



SISCLIMA

SISTEMA DE MONITORAMENTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

MONITORAMENTO DAS EMISSÕES
DE GASES DE EFEITO ESTUFA
DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

2012 a 2021



INSTITUTO
PEREIRA
PASSOS



DATA.RIO
INFORMAÇÕES SOBRE A CIDADE



MEIO AMBIENTE
E CLIMA





Rio

P R E F E I T U R A

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO
Eduardo Paes

SECRETARIA MUNICIPAL DA CASA CIVIL
Eduardo Cavaliere, Secretário

INSTITUTO PEREIRA PASSOS
Carlos Krykhtine, Presidente

Coordenadoria Técnica de Informações da Cidade
Felipe Mandarino, Coordenador

Gerência de Estudos Ambientais e das Mudanças Climáticas
Patrícia Turano de Carvalho, Gerente

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E CLIMA
Tainá Reis de Paula Kapaz, Secretária

Subsecretaria de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas
Artur Miranda Sampaio, Subsecretário

Coordenadoria de Mudanças Climáticas
Tatiana Castelo Branco Dornellas, Coordenadora

Gerência de Mudanças Climáticas
José Miguel Osório de Castro Carneiro Pacheco, Gerente
Marcos Borges Pereira, Engenheiro Civil

SECRETARIA MUNICIPAL DE FAZENDA E PLANEJAMENTO
Andrea Riechert Senko, Secretária

Subsecretaria de Planejamento e Acompanhamento de Resultados
Jean Leonardus Caris, Subsecretário

Escritório de Planejamento
Daniel Gleidson Mancebo de Araujo, Coordenador
Carlos Augusto Góes, Arquiteto

AGRADECIMENTOS

Fontes de dados internas:

- Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima - SMAC
- Companhia Municipal de Limpeza Urbana - COMLURB
- Fundação Parques e Jardins
- Fundação Rio-Águas

Fontes de dados externas:

- Águas do Rio
- Air Liquide Brasil
- Air Products
- Ambev Vidros
- Agência Nacional do Petróleo - ANP
- Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE
- Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro – DETRAN-RJ
- EMATER-RJ
- FURNAS
- Gerdau Aços Brasil
- IBG - Indústria Brasileira de Gases
- Instituto Estadual do Ambiente - INEA
- Light
- Linde Gás
- MetrôRio
- Naturgy
- Owens Illinois
- Refinaria de Manguinhos
- Schott Brasil
- Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro - SEAPPA
- Supervia
- Ternium
- Usina Verde
- VLT Carioca
- White Martins Gases Industriais Ltda
- Zona Oeste Mais

Apoio:

- Grupo C40 de Grandes Cidades para a Liderança Climática

Projeto Gráfico:

- Cláudio Novaes (Instituto Pereira Passos)

SUMÁRIO

1. Introdução	5
2. Metodologia	6
2.1. Gases estimados e potencial de aquecimento global	7
2.2. Coleta e tratamento dos dados	7
2.3. Cálculo das emissões	7
3. Resultados de 2020	8
4. Resultados de 2021	9
5. Resultados da Série Histórica Revisada	11
5.1 Resultados Gerais	12
5.2 Resultados do Setor de Energia Estacionária	15
5.3 Resultados do Setor de Transportes	16
5.4 Resultados do Setor de Resíduos	18
5.5 Resultados do Setor de IPPU	20
5.6 Resultados do Setor de AFOLU	21
6. Ações de mitigação adotadas pela Cidade	24
7. Considerações Finais	26
8. Referências	27

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a atualização dos inventários de emissões de gases de efeito estufa (GEE) da cidade do Rio de Janeiro, que consiste em cálculos atualizados para os anos de 2020 e 2021 e cálculos revisados para os anos de 2012 a 2019¹. Desta forma, primeiramente serão apresentados os resultados dos novos anos considerados, seguidos da revisão de toda a série histórica.

O monitoramento das emissões de GEE da cidade é um dos principais produtos do Sistema de Monitoramento Climático – SISCLIMA, instituído pelo Decreto Rio nº 48.941 de 4 de junho de 2021, que estabeleceu o Programa de Governança Climática da Cidade do Rio de Janeiro.

Além disso, os resultados aqui apresentados estão alinhados com importantes compromissos e planos da cidade, tais como:

- **Lei 5.248/2011** - Estabelece a Política Municipal de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável, incluindo a obrigatoriedade de realização de inventários a cada quatro anos a partir de 2012.
- **Grupo C40 de Cidades para Liderança Climática** - O compromisso de participação da cidade com a rede é de realizar inventários de emissões de GEE a cada dois anos, ao menos, sendo o último não mais antigo que três anos.
- **Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia** - Através desse pacto a cidade se compromete a submeter inventário de emissões de GEE atualizado a cada dois anos.
- **Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática e Plano Estratégico** - O monitoramento das emissões é imprescindível para a definição e revisão das trajetórias visando o alcance das metas de redução das emissões da cidade para 2024, 2030 e 2050, que por sua vez estão alinhadas com os objetivos do acordo de Paris.

Este documento representa a retificação e atualização dos relatórios “*Monitoramento das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2019*” e “*Monitoramento das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro 2012 a 2017: Apresentação dos resultados*”. Os dados completos e atualizados estão neste relatório, disponibilizado através dos portais Data.Rio e PROCLIMA Digital², e do site da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima – SMAC.

1 Incluindo a correção da alocação equivocada de parte das emissões da geração de energia elétrica, anteriormente consideradas como geração para o Sistema Interligado Nacional e agora incorporadas às emissões de responsabilidade da cidade, aumentando as mesmas em cerca de 2 milhões de toneladas de CO₂e por ano para todos os anos da série histórica.

2 A Plataforma de Registro e Comunicação da Ação Climática Local - PROCLIMA Digital, estabelecida pela Resolução SMAC nº 77 DE 27/01/2023, oferece acesso ao perfil detalhado das emissões de gases de efeito estufa do Município, categorizando-as por setor, tipo de gás, escopo e ano. Essa plataforma interativa proporciona uma análise dinâmica das contribuições das diversas fontes de emissão de gases de efeito estufa sob responsabilidade do Município. Para acessar o PROCLIMA Digital, visite o site www.proclima.rio.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração dos inventários de 2020 e 2021, assim como para os inventários anteriores, a metodologia adotada foi a *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions Inventories – GPC* (Protocolo Global para Inventários de GEE na Escala de Comunidade, em tradução livre).

A metodologia GPC foi desenvolvida pelo *World Resources Institute - WRI, C40* e pelo ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade para solucionar conflitos encontrados na estimativa de emissões de GEE em escalas subnacionais (especialmente de fronteiras) e permitir comparação e agregação de inventários entre diferentes cidades, estados, etc, sendo adotada pelas principais cidades, redes de cidades e plataformas de reporte do mundo.

A metodologia usa como base os manuais do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da ONU – IPCC para inventários de GEE em nível nacional, porém adiciona diretrizes para contabilidade das emissões em escala local.

As emissões podem ser calculadas para um nível de reporte básico (Basic), que contempla emissões dos setores de Energia Estacionária, Transporte e Resíduos ou para nível de reporte básico ampliado (Basic+), que também inclui os setores de Agropecuária, Florestas e Uso do Solo (AFOLU) e Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU), além de exigir o cálculo e reporte de todas as fontes de emissão relevantes da cidade.

Tabela 1. Níveis de reporte na metodologia GPC

SETORES E NÍVEIS DE REPORTE
Energia Estacionária (Basic)
Transporte (Basic)
Resíduos (Basic)
Agropecuária, Florestas e Uso do Solo - AFOLU (Basic+)
Processos industriais e Uso de Produtos - IPPU (Basic+)

Fonte: *WRI et al, 2014*

Para lidar com as dificuldades impostas pela questão dos limites administrativos de entes subnacionais, a metodologia GPC introduz a classificação das fontes de emissão em escopos (1, 2 ou 3), feita de acordo com sua localização geográfica (Figura 1). As emissões de escopo 1 são as que ocorrem dentro dos limites da cidade. As emissões de escopo 2 são exclusivamente as derivadas do consumo de energia elétrica fornecida por sistemas interligados de distribuição (*grid*), como é o caso do Brasil com o Sistema Interligado Nacional (SIN), e podem vir de dentro ou fora da cidade. As emissões de escopo 3 são as que ocorrem a partir de fontes localizadas fora dos limites da cidade, porém em decorrência de atividades sob responsabilidade direta do município. Na cidade do Rio de Janeiro, um exemplo disso são as emissões resultantes do aterramento de resíduos sólidos em centros de tratamento localizados em municípios vizinhos, como Seropédica.

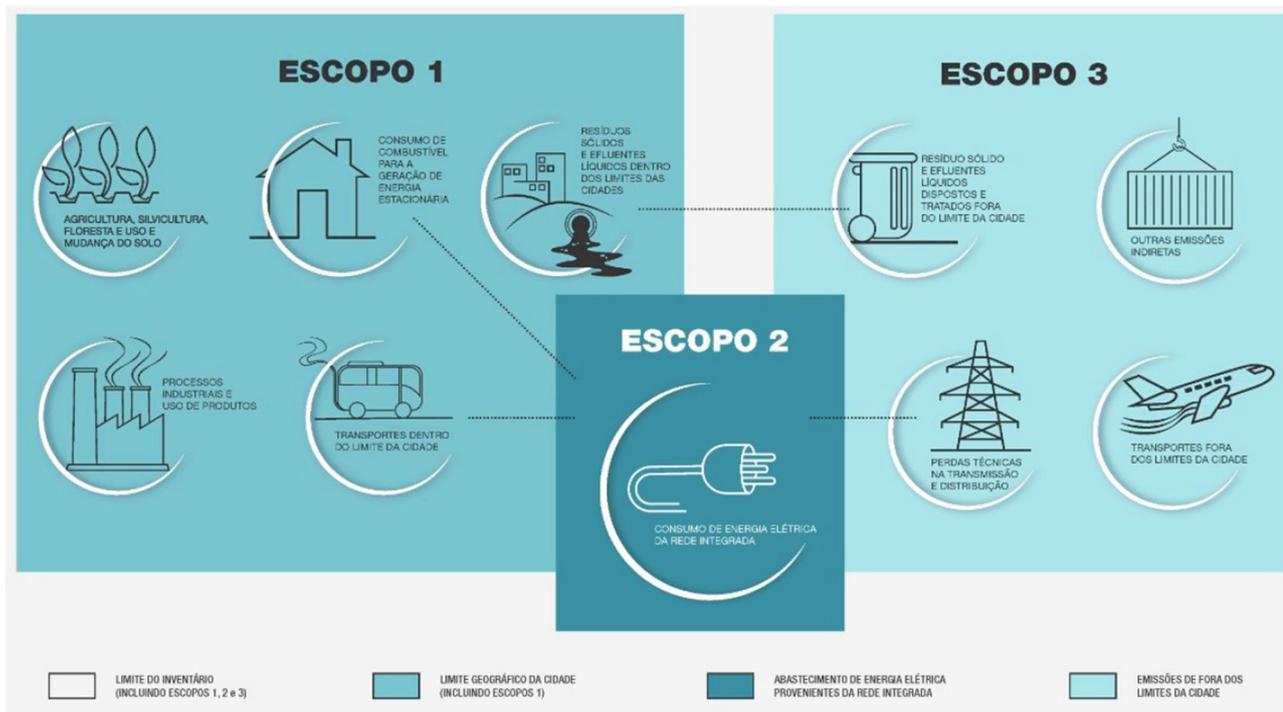


Figura 1. Descrição da divisão de emissões por escopo, adaptado do manual GPC. (Fonte: WRI et al, 2014).

Desde seu primeiro inventário, a cidade do Rio de Janeiro tem calculado as emissões para os setores correspondentes ao nível Basic+.

2.1. Gases estimados e potencial de aquecimento global

Foram computados os valores estimados de emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) emitidos pelo município nos anos inventariados. Devido aos diferentes potenciais de aquecimento global (Global Warming Potential – GWP em inglês) foi realizada a conversão dos gases supracitados para o CO₂ equivalente (CO₂e) com base nos valores multiplicadores estabelecidos no quinto relatório do IPCC (AR-5): 1 para CO₂, 28 para CH₄ e 265 para N₂O.

2.2. Coleta e tratamento dos dados

A coleta de dados foi realizada com apoio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Clima (SMAC), através do envio de solicitações por e-mail ou ofício, a depender da instituição fornecedora.

Após o recebimento dos dados, foi feita a conferência dos mesmos para verificar se mantinham coerência e consistência com a série histórica e com outros dados relacionados. Em alguns casos, foram realizadas reuniões prévias às solicitações, ou solicitados esclarecimentos sobre os dados enviados.

