

SUMÁRIO EXECUTIVO

EXECUTIVE SUMMARY



INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE PORTO ALEGRE

PORTO ALEGRE GREENHOUSE GASES EMISSIONS INVENTORY

AGOSTO / 2021

AUGUST / 2021



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	METODOLOGIA	6
3	RESULTADOS GERAIS	9
	EMISSÕES SETORIAIS	12
4	4.1 Transportes	12
	4.2 Energia Estacionária	13
	4.3 Resíduos	15
	4.4 Agricultura, Florestas e Uso da Terra (AFOLU)	15
	4.5 Outras Emissões de Escopo 3	16
5	RESUMO	17
6	CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS	20

1 INTRODUÇÃO

Foto: Drs Produções

Este Sumário Executivo apresenta os principais resultados do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do município de Porto Alegre (RS) entre os anos de 2016 e 2019. O objetivo do inventário é identificar o perfil de emissões de GEE da cidade, evidenciando suas principais fontes e, assim, subsidiar o desenvolvimento de estratégias ambiciosas de redução de suas emissões e ações de mitigação perante os impactos das mudanças do clima em seu território.

A metodologia GPC (*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*), internacionalmente reconhecida e mais aplicada no contexto de inventários de GEE de municípios, foi adotada para o desenvolvimento do Inventário de GEE Porto Alegre, oferecendo robustez e clareza na mensuração das emissões e possibilitando análises comparativas com outras localidades nacionais e internacionais.

Os cálculos de emissões de GEE foram executados por meio do software Climas e a coleta de dados envolveu diversos atores locais da gestão pública municipal, estadual e federal e setor privado, em um processo de diálogo participativo e transparente, coordenado localmente pela Secretaria de Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade (SMAMUS).

Além de mensurar as emissões de GEE dos setores de Energia Estacionária, Transporte, Resíduos e AFOLU (Agricultura, Floresta e Uso da Terra), este Inventário quantifica, de forma inovadora no contexto nacional, as emissões indiretas da cidade associadas aos insumos do setor da construção civil, que emprega, segundo a Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul (FIERGS-RS), mais de 51% dos trabalhadores do setor industrial de Porto Alegre.

A WayCarbon, em parceria com o ICLEI e a Ecofinance Negócios, foi contratada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para prestação de serviços técnicos especializados de coordenação e execução das atividades referentes à elaboração deste Inventário.

O desenvolvimento e a publicação deste Inventário de emissões de GEE está alinhado com o compromisso da cidade de Porto Alegre com a agenda climática e é um passo importante para o estabelecimento de novas políticas públicas municipais de baixo carbono.

Neste Sumário Executivo, além da metodologia utilizada, são apresentados os resultados gerais de emissões da cidade por ano, por setor, por escopo metodológico e por fonte. Uma discussão mais aprofundada das emissões por setor é realizada para, posteriormente, ser apresentado um resumo das emissões anuais conforme preconizado pela metodologia GPC. Por fim, as conclusões e os próximos passos são debatidos.

2 METODOLOGIA

O Inventário de emissões de GEE de Porto Alegre foi desenvolvido conforme a metodologia *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* (GPC). Essa metodologia é recomendada pelo Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia para reporte das emissões de GEE e é a mais utilizada mundialmente para mensuração de emissões de GEE no contexto local.

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

Energia Estacionária:



Atividades 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 fugitivas¹ 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;



Transportes:

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;

1. 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.

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;

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, do uso de produtos e do uso não energético de combustível fóssil devem ser avaliadas e reportadas neste setor;

Agricultura, Florestas 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 (fermentação entérica), manejo de dejetos de animais e manejo de nutrientes para fins agrícolas;

Outras Emissões de Escopo 3:



Este setor inclui as emissões indiretas não contempladas nos demais setores. As cidades podem reportar fontes associadas a determinadas atividades que ocorrem na cidade, mas cujos bens e serviços se originam de outros municípios– como as emissões de GEE incorporadas em combustíveis, água, comida e materiais de construção.

As emissões setoriais devem ser categorizadas com base no local onde as fontes de emissão efetivamente ocorrem, dentro ou fora dos limites da cidade, podendo ser classificadas conforme a seguinte descrição:

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.

A metodologia GPC possibilita que as cidades reportem suas emissões conforme níveis de profundidade diferentes. O nível BASIC cobre emissões de Escopos 1 e 2 de Energia Estacionária e Transportes, bem como emissões de Resíduos de Escopos 1 e 3. Já o nível BASIC+, além dos setores da abordagem BASIC, envolve também a coleta de dados e cálculos desafiadores, incluindo as emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) e emissões provenientes da Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra (AFOLU).

No caso de Porto Alegre, conforme Tabela 1, o inventário de emissões do período 2016-2019 seguiu o nível BASIC+, com mensuração das emissões de Energia, Transportes, Resíduos, AFOLU e outras emissões indiretas. O setor de IPPU não foi mensurado, pois segundo consulta realizada junto à FIERGS constitui fonte de emissão irrelevante na cidade.

Tabela 1. Setores e Escopos do Inventário de GEE de Porto Alegre

Setor	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
I. Energia Estacionária	✓	✓	✓
II. Transportes	✓	✓	✓
III. Resíduos	✓		✓
IV. IPPU	-		
V. AFOLU	✓		
VI. Outras Emissões de Escopo 3			✓



Fontes de emissões exigidas para inventários Basic



Fontes de emissões não aplicáveis ou não exigidas para inventários Basic+



Fontes de emissões adicionais exigidas para inventários Basic+



Fontes de emissão de Outras Emissões de Escopo 3

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance a partir de WRI; ICLEI; C40 (2014).

As emissões de GEE são estimadas em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), unidade obtida pela multiplicação dos diferentes GEE inventariados pelo Potencial de Aquecimento Global (GWP – Global Warming Potential), definida no Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (Fourth Assessment Report ou AR4).

Os cálculos de emissões foram desenvolvidos pelo CLIMAS, software de cálculo desenvolvido pela WayCarbon, que possui um extenso banco de dados com os fatores de emissão mais atuais disponíveis para cada tipo de fonte. Com uma interface amigável, o CLIMAS incorpora a metodologia do GPC e oferece a oportunidade de analisar emissões com maior nível de profundidade, personalização e rapidez.



3

RESULTADOS GERAIS

Foto: Thiago Santos

As emissões de GEE de Porto Alegre variaram entre 2,5 e 2,3 milhões de tCO₂e entre 2016 e 2019, com uma redução de 5,6% no período, conforme Figura 1 a seguir.

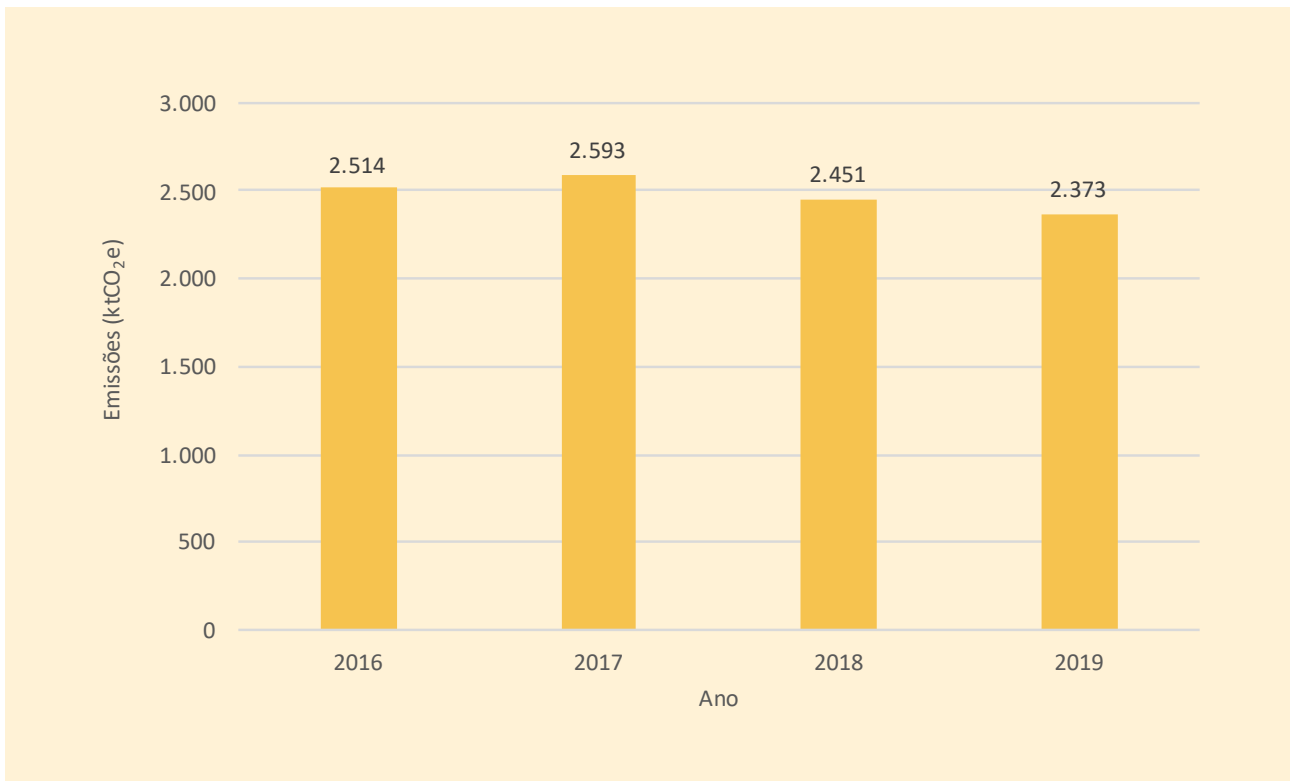


Figura 1 . Evolução das emissões totais de Porto Alegre, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

Em toda a série histórica, as emissões estiveram concentradas nos setores de Transportes (mais de 67% das emissões da cidade) e de Energia Estacionária (entre 22% e 23%), com menor relevância no setor de Resíduos e AFOLU, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

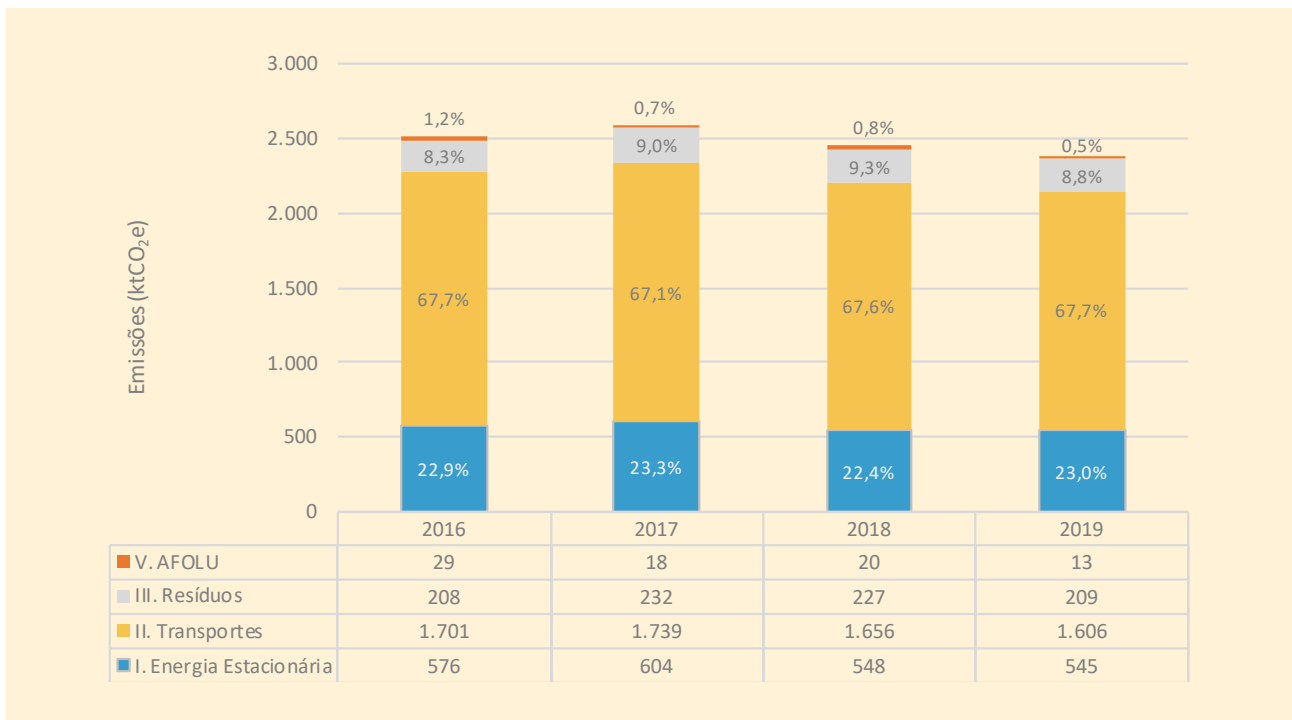


Figura 2 . Evolução das emissões por setor de atividade em Porto Alegre, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

