

1º INVENTÁRIO COMPACTO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PINDAMONHANGABA



2024

EXPEDIENTE

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Maria Eduarda San Martin

Secretária Municipal de Meio Ambiente

Ione Almeida Barbosa

Diretora de Programas e Projetos Ambientais e Sustentáveis

Ana Letícia da Silva

Gestora de Projetos

Jonas Caçador Cavalca de Barros

Analista Ambiental

ICLEI América do Sul

Rodrigo Perpétuo

Secretário Executivo

Rodrigo Corradi

Diretor do ICLEI Brasil

Gil Scatena

Gerente Técnico Regional

Iris Coluna

Assessora de Medição, Reporte e Verificação

Tiago Mello

Assistente de Medição, Reporte e Verificação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. REFERENCIAL METODOLÓGICO	5
2.1. POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL	10
2.2. PERÍODO DE ANÁLISE	11
2.3. MÉTODO DE CÁLCULO SIMPLIFICADO	12
3. CARACTERIZAÇÃO DE PINDAMONHANGABA	13
4. RESULTADOS DO INVENTÁRIO	15
4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DO SEEG	15
4.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS VIA GPC	16
4.2.1. Resultados setoriais	18
4.2.1.1. Energia Estacionária	18
4.2.1.2. Transportes	19
4.2.1.3. Resíduos	21
4.2.1.4. IPPU	22
4.2.1.5. AFOLU	23
5. CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS	24
6. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A medição e gestão das emissões de GEE, visando compreender o contexto local para tomar decisões assertivas e baseadas em evidências, são partes fundamentais na implementação da agenda climática. Dentro do escopo da Conformidade Climática trilhada por Pindamonhangaba, o presente inventário compõem a primeira etapa de desenvolvimento dos diagnósticos ambientais. Em conjunto com as etapas seguintes de Diagnóstico de Serviços Ecossistêmicos e da Análise de Risco e Vulnerabilidades Climáticas, o inventário contribui no oferecimento de informações e análises territorializadas que darão base para o município desenvolver um Plano de Ação contextualizado de enfrentamento e resposta às mudanças climáticas locais. A figura 1 apresenta o caminho da Conformidade Climática para Pindamonhangaba e a posição do Inventário de Emissões nesse caminho.

Figura 1: Caminhos da Conformidade Climática



Fonte: Elaboração Própria, 2024.

Nas cidades, as informações sobre as emissões são obtidas por meio de inventários. O inventário de emissões de gases de efeito estufa (IEGEE), trata-se de um instrumento que visa quantificar e monitorar as emissões de uma instituição ou comunidade. Ao definir sua abrangência, identificar as fontes e sumidouros de GEE e contabilizar suas emissões ou remoções, os inventários permitem compreender o perfil das emissões resultantes das atividades dos diversos setores.

A nível local, os inventários podem ser elaborados segundo metodologias próprias para cidades ou a partir de dados em um nível mais amplo de abrangência, a depender de cada contexto. Para modelos mais focados na realidade local, os inventários podem ser desenvolvidos a partir do Protocolo Global para IEGEE na Escala da Comunidade (GPC). Com este modelo, pode-se delimitar o escopo do projeto, identificar as atividades fontes de GEE e possíveis sumidouros, e contabilizar as emissões ou remoções. Para a captura mais ampliada de informação, com menos detalhe, mas com a acurácia e confiabilidade técnico-científicas, pode-se utilizar os dados da plataforma SEEG Municípios.

A presente iniciativa, que concatena resultados obtidos a partir da aplicação de ambas as metodologias, sendo uma ação da Prefeitura de Pindamonhangaba desenvolvida com o acompanhamento técnico do ICLEI América do Sul. Este relatório apresenta a descrição metodológica de ambas as estratégias adotadas, bem como os resultados e discussões respectivas. Sua estrutura está listada abaixo:

- **Capítulo 1 – Introdução:** contextualiza o IEGEE de Pindamonhangaba e apresenta a estrutura deste relatório técnico;
- **Capítulo 2 – Metodologia:** define a abrangência do IEGEE, descreve os princípios de contabilização de sua elaboração, e apresenta os métodos de cálculos e de obtenção de resultados;
- **Capítulo 3 – Visão geral dos resultados:** apresenta os resultados gerais do IEGEE **dentro** das perspectivas SEEG Municípios e GPC;
- **Capítulo 4 – Avaliação dos Resultados por setor:** apresenta os resultados do IEGEE para cada setor e subsetor de atividade de acordo com o GPC;
- **Capítulo 5 - Conclusões e Próximos Passos:** sintetiza os resultados e discussões deste IEGEE e apresenta possíveis ações a serem desenvolvidas dentro da perspectiva da mitigação.

2. REFERENCIAL METODOLÓGICO

A elaboração do inventário de GEE faz uso de metodologias reconhecidas internacionalmente que tem como objetivo dar robustez e clareza ao processo, permitindo a maior agregação e confiabilidade de dados, pré-estabelecendo requisitos e provendo orientações para os cálculos e reportes de resultados.

Na abordagem compacta da elaboração de inventário de emissões apresentada pelo ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, realizou-se uma análise de informações obtidas a partir de fontes abertas com o objetivo de caracterizar o perfil da cidade. Entende-se que essa abordagem pode incorporar erros e por vezes apresentar uma visão não tão precisa do contexto local, no entanto é considerada uma referência para a implementação da agenda climática, sobretudo fora do contexto de capitais.

Para a cidade de Pindamonhangaba foram utilizadas duas referências principais, trabalhadas conjuntamente, que serão detalhadas a seguir:

A. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)

O SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa) é uma iniciativa do Observatório do Clima, em parceria com as instituições Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLORA), Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) e ICLEI.

O Sistema compreende a produção de estimativas anuais das emissões e remoções de gases de GEE com base nas metodologias adotadas nos Inventários Brasileiros de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE, que atualmente está na sua quarta versão, que por sua vez se baseia nas diretrizes do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

Além disso, o sistema também apresenta documentos analíticos sobre a evolução das emissões e uma plataforma online para disponibilização dos conteúdos produzidos, de forma interativa e gratuita.

Em 2021, a partir da compreensão do impacto da ação local no enfrentamento à mudança do clima, o SEEG Municípios¹ foi lançado, com objetivo de preencher a lacuna de dados nas estimativas de emissões de GEE de governos subnacionais, disponibilizando informações para os 5.570 municípios brasileiros. No SEEG, os resultados são desagregados em cinco setores que são fontes de emissões, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Setores e descrições segundo a metodologia SEEG.

Setor	Descrição
Energia	Neste setor estão incluídas emissões antrópicas devido à produção, transformação, distribuição e consumo de diferentes formas de energia. Incluem-se também emissões fugitivas, ou seja, aquelas que ocorrem a partir da emissão não intencional ou acidental de GEE durante os processos de extração, processamento, transformação e distribuição de combustíveis fósseis.
Resíduos	Neste setor estão incluídas as emissões relacionadas exclusivamente com o tratamento de resíduos sólidos e de efluentes líquidos. São estimadas as emissões de GEE oriundas de degradação da matéria orgânica e outros compostos nas diferentes rotas de tratamento aplicadas na gestão de resíduos. Vale destacar que emissões relacionadas ao manejo de dejetos animais e a queima a céu aberto de resíduos da agricultura são contabilizados no setor de AFOLU.
Processos industriais e uso de produtos (IPPU)	Emissões relacionadas com a transformação física ou química da matéria em processo industriais e uso de produtos. As principais fontes de emissão são relacionadas a produção industrial de ferro e aço, cimento e de produtos químicos. Ademais, estima-se também as emissões de GEE pelo uso HFCs em refrigeradores, espumas, geladeiras e outros tipos de produtos.

