%	5%
Boa	+/- 15%	5%	15%
Razoável	+/- 30%	15%	30%
Pobre	> 30%	30%	50%

Fonte: (GHG PROTOCOL, 2003)

Os dados de entrada foram qualificados conforme as características das coletadas de dados (Tabela 20). O cálculo completo das incertezas do inventário será apresentado com maior detalhamento no Produto 4.

Tabela 20. Avaliação dos dados de entrada do Inventário de Porto Alegre.

Setor	Parâmetro	Fonte de informação	Precisão de dados
I. Energia Estacionária	Consumo de energia elétrica	CEEE	Alta
	Consumo de GLP	ANP	Alta
	Consumo de gás natural	Sulgás	Alta
	Consumo de óleo combustível	ANP	Alta
	Consumo de óleo diesel	ANP	Alta
	Perdas na T&D	EPE	Razoável
	Consumo de etanol hidratado	ANP	Alta
II. Transporte	Consumo de gasolina	ANP	Alta
	Consumo de gás natural veicular	Sulgás	Alta
	Consumo de óleo diesel – outros transportes	ANP	Alta
	Consumo de óleo diesel – transporte público	EPTC	Alta
	Consumo de gasolina de aviação	ANP	Alta
	Consumo de querosene de aviação	ANAC	Boa
	Consumo de querosene de aviação - bunker	ANP; ANAC	Boa
III. Resíduos	Massa de resíduo enviado para triagem - reciclagem	DMAE	Alta
	Massa de resíduo enviado para compostagem (massa úmida)	DMAE	Alta
	Quantidade de biogás (CH ₄) recuperado (t)	CRVR	Alta
	Quantidade de biogás (CH ₄) gerado (t)	CRVR	Razoável
	Número de moradores sem coleta e sem tratamento de efluentes - esgoto a céu aberto	DMAE; IBGE	Razoável
	Número de moradores com coleta, mas sem tratamento de efluentes - descarte em corpos hídricos	DMAE; IBGE	Razoável
	Volume de efluentes tratados, por tipo de tratamento	DMAE	Alta
V.AFOLU	Número de cabeças, por tipo de rebanho	IBGE	Razoável
	Aumento da cobertura vegetal	SMAMUS	Razoável
	Mudas plantadas	SMAMUS	Razoável
	Cultivo de arroz	IBGE	Razoável

VI. Outras Emissões	Consumo de insumos da construção civil (madeira, ferro e cimento)	SEFAZ-RS	Boa
---------------------	---	----------	-----

Fonte: Elaboração própria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 - Ano base 2019**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2021.

GHG PROTOCOL. **GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty**. 2003. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghg-uncertainty.pdf>. Acesso em: 25 maio. 2021.

IBGE. **Censo Agropecuário**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 3 maio. 2021.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2019a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/pesquisa/18/16459>. Acesso em: 27 abr. 2021.

IBGE. **Pesquisa de Produção Agrícola Municipal - Lavoura Temporária**. 2019b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/pesquisa/14/10193>. Acesso em: 27 abr. 2021.

IBGE. **Plataforma IBGE Cidades**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2021.

IPCC. **Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/>. Acesso em: 28 abr. 2021.

PMSB-POA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Alegre**. 2015. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/01_pmsb_diagnostico_web.pdf. Acesso em: 3 maio. 2021.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Conheça Porto Alegre**. 2021. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/gp/projetos/conheca-porto-alegre>. Acesso em: 3 maio. 2021.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. 2019. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf. Acesso em: 30 abr. 2021.

WRI; ICLEI; C40. **Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories**. 2014. Disponível em: <https://www.wri.org/research/global-protocol-community-scale-greenhouse-gas-emission-inventories>. Acesso em: 28 abr. 2021.



Rua Paraíba, 1000 – 7º andar
CEP 30130 - 141 - Belo Horizonte - MG
Telefone | Fax 55 31 3656.0501

BH | SP | RJ

WWW.WAYCARBON.COM