O consumo de combustível nos transportes de passageiros e cargas (entre 49% e 50%), no transporte aéreo (entre 16% e 19%) e os insumos energéticos dos edifícios residenciais (entre 10% e 11%) e comerciais (entre 9% e 10%) foram as principais fontes emissoras da cidade, totalizando entre 87% e 88% do total de emissões da cidade entre 2016 e 2019, conforme Figura 3:



Figura 3. Evolução das emissões totais por fonte em Porto Alegre, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

A leve redução de emissões de 5,6% entre os anos de 2016 e 2019 está principalmente associada a (I) menores consumos de gasolina e diesel no setor de transporte nos anos de 2018 e 2019 e (II) maiores níveis de geração de energia renovável no Brasil que ocasionaram um menor fator de emissão do Sistema Interligado Nacional (SIN), reduzindo as emissões pelo consumo de eletricidade.

As emissões relacionadas com a produção dos insumos cimento, ferro e madeira utilizados na indústria de construção civil, classificadas como Outras Emissões de Escopo 3, também foram mensuradas. Contudo, seguindo as recomendações do GPC, na abordagem BASIC+, essas emissões são reportadas separadamente, não sendo somadas ao total da cidade.

A Figura 4 a seguir evidencia que as emissões relacionadas aos insumos da construção civil representam entre 39% e 50% das emissões totais da cidade.

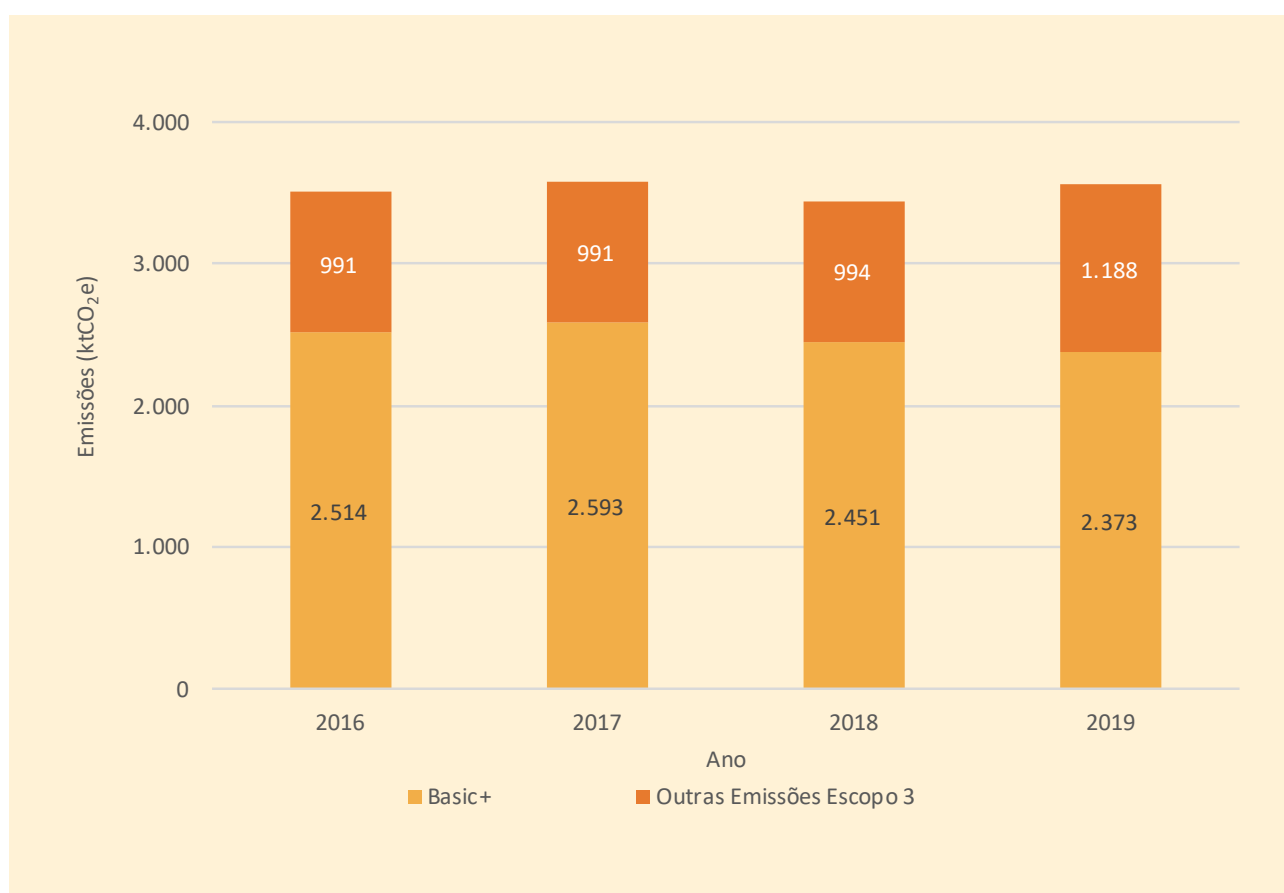


Figura 4. Evolução das emissões totais Basic+ e Outras Emissões de Escopo 3 de Porto Alegre, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.



Foto: Diego Grandi

4 EMISSÕES SETORIAIS

Nessa seção, são discutidas as emissões por setor, conforme a metodologia GPC e abordagem BASIC+.

4.1 Transportes



O setor de Transportes foi responsável por pouco mais de 67% do total de emissões da cidade em toda a série histórica inventariada (Figura 5). As emissões variaram entre 1,7 e 1,6 milhões de tCO₂e no período.

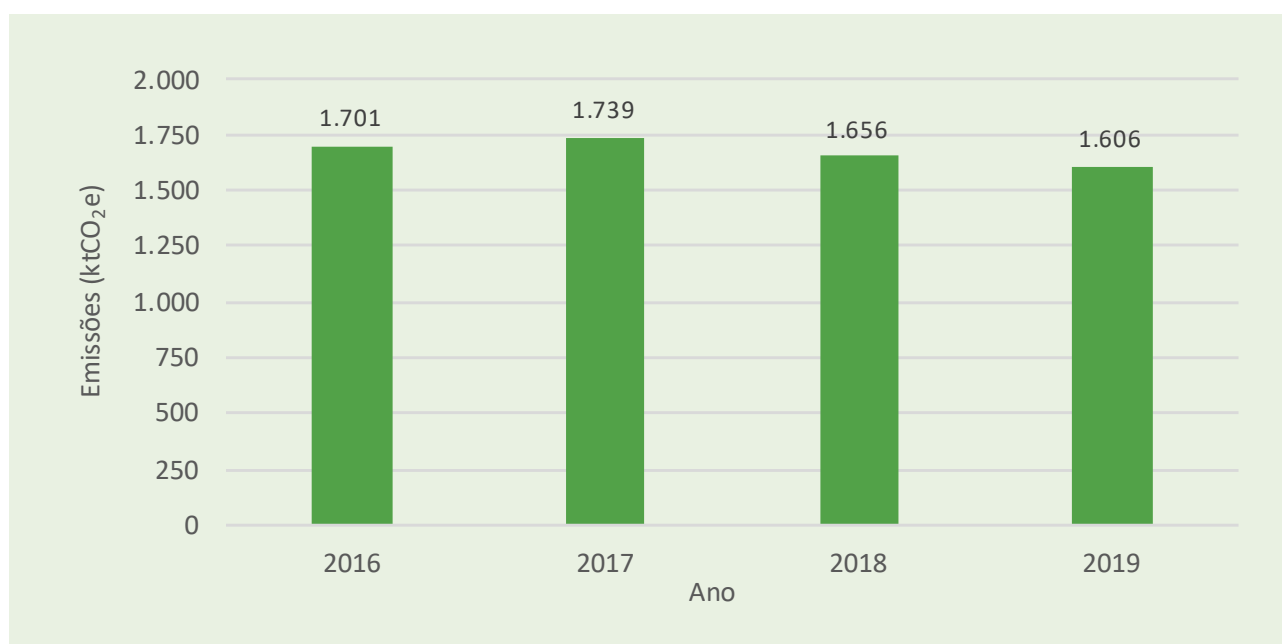


Figura 5. Emissões totais de Transportes de Porto Alegre, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

O consumo de combustível em veículos rodoviários é a fonte mais representativa do Setor de Transportes, respondendo por 72% a 75% do total das emissões do setor na série histórica (Figura 6). Nessas emissões, há uma grande representatividade do consumo de gasolina (entre 63% e 66% do total rodoviário) e diesel (entre 29% e 32%). O transporte aéreo também se mostra relevante. Já o transporte ferroviário que opera consumindo energia elétrica apresenta baixa relevância nas emissões.

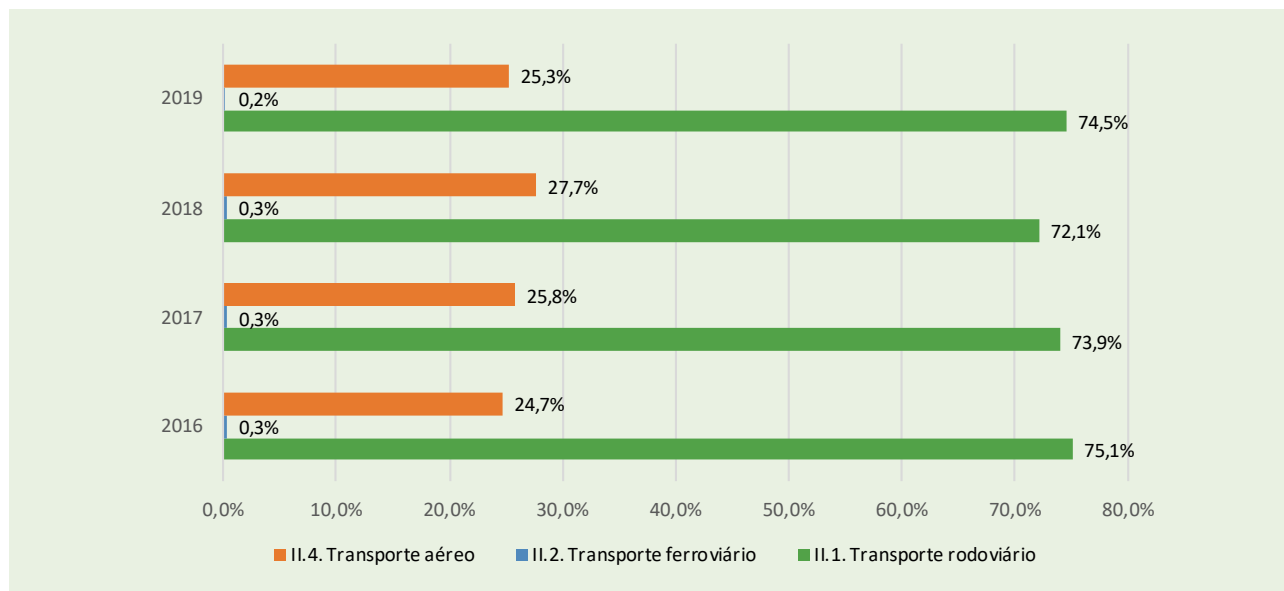


Figura 6. Emissões de Transportes de Porto Alegre por subsetor, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

As emissões provenientes do setor de Transportes apresentaram pouca variação ao longo dos anos. As emissões de consumo de gasolina foram 3% menores em 2019 em relação a 2016. Já as relativas ao consumo de diesel (transporte público e privado) reduziram 19%. Em contrapartida, as emissões do GNV aumentaram ao longo dos anos, crescendo 48% nesse mesmo período. No transporte aéreo, houve uma redução de 3% na série histórica, associados à uma redução de voos internacionais à cidade. Com essas variações, as emissões do setor reduziram 6% no período.