¹ Plataforma SEEG Municípios <<https://plataforma.seeg.eco.br/territorio/sp-pindamonhangaba>>

Agropecuária	Neste setor são contemplados os fluxos de GEE oriundos de atividades de agropecuária como a criação de rebanhos, pela fermentação entérica e o manejo de dejetos. Além disso, também são estimadas emissões de variedade de processos do ecossistema, como a fotossíntese, respiração, decomposição, nitrificação/desnitrificação, queima de resíduos agrícolas, etc.
Mudança do uso da terra (MUT)	Neste setor são consideradas as informações relacionadas ao uso e à cobertura da terra e estimadas as emissões relacionadas à transição de usos (e.g., floresta que passa a ser pasto ou urbanização) e remoções relacionadas à manutenção de tipologias naturais (i.e., remoções por áreas protegidas) ou relativas a processos de regeneração de vegetação secundária.

Fonte: ICLEI com base no SEEG, 2024.

B. Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade (GPC).

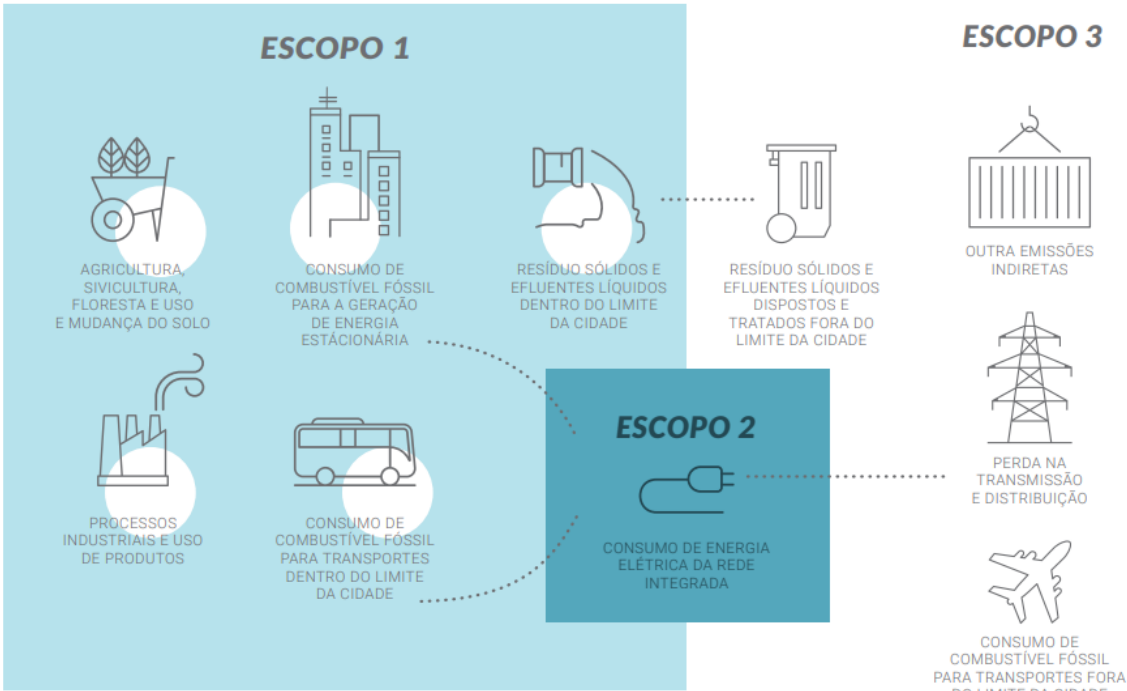
O GPC é uma metodologia que foi desenvolvido com foco em governos locais, que permite análises comparativas entre IEGEE de diferentes cidades, ao estabelecer requisitos e prover orientações para os cálculos e o relato dos GEE.

A metodologia desagrega as emissões em setores e escopos para garantir que todas as atividades fontes de emissão sejam consideradas no processo de elaboração de inventários, bem como também sejam incorporadas emissões que não ocorrem diretamente na cidade, mas que possuem forte correlação com atividades locais.

Os escopos descrevem se as emissões são diretas ou indiretas e são definidos como de escopo 1, 2 ou 3 com base na localização geográfica das atividades fontes de emissão, conforme apresentado na Figura 1 e detalhados a seguir. Onde as emissões de escopo 1 são oriundas de atividades que ocorrem dentro dos limites do inventário, as de escopo 2 são emissões relacionadas com o consumo de energia elétrica da rede nacional e as emissões de escopo 3 são relativas à atividades que ocorrem fora da

cidade, mas que são resultados de atividades que ocorrem dentro do limite do inventário.

Figura 1: Delimitação dos Escopos considerados na metodologia GPC.



Fonte: ICLEI com base no GPC, 2024.

Além da desagregação em escopos, outro aspecto importante do GPC, onde a alocação das emissões em setores e subsetores, com o objetivo de permitir que todas as atividades sejam identificadas e, assim, evitar que os dados sejam subestimados ou superestimados. A Tabela 2 indica os setores e respectivas descrições do método.

Tabela 2: Setores e descrições segundo a metodologia GPC.

Setor	Descrição
Energia estacionária	Emissões relacionadas com a produção ou consumo de combustíveis fósseis e energia elétrica nos diferentes tipos de edifícios. As atividades fontes de emissão são desagregadas nos subsetores edifícios residenciais; edifícios comerciais e institucionais; indústrias de manufatura e de construção; indústria de energia; agricultura, silvicultura e pesca; fontes não especificadas; emissões fugitivas de

	mineração, processamento, estoque e transporte de carvão; e emissões fugitivas de óleo e gás natural.
Transportes	Emissões de GEE oriundas do consumo de combustíveis e de energia elétrica em fontes móveis. No GPC, as atividades fontes são desagregadas nos seguintes subsetores: rodoviário, ferroviário, hidroviário, aéreo e <i>off-road</i> .
Resíduos	Emissões de GEE relacionadas com o tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos, ou seja, a partir da degradação da matéria orgânica e outros componentes presentes nos resíduos. As atividades fontes estão incorporadas nos seguintes subsetores: disposição de resíduos sólidos, tratamento biológico, incineração e disposição e tratamento de efluentes líquidos.
Processos industriais e uso de produtos (IPPU)	Emissões decorrentes de processos industriais, associadas à transformação física ou química da matéria, bem como emissões provenientes do uso de GEE em produtos e de usos não energéticos de combustíveis fósseis. As fontes de emissão são desagregadas nos seguintes subsetores: processos industriais e uso de produtos
Agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU)	Emissões provenientes do uso e manejo do solo, os quais influenciam uma variedade de processos no ecossistema, como fotossíntese, respiração, decomposição, nitrificação/desnitrificação, fermentação entérica, combustão, entre outros. As fontes são segregadas em: rebanhos, uso da terra, emissões agregadas e outras emissões de não-CO ₂ .
Outras emissões indiretas	Emissões geradas por atividades que ocorrem fora da fronteira da cidade, mas que estão relacionadas a atividades dentro de seus limites e que não foram contempladas nos outros setores. Para as estimativas, são consideradas atividades que resultam em emissões indiretas, como, por exemplo, a taxa de desperdício de água residuária gerada no município, mas lançada além de seus limites, emissões provenientes do consumo de insumos para construção civil, entre outros. Como não é um setor obrigatório do GPC, o mesmo não é comumente utilizado em cidades.

Fonte: ICLEI com base no GPC, 2024.

C. Integração entre as duas metodologias

A proposta do ICLEI no processo de elaboração de inventários compactos é utilizar fontes de dados abertos para apoiar cidades nos diagnósticos locais e obter linhas de base consistentes no planejamento climático e na identificação de ações que apresentam maior potencial de abatimento para determinado território.

Nesse contexto, para o IEGEE de Pindamonhangaba se optou por refinar os dados apresentados pelo SEEG, no método alocação com base no inventário nacional, e consolidá-los no formato GPC. Para tanto, foram incluídas duas novas atividades de emissão, são elas: o consumo de gás natural e o consumo de energia elétrica. A primeira não é considerada na análise apresentada originalmente porque não é possível obter dados específicos sobre o consumo deste tipo de combustível para os municípios brasileiros. Já as emissões indiretas, como aquelas relacionadas com o consumo de energia elétrica, não são consideradas no método que utiliza como referência as diretrizes do IPCC.