2.3. Cálculo das emissões

De posse dos dados relativos às atividades emissoras de gases do efeito estufa, foram selecionados os Fatores de Emissão (FE) para cada atividade. Esses fatores refletem a massa dos gases do efeito estufa relativos a uma unidade de atividade. No caso da eletricidade, por exemplo, o fator depende da tecnologia e do combustível utilizado na geração. O total de emissões é obtido multiplicando-se o dado da atividade (por exemplo, quantidade de combustível consumido) pelo seu respectivo fator de emissão (quantidade de gases emitida por unidade do combustível consumido).

Os fatores de emissão devem ser relevantes para os limites geográficos do inventário, específicos para a atividade medida e fornecidos por fontes confiáveis como governo, indústria ou academia. Não sendo possível obter fatores de emissão específicos regionais ou nacionais, deve-se usar os valores

padrão disponibilizados pelo IPCC ou outros valores internacionais que reflitam as circunstâncias específicas.

Para os cálculos e reporte das emissões foi utilizada a ferramenta *City Inventory Reporting and Information System – CIRIS* (Sistema de Reporte e Informação para Inventário de Cidade, em tradução livre), disponibilizada livremente pelo Grupo C40, e planilhas de apoio desenvolvidas pela própria equipe, além de planilha do modelo de decaimento de primeira ordem - *Waste Model* - fornecida pelo guia do IPCC para os cálculos das emissões do aterramento de resíduos sólidos em inventários nacionais.

3. RESULTADOS DE 2020

Nesta seção é apresentado um resumo dos resultados do Inventário de Emissões de GEE da Cidade do Rio de Janeiro para o ano de 2020 (Tabela 2).

Tabela 2. Emissões de GEE (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro por setores e subsetores e por escopo - 2020

Setores e Subsetores	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
Energia Estacionária	6.837.523	1.156.505	134.211	8.128.239
Residencial	398.409	351.214	51.612	801.234
Comercial e Institucional	87.510	461.976	66.923	616.409
Indústrias de manufatura e construção	6.251.671	104.496	15.654	6.371.822
Indústrias de energia	11.438	439	0	11.876
Agropecuário	12	188	23	222
Perdas comerciais de energia elétrica + outros	284	238.192	0	238.476
Emissões fugitivas das atividades de óleo e gás	88.199			88.199
Transportes	3.531.166	17.842	935.200	4.484.208
Rodoviário	3.494.276	IE	IE	3.494.276
Ferroviário	3.125	17.842	3.530	24.497
Aquaviário	33.765	0	0	33.765
Aéreo	IE	0	931.670	931.670
Resíduos	717.624	0	2.067.702	2.785.326
Aterramento	349.674		2.061.977	2.411.651
Compostagem	2.261		836	3.097
Incineração e Queima à Céu Aberto	336		4.889	5.225
Esgotos e efluentes	365.353		NO	365.353
Processos Industriais e Uso de Produtos	2.218.329			2.218.329
Produção de vidro	36.875			36.875
Produção de aço	2.097.968			2.097.968
Uso de lubrificantes e parafinas	14.563			14.563
Uso de óxido nitroso	68.923			68.923
Agropecuária, Floresta e Uso do Solo	41.697			41.697
Fermentação entérica	8.186			8.186
Manejo de dejetos	2.078			2.078
Reflorestamento	-11.807			-11.807
Arborização urbana	-6.690			-6.690
Mudança de uso do solo	41.016			41.016
Calagem	1.868			1.868

Aplicação de ureia	22			22
Emissões diretas de N ₂ O do manejo de solos	5.357			5.357
Emissões indiretas de N ₂ O do manejo de solos	1.497			1.497
Emissões indiretas de N ₂ O do manejo de dejetos	169			169
TOTAL	13.346.339	1.174.347	3.137.114	17.657.800
Geração de energia para o <i>grid</i> nacional	2.246.681			2.246.681

Legenda: IE – inclusas em outra categoria; NO – não ocorrem ou não são significativas.

Em 2020, o consumo de energia da atividade industrial e construção civil se destacou como a atividade mais emissora da cidade, seguida pelo transporte rodoviário, como apresentado na Figura 2. A pandemia do Covid-19 afetou as atividades da cidade a partir de meados de março de 2020.

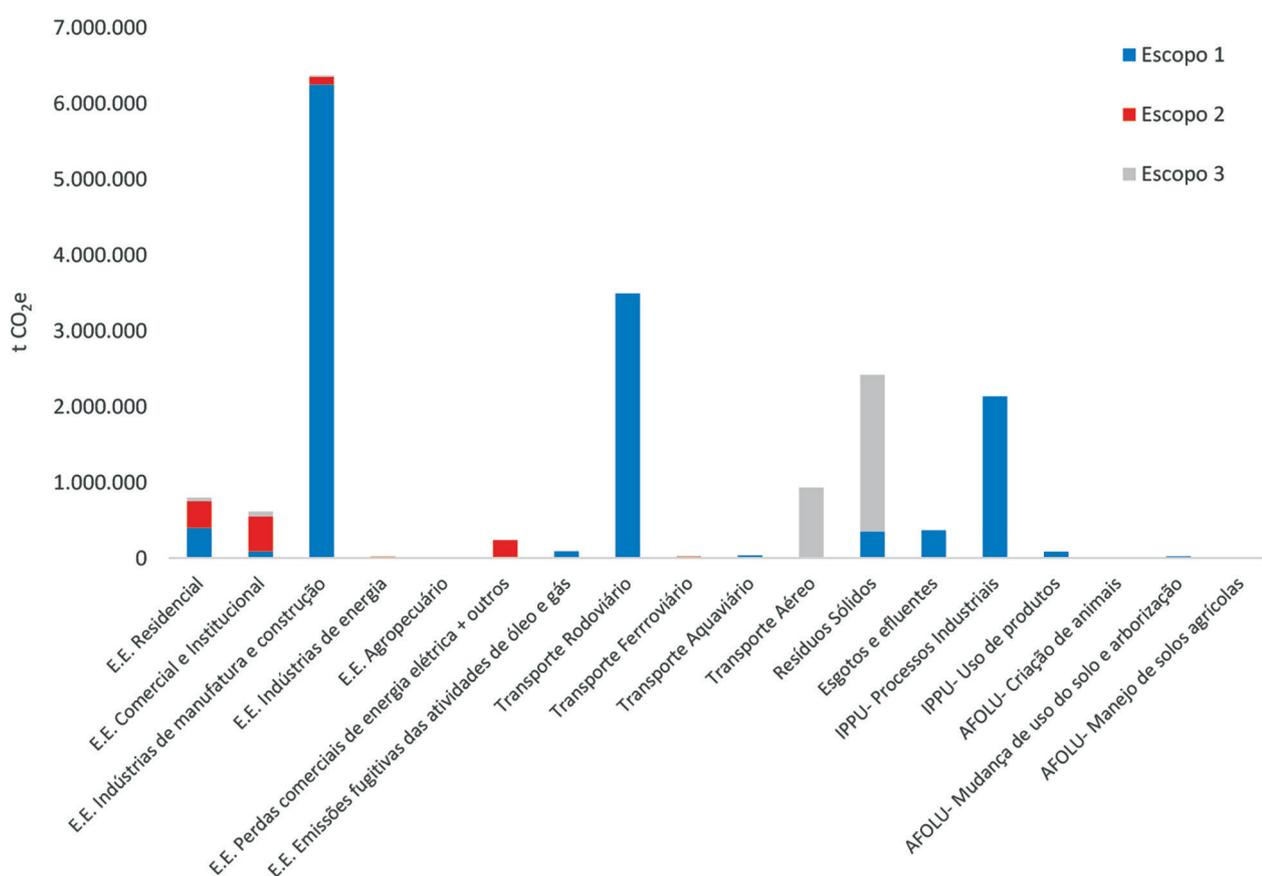


Figura 2. Emissões de GEE (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro por subsetores e escopo - 2020 (Fonte: elaboração própria).

4. RESULTADOS DE 2021

Nesta seção é apresentado um resumo dos resultados do Inventário de Emissões de GEE da Cidade do Rio de Janeiro para o ano de 2021 (Tabela 3). A pandemia do Covid-19 afetou as atividades da cidade ao longo de todo o ano de 2021.

Tabela 3. Emissões de GEE (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro por setores e subsetores e por escopo - 2021

Setores e Subsetores	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	Total
Energia Estacionária	8.266.407	2.410.945	271.970	10.949.322
Residencial	586.153	701.229	101.397	1.388.779

Comercial e Institucional	205.633	962.113	136.873	1.304.619
Indústrias de manufatura e construção	7.377.798	226.674	33.686	7.638.157
Indústrias de energia	14.272	806	0	15.078
Agropecuário	106	154	14	274
Perdas comerciais de energia elétrica + outros	12	519.968	0	519.980
Emissões fugitivas das atividades de óleo e gás	82.434			82.434
Transportes	3.791.993	35.428	912.736	4.740.157
Rodoviário	3.757.135	IE	IE	3.757.135
Ferroviário	3.117	35.428	6.884	45.428
Aquaviário	31.741	0	0	31.741
Aéreo	IE	0	905.853	905.853
Resíduos	676.919		2.070.400	2.747.319
Aterramento	317.913		2.063.417	2.381.329
Compostagem	2.266		2.151	4.418
Incineração e Queima à Céu Aberto	355		4.832	5.187
Esgotos e efluentes	356.385		NO	356.385
Processos Industriais e Uso de Produtos	2.435.024			2.435.024
Produção de vidro	45.884			45.884
Produção de aço	2.308.040			2.308.040
Uso de lubrificantes e parafinas	15.513			15.513
Uso de óxido nitroso	65.587			65.587
Agropecuária, Floresta e Uso do Solo	41.771			41.771
Fermentação entérica	7.719			7.719
Manejo de dejetos	2.118			2.118
Reflorestamento	-10.959			-10.959
Arborização urbana	-6.770			-6.770
Mudança de uso do solo	41.016			41.016
Calagem	1.837			1.837
Aplicação de ureia	21			21
Emissões diretas de N ₂ O do manejo de solos	5.181			5.181
Emissões indiretas de N ₂ O do manejo de solos	1.434			1.434
Emissões indiretas de N ₂ O do manejo de dejetos	173			173
TOTAL	15.212.114	2.446.372	3.255.106	20.913.592
Geração de energia para o grid nacional	2.544.036			2.544.036

Legenda: IE – inclusas em outra categoria; NO – não ocorrem ou não são significativas.

Em 2021, o consumo de energia da atividade industrial e construção civil também se destacou como atividade mais emissora da cidade, também seguido pelo transporte rodoviário, como apresentado na Figura 3, seguindo perfil semelhante ao de 2020, porém com emissões mais altas nos subsetores do setor de energia estacionária na comparação com 2020 (Figura 2). A pandemia exerceu forte impacto nas atividades da cidade ao longo de 2021, entretanto ao final do ano grande parte da população da cidade já estava vacinada.