4.2 Energia Estacionária



As emissões do setor de Energia Estacionária variaram entre 545 e 604 mil tCO₂e no período, sendo mais representativas nos insumos energéticos das construções residenciais (entre 44% e 46% do total) e das edificações comerciais e institucionais (entre 42% e 44%), conforme Figura 7. A indústria de manufatura e construção representa entre 9% e 10% do total de emissões de Energia Estacionária e a indústria de energia; o subsetor de agricultura, silvicultura e pesca e outras fontes não especificadas apresentam pouca relevância (classificados como "Outros"). O consumo de energia elétrica (entre 52% e 59% do total) e de GLP (entre 31% e 35%) são as principais fontes de emissão de Energia Estacionária da cidade, como pode ser visualizado na Figura 8.

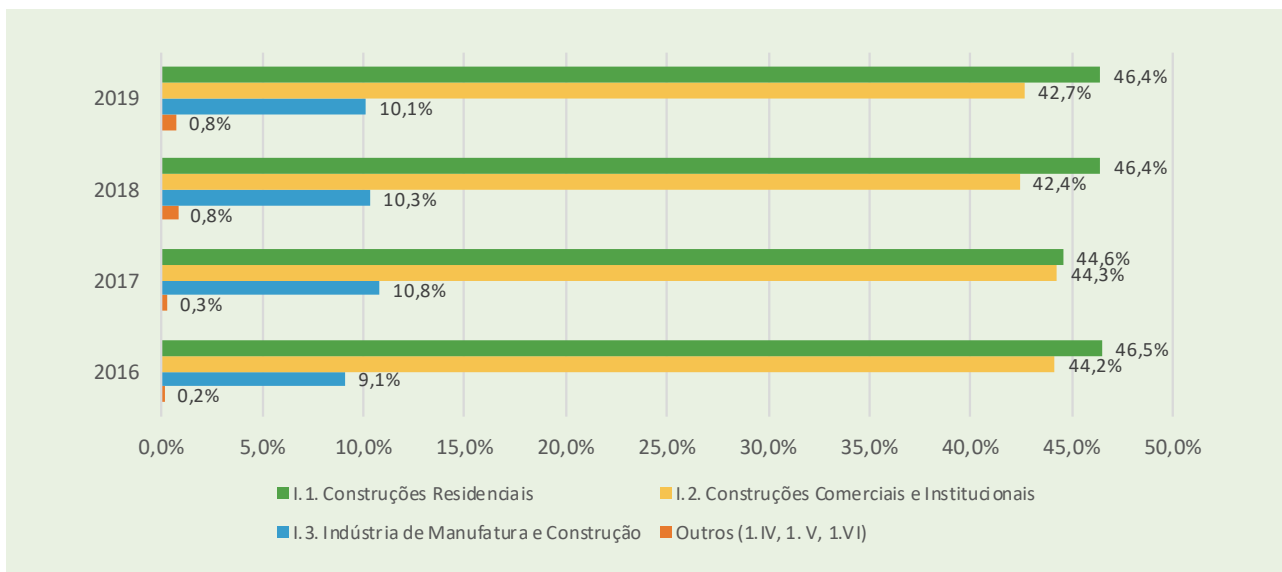


Figura 7. Emissões de Energia Estacionária de Porto Alegre por subsetor, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

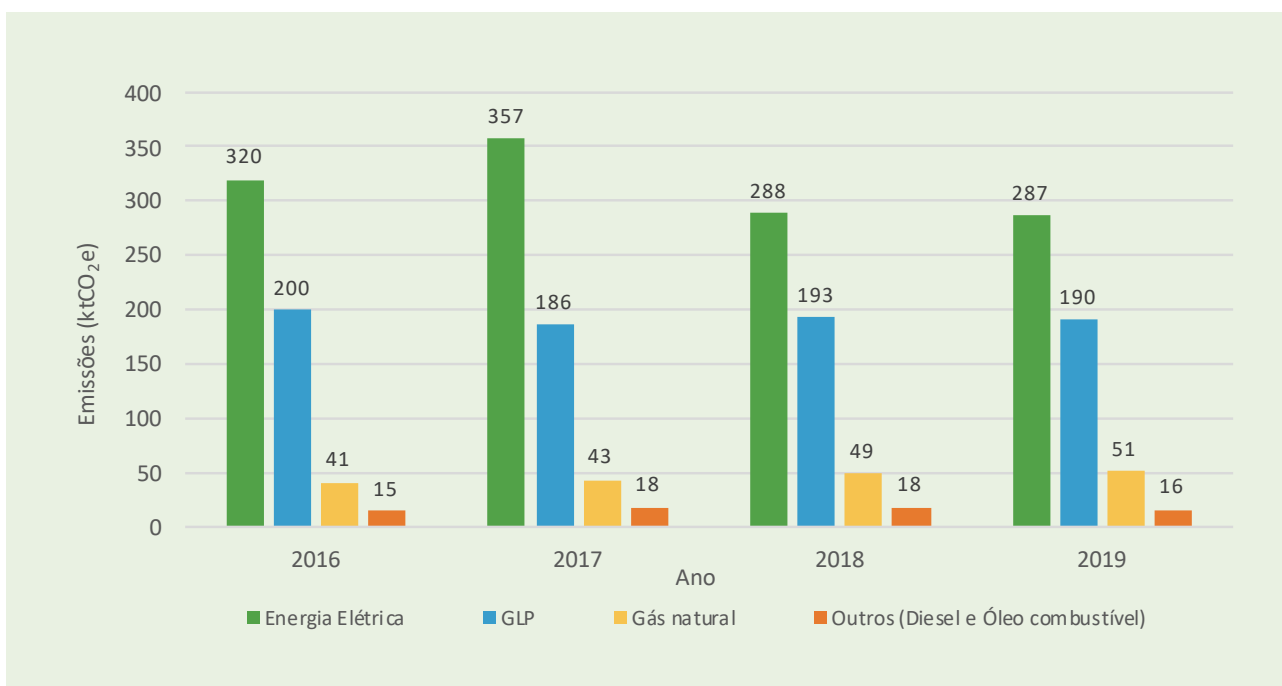


Figura 8. Emissões de Energia Estacionária por insumo energético, por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

As emissões de Energia Estacionária reduziram 5% em comparação a 2016, devido principalmente às menores emissões por consumo de energia elétrica (-10% no período) e GLP (-5%). Importante destacar que o consumo de energia elétrica da cidade não apresentou variações significativas. Essa redução está associada ao menor fator de emissão do Sistema Interligado Nacional (SIN), ocasionado pela maior geração de energia elétrica renovável nos anos de 2018 e 2019.

A redução de emissões por consumo de energia elétrica e GLP foi em parte compensada pelo crescimento de emissões pelo consumo de gás natural (24%), associado à expansão de atendimento da empresa Sulgás na cidade.

4.3 Resíduos



As emissões totais de Resíduos variaram de 208 ktCO₂e, atingindo um ponto máximo de 232 ktCO₂e em 2017 e retornando ao patamar de 209 ktCO₂e em 2019. A Disposição e Tratamento de Efluentes Domésticos representam 96% do total de emissões do setor de Resíduos (Figura 9). Nesse subsetor, são contabilizadas as emissões de: (I) 11 Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) operadas pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), (II) efluentes coletados que não são submetidos a nenhum tipo de tratamento e (III) a porcentagem dos efluentes da população não coberta pela coleta.

A disposição dos resíduos sólidos orgânicos de Porto Alegre ocorre na Central de Resíduos do Recreio, em Minas do Leão/RS. Esse aterro recupera grande parte do biogás gerado pela decomposição de resíduos e a queima em flare ou o reaproveita energeticamente. Por esse motivo, as emissões associadas à decomposição de resíduos sólidos em Porto Alegre são bem reduzidas.

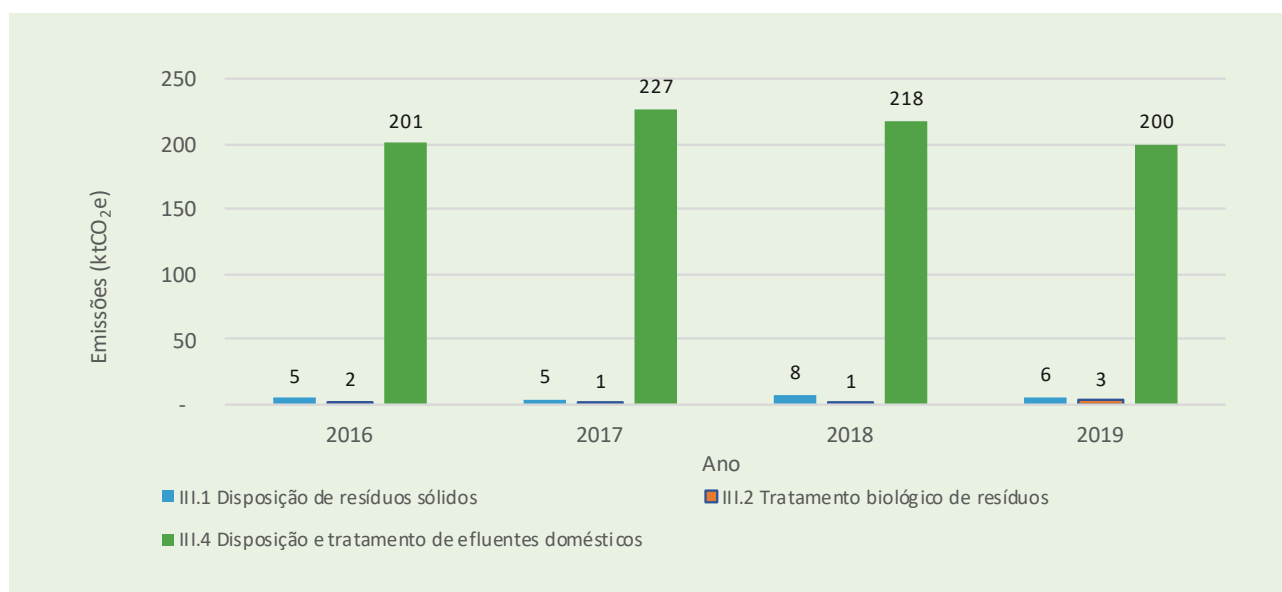


Figura 9 . Emissões totais para os subsetores de Resíduos em Porto Alegre, por ano.