Outro ajuste também realizado foi em relação ao setor de resíduos, visto que nos dados apresentados no SEEG se considerava que parte das emissões estavam associadas com a disposição final ambientalmente inadequada, em aterros controlados ou lixões. A equipe da cidade informou que tal prática não ocorre no município e que todos os resíduos coletados são dispostos de forma adequada em aterros sanitários.

Por fim, também foram realizados ajustes nos setores do SEEG, de modo que eles foram rearranjados para que fosse possível compreender as emissões de acordo com os cinco setores de GPC, bem como dentro de cada subsetor. Como exemplo, pode-se citar o setor de Energia que para o presente documento foi desagregado em Energia Estacionária e Transportes.

2.1. POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL

De acordo com as diretrizes do IPCC, o inventário deve contemplar os referidos GEE: dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), os gases fluorados (F-gases): hexafluoreto de enxofre (SF_6), hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorocarbonos (PFCs).

Cada GEE possui um Potencial de Aquecimento Global, ou GWP, na sigla em inglês, associado, que é a medida do quanto cada gás contribui para o aquecimento global. O GWP é um valor relativo que compara o potencial de aquecimento de uma determinada quantidade de gás com a mesma quantidade de CO₂ que, por padronização, tem GWP com valor igual a 1. O GWP é sempre expresso em termos de equivalência de CO₂ (CO₂e).

Para o Inventário Compacto de GEE do município de Pindamonhangaba, foram considerados os potenciais de aquecimento global do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (*Fifth Assessment Report* ou AR5). Os valores de GWP são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Potencial de Aquecimento Global (GWP) dos Gases de Efeito Estufa.

Gases de Efeito Estufa	GWP
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	28
Óxido Nitroso (N ₂ O)	265
Hexafluoreto de Enxofre (SF ₆)	23.500

Fonte: IPCC, 2013.

2.2. PERÍODO DE ANÁLISE

O presente Inventário teve como finalidade identificar e sistematizar informações sobre as emissões e remoções de GEE em Pindamonhangaba entre os anos de 2018 e 2022 por meio do método GPC e também a partir de dados do Seeg, para uma visão ampliada do padrão observado no município, entre 2007² e 2022. Consideraram-se as emissões e remoções provenientes das atividades ocorridas durante cada ano civil, período que compreende os dias 1 de janeiro e 31 de dezembro dos respectivos anos inventariados, a partir de uma análise específica mais recente e um panorama geral.

² Os dados do SEEG para Pindamonhangaba estão disponíveis a partir desta data.

2.3. MÉTODO DE CÁLCULO SIMPLIFICADO

As estimativas podem ser expressadas, de forma simplificada, como as emissões e remoções são calculadas segundo a fórmula a seguir:

$$E_{i,g,y} = DA_{i,y} \times FE_{i,g,y} \times GWP_g$$

Onde:

i : índice que denota uma atividade da fonte ou sumidouro individual;

g : índice que denota o tipo de GEE;

y : Ano de referência do relatório;

$E_{i,g,y}$ Emissões ou remoções de GEE_g atribuíveis à fonte ou sumidouro i durante o ano y , em tCO₂e;

$DA_{i,y}$: Dado de atividade consolidado referente à fonte ou sumidouro i durante o ano y ;

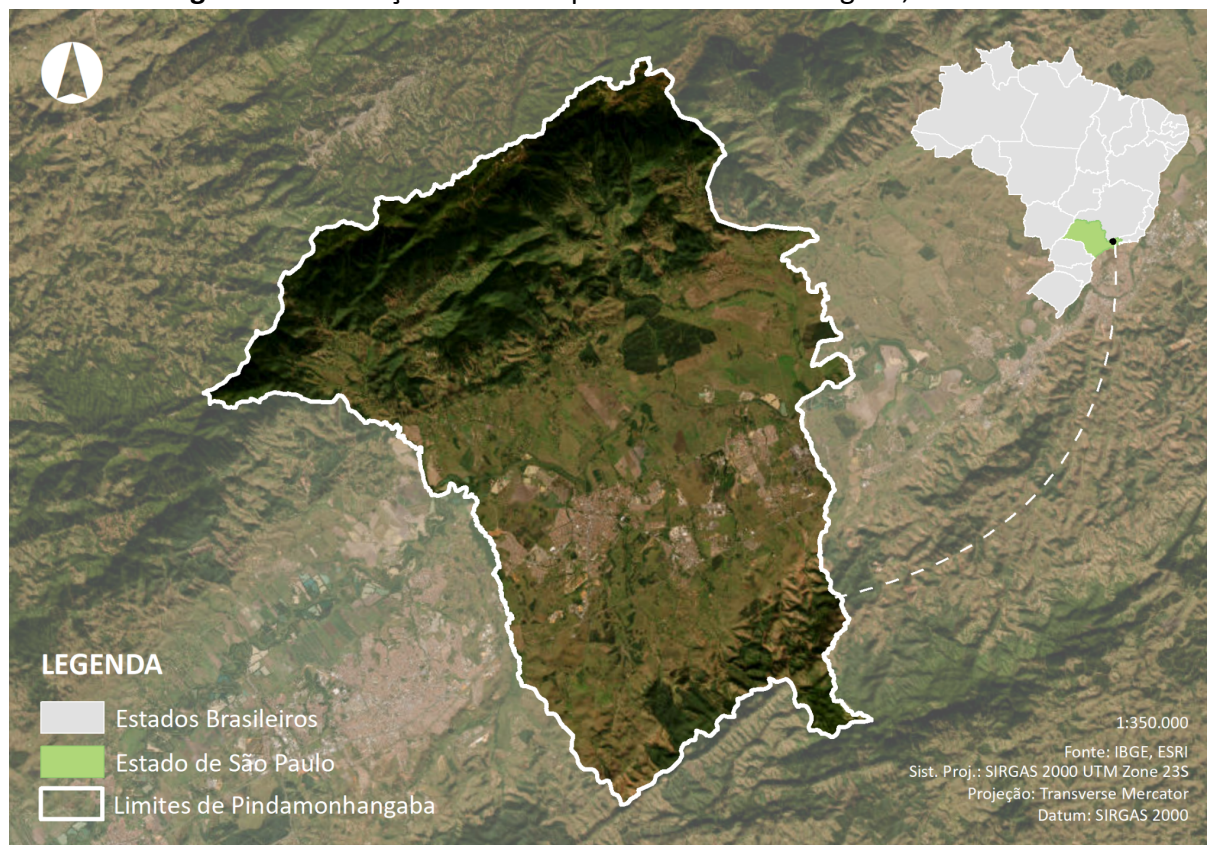
$FE_{i,g,y}$: Fator de emissão ou remoção de GEE_g atribuíveis à fonte ou sumidouro i durante o ano y , em t GEE_g/u;

GWP_g : Potencial de aquecimento global de GEE_g, em tCO₂e/ t GEE_g.

3. CARACTERIZAÇÃO DE PINDAMONHANGABA

Pindamonhangaba está localizada na região sudeste brasileira. Integra o Vale do Paraíba, uma região estratégica entre as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. O município é conhecido por sua importância histórica e natural. Segundo o IBGE (2022), o território do município equivale a cerca de 730km², dos quais, ao centro encontra-se a área urbana, e, ao redor, há uma vasta zona rural que inclui áreas de preservação ambiental, como o Parque Natural Municipal do Trabiju. Com uma população de aproximadamente 170 mil habitantes, Pindamonhangaba é dividida em 64 bairros - ver Figura 2.

Figura 2: Localização do município de Pindamonhangaba, São Paulo.



Fonte: ICLEI, 2024.

De acordo com dados do SEBRAE (2020), o PIB corrente de Pindamonhangaba é de cerca de 7 bilhões de reais, sendo a indústria também o principal setor econômico, com destaque para a produção de aço e a presença de grandes empresas como Gerdau e Novelis. O

percentual de habitantes formalmente ocupados é da ordem dos 42 mil - o que equivale a aproximadamente 25% do montante total de pessoas na cidade; e o salário médio mensal dos trabalhadores é de 3,2 salários mínimos (IBGE, 2022).