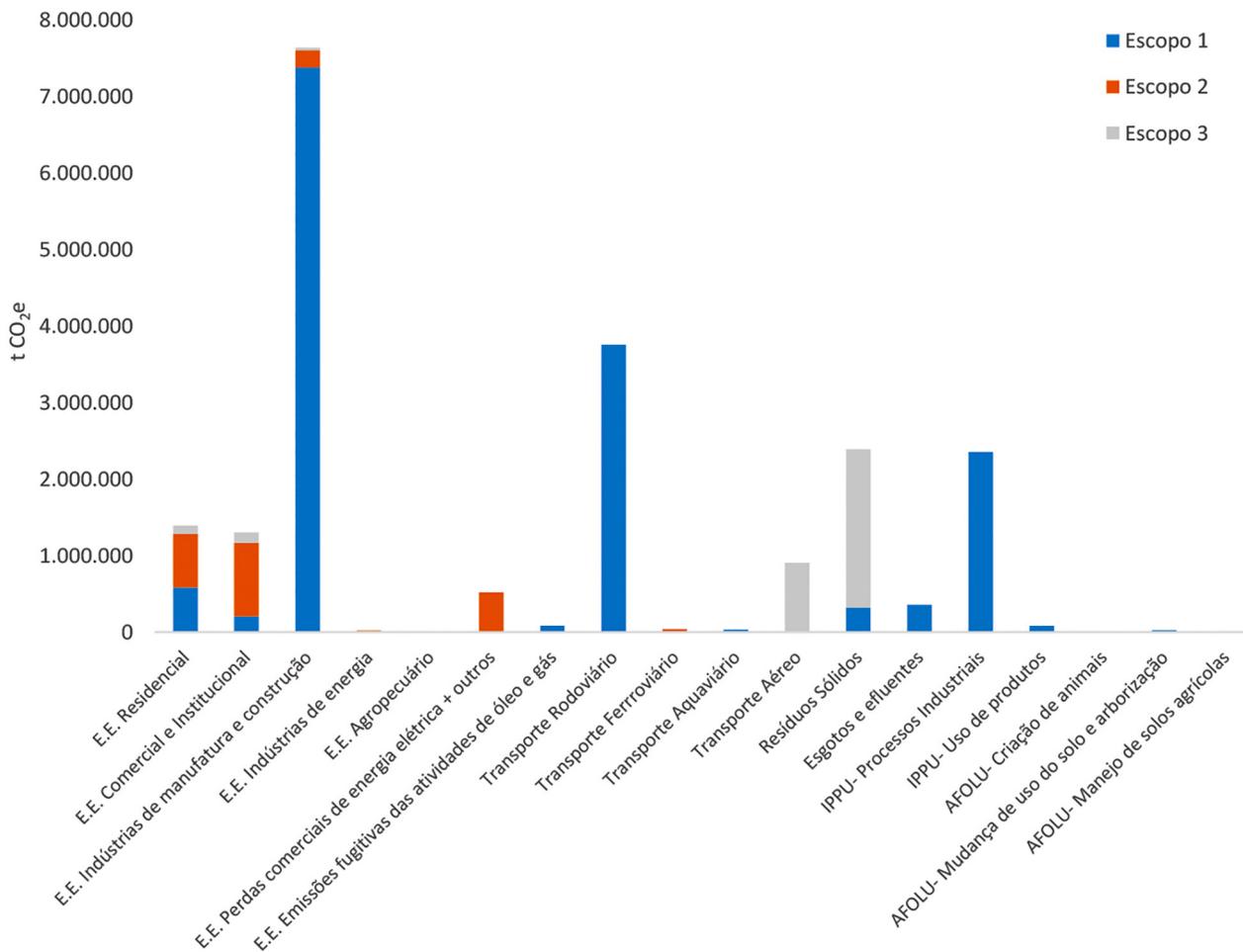


Figura 3. Emissões de GEE (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro por subsetores e escopo – 2021 (Fonte: elaboração própria).

5. RESULTADOS DA SÉRIE HISTÓRICA REVISADA

A revisão de toda a série histórica quando da estimativa de emissões de anos mais atuais é prática usual, devido a alterações metodológicas, adoção de novos fatores de emissão ou até mesmo a retificação de dados de atividades. Porém, a revisão aqui adotada é ainda mais importante pois alterou a alocação de emissões da cidade, resultando em significativo aumento das emissões totais de anos anteriores.

Nos dois últimos relatórios publicados³, todas emissões da geração de eletricidade nas usinas termelétricas existentes na cidade foram alocadas em emissões territoriais da geração de energia para o Sistema Interligado Nacional, categoria da metodologia que não soma para o total de emissões da cidade (item I.4.4 do quadro de reporte do GPC). No entanto, como nem toda essa eletricidade gerada vai para a rede nacional, também servindo para alimentar as usinas que a produzem e alimentando diretamente algumas indústrias, parte das emissões deveriam na verdade ter sido alocadas como emissões de escopo 1 de energia estacionária, nos subsetores de indústria de manufatura e construção e indústrias de energia (itens I.3.1 e I.4.1 do quadro de reporte do GPC). Com esta alteração, um incremento anual significativo de emissões passou a ser alocado nesses subsetores e conseqüentemente no total a ser contabilizado nos inventários, em todos os anos da série histórica avaliados.

³ São eles: “Monitoramento das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2019” e “Monitoramento das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro 2012 a 2017: Apresentação dos resultados”.

5.1 Resultados Gerais

A evolução das emissões está apresentada na Tabela 4 e na Figura 4, onde é possível verificar a trajetória de queda das mesmas a partir de 2015, acentuada em 2020, muito em função da pandemia, seguida por um aumento considerável em 2021, quando quase retornou aos mesmos patamares de 2019.

O ano de 2021, embora ainda sob considerável redução das atividades econômicas devido à pandemia, foi um ano com um alto fator de emissão da eletricidade, o que elevou as emissões do setor de energia estacionária e acabou por compensar a queda das atividades do setor de transportes observada no período.

Tabela 4. Emissões de Gases de Efeito Estufa (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro por ano e por setores - 2012 a 2021

Ano	Setor					Emissões totais
	Energia Estacionária	Transporte	Resíduos	IPPU	AFOLU	
2012	8.952.881	8.771.943	3.683.549	2.436.595	22.940	23.867.908
2013	9.808.136	8.488.082	3.632.270	2.128.513	16.917	24.073.918
2014	10.933.470	8.276.801	3.623.282	2.264.396	17.455	25.115.405
2015	10.477.465	8.098.297	3.422.308	2.171.810	32.532	24.202.412
2016	9.212.283	7.742.282	3.424.266	2.585.472	38.042	23.002.346
2017	9.455.778	7.379.997	2.978.939	2.631.858	42.966	22.489.539
2018	9.199.131	6.903.010	2.821.120	2.450.043	38.025	21.411.330
2019	9.629.410	6.642.305	2.818.170	2.117.871	42.872	21.250.628
2020	8.128.239	4.484.208	2.785.326	2.218.329	41.697	17.657.800
2021	10.949.322	4.740.157	2.747.319	2.435.024	41.771	20.913.592

Fonte: Elaboração própria.

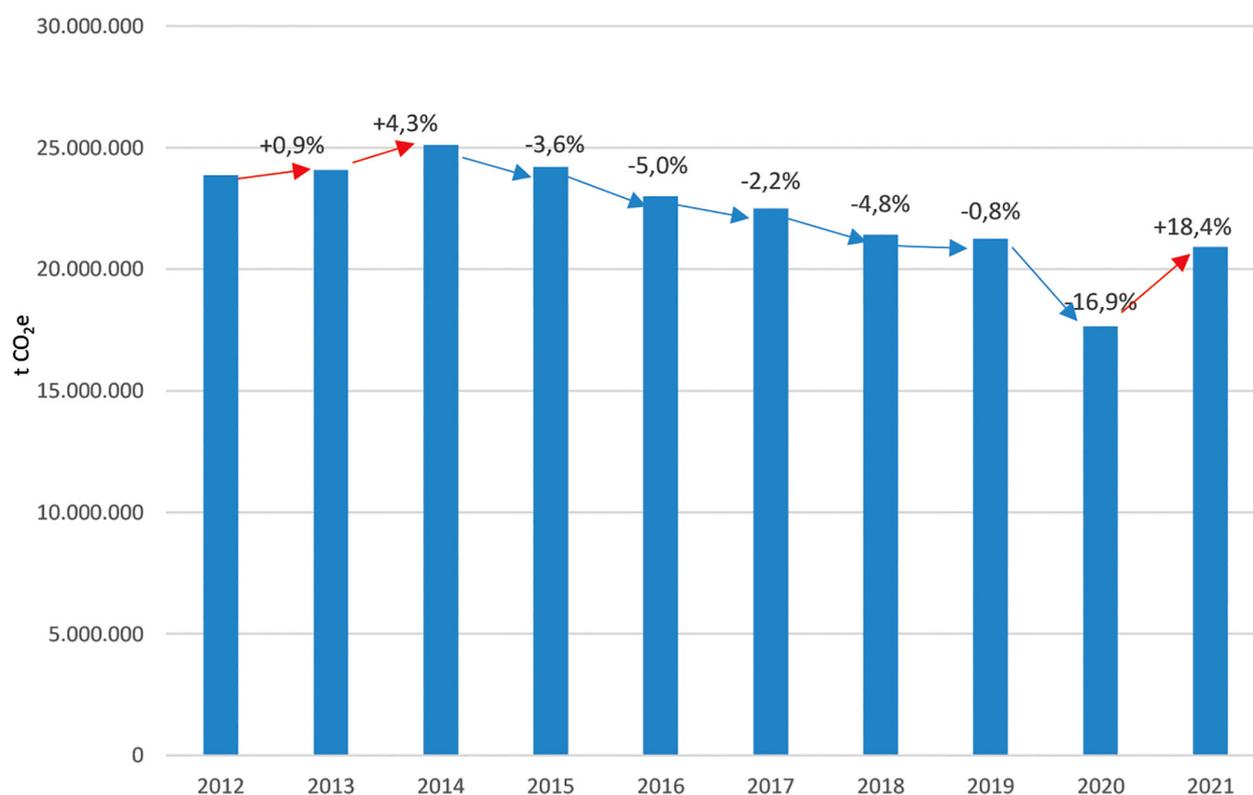


Figura 4. Evolução das emissões de Gases de Efeito Estufa (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2021 (Fonte: elaboração própria).

De acordo com a Tabela 5 e a Figura 5, o setor de energia estacionária vem se destacando como principal setor emissor ao longo de todo o período. Nos anos de 2012 e 2013, a diferença deste para o setor de transportes foi pequena. No entanto, ao longo do tempo, especificamente a partir de 2017, percebe-se uma queda significativa da participação do setor de transportes, principalmente em função da redução das atividades dos subsetores rodoviário e aéreo, os dois principais emissores, e que foram bastante impactados pela crise econômica nacional e local, posteriormente agravada pela pandemia.

Tabela 5. Participação relativa dos setores nas emissões de GEE totais da Cidade do Rio de Janeiro - 2012 a 2021

Ano	Energia Estacionária	Transporte	Resíduos	IPPU	AFOLU	
2012	37,5%	36,8%	15,4%	10,2%	0,1%	100%
2013	40,7%	35,3%	15,1%	8,8%	0,1%	100%
2014	43,5%	33,0%	14,4%	9,0%	0,1%	100%
2015	43,3%	33,5%	14,1%	9,0%	0,1%	100%
2016	40,0%	33,7%	14,9%	11,2%	0,2%	100%
2017	42,0%	32,8%	13,2%	11,7%	0,2%	100%
2018	43,0%	32,2%	13,2%	11,4%	0,2%	100%
2019	45,3%	31,3%	13,3%	10,0%	0,2%	100%
2020	46,0%	25,4%	15,8%	12,6%	0,2%	100%
2021	52,4%	22,7%	13,1%	11,6%	0,2%	100%

Fonte: Elaboração própria.

Juntos, os setores de transporte e energia estacionária representaram mais de 70% das emissões da cidade ao longo de todo o período analisado.

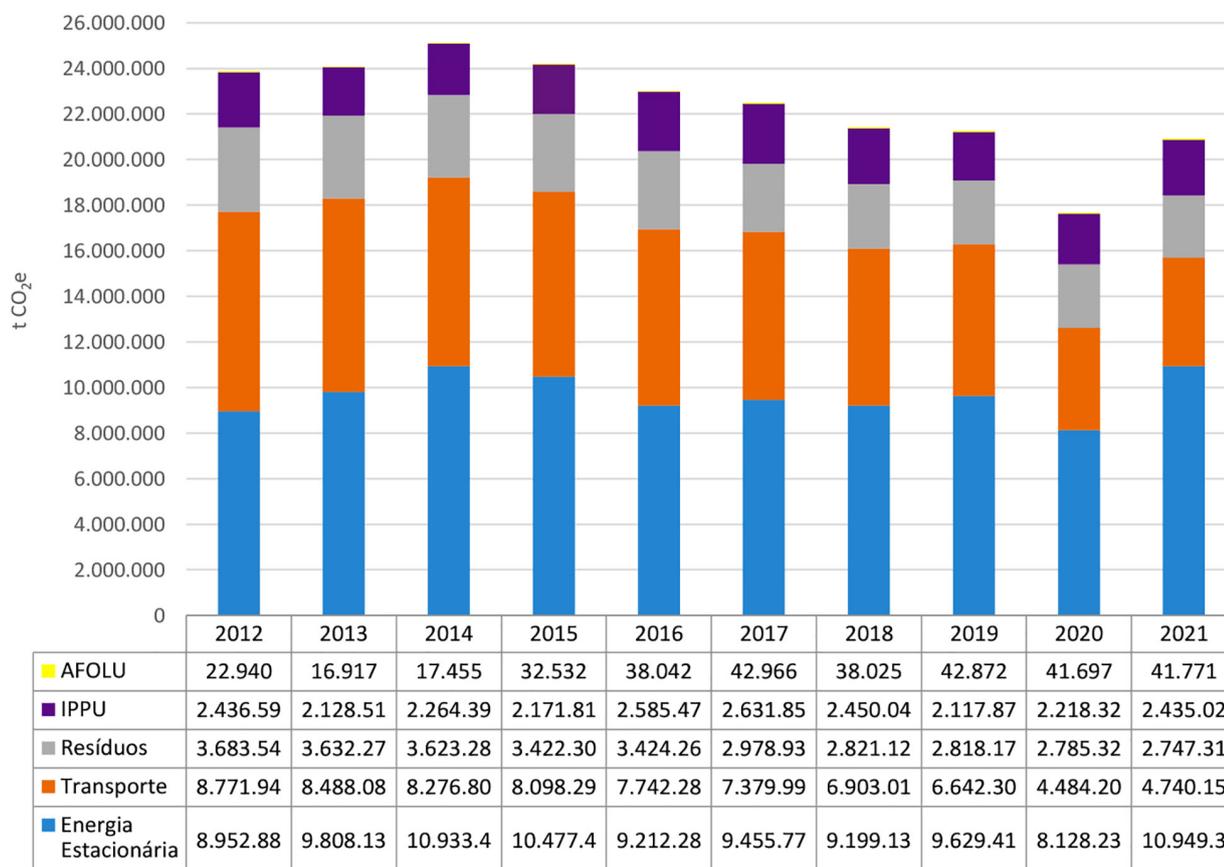


Figura 5. Participação relativa de cada setor nas emissões da cidade por ano - 2012 a 2021 (Fonte: elaboração própria).