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

4.4 Agricultura, Florestas e Uso da Terra (AFOLU)



As emissões por AFOLU variaram de 29 ktCO₂e em 2016 para 13 ktCO₂e em 2019 (Figura 10). O subsetor Rebanhos é o que mais gera emissões, representando mais de 80% do total. Ao avaliarmos as emissões por Rebanhos (fermentação entérica e manejo de dejetos, principalmente de bovinos e galináceos), percebe-se redução significativa de rebanho reportado em 2017, seguida por estabilidade nos anos subsequentes. Quanto ao Uso da Terra, referente ao aumento da cobertura vegetal e ao plantio de mudas, ocorre remoção de CO₂ ao longo dos anos, mais significativa em 2019.

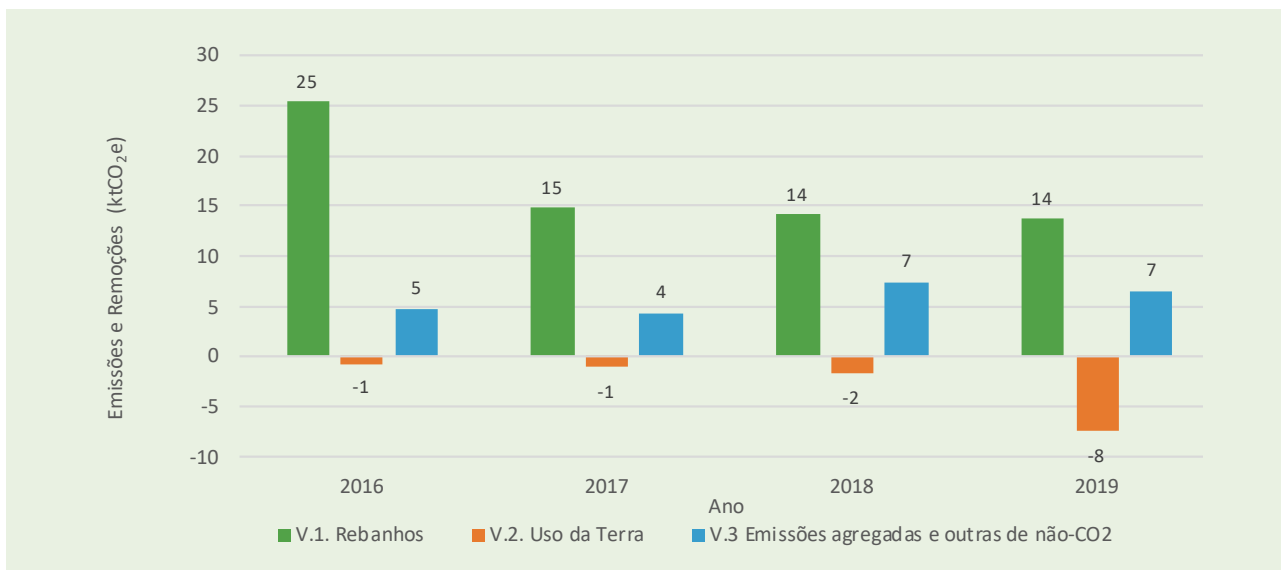


Figura 10. Emissões de AFOLU por subsetor e por ano

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.



4.5 Outras Emissões de Escopo 3

Devido à importância da indústria da construção civil para a cidade de Porto Alegre, foram contabilizadas as emissões relacionadas aos seus principais insumos intensivos em emissões de GEE. As emissões desses insumos variaram de 990 ktCO₂e a 1.188 ktCO₂e entre 2016 e 2019, sendo o ferro e o cimento os mais significativos. A variação apresentada está diretamente associada ao comportamento de investimentos do setor na cidade (Figura 11).

Apesar da metodologia GPC, nível BASIC+, recomendar o reporte em separado dessas emissões, a sua ordem de grandeza demonstra a importância dessa indústria para futuras políticas de baixo carbono, uma vez que as emissões desses insumos representam entre 38% e 50% do total das demais emissões da cidade.

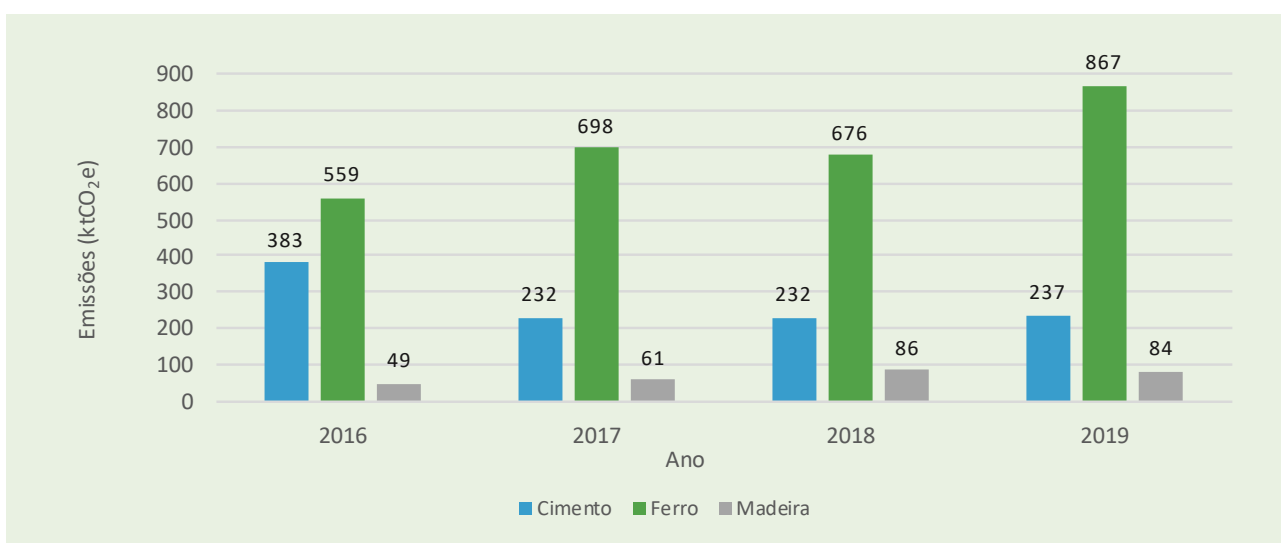


Figura 11 . Emissões dos insumos de construção civil em Porto Alegre, por ano.

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.



As tabelas a seguir apresentam os resultados por setor e escopo na abordagem Basic+, segundo a metodologia GPC.

Tabela 2. Sumário de emissões de Gases de Efeito Estufa, desagregados por setor e escopo em 2016

	2016 (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total Basic+
I. Energia Estacionária	256.001	279.326	40.782	576.108
II. Transportes	1.598.826	3.954	98.308	1.701.088
III. Resíduos	203.203		4.610	203.203
IV. IPPU				
V. AFOLU	29.327			
VI. Outras Emissões Escopo 3			990.624	
Total Geral	2.087.357	283.280	143.700	2.514.337

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

Tabela 3. Sumário de emissões de Gases de Efeito Estufa, desagregados por setor e escopo em 2017

	2017 (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total Basic+
I. Energia Estacionária	246.356	313.320	43.865	603.542
II. Transportes	1.602.667	4.318	131.687	1.738.673
III. Resíduos	227.968		4.520	232.489
IV. IPPU				
V. AFOLU	17.910			17.910
VI. Outras Emissões Escopo 3			990.732	
Total Geral	2.094.901	317.639	180.073	2.592.613

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

Tabela 4. Sumário de emissões de Gases de Efeito Estufa, desagregados por setor e escopo em 2018

	2018 (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total Basic+
I. Energia Estacionária	259.598	253.142	35.187	547.927
II. Transportes	1.533.198	3.735	119.393	1.656.326
III. Resíduos	218.974		8.199	227.173
IV. IPPU				
V. AFOLU	19.843			19.843
VI. Outras Emissões Escopo 3			993.955	
Total Geral	2.031.612	256.877	162.779	2.451.269

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

Tabela 5. Sumário de emissões de Gases de Efeito Estufa, desagregados por setor e escopo em 2019

	2019 (tCO ₂ e)			
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total Basic+
I. Energia Estacionária	257.823	253.530	33.466	544.819
II. Transportes	1.521.215	3.441	81.046	1.605.702
III. Resíduos	203.340		6.081	209.421
IV. IPPU				
V. AFOLU	12.752			12.752
VI. Outras Emissões Escopo 3			1.188.394	
Total Geral	1.995.129	256.971	120.593	2.372.693

Fonte: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance com base nos dados do software Climas.

- Fontes de emissões exigidas para inventários Basic
- Fontes de emissões adicionais exigidas para inventários Basic+
- Fontes de emissões não aplicáveis ou não exigidas para inventários Basic+
- Fontes de emissão de Outras Emissões de Escopo 3

6

CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS

Foto: Lisandro Luis Trarbach



O Inventário de emissões de GEE é um instrumento que pode guiar a elaboração de políticas de baixo carbono para a cidade de Porto Alegre. Construído de maneira participativa com diversos atores locais, o Inventário demonstra que mais de 80% das emissões da cidade se concentram no consumo de gasolina e diesel para o transporte de passageiros e cargas, no transporte aéreo e no consumo de eletricidade e GLP dos edifícios residenciais e comerciais, evidenciando as principais fontes de emissões a serem trabalhadas em políticas e ações de mitigação que podem ser desenvolvidas pelo poder público.

De forma inovadora, este Inventário mensurou também as emissões dos insumos da construção civil, mesmo que produzidos fora do território da cidade, demonstrando a sua importância em termos de contribuição para as mudanças do clima e oferecendo subsídios para políticas de baixo carbono setoriais e para a atualização do Plano Diretor da cidade.

O trabalho de mensuração das emissões de GEE deve ser continuamente desenvolvido e aprimorado, de forma que as ações e estratégias para a redução das emissões e combate à mudança do clima possam ser quantificadas ao longo dos anos.

A finalização do Inventário de emissões de GEE de Porto Alegre para o período 2016 a 2019 é mais um passo dentre os compromissos firmados no Pacto Global de Prefeitos, uma aliança global estabelecida por governos locais dedicados ao combate às mudanças climáticas que reúne mais de 10 mil cidades de 135 países.

Com a atualização do Inventário, Porto Alegre pode se inspirar nas melhores práticas já adotadas por outras capitais no enfrentamento à mudança do clima e desenvolver um Plano de Ação Climática que contemple as medidas de mitigação e adaptação que a cidade pretende implementar no curto, médio e longo prazo. Desta forma, a cidade aumenta a sua resiliência, enfrentando os impactos climáticos já existentes e vindouros, e promove melhorias na qualidade de vida de sua população.



SUMMARY

1	INTRODUCTION	26
2	METHODOLOGY	28
3	TOTAL RESULTS	31
	SECTORIAL EMISSIONS	34
4	4.1 Transportation	34
	4.2 Stationary Energy	35
	4.3 Waste	37
	4.4 AFOLU	37
	4.5 Other Scope 3 Emissions	38
5	SUMMARY	39
6	CONCLUSION AND NEXT STEPS	42

The photos were taken from the image banks UNSPLASH, Shutterstock, Istockphotos. Authors' credits were identified in each photo.

1 INTRODUCTION



Foto: Drs Produções

This Executive Summary presents the main results of the Greenhouse Gas Emissions (GHG) Inventory of the city of Porto Alegre (RS) between 2016 and 2019. The objective of the inventory is to identify the city GHG emissions profile, highlighting its main sources and, thus, subsidizing the development of ambitious strategies to reduce its emissions and mitigate the impacts of climate change in its territory.

The internationally recognized GPC methodology (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories) was adopted for the development of the Porto Alegre GHG inventory, offering robustness and clarity in emissions measurement, and enabling comparative analysis with other national and international locations.