De acordo com o IBGE (2022), a área urbanizada de Pindamonhangaba equivale a aproximadamente 120km², o que representa cerca de 16% de seu território. O bioma predominante no município é o de Mata Atlântica, com a presença de importantes áreas de preservação ambiental. A Tabela 4 sintetiza as informações supracitadas.

Tabela 4: Informações gerais sobre o Pindamonhangaba.

Caracterização e Limites do Inventário	
Nome do município	Pindamonhangaba
Estado	São Paulo
País	Brasil
Ano do inventário	2018-2022 (GPC); 2007-2022 (Seeg)
Área	729,994 km ² (IBGE, 2022).
Limites geográficos	Aparecida, Campos do Jordão, Lagoinha, Roseira, Santo Antônio do Pinhal, Taubaté e Tremembé
População (estimativas IBGE)	2018 - 165.801 habitantes; 2019 - 168.396 habitantes; 2020 - 170.678 habitantes; 2021 - 172.898 habitantes; 2022 - 165.428 habitantes (atualizado via Censo 2022).
PIB per capita	R\$45.062,56 (IBGE, 2021)
Clima	Tropical
Bioma	Mata Atlântica

Fonte: IBGE, 2018-2022.

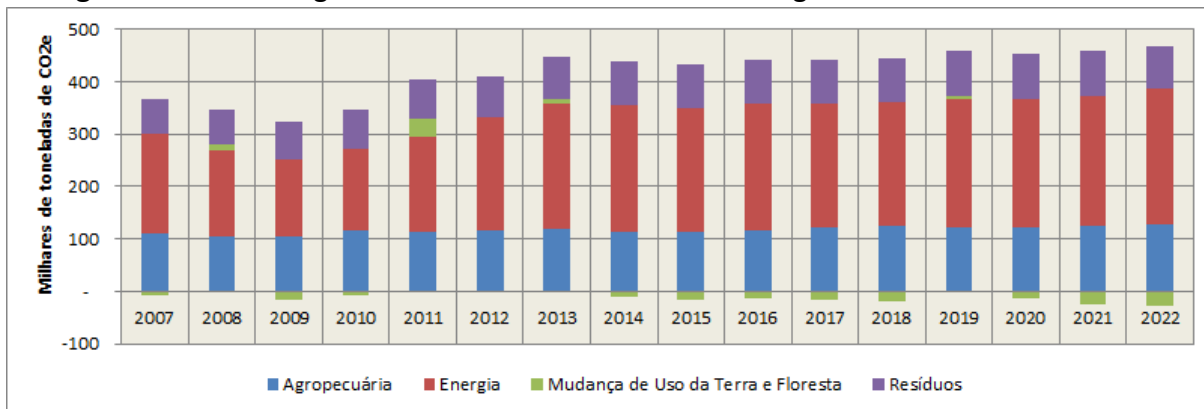
4. RESULTADOS DO INVENTÁRIO

4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DO SEEG

De acordo com dados apresentados na plataforma SEEG, a cidade de Pindamonhangaba foi responsável pela emissão de 359 mil toneladas de CO₂e (tCO₂e) em 2007, atingido o patamar de 442 mil tCO₂e em 2022, o que representa um crescimento de 23% no período analisado. No entanto, nota-se que não é observado um comportamento de crescimento retilíneo, e sim uma oscilação no decorrer da série. O ano de 2009 se apresenta como ano de menor contribuição, onde foi observada a emissão de 308 mil tCO₂e, enquanto os anos de 2013 e 2019 se apresentam como os de maiores emissões, atingindo uma contribuição de 447 mil tCO₂e e 457 mil tCO₂e, respectivamente.

Ao se avaliar os principais setores emissores em 2022, destacam-se energia e agropecuária, responsáveis por 55% e 28% das emissões brutas do município. O primeiro relacionado principalmente com o consumo de combustíveis fósseis em atividades industriais e residências e o segundo com a presença de um significativo rebanho de bovinos no município - o que se reflete em área de pasto, transições de uso e cobertura da terra e no próprio manejo de cabeças de gado. O setor de resíduos se qualifica como terceiro setor contribuinte, contribuindo com 17% das emissões no último ano de análise. Em toda a série histórica avaliada, observou-se o mesmo padrão observado no último ano de análise. A Figura 3 apresenta um panorama geral das emissões por setor de acordo com os resultados obtidos a partir do SEEG.

Figura 3: Panorama geral das emissões em Pindamonhangaba de acordo com o SEEG.



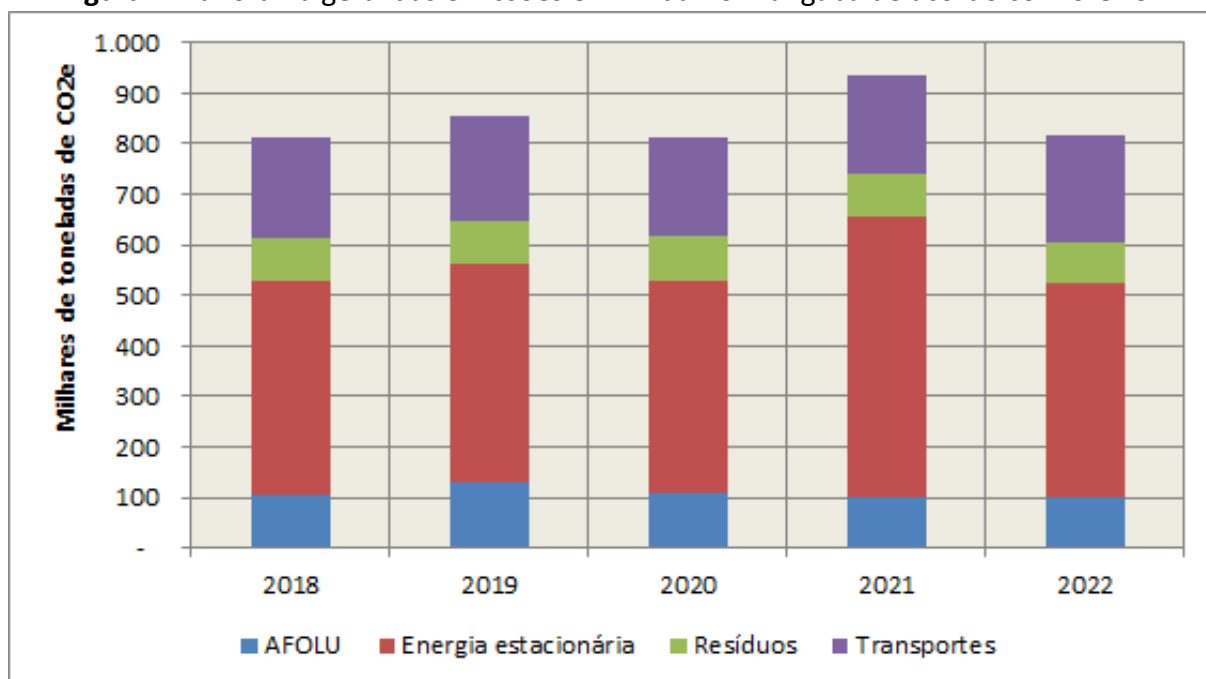
Fonte: ICLEI, 2024.

4.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS VIA GPC

Os dados para o município na plataforma SEEG foram destrinchados e as atividades emissoras foram realocadas conforme o modelo GPC, que considera os setores de Energia Estacionária - fontes fixas, Transporte - fontes móveis, AFOLU - agricultura, florestas e outros usos da terra, IPPU - processos industriais e uso de produtos, e resíduos. Para além disso foram adicionadas informações sobre consumo de gás natural, combustível fóssil bastante utilizado em Pindamonhangaba, e de energia elétrica, ambos não abarcados pela metodologia SEEG. Os resultados gerais, divididos por setores GPC, dentro do recorte temporal citado anteriormente encontram-se na Figura 4 e na Tabela 5.