Analisando-se as emissões por escopo, observa-se que no escopo 1 estão alocadas a maioria das emissões de GEE – entre 65% e 76%, enquanto no escopo 3 estão alocadas de 16 a 25% das emissões, conforme está apresentado na Figura 6.

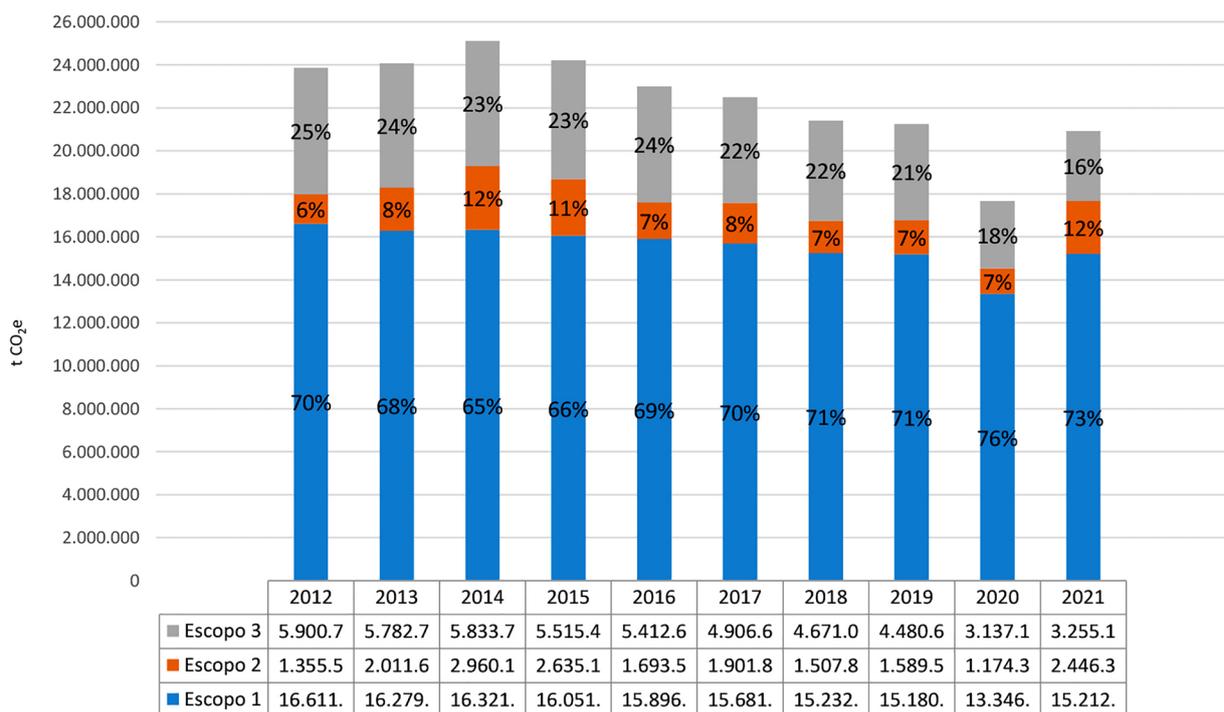


Figura 6. Distribuição das emissões de Gases de Efeito Estufa (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro por escopo e ano - 2012 a 2021. Devido aos arredondamentos, a soma dos percentuais podem não ser iguais a 100%. (Fonte: elaboração própria).

Analisando-se as emissões segundo cada um dos gases considerados, observa-se que o dióxido de carbono foi responsável por mais de 80% das emissões em todos os anos do período considerado (Figura 7).

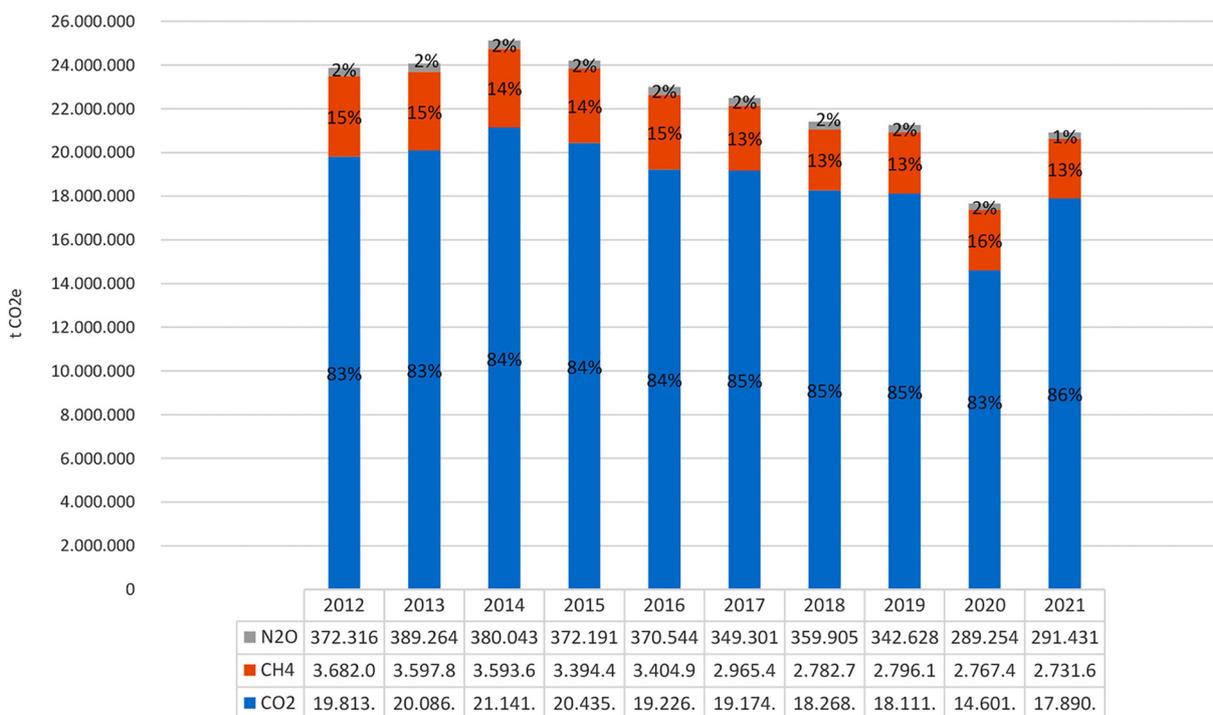


Figura 7. Distribuição das emissões de Gases de Efeito Estufa (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro por gás por ano - 2012 a 2021. Devido aos arredondamentos, a soma dos percentuais podem não ser iguais a 100%. (Fonte: elaboração própria).

As emissões detalhadas por subsetor e por escopo ou GEE para todos os anos do período de 2012 a 2021 podem ser visualizadas através da tabela 3695, disponível no portal Data.Rio.

5.2 Resultados do Setor de Energia Estacionária

Os resultados do Setor de Energia Estacionária compreendem as emissões provenientes do consumo de combustíveis e energia elétrica em prédios, indústrias e atividades rurais, e da geração de eletricidade e transformação da energia, como, por exemplo, refino de petróleo. Nele são incluídas também as emissões fugitivas da distribuição e transmissão de energia elétrica e das atividades relacionadas a petróleo e gás. Este setor é dividido nos subsetores presentes na Figura 8 a partir da desagregação dos dados fornecidos pelas diversas fontes.

Avaliando-se as emissões dos subsetores, o subsetor de Indústrias de Manufatura e Construção se destaca devido especialmente à atividade siderúrgica presente na cidade, que, além de naturalmente ser uma atividade industrial intensiva em consumo de energia, ainda apresenta um porte significativo no município. Os picos de emissões em 2014 e 2021, principalmente nos subsetores residencial, comercial e institucional, foram muito influenciados pelo fator de emissão do consumo de eletricidade.

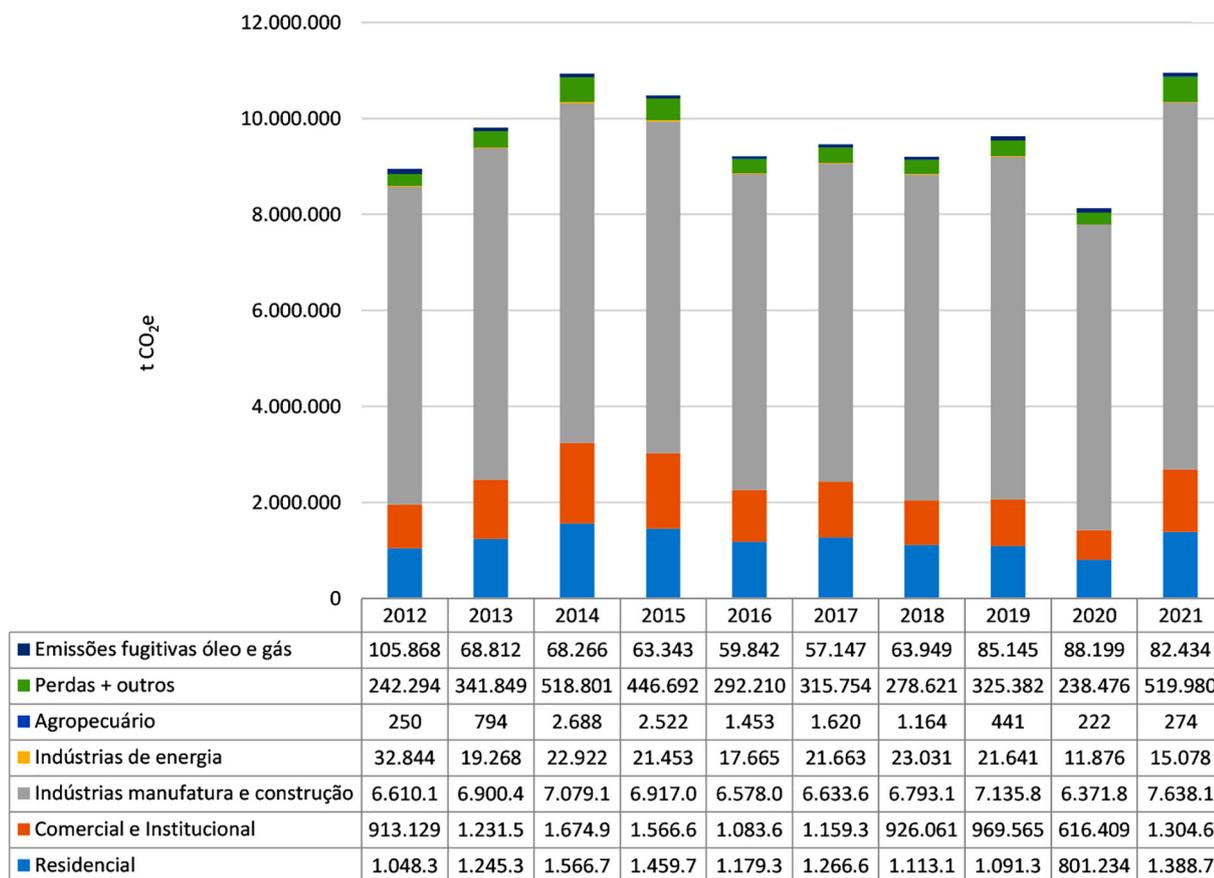


Figura 8. Emissões de energia estacionária (t CO₂e), por subsetor e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria).