The GHG emissions calculations were performed using Climas software. Data collection involved several stakeholders of municipal, state, and federal public management and private sector, in a participatory and transparent dialogue process, coordinated locally by the Secretariat of Environment, Urbanism and Sustainability (SMAMUS).

In addition to measuring GHG emissions from the Stationary Energy, Transportation, Waste and AFOLU (Agriculture, Forest and Land Use) sectors, this inventory quantifies, in an innovative way in the national context, the city's indirect emissions associated with inputs from the construction industry, which employs, according to the Rio Grande do Sul Industries Federation (FIERGS), more than 51% of Porto Alegre industrial workers.

WayCarbon, in partnership with ICLEI and Ecofinance Negócios, was contracted by the United Nations Development Program (UNDP) to provide specialized technical services for the coordination and execution of activities related to this inventory.

The development and publication of this GHG emissions inventory is in line with Porto Alegre's commitment to the climate agenda and it is an important step towards establishing new low-carbon public policies.

In this Executive Summary, in addition to the methodology used, the city emissions results by year, by sector, by methodological scope and by source are presented. A more in-depth discussion of emissions by sector is carried out and, after, a summary of annual emissions is presented as recommended by the GPC methodology. Finally, the conclusions and next steps are discussed.

2 METHODOLOGY

Porto Alegre's GHG emissions inventory was developed according to the Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) methodology. This methodology is recommended by the Global Compact of Mayors for Climate and Energy for reporting GHG emissions and is the most widely used worldwide for measuring GHG emissions in the local context.

The GPC disaggregates emissions data to allow the identification of main GHG emission sources. For that, GPC determines six different sectors where activities can be allocated, as follows.

Stationary Energy:



Activities associated with fuels burning in residential, commercial and institutional buildings, manufacturing and construction industries, energy generating plants and rural properties, including fugitive emissions¹ that occur during the extraction, transformation and transport of coal; emissions generated in the processes of oil and gas industry and fuel production;

1. Fugitive emissions are defined by the Resolution 382/2006 of the National Council of Environment (Conama) as diffuse launches in the atmosphere of any solid, liquid or gas matter, performed by a source that does not have a projected dispositive to direct or control its flow.



Transportation:

The use of vehicles and other mobile equipment that generates GHG emissions from the fuels burning or electricity use in electric vehicles;



Waste:

Cities generate solid waste and wastewater that can be treated within (Scope 1) and outside city limits (Scope 3). GHG emissions are from the decomposition process of anaerobic bacteria and/or through burning waste in coprocessing or incineration processes.



Industrial Processes and Product Use (IPPU):

GHG Emissions from this sector includes industrial activities not related to fuel consumption for power generation. All GHG emissions from industrial processes, product use and non-energetic use of fossil fuel must be evaluated and reported in this sector;



Agriculture, Forestry and Land Use (AFOLU):

This sector generates emissions through a series of activities, including land use changes that alter soil composition; methane produced in the digestive processes of ruminant livestock (enteric fermentation); the animal waste management, and the nutrients management for agricultural purposes;



Other Scope 3 Emissions

This sector includes indirect emissions that are not contemplated in other sectors. Cities can report sources associated with certain activities that occur in the city, but whose goods and services originate in other municipalities – such as emissions incorporated in fuels, water, food and building materials.

Sectoral emissions must be categorized based on where the emission sources actually occur, within or outside the city limits, and may be classified as follows:

Scope 1:

GHG emissions from sources located within city boundaries;

Scope 2:

GHG emissions from electricity consumption within the city boundaries;

Scope 3:

GHG emissions that occur outside the city as a result of activities that occurs within the city boundaries.





The GPC methodology allows cities to report their emissions at different depth levels. The BASIC level covers Scope 1 and Scope 2 emissions from Stationary Energy and Transportation, as well as Scope 1 and Scope 3 Waste emissions. The BASIC+ level, in addition to the sectors of the BASIC approach, also includes Industrial Processes and Product Use (IPPU) and Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) emissions.

In Porto Alegre case, as shown in Table 1, the GHG inventory years from 2016 to 2019 followed the BASIC+ level, accounting emissions from Stationary Energy, Transportation, Waste, AFOLU and other indirect emissions. The IPPU sector was not measured, as, according to a consultation carried out with FIERGS, it constitutes an irrelevant emission source in the city.

Table 1. Sectors and Scopes of Porto Alegre GHG Inventory

Setor	Scope 1	Scope 2	Scope 3
I. Stationary Energy	✓	✓	✓
II. Transportation	✓	✓	✓
III. Waste	✓		✓
IV. IPPU	—		
V. AFOLU	✓		
VI. Other Scope 3 emissions			✓

Source: WayCarbon/ICLEI/Ecofinance based in WRI; ICLEI; C40 (2014).

	Emissions sources required for Basic Inventories		Emissions sources not applicable or not required for Basic+ Inventories
	Additional Emissions sources required for Basic+ Inventories		Emissions sources of Other Scope 3 emissions

GHG emissions are estimated in tons of carbon dioxide equivalent (tCO₂e), a unit obtained by multiplying the different GHG inventoried by the Global Warming Potential (GWP), defined in the IPCC assessment report (Fourth Assessment Report or AR4).

Emissions calculations were developed through CLIMAS platform, calculation software developed by WayCarbon, which has an extensive database with the most current emissions factors available for each source type. With a user-friendly interface, the platform incorporates the GPC methodology and offers the opportunity to analyze emissions with greater depth, personalization, and speed.



Porto Alegre GHG emissions varied between 2.5 million tCO₂e and 2.3 million tCO₂e between 2016 and 2019, with an 5.6% decrease, as Figure 1 shows.

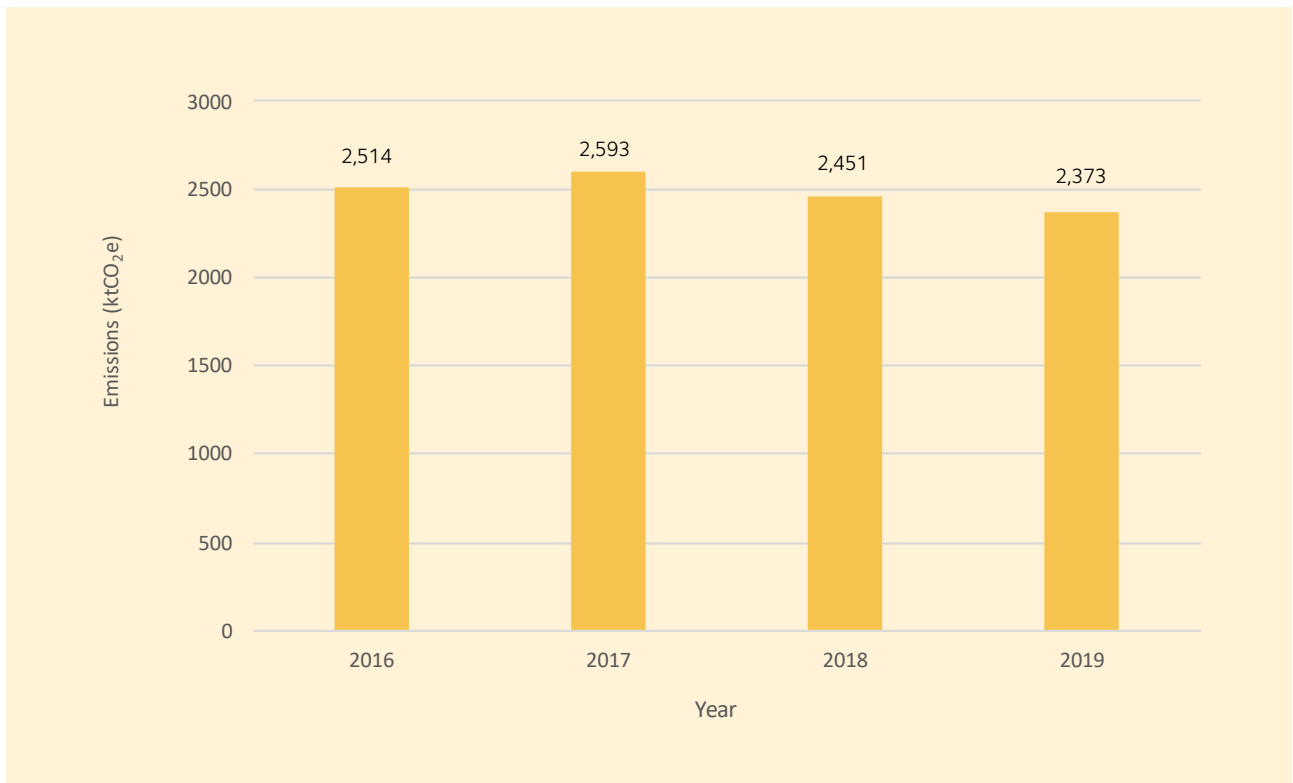


Figure 1: Porto Alegre total GHG emissions per year
 Source: WayCarbon/ICLEI/Ecofinance based in data from Climas software

In the entire historical series, emissions were concentrated in the Transportation (more than 67% of the city's emissions) and Stationary Energy (between 22% and 23%) sectors, with less relevance in the Waste and AFOLU sectors, as seen in Figure 2.

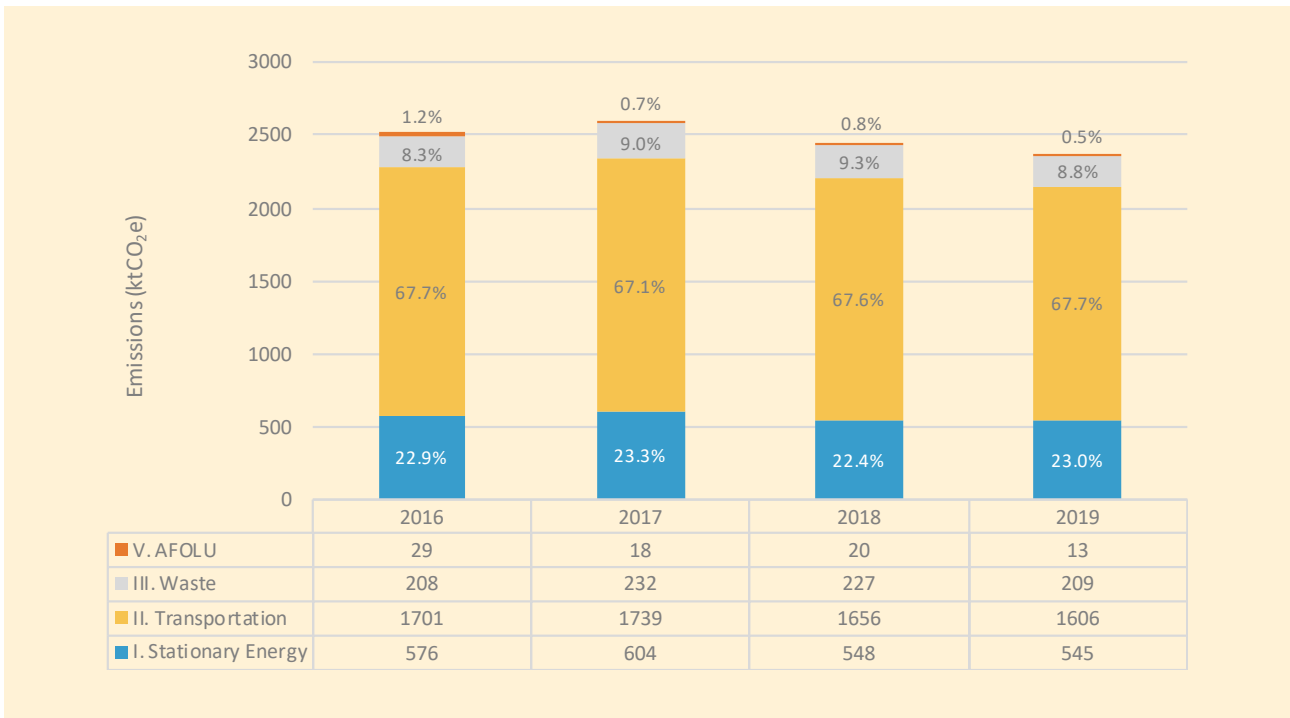


Figure 2: Porto Alegre GHG emissions per sector of activity per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