Observa-se uma flutuação do total de emissões, não sendo possível traçar a princípio um padrão. Em números gerais, as emissões para o período analisado oscilaram das 811 mil tCO₂e (2020, ano de menor contribuição) às 937 mil tCO₂e (2021, ano de maior contribuição). Esse comportamento está relacionado com o primeiro ano de Pandemia COVID-19, que foi marcado por medidas de isolamento, restrições e recessão. Já em 2021, o pico de emissão está principalmente impulsionado por mudanças nos fatores de emissão do Sistema Interligado Nacional (SIN) - coeficiente que reflete a média das emissões de GEE em relação ao consumo de energia ou combustível específico de um determinado setor ou atividade (MCTI, 2021a).

Figura 4: Panorama geral das emissões em Pindamonhangaba de acordo com o GPC.



Fonte: ICLEI, 2024.

Tabela 5: Emissões setoriais em Pindamonhangaba, de acordo com o GPC.

Setor	2018	2019	2020	2021	2022
Energia Estacionária	421.416	432.300	420.760	554.551	422.969
Transportes	201.208	207.797	195.687	195.593	208.398
AFOLU	106.362	129.230	109.877	101.092	102.427
Resíduos	84.190	84.780	85.583	86.267	81.539
Total	813.176	854.107	811.906	937.504	815.333

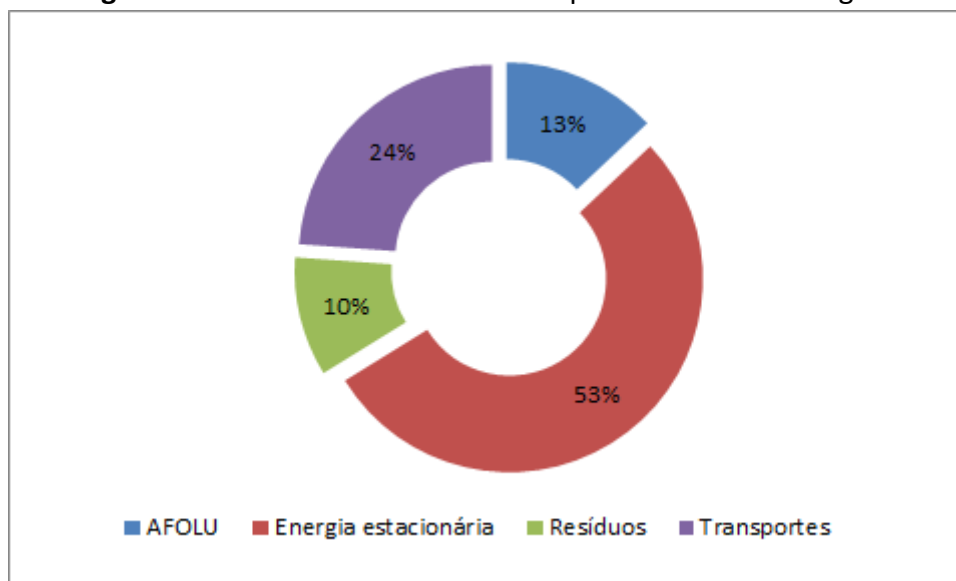
Fonte: ICLEI, 2024.

A contribuição de cada setor, considerando o total de emissões líquidas³ no período de 2018 a 2022 podem ser observados na Figura 5, onde os setores de Energia Estacionária (53%) e Transportes (24%) figuraram como os principais no que diz respeito às emissões na cidade,

³ Emissões líquidas são aquelas que consideram o total de emissões brutas menos as remoções relacionadas com mudança do uso da terra.

respectivamente. Já o setor de AFOLU contribuiu com 13% das emissões totais, muito relacionado com a intensa atividade pecuária no município e o setor de resíduos se caracteriza como o menor contribuinte, responsável por 10% das emissões totais.

Figura 5: Perfil de emissões do município de Pindamonhangaba



Fonte: ICLEI, 2024.

É importante destacar que ao se incorporar novas atividades fontes de emissão do que as inicialmente contempladas pelo SEEG, as emissões municipais se demonstram, em média, 92% maiores nos anos de 2018 a 2022, muito relacionado com a contribuição das emissões oriundas do consumo de gás natural na cidade, que se mostrou bastante relevante. Novos detalhes, como as atividades emissoras dentro de cada setor, e a flutuação particular de cada um deles, serão apresentados abaixo.

4.2.1. Resultados setoriais

4.2.1.1. Energia Estacionária

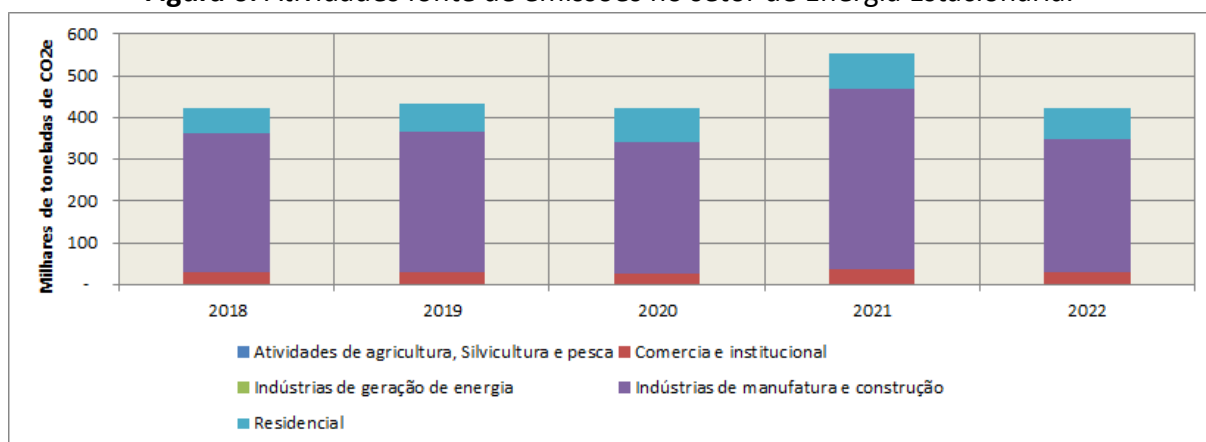
Conforme observado anteriormente, o setor de Energia Estacionária foi o maior emissor em todos os anos analisados (2018-2022). As emissões partiram do patamar de 421 mil tCO₂e em 2018, atingindo a contribuição de 420 mil tCO₂e em 2020, uma redução de 3% em

relação ao ano anterior. Já em 2021, as emissões alcançaram o marco das 554 mil tCO₂e, voltando para a casa dos 422 mil tCO₂e em 2022.

O setor apresentou uma baixa na contribuição entre 2019 e 2020 - 11,5 mil tCO₂e, em função da pandemia - e maior aumento entre 2020 e 2021, representando um acréscimo de 32%. Esse salto significativo está relacionado com o aumento do fator de emissão do SIN e um possível início de retomada de atividades econômicas.

Em relação aos tipo de uso e aos subsetores do GPC, as indústrias de manufatura e construção configuram-se como a principal atividade geradora de emissões de GEE, representando, em média, 77% das emissões do setor (aproximadamente 347 mil tCO₂e. Posteriormente, as emissões dos edifícios residenciais se destacam, seguidas pelas emissões do setor comercial/institucional - em média 16% (aproximadamente 73 mil tCO₂e) e 6% (aproximadamente 27 mil tCO₂e), respectivamente (Figura 6 e Tabela 6) .

Figura 6: Atividades fonte de emissões no setor de Energia Estacionária.



Fonte: ICLEI, 2024.

Tabela 6: Emissões setoriais em Pindamonhangaba, de acordo com o GPC.

Subsetor	2018	2019	2020	2021	2022
Indústrias de manufatura e construção	332.856	337.956	314.763	431.175	319.563
Residencial	59.889	66.037	79.925	87.306	74.945
Comercial e institucional	26.020	27.727	24.397	32.945	25.670
Atividades de agricultura, Silvicultura e pesca	2.642	571	1.667	3.107	2.786
Indústrias de ger. de energia	10	9	7	17	5
Total	421.416	432.300	420.760	554.551	422.969

Fonte: ICLEI, 2024.