A Figura 9 apresenta as emissões de energia estacionária por escopo. As emissões referentes ao consumo de combustíveis dentro dos limites municipais nos diferentes subsetores, inclusive para geração de energia elétrica de uso direto, e também as emissões fugitivas, são reportadas no escopo 1, enquanto as emissões devido ao consumo de energia elétrica fornecida pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) são reportadas no escopo 2 e as perdas nas redes de transmissão e distribuição de eletricidade, no escopo 3.

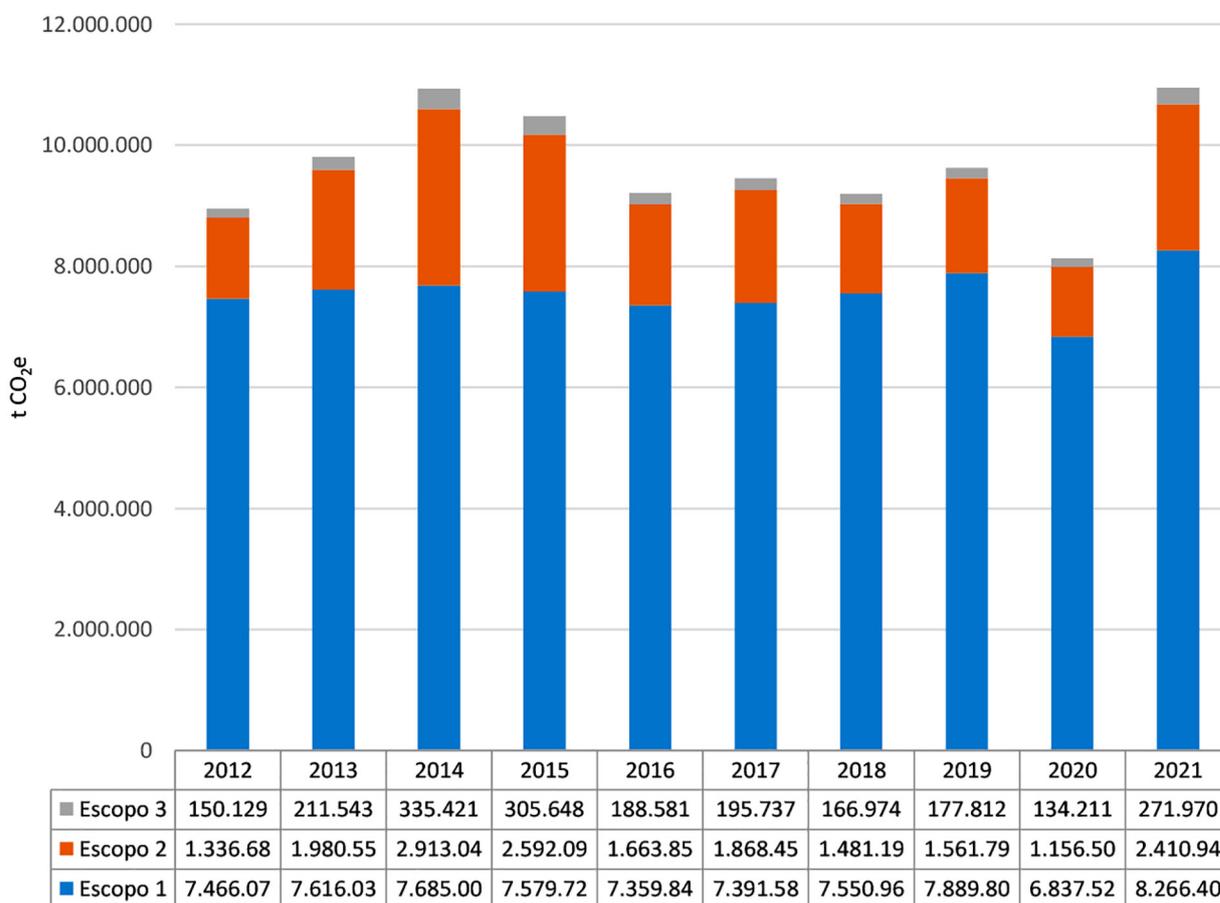


Figura 9. Emissões de energia estacionária (t CO₂e), por escopo e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria).

5.3 Resultados do Setor de Transportes

As emissões do setor transportes são oriundas da queima de combustíveis (gasolina, etanol, óleo diesel, gás natural, etc.) por veículos que circulam dentro do município e também do consumo de energia elétrica de metrô, trens, Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e outros modais elétricos. Também integram este setor o consumo de combustíveis para o transporte aquaviário e aéreo. O histórico das emissões deste setor, classificadas pelos subsetores, pode ser visto na Figura 10.

O transporte rodoviário se destaca como principal modal emissor, seguido pelo transporte aéreo. Esse padrão se mantém ao longo de todo o período analisado, ainda que com ambos modais em queda nos últimos anos, com exceção do modal rodoviário em 2019.

Em 2020 e 2021, observa-se uma atividade consideravelmente reduzida de todo o setor de transportes devido à pandemia do coronavírus, sendo o transporte aéreo o mais afetado.

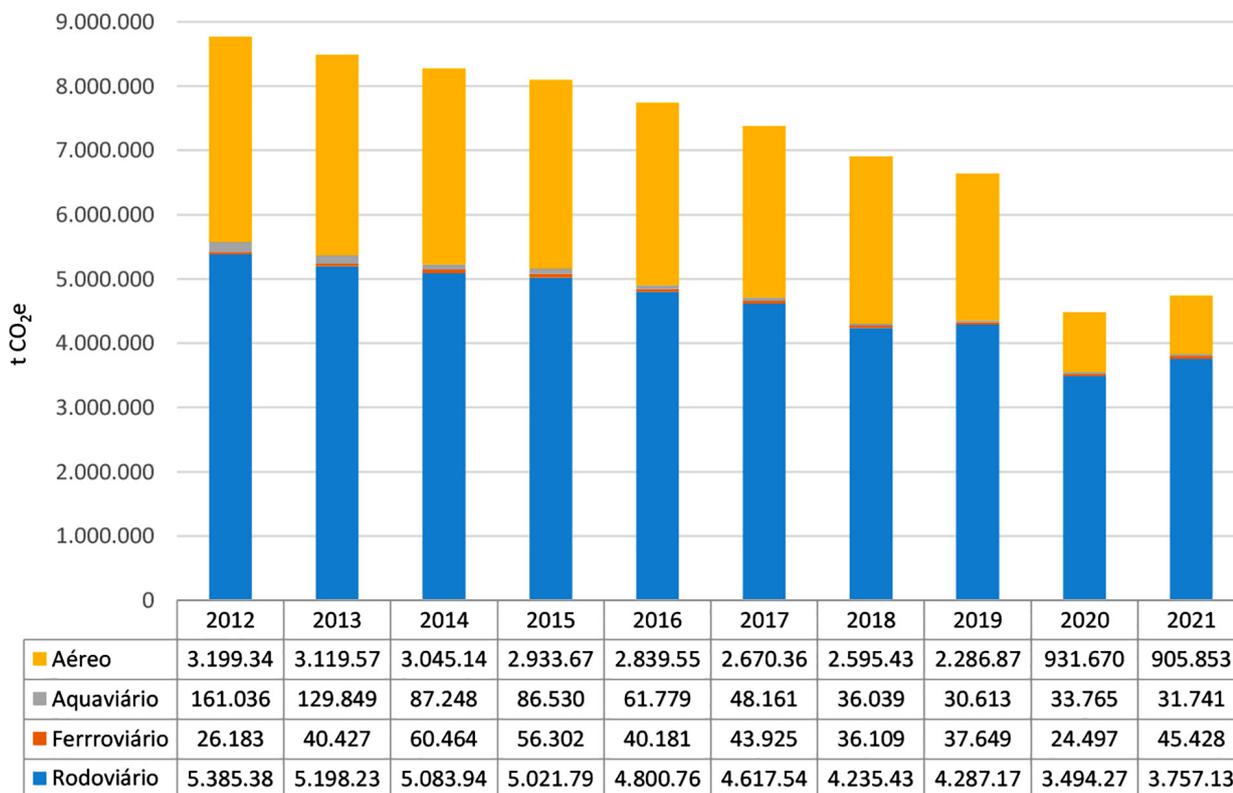


Figura 10. Emissões do setor de transportes (t CO₂e), por subsetor e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria).

As emissões relativas ao transporte rodoviário foram estimadas através dos dados de venda de combustíveis por distribuidoras e postos localizados dentro dos limites municipais, sendo reportadas no escopo 1. As emissões do transporte ferroviário, como trem, metrô e VLT são reportadas no escopo 2, quando tem sua origem no consumo de energia elétrica do SIN, ou no escopo 1, quando originadas pelo consumo de combustíveis em trens de carga, sendo neste caso calculadas a partir de dados de venda dos mesmos. As emissões de perdas na transmissão e distribuição da eletricidade consumida para o setor são reportadas no escopo 3.

O transporte aquaviário na cidade do Rio de Janeiro inclui o movimento de navios, balsas e outras embarcações que são abastecidas na cidade. As emissões do transporte aquaviário dentro do país foram registradas como escopo 1, enquanto as provenientes de viagens internacionais foram classificadas como escopo 3.

As emissões do setor de aviação estão reportadas no escopo 3 e consideram os aviões e helicópteros que são abastecidos na cidade, considerando a disponibilidade de dados para cálculo e alocação destas fontes.

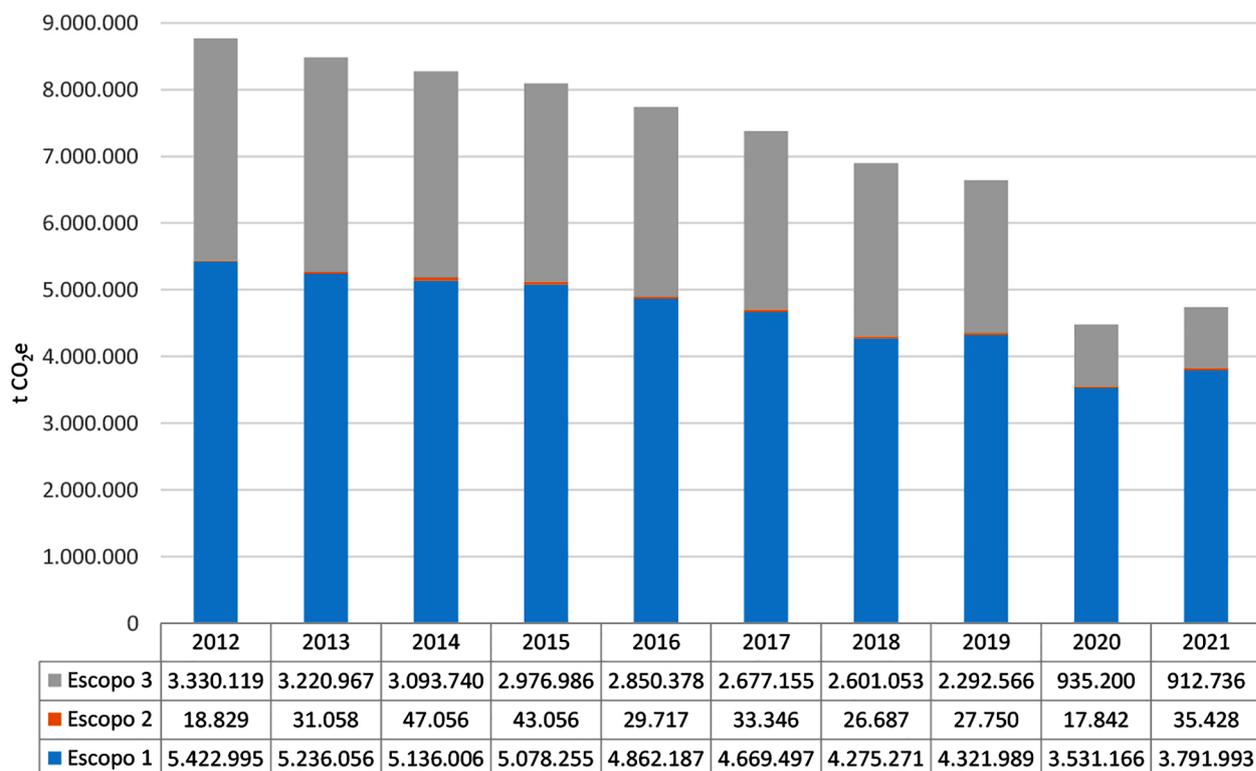


Figura 11. Emissões de Transportes (t CO₂e), por escopo e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria).