Fuel consumption of passenger and cargo transportation (between 49% and 50%), air transportation (between 16% and 19%) and energy inputs in residential (between 10% and 11%) and commercial buildings (between 9% and 10%) were the main emission sources in the city, totaling between 87% and 88% of the city's total emissions throughout the period, as shown in Figure 3:

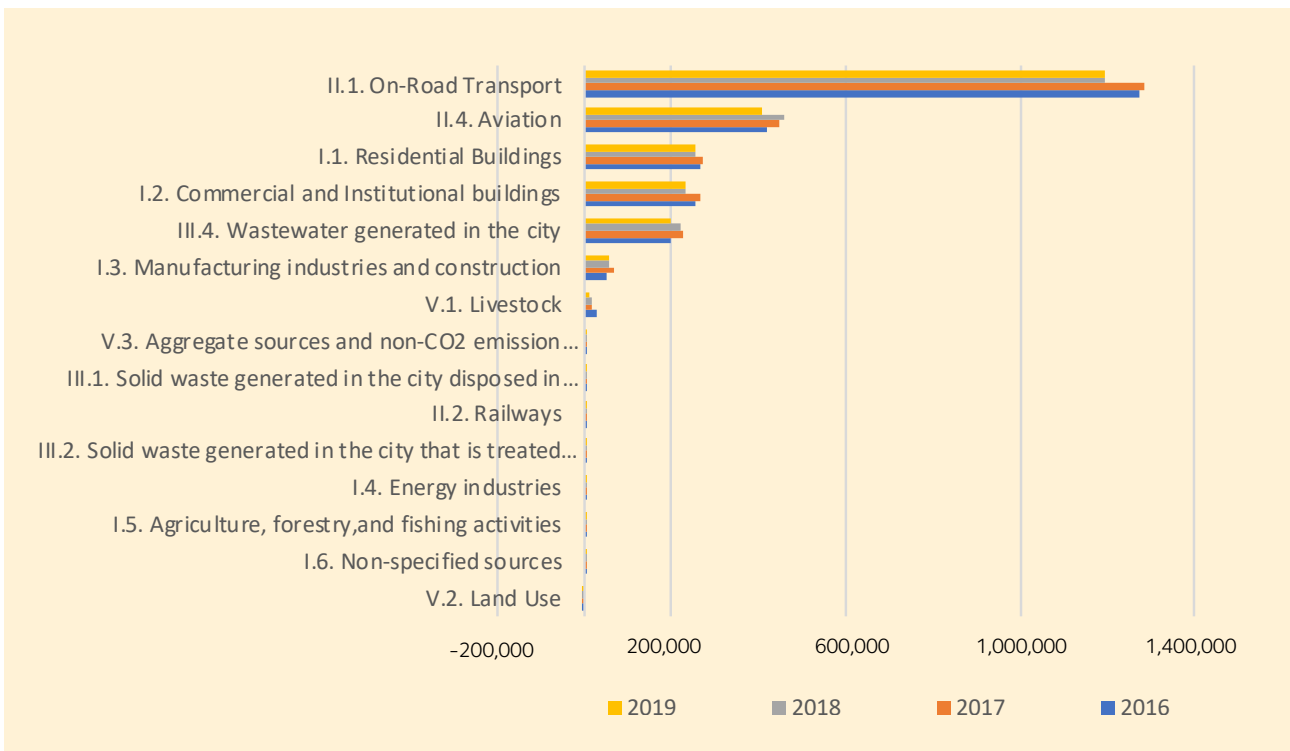


Figure 3: Porto Alegre GHG emissions per source per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

The slight GHG emissions reduction of 5.6% in the period is mainly associated with (I) lower consumption of gasoline and diesel in the transport sector in 2018 and 2019 and (II) higher levels of renewable energy generation in Brazil that caused a lower emission factor for the National Interconnected System (SIN), reducing emissions from electricity consumption.

Emissions related to the production of cement, iron and wood inputs used in the construction industry, classified as Other Scope 3 Emissions, were also measured. However, following the GPC recommendations, in the BASIC+ approach, these emissions are reported separately, not being added to the city total.

Figure 4 below shows that emissions related to construction inputs represent between 39% and 50% of the city's total emissions.

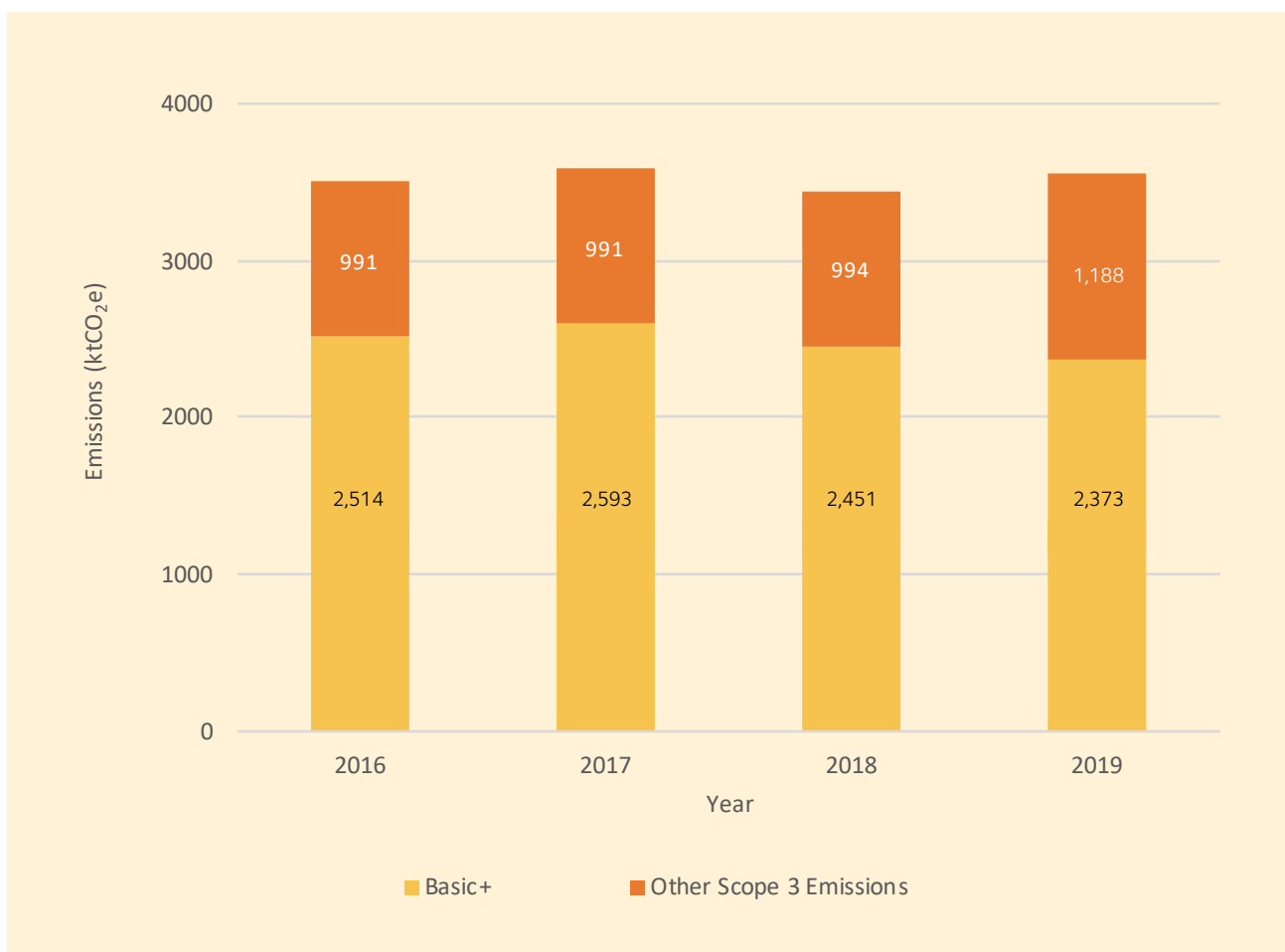


Figure 4. Porto Alegre GHG emissions using BASIC+ approach and Other Scope 3 emissions per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.



Foto: Diego Grandi

4 SECTORIAL EMISSIONS

In this section, emissions by sector are discussed, according to the GPC methodology and BASIC+ approach.

4.1 Transportation



The Transportation sector was responsible for just over 67% of the city's total emissions in the entire historical series (Figure 5). Emissions ranged between 1.7 and 1.6 million tCO₂e in the period.

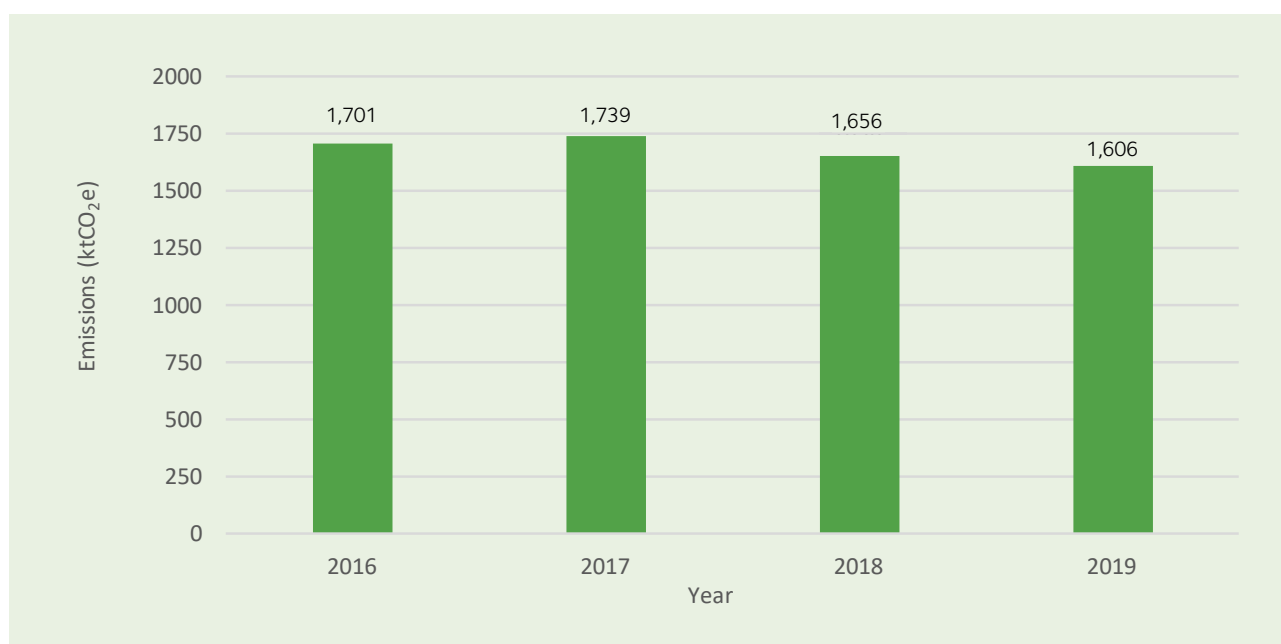


Figure 5. Porto Alegre Transportation GHG Emissions per year
 Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

Fuel consumption of on-road vehicles is the most representative emission source from Transportation sector, accounting for 72% to 75% of the sector's total emissions (Figure 6). There is a large representativeness of the gasoline consumption (between 63% and 66% of the total) and diesel (between 29% and 32%). Air transport is also relevant. Rail transport which consumes electricity, on the other hand, has low importance.