No que diz respeito às atividades fontes de emissão, destaca-se o uso de gás natural. As emissões referentes ao consumo deste tipo de combustível representam, em média, 70% de todas as emissões de Energia Estacionária; e considerando o fato de este ser o setor de maior contribuição no que tange às emissões de Pindamonhangaba, pode-se dizer que reduzir seu consumo é de prioritária importância para fins de mitigação na cidade. Este é um tema conhecido pelo município, uma vez que Pindamonhangaba figurou como o 9º, 8º e 7º maior consumidor de gás natural no contexto do Estado de São Paulo nos anos de 2018, 2019 e 2020, respectivamente (Governo de São Paulo, 2020).

Para se estimar as emissões relacionadas com o consumo de energia elétrica são necessárias informações sobre a quantidade consumida e o fator médio de emissão do SIN no Brasil. Esses fatores têm como propósito estimar a quantidade de CO₂ associada à geração de energia elétrica específica e são disponibilizados mensalmente pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, [2022]), para isso se pondera as emissões da geração, abrangendo todas as usinas que estão produzindo energia, não se limitando apenas às que estão funcionando na margem.

Importante ressaltar que o fator médio é condicionado por variações climáticas, incluindo a escassez de chuvas ou eventos extremos de precipitação. Essas variações climáticas podem

afetar diretamente a geração de energia, principalmente porque a matriz energética brasileira depende significativamente de fontes hídricas, como a energia hidrelétrica.

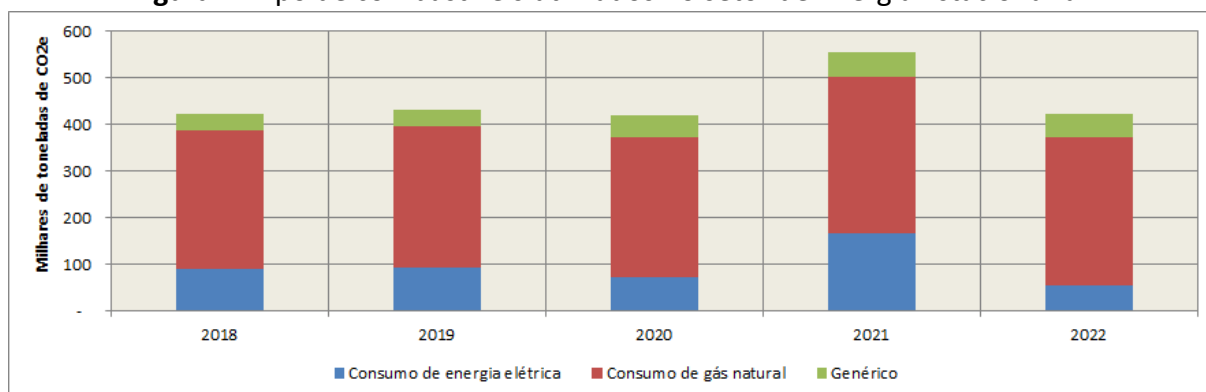
Em períodos de seca prolongada, as hidrelétricas podem operar com capacidade reduzida, resultando em menor geração de energia. Nesse cenário, torna-se comum uma maior demanda por outras fontes, como termelétricas, que podem ter um perfil de emissão mais elevado. Isso pode levar a um aumento temporário nos fatores médios de emissão associados à geração de eletricidade, pois a proporção de energia proveniente de fontes com maior intensidade de carbono é maior.

O ano de 2021 foi marcado por secas, que impactou diretamente a matriz energética brasileira, onde o uso de fontes fósseis em termelétricas para geração de eletricidade passou de 15% em 2020 para 20% em 2021 (Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA, 2022), o que significa para cada MWh consumindo, emitiu-se muito mais.

O consumo de energia elétrica em Pindamonhangaba foi responsável pela emissão média de 20% no período analisado, contribuindo com a emissão de 90 mil tCO₂e em 2018, com pico de contribuição de 167 mil tCO₂e em 2021, muito relacionado com o aumento expressivo do fator de emissão e posterior contribuição de 55 mil tCO₂e em 2022.

Ainda em relação a outras emissões relacionadas com o consumo de energia, o SEEG não apresenta os resultados por tipo combustível utilizado, por isso foi adotado o termo genérico, o qual engloba emissões relacionadas com o consumo de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), óleo diesel, óleo combustível e outros. Destaca-se que esse tipo de consumo foi responsável por em média 10% das emissões no setor, possivelmente oriundas, em maior parte, do consumo de GLP, que de acordo com o Balanço Energético do Estado de São Paulo é utilizado principalmente em residências (72% em 2022), em especial para a cocção. As observações supracitadas podem ser relacionadas com as observações da Figura 7.

Figura 7: Tipo de combustíveis utilizados no setor de Energia Estacionária.



Fonte: ICLEI, 2024.

4.2.1.2. Transportes

As emissões relacionadas com o setor de transportes em Pindamonhangaba são caracteristicamente associadas ao transporte rodoviário. Em uma perspectiva geral, as emissões apresentaram crescimento até 2019, com a maior baixa em 2021 - segundo ano da pandemia de COVID-19, justifica-se tal comportamento. Posteriormente, pôde-se notar uma nova tendência de crescimento. A média das emissões totais figura na casa das 201 mil tCO₂e, sendo que em 2020 e 2021, anos de menor contribuição, apresentaram emissões na casa das 195 mil tCO₂e. Em 2022 - pico de emissões - o setor foi responsável pelo lançamento de mais de 208 mil tCO₂e na atmosfera. A evolução das emissões no período analisado podem ser observados na **Figura 8** e Tabela 7.

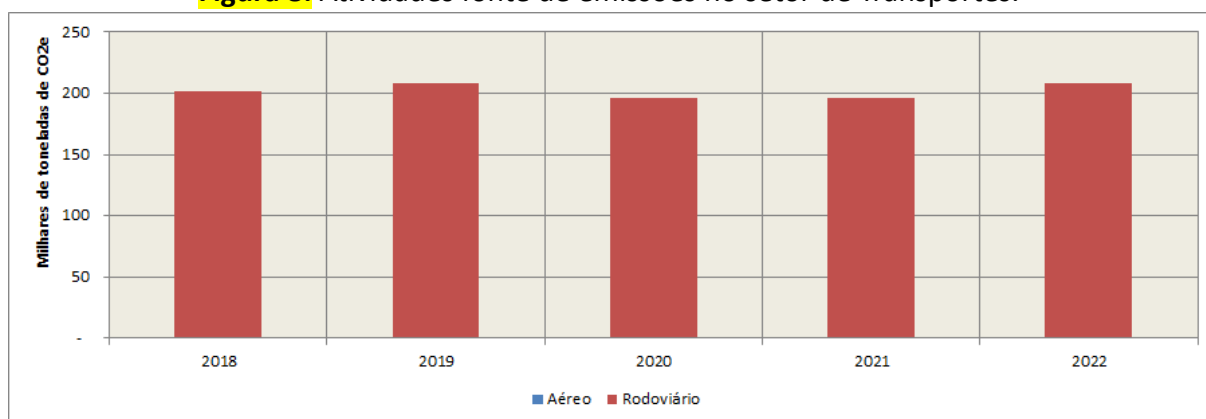
Tabela 7: Emissões setoriais em Pindamonhangaba, de acordo com o GPC.

Subsetor	2018	2019	2020	2021	2022
Rodoviário	201.200	207.787	195.681	195.581	208.382
Aéreo	8	9	6	12	16
Total	201.208	207.797	195.687	195.593	208.398

Fonte: ICLEI, 2024.

O município conta com um pequeno aeroporto que opera apenas para voos particulares (Aeroclube de Pindamonhangaba), portanto, observa-se a contribuição das atividades de aviação devido ao uso deste equipamento, ainda que ínfimas (em média 10 tCO₂e dentro do recorte temporal adotado).

Figura 8: Atividades fonte de emissões no setor de Transportes.