5.4 Resultados do Setor de Resíduos

Os resultados do Setor de Resíduos compreendem as emissões provenientes do tratamento e/ou disposição de resíduos sólidos e efluentes. As emissões de GEE geradas pelos resíduos sólidos dependem do tratamento ao qual são submetidos. Basicamente, estes resíduos podem ser dispostos em aterros, incinerados, queimados a céu aberto, reciclados ou compostados.

No Rio de Janeiro, a disposição em aterro é a principal destinação para os resíduos sólidos gerados na cidade e a principal fonte emissora do setor. O gás liberado proveniente, principalmente, da disposição final da fração orgânica de resíduos sólidos em aterros sanitários é a principal fonte das emissões de metano.

Ao longo da série histórica, as emissões da disposição de resíduos em aterro estão em queda. Um fator que contribuiu para isso foi a substituição do Aterro de Gramacho pelo Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Seropédica como principal destino dos resíduos da cidade. Embora ambos contem com sistemas de captura e aproveitamento de biogás, o CTR de Seropédica já foi planejado com esse sistema e, portanto, tem uma capacidade de captura mais eficiente que o de Gramacho.

As emissões originárias dos efluentes também dependem do tratamento ou disposição a que são submetidos. Parte do esgoto coletado na Cidade passa por tratamento biológico nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) das concessionárias que operam no território. Parte é tratada *in situ* em pequenas estações por condomínios, grandes comércios e indústrias, geralmente por tratamento anaeróbio. Parte é lançado ao mar através dos emissários de Ipanema e da Barra da Tijuca, sendo precedido de tratamento preliminar e primário, respectivamente. Ocorrem, ainda, lançamentos irregulares diretos em corpos d'água, e uso de fossas sépticas.

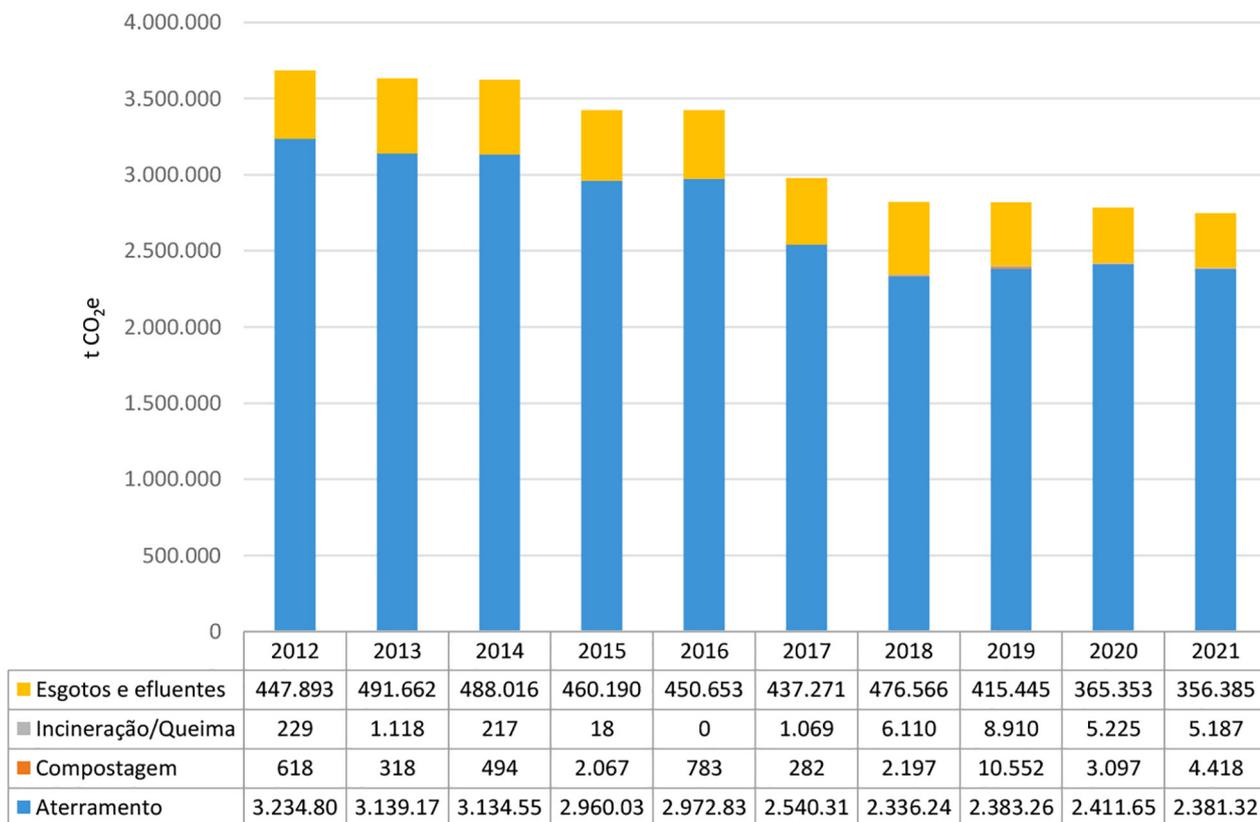


Figura 12. Emissões de Transportes (t CO₂e), por escopo e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria).

As emissões de responsabilidade da Cidade oriundas de locais de disposição ou tratamento de resíduos sólidos localizados em outros municípios são reportadas como escopo 3. As demais fontes são reportadas no escopo 1.

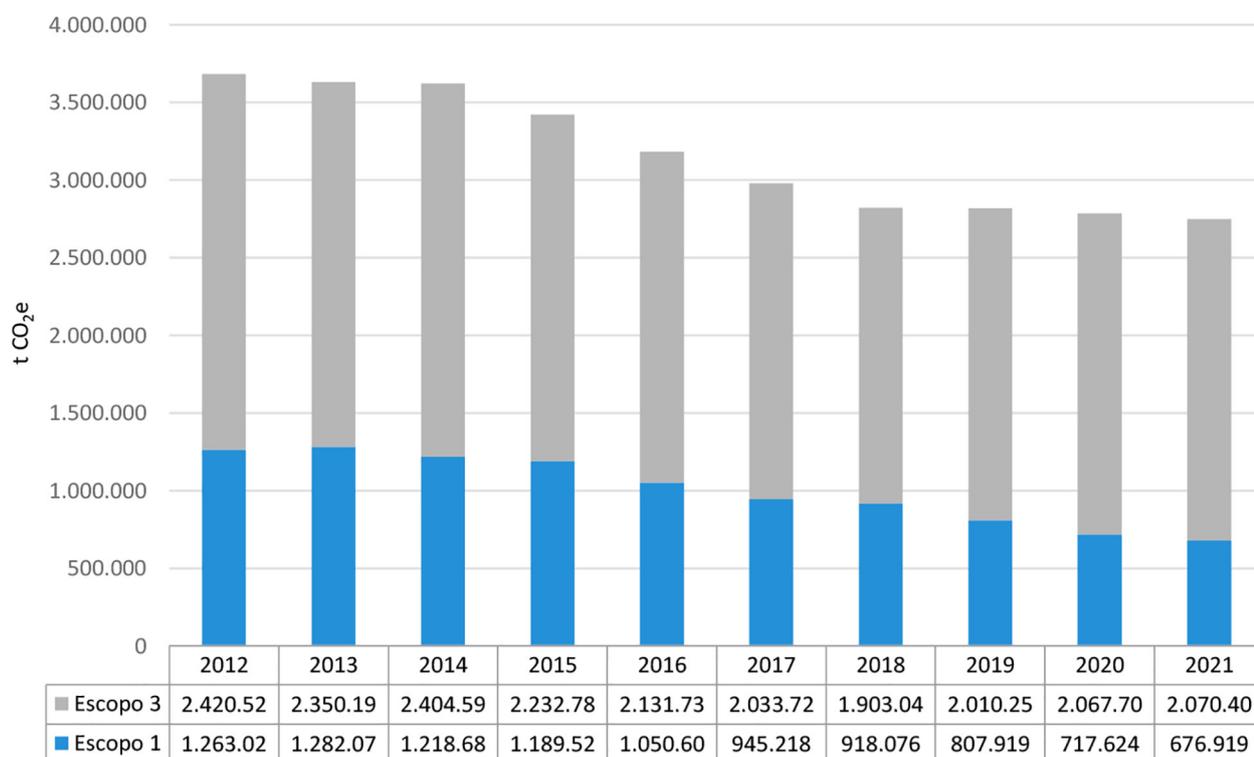


Figura 13. Emissões do setor de resíduos (t CO₂e), por escopo e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria).

A captura de biogás nos aterros é uma importante ação de mitigação de emissões adotada pela Cidade. De modo a demonstrar o quão importante é essa iniciativa, na Figura 14, pode-se ver três trajetórias ao longo do período considerado: 1. a quantidade estimada de metano gerado; 2. a quantidade estimada de metano emitido e; 3. a quantidade de metano capturado. Ao visualizar as trajetórias, é possível notar que a captura de biogás nos aterros leva a uma redução geral das emissões de GEE na atividade de aterramento de resíduos sólidos.

O biogás capturado pode ser apenas queimado em *flare*, transformando o metano em outros gases de menor potencial de aquecimento global, ou pode ser tratado e aproveitado como insumo energético.

No aterro de Gramacho, o biogás capturado foi aproveitado por uma refinaria próxima durante alguns anos. No CTR Seropédica, o biogás capturado era queimado, e a partir de 2019 uma parte passou a ser utilizada em substituição ao gás natural por indústrias, e, em 2021, parte do biogás capturado também passou a ser empregado na geração de eletricidade, a ser usada no próprio CTR e disponibilizada, quando em excesso, ao SIN. Nestes casos, a captura de biogás exerce dupla função de mitigação ao evitar emissões de metano no aterro e ao evitar consumo de gás natural na indústria e de eletricidade no CTR.

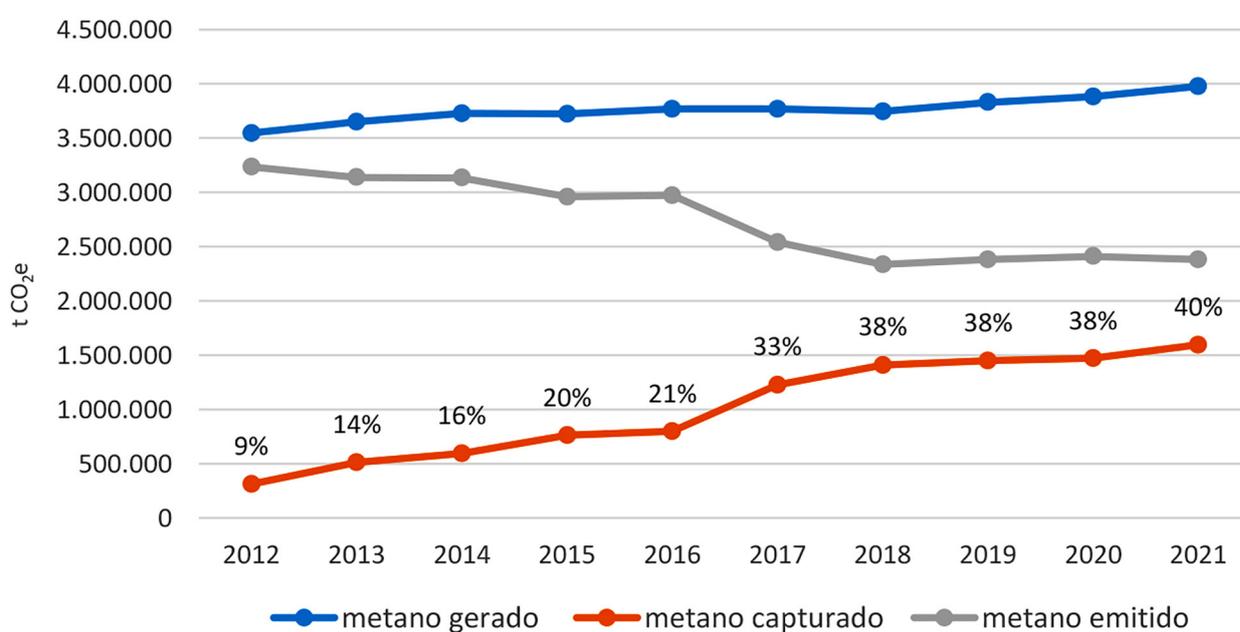


Figura 14. Comparação entre as emissões (t CO₂e) de metano geradas, capturadas e emitidas a partir do aterramento de resíduos sólidos originários da cidade do Rio de Janeiro. Os percentuais de emissões capturadas são relativos ao total de emissões geradas. (Fonte: elaboração própria).