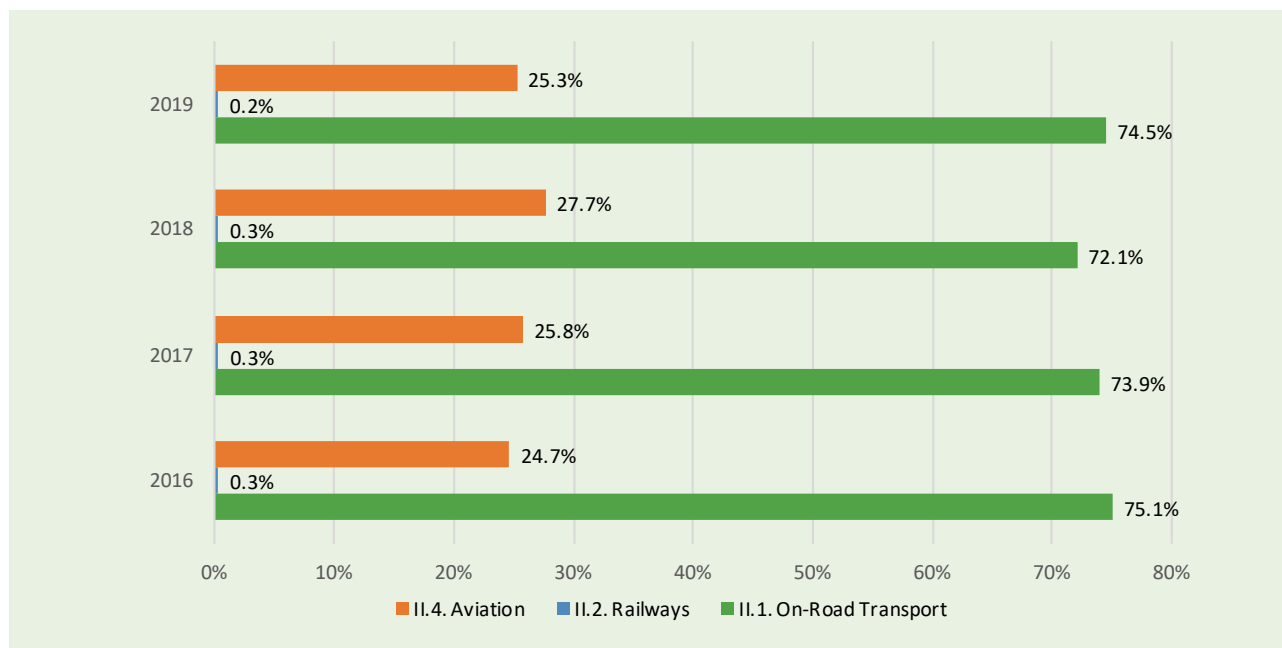


Figure 6. Porto Alegre Transportation emissions per subsector and per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

GHG Emissions from Transportation sector presented low variation over the years. Gasoline consumption emissions were 3% lower in 2019 compared to 2016. Diesel consumption (public and private transport) also decreased by 19%. On the other hand, natural gas of vehicles increased over the years, growing 48% in the same period. In air transport, there was a 3% reduction in the historical series, due to a reduction in international flights to the city. With these variations, emissions from this sector decreased 6% in the period.

4.2 Stationary Energy



Stationary Energy emissions ranged between 545 ktCO₂e and 604 ktCO₂e in the period. Emissions are concentrated in residential buildings (between 44% and 46% of the total) and commercial and institutional buildings (between 42% and 44%), as shown in Figure 7. The manufacturing and construction industry represents between 9% and 10% of this sector and the energy industries; agriculture, forestry and fisheries sector and others non-specified sources (classified as "Other") have low relevance.

The consumption of electricity (between 52% and 59% of the total) and Liquefied Petroleum Gas – LPG (between 31% and 35%) are the main sources of Stationary Energy emissions in the city, as can be seen in Figure 8.

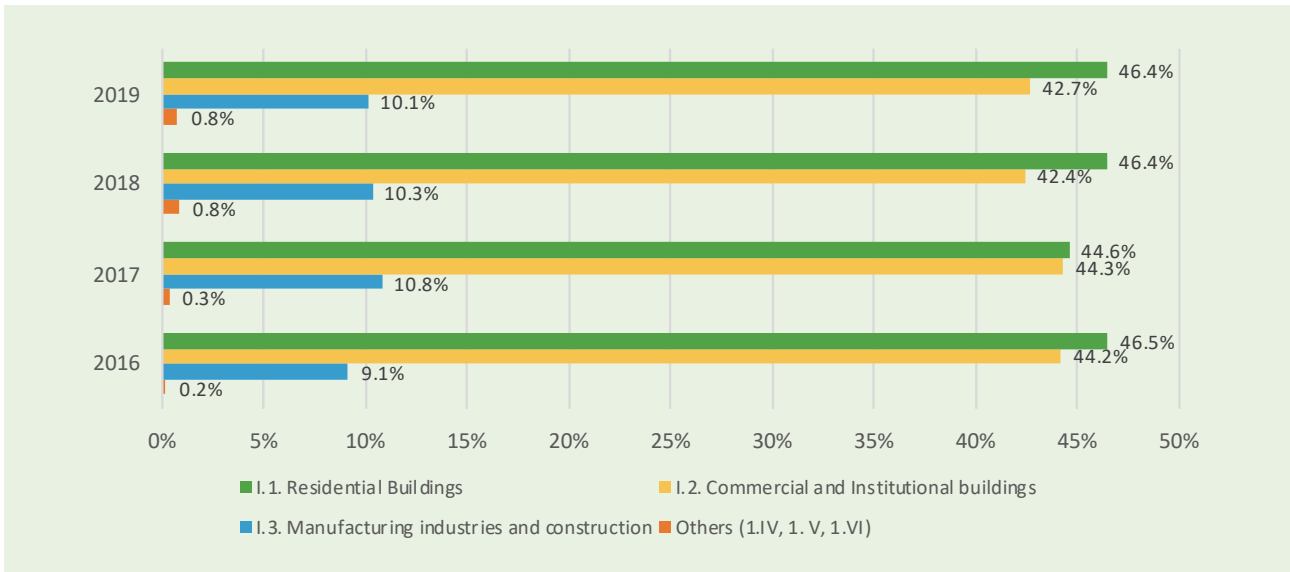


Figure 7. Porto Alegre Stationary Energy per subsector and per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

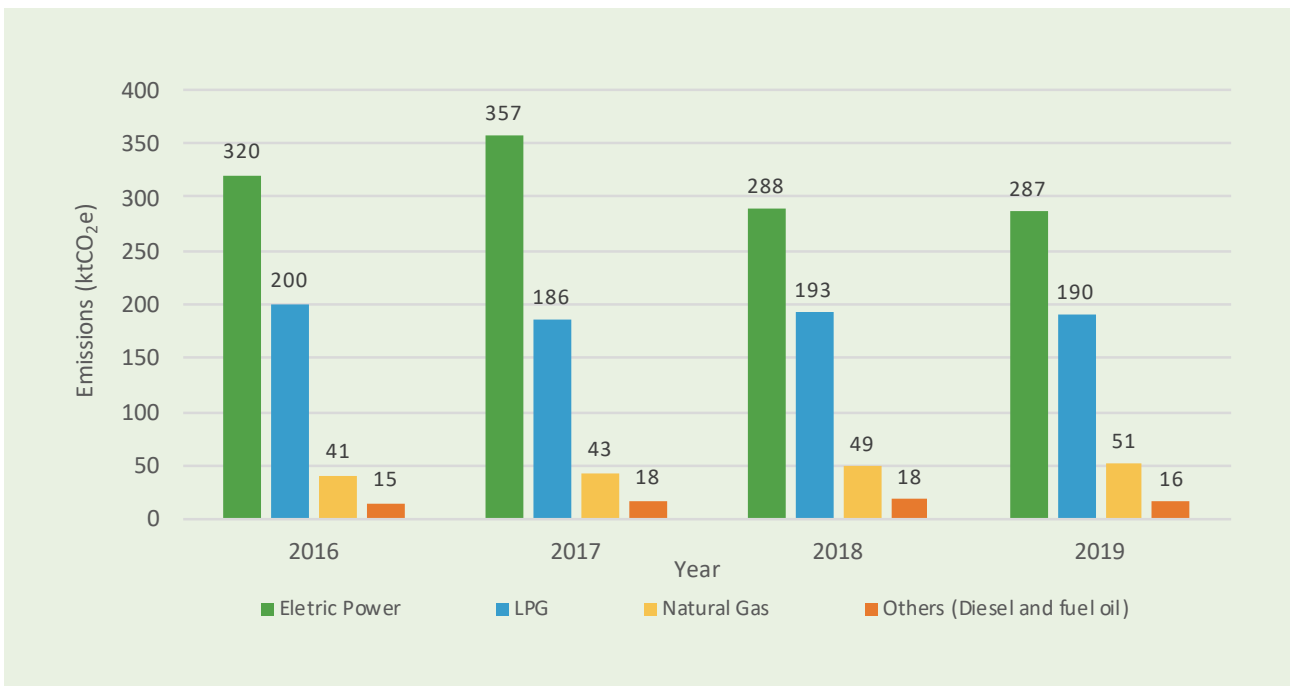


Figure 8. Stationary Energy per energy input and per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

Emissions from Stationary Energy reduced 5% compared to 2016, mainly due to lower emissions from electricity consumption (-10% in the period) and LPG (-5%). It is important to highlight that the city's electricity consumption did not show significant variations. This reduction is associated with the lower National Interconnected System (SIN) emission factor, caused by greater renewable electricity generation in 2018 and 2019.

The emission reduction from electricity and LPG consumption was partially offset by the growth in emissions due to natural gas consumption (24%), associated with Sulgás service expansion in the city.

4.3 Waste



Total Waste emissions ranged from 208 ktCO₂e, reaching a peak of 232 ktCO₂e in 2017 and returning to the level of 209 ktCO₂e in 2019. Wastewater Disposal and Treatment represents 96% of total emissions in the Waste sector (Figure 9). In this subsector, it is accounted the emissions of (i) 11 Wastewater Treatment Stations (ETEs) operated by the Municipal Department of Water and Sewage (DMAE), (ii) the wastewater collected and not treated (iii) the percentage of wastewater that is not collected.

The organic waste disposal from Porto Alegre takes place at Recreio Landfill, in Minas do Leão/RS. This landfill recovers a large part of the biogas generated by the waste decay. This biogas is burned at a flare or it is used to generate electricity. For this reason, GHG emissions from waste disposal in Porto Alegre are very low.