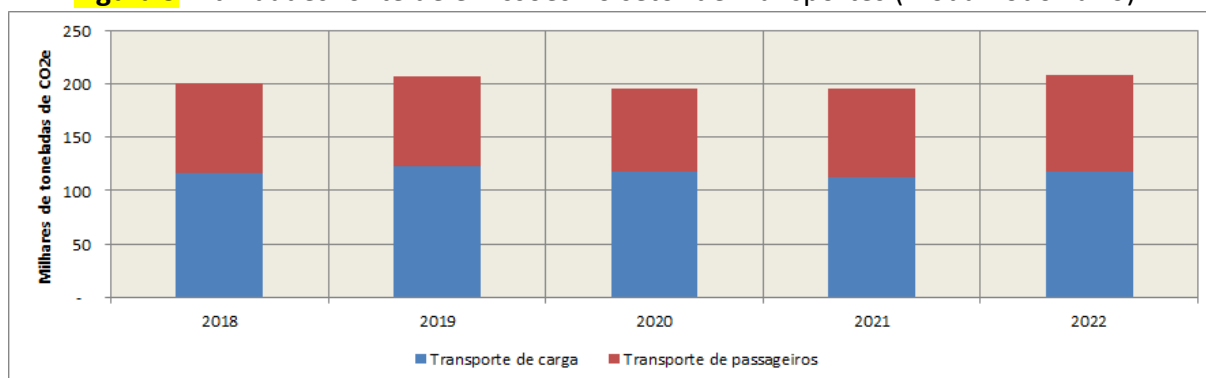


Fonte: ICLEI, 2024.

Em relação a caracterização do transporte, o município detém um considerável protagonismo do setor agropecuário e também no setor industrial. Nesse sentido, o transporte de cargas para fim de escoamento da produção configura-se como uma importante atividade emissora. Conforme observado no gráfico da **Figura 9**, em todos os anos analisados o transporte de carga representou mais de 58% das emissões estimadas.

Já o transporte de passageiros, que incorpora tanto o transporte individual quanto o coletivo, foi responsável por em média 41% das emissões setoriais. Esse tipo de atividade apresentou o menor impacto em termos de emissão no ano de 2020, provavelmente em função das medidas de isolamento social impostas pela pandemia. No ano em questão, Pindamonhangaba emitiu cerca de 78 mil tCO₂e, em contraste com os demais anos - sempre acima de 82 mil tCO₂e (2021).

Figura 9: Atividades fonte de emissões no setor de Transportes (modal rodoviário).



Fonte: ICLEI, 2024.

4.2.1.3. Resíduos

As estimativas para o setor neste inventário consideraram a disposição final de resíduos sólidos, atividades de incineração e queima (i.e. resíduos hospitalares), e o tratamento de efluentes líquidos, tanto domésticos quanto industriais, conforme pode ser observado na **Figura 9**. A disposição final (63%, aproximadamente 53 mil tCO₂e) e as emissões relacionadas aos efluentes domésticos (36%, cerca de 30 mil tCO₂e) mostram-se, a partir das informações obtidas, como as principais fontes de emissão de GEE na série histórica aqui analisada.

Em termos de evolução das emissões, em 2018 a cidade foi responsável pela emissão de 84 mil tCO₂e com gradativo até 2021, onde se atingiu a emissão de 86 mil toneladas de CO₂e. Já o ano de 2022, se caracteriza como o de menor emissão, com a contribuição de 81 mil tCO₂e, uma redução de 5% em relação ao ano anterior. As emissões oriundas do tratamento de efluentes líquidos industriais e pela incineração ou queima a céu aberto são responsáveis por cerca de apenas 2% das emissões municipais (Tabela 8).

Tabela 8: Emissões setoriais em Pindamonhangaba, de acordo com o GPC.

Subsetor	2018	2019	2020	2021	2022
Disposição final	53.049	53.375	53.823	54.233	50.716
Efluentes líquidos domésticos	29.753	30.079	30.402	30.715	29.564

Efluentes líquidos industriais	1.263	1.196	1.222	1.181	1.125
Incineração e queima	124	130	136	138	135
Total Geral	84.190	84.780	85.583	86.267	81.539

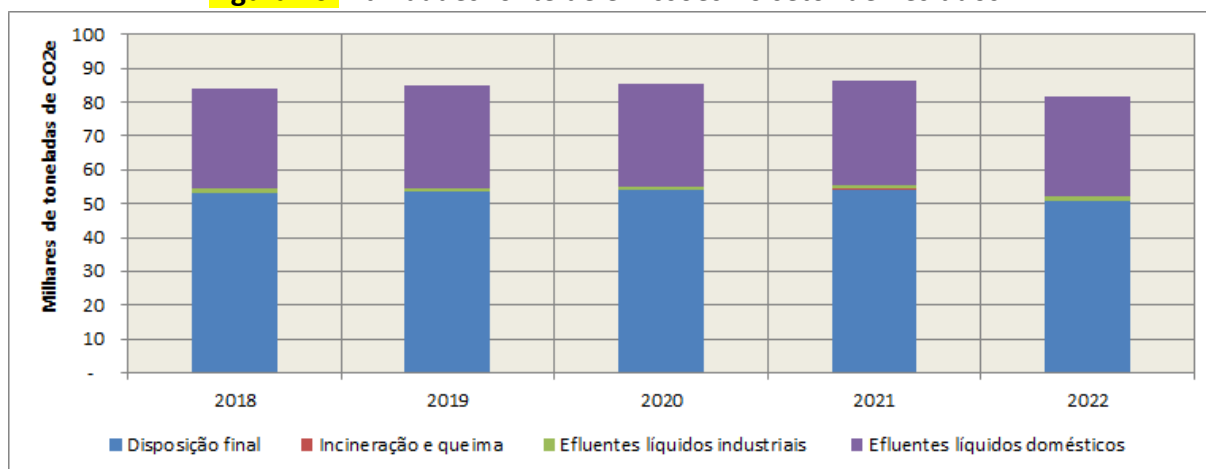
Fonte: ICLEI, 2024.

Sobre a disposição final, Pindamonhangaba contou, até o último ano de análise deste documento, com um aterro sanitário municipal localizado no distrito Industrial Dutra. Inaugurado na década de 1980, o projeto do aterro foi concebido pela Cetesb, e sua desativação relaciona-se com sua vida útil. O local passou a ser, então, estudado para a locação de outros equipamentos, como parques.

No que diz respeito ao tratamento de efluentes, de acordo com dados apresentados no Sistema Informações sobre Saneamento (SNIS), mais de 95% é atendida com esgotamento sanitário, sendo que os efluentes coletados são encaminhados para três Estações de Tratamento de Efluentes (ETES): ETE Araretama; ETE Sede - Pindamonhangaba e ETE Moreira César (ANA, 2019).

No ano de 2019, de acordo com um levantamento realizado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), a cidade figurou em 10ª posição no ranking de saneamento que analisou mais de 2 mil cidades com mais de 100 mil habitantes em todo o Brasil. Os resultados consolidados por subsetor podem ser observados na **Figura 10.**

Figura 10: Atividades fonte de emissões no setor de Resíduos.



Fonte: ICLEI, 2024.

4.2.1.4. IPPU

O setor de serviços é o principal segmento da economia de Pindamonhangaba, compondo 50% do valor adicionado (VA) bruto municipal. No entanto, as indústrias estão em segundo lugar em termos de relevância, responsáveis por cerca de 40% do VA (SEBRAE, 2022). A metalurgia, fabricação de produtos de metal e de borracha são as principais fontes de geração de emprego no segmento.

Importantes indústrias de transformação estão localizadas no município, como por exemplo a Gerdau e Novelis (Geo Brasilis, sem data), no entanto, nos dados obtidos na plataforma do SEEG não foram apresentadas emissões relacionadas com processos industriais e uso de produtos. Isso se dá por uma grande dificuldade na obtenção de dados do setor, bem como uma dificuldade em alocar essas emissões no território.