5.5 Resultados do Setor de IPPU

No Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) são contabilizadas as emissões geradas por processos industriais que se utilizam de derivados de petróleo como matéria prima na fabricação de produtos ou que por si mesmos emitem GEE, como o que ocorrem na produção de amônia, cimento, vidro, etc. Neste setor, também são considerados as emissões do uso não energético de produtos, como lubrificantes, graxas e parafinas, ou ainda, do gás óxido nitroso (N₂O) na indústria e em hospitais.

É importante esclarecer que as emissões da indústria ocorrem tanto no consumo e geração de energia, calor e trabalho, quanto nos processos produtivos em si, porém as primeiras são computadas no setor de

Energia Estacionária. Portanto, embora a cidade tenha uma atividade industrial relevante, são poucas as unidades com emissões de GEE originárias dos seus processos industriais específicos, sendo estas basicamente as siderúrgicas e as de produção de vidro.

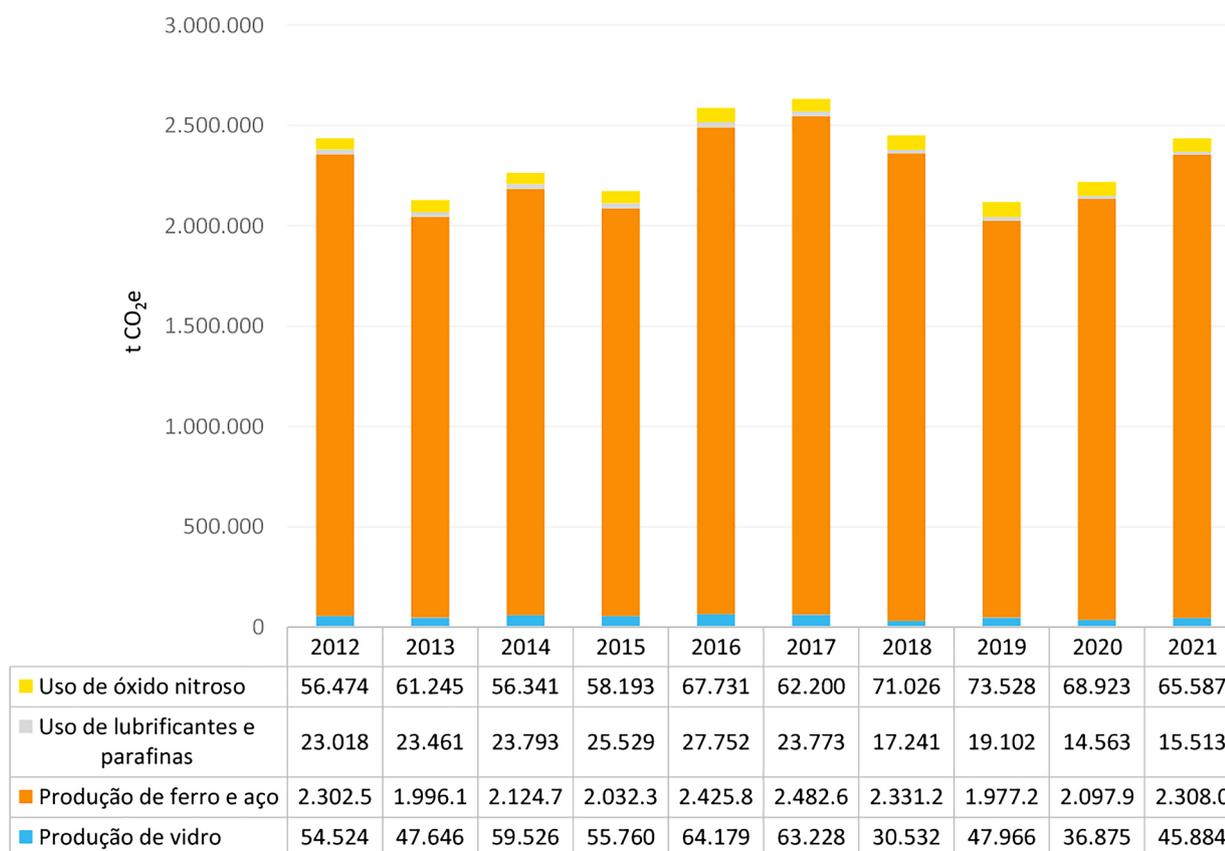


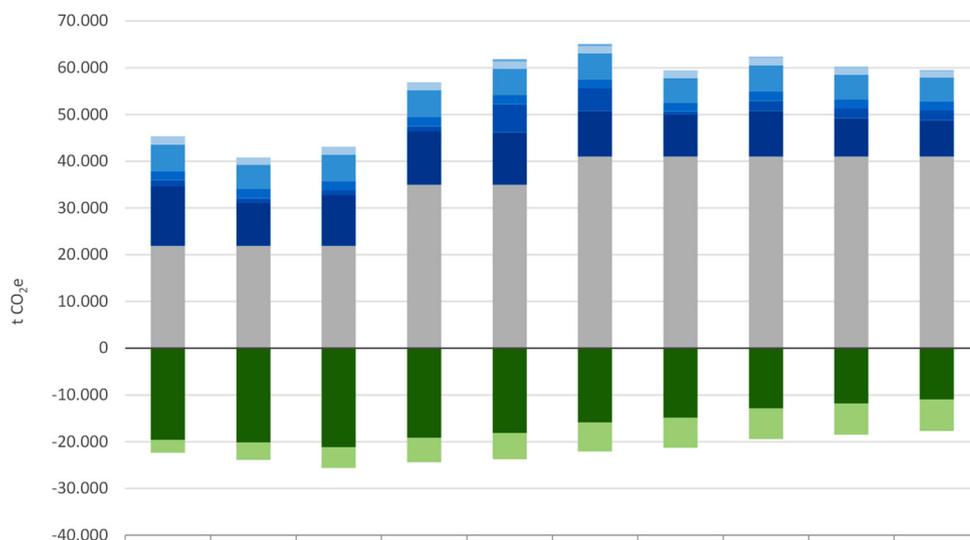
Figura 15. Emissões do setor de IPPU (t CO₂e), por subsetor e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria).

Os processos siderúrgicos, de produção de ferro e aço, são muito emissores de GEE e, associados à relevância das unidades industriais presentes na cidade, levam a um grande destaque desta atividade emissora em relação às outras do setor. Todas as emissões deste setor são reportadas no escopo 1.

5.6 Resultados do Setor de AFOLU

Em Agropecuária, Florestas e Uso do Solo (AFOLU) são contabilizadas as emissões ocorridas por mudanças no uso do solo, incluindo a perda e ganho de cobertura vegetal, ocorrida por desmatamento, reflorestamento ou regeneração natural. Atividades emissoras ligadas à agricultura e pecuária são também consideradas. Todas as emissões deste setor são reportadas no escopo 1.

Nesta categoria aparecem subsectores com remoção de CO₂ (valores negativos na Figura 16), que correspondem ao plantio de árvores, seja no reflorestamento ou na arborização urbana. Essas ações compensaram as emissões da mudança do uso do solo nos anos de 2012, 2013 e 2014. As emissões da mudança de uso do solo são calculadas a partir do mapeamento de cobertura vegetal produzidos pela SMAC. Como o mapeamento é feito periodicamente, os anos do intervalo entre um mapeamento e outro possuem a mesma emissão, que é obtida pela divisão da variação observada entre os anos de análise e o número de anos do período analisado. Como o último mapeamento foi feito em 2018, os anos posteriores repetem a mesma emissão do último ano até que se seja efetuado novo mapeamento e comparado com o anterior.



	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
■ Emissões indiretas de N2O do manejo de dejetos	134	104	67	72	498	393	38	173	169	173
■ Emissões indiretas de N2O do manejo de solos	1.562	1.387	1.603	1.622	1.579	1.578	1.497	1.608	1.497	1.434
■ Emissões diretas de N2O do manejo de solos	5.858	5.253	5.738	5.799	5.619	5.593	5.360	5.654	5.357	5.181
■ Aplicação de ureia	22	23	23	23	22	22	22	23	22	21
■ Calagem	1.786	1.931	1.923	1.918	1.875	1.924	1.802	1.955	1.868	1.837
■ Arborização urbana	-2.707	-3.732	-4.480	-5.214	-5.674	-6.211	-6.401	-6.575	-6.690	-6.770
■ Reflorestamento	-19.668	-20.137	-21.150	-19.163	-18.118	-15.891	-14.921	-12.885	-11.807	-10.959
■ Manejo de dejetos	1.313	1.083	993	1.055	6.052	4.777	543	2.155	2.078	2.118
■ Fermentação entérica	12.726	9.093	10.826	11.425	11.195	9.766	9.069	9.747	8.186	7.719
■ Mudança de uso do solo	21.913	21.913	21.913	34.995	34.995	41.016	41.016	41.016	41.016	41.016

Figura 16. Emissões do setor de AFOLU (t CO₂e), por subsetor e ano – 2012 a 2021. (Fonte: elaboração própria)

ANÁLISE COM FATOR DE EMISSÃO DA ELETRICIDADE CONSTANTE

Para garantir a consistência ao longo da série histórica, é boa prática que se use nos cálculos o mesmo método, os mesmos fatores de conversão, de emissão, e uma série de dados consistente ao longo de todos os anos. No entanto, ao contrário dos outros fatores usados, o fator de emissão (FE) da eletricidade proveniente do SIN é um fator variável, pois reflete as mudanças na composição da matriz elétrica do sistema em um determinado período. Assim, por exemplo, nos anos em que foi necessário maior uso de usinas termelétricas, o FE médio do SIN foi maior; nos anos em que foi necessário menos acionamento destas usinas, o FE foi menor.

Portanto, ao longo da série histórica de inventários, os valores do fator anual adotado variaram, influenciando a análise sobre o comportamento das emissões. As emissões foram, então, recalculadas usando como FE do SIN um valor único hipotético para todos os anos - uma média aritmética simples entre os valores do período. Desta forma, elimina-se esta variável cuja influência é significativa, conforme mostra a Figura 17.

Sem essa variável, percebe-se com mais clareza uma trajetória de queda das emissões entre 2012 e 2019, com uma queda bastante significativa em 2020 e um aumento um pouco menos acentuado que na linha das emissões reais (Figura 18). Com o FE do SIN constante, o pico de emissões em 2014 deixaria de existir e o aumento de 2021 seria menor.

A COMPOSIÇÃO DA MATRIZ ELÉTRICA E AS EMISSÕES DE GEE

O município do Rio de Janeiro, assim como a maioria dos municípios brasileiros, é abastecido a partir de uma enorme rede nacional de energia elétrica, o Sistema Interligado Nacional (SIN). Para garantir a quantidade de eletricidade suficiente para suprir a demanda, várias fontes diferentes geram energia elétrica para abastecer essa rede: algumas consideradas como não emissoras ou de baixa emissão

de GEE na etapa de geração, como as usinas hidrelétricas, fotovoltaicas e eólicas, e outras mais emissoras durante o processo de geração, como as usinas termelétricas que se utilizam de combustíveis fósseis.

O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) divulga fatores de emissão (FE) mensais e anuais para aplicação em inventários, que são calculados considerando-se as estimativas de emissões de GEE das fontes geradoras da eletricidade acionadas no período analisado. Os FE podem ser acessados a partir do site do ministério: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>.

Como a maior parte da matriz elétrica do Brasil é composta por fontes de emissão de GEE baixa ou nula, a eletricidade do SIN é considerada uma eletricidade limpa quando comparada com redes de outras regiões e países do mundo. No entanto, a grande participação de usinas hidrelétricas deixa o sistema muito dependente de fatores climáticos. Assim, em anos de pouca chuva nas regiões dos reservatórios, mais usinas térmicas alimentadas a combustíveis fósseis precisam ser acionadas para compor a matriz elétrica e, portanto, mais altos são os fatores de emissão do SIN nestes anos. Como exemplo, na Figura 18 é possível comparar a matriz do SIN em 2020, quando o FE foi igual 0,0617 t CO₂/MWh, com a matriz em 2021, quando houve uma grande seca em parte do país e o FE foi quase o dobro de 2020: 0,1264 t CO₂/MWh.