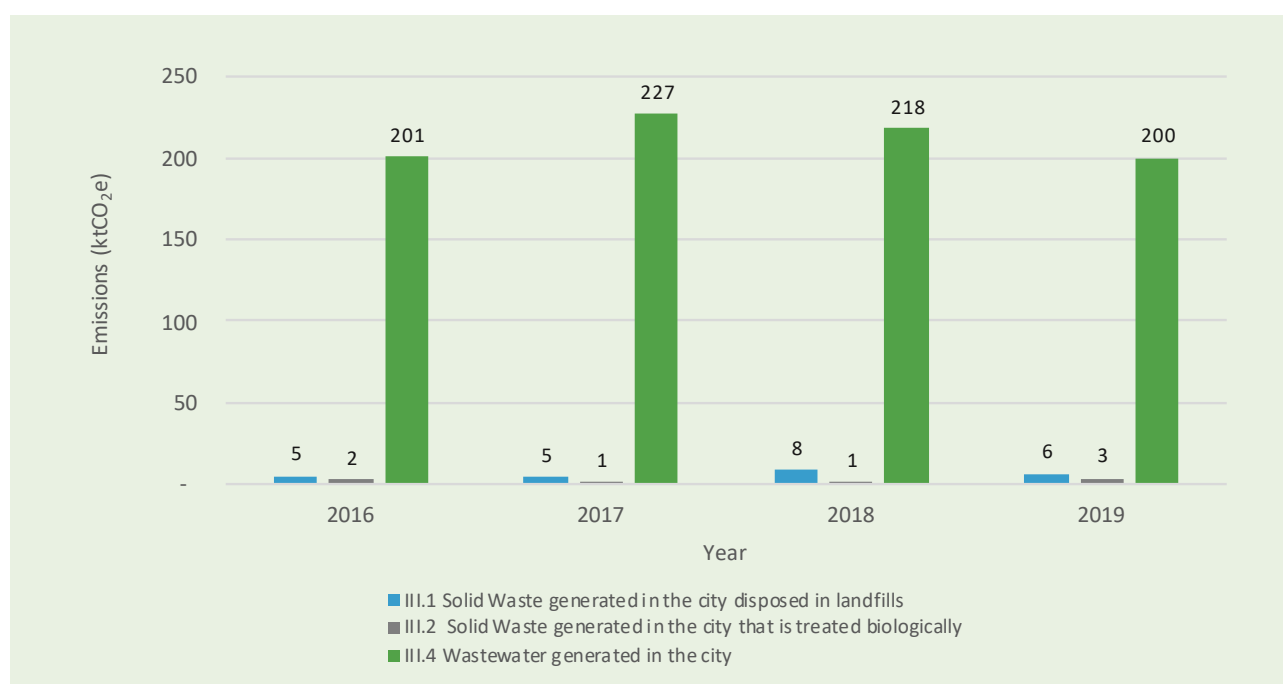


Figure 9. Waste emissions per subsector per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinace based in data from Climas software.

4.4 AFOLU



AFOLU Emissions ranged from 29 ktCO₂e in 2016 to 13 ktCO₂e in 2019 (Figure 10). The livestock and animals' creation subsector (enteric fermentation and manure management, mainly from cattle and chickens) represents more than 80% of the total. A significant reduction of the number of animals was reported in 2017 followed by stability in subsequent years. In the Land Use subsector, there is CO₂ removal over the years due to an increase in the vegetation cover and tree planting, more significant in 2019.

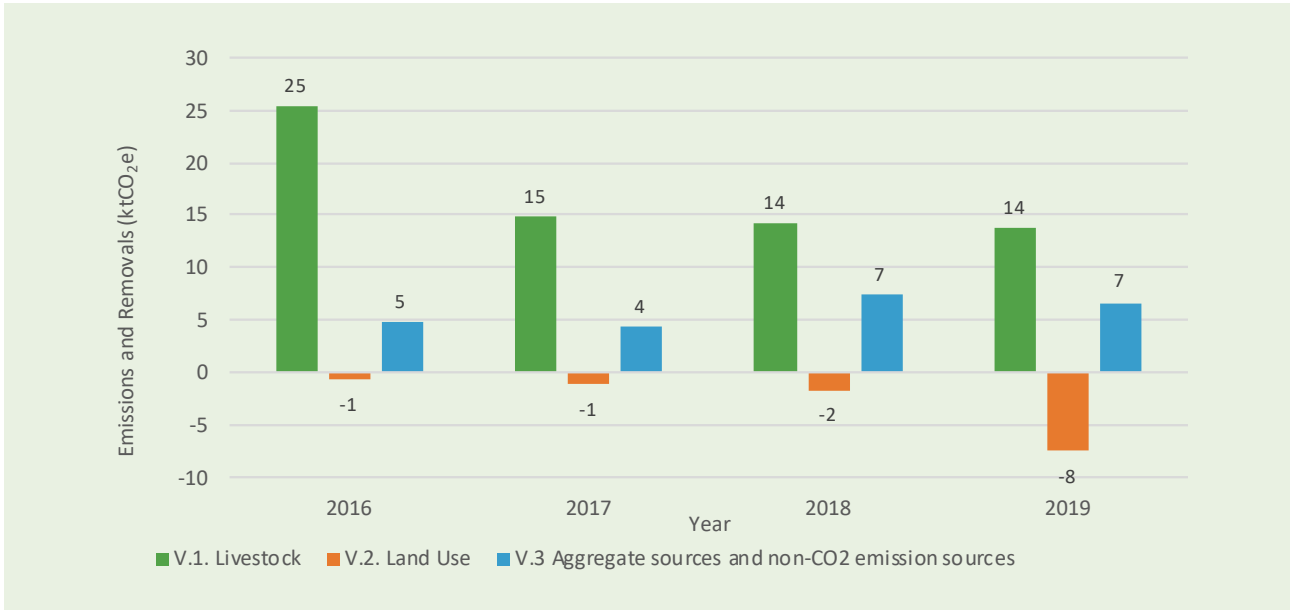


Figure 10. AFOLU emissions per subsector and per year

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinace based in data from Climas software.



4.5 Other Scope 3 Emissions

Emissions of the main GHG-intensive inputs of construction industry were accounted, due to the importance of this sector to Porto Alegre's economy. GHG emissions ranged from 990 ktCO₂e to 1,188 ktCO₂e between 2016 and 2019, with iron and cement being the most significant. The variation shown is directly associated with the sector investment behavior in the city (Figure 11).

Although the GPC methodology, level BASIC+, recommends the separate reporting of these emissions, its order of magnitude demonstrates the importance of this industry for future low carbon policies, since it represents between 38% and 50% of the total city emissions.

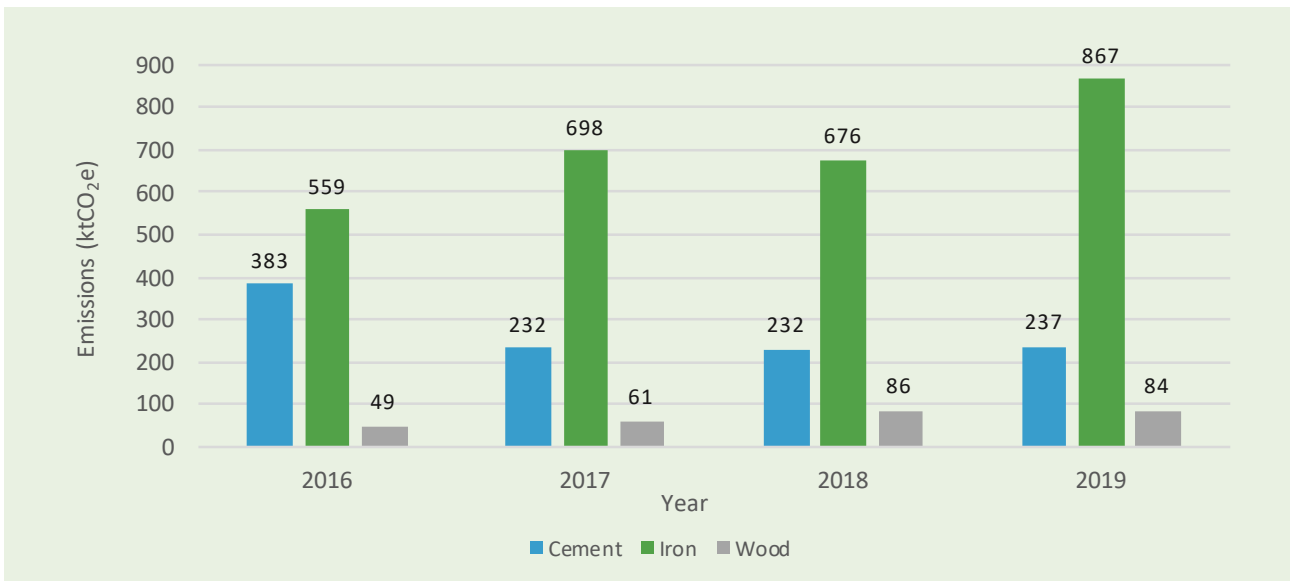


Figure 11. Other indirect emission per construction inputs per year

Source: WayCarbon/ICLEI/Ecofinace based in data from Climas software.



The tables below present the results by sector and scope in the Basic+ approach, according to the GPC methodology.

Table 2. Summary of GHG emissions per sector and scope in 2016

	2016 (tCO ₂ e)			
	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Total Basic+
I. Stationary Energy	256,001	279,326	40,782	576,108
II. Transportation	1,598,826	3,954	98,308	1,701,088
III. Waste	203,203		4,610	203,203
IV. IPPU				
V. AFOLU	29,327			
VI. Other Scope 3 Emissions			990,624	
Total	2,087,357	283,280	143,700	2,514,337

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

Table 3. Summary of GHG emissions per sector and scope in 2017

	2017 (tCO ₂ e)			
	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Total Basic+
I. Stationary Energy	246,356	313,320	43,865	603,542
II. Transportation	1,602,667	4,318	131,687	1,738,673
III. Waste	227,968		4,520	232,489
IV. IPPU				
V. AFOLU	17,910			17,910
VI. Other Scope 3 Emissions			990,732	
Total	2,094,901	317,639	180,073	2,592,613

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

Table 4. Summary of GHG emissions per sector and scope in 2018

	2018 (tCO ₂ e)			
	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Total Basic+
I. Stationary Energy	259,598	253,142	35,187	547,927
II. Transportation	1,533,198	3,735	119,393	1,656,326
III. Waste	218,974		8,199	227,173
IV. IPPU				
V. AFOLU	19,843			19,843
VI. Other Scope 3 Emissions			993,955	
Total	2,031,612	256,877	162,779	2,451,269

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

Table 5. Summary of GHG emissions per sector and scope in 2019

	2019 (tCO ₂ e)			
	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Total Basic+
I. Stationary Energy	257,823	253,530	33,466	544,819
II. Transportation	1,521,215	3,441	81,046	1,605,702
III. Waste	203,340		6,081	209,421
IV. IPPU				
V. AFOLU	12,752			12,752
VI. Other Scope 3 Emissions			1,188,394	
Total	1,995,129	256,971	120,593	2,372,693

Source: WayCarbon / ICLEI / Ecofinance based in data from Climas software.

- Emissions sources required for Basic Inventories
- Additional Emissions sources required for Basic+ Inventories
- Emissions sources not applicable or not required for Basic+ Inventories
- Emissions sources of Other Scope 3 emissions

6

CONCLUSION AND NEXT STEPS

Foto: Lisandro Luis Trarbach



The GHG emissions inventory is an instrument that can guide the low carbon policies development in Porto Alegre. Built in a participatory manner, involving several stakeholders, the GHG inventory demonstrates that more than 80% of the city's emissions are concentrated in on-road transport, air transport and in the electricity and LPG consumption of residential and commercial buildings, showing the main emissions sources to be worked on in mitigation policies that can be developed by local government.

In an innovative way, this inventory also measured the indirect emissions of the main construction sector inputs, even if produced outside the city's territory, demonstrating its importance to climate change and offering insights to low-carbon sectoral policies and city's master plan update.

GHG emissions inventories must be continuously developed and improved, in a way that actions and strategies for emissions reduction and for facing climate change can be quantified throughout the years.

Porto Alegre GHG emissions inventory for 2016 – 2019 period is another step taken by the city towards the commitments made to the Global Compact of Mayors, a global alliance established by local governments dedicated to face climate change that unites more than 10,000 cities in 135 countries.

Based on the inventory, Porto Alegre can be inspired by the best practices already adopted by other capitals in facing climate change and develop a Climate Action Plan that will cover mitigation and adaptation measures that the city intends to implement in the short, medium, and long term. This way, the city increases its resilience in face of existing and forthcoming climate impacts and promotes improvements in the life quality of its population.



Foto: Eduardo Rocha