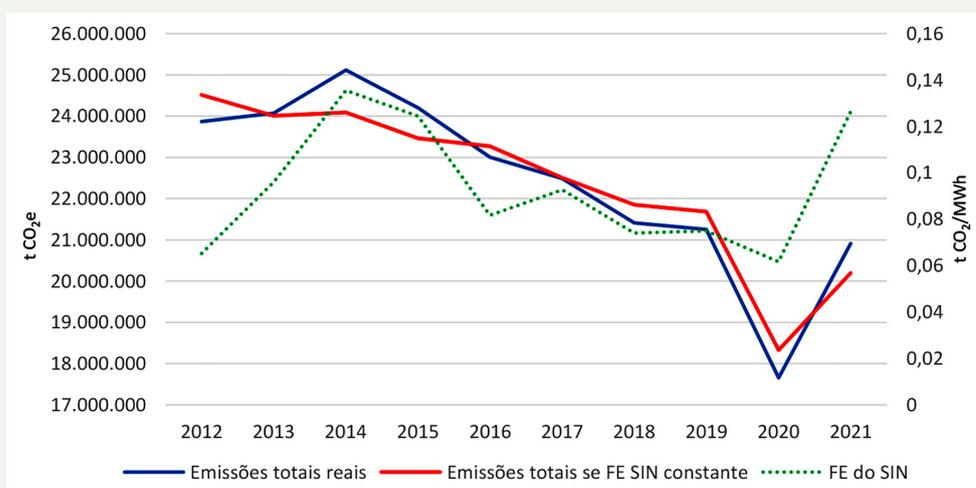


Figura 17. Análise do comportamento das emissões de GEE (t CO₂e) da Cidade do Rio de Janeiro em função do valor do Fator de Emissão da eletricidade. (Fonte: elaboração própria).

Matriz Elétrica do SIN

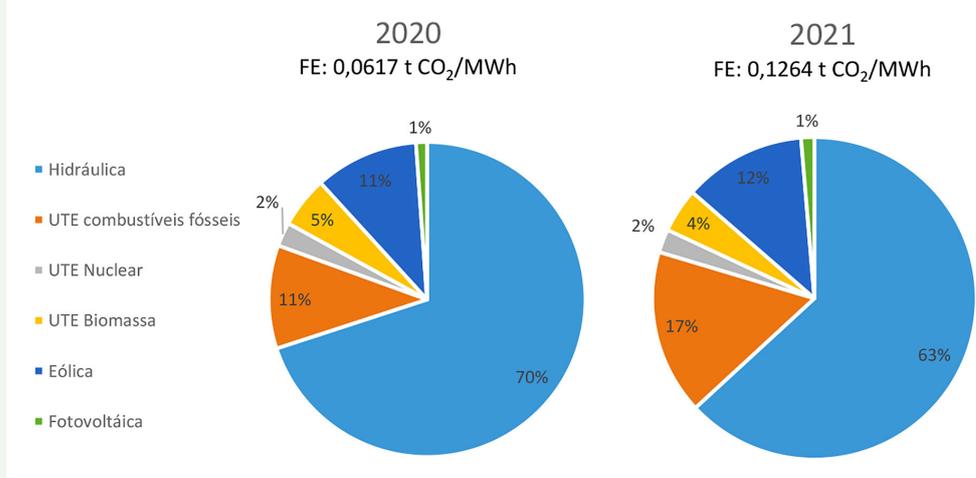


Figura 18. Comparação da matriz de fontes de energia elétrica que compuseram a rede do Sistema Interligado Nacional nos anos de 2020 e 2021 (Fonte: Elaboração própria a partir de dados dos boletins mensais de monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro de janeiro de 2021 e janeiro de 2022 (MME, 2023).

O impacto das variações climáticas na geração da eletricidade vem sendo um grande fator de preocupação nacional, ao mostrar a dependência das cidades brasileiras de um elemento que está além do seu controle, reforçando a importância de ações voltadas à geração distribuída de energia limpa e eficiência energética.

6. Ações de mitigação adotadas pela Cidade

O compromisso com o planejamento climático municipal e a redução das emissões de gases de efeito estufa constituem medidas estratégicas no contexto do enfrentamento das mudanças climáticas, cujas metas foram estabelecidas pelo Decreto Rio nº 31.414, de 30 de novembro de 2009, consolidadas pela Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável, estabelecida pela Lei Municipal nº 5.248 de 27 de janeiro de 2011, e atualizadas para o médio (até 2030) e longo prazo (até 2050), por meio do Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro - PDS. Este compromisso ativo na gestão climática local alcançou um marco de notável importância com o reconhecimento do Rio de Janeiro como a primeira cidade do mundo a cumprir integralmente o Pacto dos Prefeitos, pouco antes da COP21 - Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2015, em Paris.

O Pacto dos Prefeitos é uma aliança internacional de líderes de cidades dedicada a reduzir emissões de gases de efeito estufa e ao fortalecimento da resiliência das comunidades urbanas diante dos desafios climáticos.

Os compromissos assumidos no âmbito do Pacto dos Prefeitos guardam consonância com as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) pactuadas pelos estados-nação, sendo aplicados e adaptados ao contexto municipal. Ao formalizar o compromisso com o Pacto, as cidades participantes assumiram a responsabilidade de cumprir uma série de requisitos em um período de até três anos, culminando na elaboração e implementação de um plano de ação climática. O reconhecimento e avanço eram atestados à medida que cada fase era integralmente cumprida, reforçando, assim, o comprometimento das cidades com a sustentabilidade ambiental e a resoluta atuação contra as adversidades impostas pelas mudanças climáticas.

O governo municipal se comprometeu a aprimorar suas ações climáticas. São diversas as ações de mitigação envidadas pela Prefeitura para alcançar suas metas de médio (até 2030) e longo prazo (até 2050). Destacam-se a seguir algumas ações setoriais de mitigação (Tabela 6).



COMPROMISSO

Firmar compromisso perante à sociedade e às organizações internacionais de cidades pelo clima.



INVENTARIO

Publicar um inventário de emissões à escala de cidades usando o padrão GPC.



METAS

Definir metas e monitorá-las.



PLANO

Estabelecer um plano de ação que direcione à cidade a cumprir suas metas climáticas.

Tabela 6. Quatro exemplos de ações de mitigação adotadas pela Cidade

NOME DO PROJETO	BREVE DESCRIÇÃO	BENEFÍCIOS ESTIMADOS
Projeto de Eficiência Energética do CASS - Centro Administrativo São Sebastião.	O Projeto de Eficiência Energética do CASS incluiu a troca de todas as lâmpadas fluorescentes por outras novas de tecnologia LED: 22.189 pontos de iluminação nos blocos I e II do complexo; a implantação de um sistema de automação na central de água gelada para operacionalizar todos os chillers do sistema de ar condicionado; a substituição da centrífuga operante por outra mais eficiente; e a instalação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica composto por 225 módulos na cobertura do Bloco I.	<ul style="list-style-type: none"> • Economia de 2.715.342 kWh/ano e 260 t CO₂ de emissões evitadas anualmente. • Economia anual de R\$ 2,2 milhões no consumo de energia*.
Rio de Energia Verde - Aquisição de Energia Limpa e Renovável no Mercado Livre de Energia.	Adoção de fontes limpas e renováveis para o abastecimento de energia de equipamentos municipais, com a utilização de recursos adquiridos no Ambiente de Contratação Livre (ACL), sem intermediação de concessionária, pelo período de 60 meses. A energia é usada no abastecimento do Centro Administrativo São Sebastião.	<ul style="list-style-type: none"> • Economia de R\$ 4,5 milhões no consumo de energia**; • Estimativa de 40 mil t CO₂ de emissões evitadas anualmente.
Frota elétrica da Companhia Municipal de Limpeza Urbana - COMLURB.	Utilização de 15 caminhões compactadores 100% elétricos na frota de coleta RSU, com capacidade de armazenamento de 15 m ³ , e 2 veículos furgão de 3 m ³ para coleta de resíduos hospitalares.	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativa de 698 t CO₂e de emissões evitadas anualmente***; • Ausência ruído no deslocamento; • Emissões evitadas de poluentes atmosféricos
Unidade Piloto de Bio-metanização de resíduos sólidos urbanos (RSU) da Companhia Municipal de Limpeza Urbana - COMLURB.	Transforma matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) em biogás, que pode ser utilizado para a geração de eletricidade ou como biocombustível, não poluente.	<ul style="list-style-type: none"> • Evita o aterramento de 250 t de resíduos orgânicos e de poda por mês e consequente emissão anual de cerca de 3.500 t CO₂e que ocorreria caso esses resíduos fossem aterrados; • Biogás produzido é utilizado para gerar a eletricidade que alimenta a própria planta, evitando consumo de eletricidade da rede da distribuidora local e consequente emissão anual de 3 a 9,5 t CO₂e, a depender do fator de emissão da rede; • Composto orgânico gerado ao final do processo é utilizado por programas da própria Prefeitura de hortas urbanas, recuperação de solos, reflorestamento e manutenção de praças e jardins. • Estimativa de 19 t CO₂e de emissões evitadas por ano em viagens não efetuadas para transporte de resíduos ao CTR***.

*https://www.linkedin.com/pulse/cass-centro-administrativo-s%C3%A3o-sebasti%C3%A3o-prefeitura-rj?utm_source=share&utm_medium=member_ios&utm_campaign=share_via

**<https://prefeitura.rio/fazenda/rio-e-a-primeira-cidade-da-america-latina-a-utilizar-energia-renovavel-para-abastecer-orgaos-publicos/>

*** Emissões evitadas estimadas pelos autores.

7. Considerações Finais

As emissões da Cidade apresentam uma trajetória de queda desde 2014, quando ações de mitigação adotadas por e na cidade somaram-se a um período de redução da atividade econômica, que se agravou com a pandemia do Covid-19.

Optou-se por retirar desta atualização do relatório a análise anual de emissões per capita para toda a série histórica, pois os resultados do Censo Demográfico 2022 mostram que a esperada tendência de crescimento da população do município do Rio não se confirmou, tendo o seu número de habitantes reduzido em comparação ao último Censo, de 2010. Assim, as estimativas de população disponíveis para os anos de 2012 a 2021 ficaram defasadas. No entanto, dada a importância deste indicador enquanto elemento de comparação com outras cidades, a emissão per capita para 2021 foi calculada usando a população do Censo de 2022 (Tabela 7).

Tabela 7. Emissões de GEE per capita (t CO₂e/hab) do Rio de Janeiro e outras cidades

CIDADE	EMISSIONES PER CAPITA (TCO ₂ E/HAB)	ANO REFERÊNCIA
Rio de Janeiro (Basic+)	3,4	2021*
Amsterdã (Basic+)	4,6	2020
Atenas (Basic+)	3,5	2020
Bangkok (Basic)	7,6	2020
Barcelona (Basic)	1,4	2020
Buenos Aires (Basic+)	3,5	2020
Estocolmo (Basic+)	1,3	2020
Istambul (Basic)	3,2	2021
Kuala Lumpur (Basic)	7,0	2020
Medellín (Basic+)	1,3	2020
Milão (Basic+)	3,1	2020
Lisboa (Basic+)	3,3	2020
Los Angeles (Basic+)	10,3	2020
Nova York (Basic)	5,5	2020
Paris (Basic+)	2,8	2020
Tshwane (Basic+)	5,7	2020
Vancouver (Basic)	3,7	2020

*População de 2022 (IBGE, 2023).

Fonte: Elaboração própria com informações do C40 Knowledge Hub.

O monitoramento das emissões é fundamental para o cumprimento das metas de redução de emissões de GEE estabelecidas no Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática e no Plano Estratégico 2021-2024, permitindo à cidade identificar as principais fontes, maximizar os esforços de mitigação e subsidiar a atualização de cenários de emissões.

8. REFERÊNCIAS

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Diretoria de Pesquisas DPE. Coordenação Técnica do Censo Demográfico. *Primeiros Resultados de População do Censo Demográfico 2022*. IBGE, 2023. Disponível em <https://censo2022.ibge.gov.br/etapas/divulgacao-dos-resultados.html>

C40 Cities. *City Inventory Reporting and Information System (CIRIS) – version 2.5*. Disponível em <https://resourcecentre.c40.org/resources/reporting-ghg-emissions-inventories>.

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. Disponível em <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

IPCC 2019, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland. Disponível em <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Relatórios de Referência. Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2020. Disponíveis em <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>.

Ministério de Minas e Energia (MME). Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro – Janeiro/2020, 2021. Disponível em <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/publicacoes/boletim-de-monitoramento-do-sistema-eletrico>, acesso em setembro de 2023.

Ministério de Minas e Energia (MME). Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro – Janeiro/2021, 2022. Disponível em <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/publicacoes/boletim-de-monitoramento-do-sistema-eletrico>, acesso em setembro de 2023.

WRI, C40 and ICLEI, 2014. *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: An Accounting and Reporting Standard for Cities*. Disponível em <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>.



INSTITUTO
PEREIRA
PASSOS