Ressalta-se que apesar dos dados do setor de IPPU não estarem disponíveis para o município, parte das emissões relacionadas com as atividades industriais são também incorporadas no inventário local, no entanto, estão apresentadas nos outros setores, (e.g consumo de gás natural no setor de energia ou consumo de combustíveis fósseis no transporte de carga).

Apesar dessa lacuna existir, sabe-se que as emissões provenientes desse setor existem e são relevantes, considerando a presença de atividades industriais na região. Dessa forma, é necessário que a prefeitura adote medidas para engajar esses atores, de forma a facilitar a coleta e acesso às informações e garantir uma estimativa de emissões com maior acurácia na atualização do inventário local. A implementação de ações que garantam uma maior comunicação entre as partes contribuirá para que o município possa monitorar de forma mais eficaz o impacto ambiental de tais atividades, assegurando uma melhor capacidade de planejamento de medidas de mitigação.

4.2.1.5. **Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra**

O setor de AFOLU, o qual contempla emissões oriundas de atividades associadas com agropecuária e emissões oriundas do uso da terra, contribuiu com cerca de 13% das emissões de Pindamonhangaba. Em relação aos subsetores emissores, os rebanhos se qualificam como a principal fonte de emissão setorial, contribuindo em média com 80% das emissões brutas setoriais. Já o subsetor de outras emissões de não CO2, por solos manejados⁴ e cultivo de arroz, respondem por média 20% das emissões brutas (conforme Tabela 9).

Tabela 9: Emissões setoriais em Pindamonhangaba, de acordo com o GPC.

Subsetor	2018	2019	2020	2021	2022
Rebanhos	100.019	97.380	98.895	100.517	103.513
Outras emissões de não CO2e	26.217	25.647	24.460	25.147	25.419
Mudança do uso da terra	-19.874	6.203	-13.478	-24.571	-26.505
Total Geral	106.362	129.230	109.877	101.092	102.427

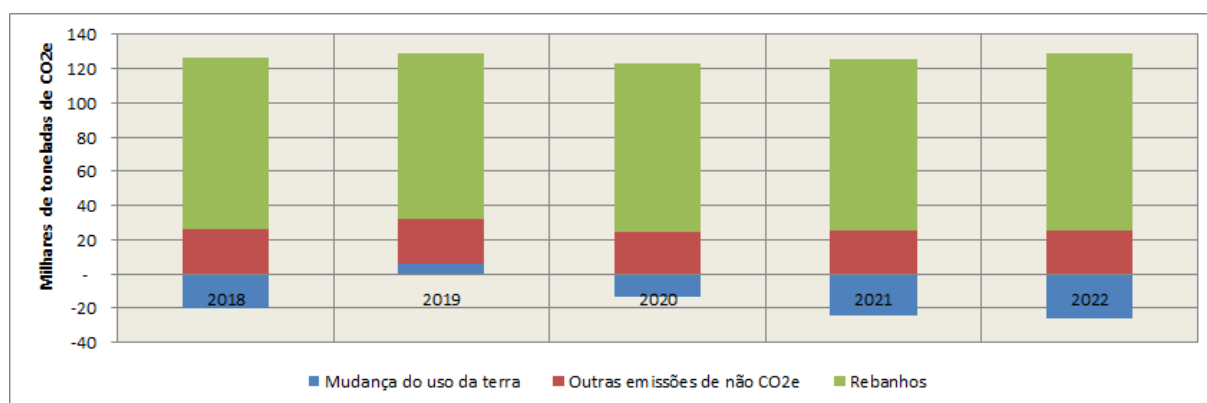
Fonte: ICLEI, 2024.

⁴ Emissões oriundas de solos manejados são associadas com a aplicação de fertilizantes, deposição de dejetos e mineralização de nitrogênio, resíduos agrícolas e outros

Segundo o IBGE (2022), a população bovina de Pindamonhangaba é observada na proporção de cerca de 3 cabeças para cada habitante da cidade, enquanto a população de galináceos do município é maior que a humana - são 16.752 cabeças a mais, o que equivale a 182.180 indivíduos. As estimativas do SEBRAE (2022) projetam uma população de galináceos ainda maior: 251.600 indivíduos. Para além da pecuária, o município também é um grande produtor agrícola, com destaque para a cultura de arroz - que, em 2019, equivalia a cerca de 27% de toda a produção de arroz irrigado no Estado (Governo de São Paulo, 2019).

Nesse sentido, entende-se o perfil de emissões do setor agropecuário da terra, que, na série analisada a partir da metodologia GPC (conforme Figura 11), sempre contribuiu de forma bruta com mais de 120 mil tCO₂e anualmente, sendo o ano de 2022, o de maior representatividade, onde se atingiu a contribuição de 128 mil tCO₂e.

Figura 11: Atividades fonte de emissões no setor de AFOLU.

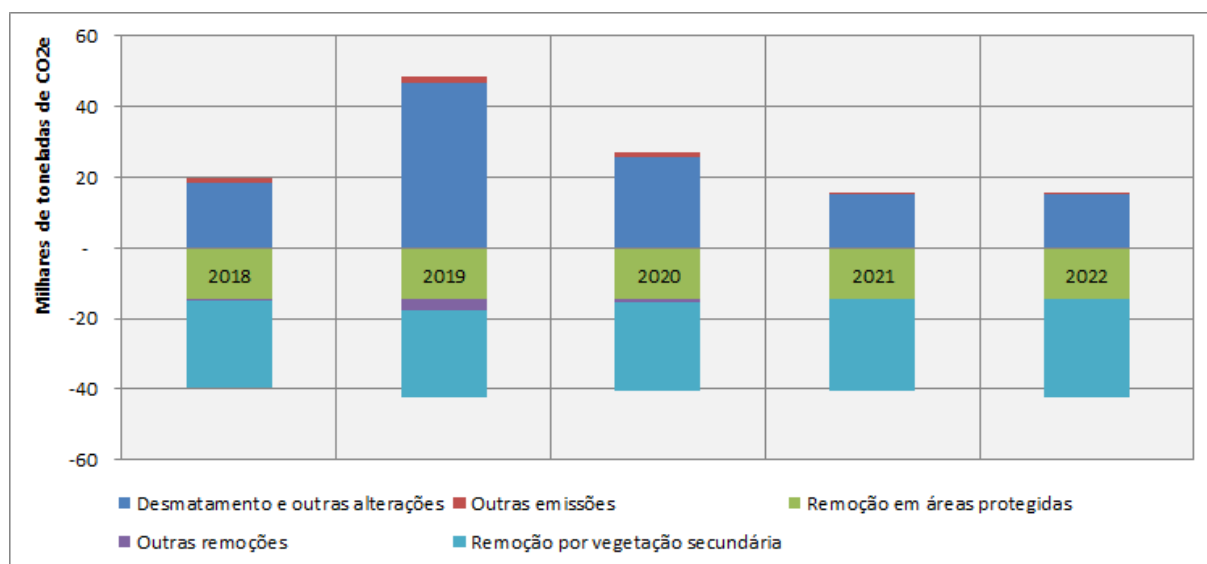


Fonte: ICLEI, 2024.

Destaca-se que na cidade de Pindamonhangaba, o subsetor referente a mudança do uso da terra foi caracterizado pela remoção de CO₂ da atmosfera para todos os anos analisados, com exceção de 2019. A remoção no setor é oriunda principalmente da regeneração de vegetação secundária (65% em 2022) e pela manutenção de áreas protegidas (33% no último analisado).

Apesar da remoção significativa no município, ainda são observadas emissões associadas com a alteração do uso da terra, em especial pelo desmatamento, que foi responsável pela emissão média anual de 24 mil toneladas de CO₂e no período analisado. No entanto, como o sequestro das emissões é maior, o subsetor apresenta saldo negativo para grande parte dos anos avaliados. Em 2019, grande exceção, observou-se a maior emissão por essa atividade, com a contribuição de 46 mil tCO₂e (Figura 12).

Figura 12: Detalhamento das emissões por mudança do uso da terra



Fonte: ICLEI, 2024.

5. CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS

Os inventários têm por objetivo a geração de um retrato da realidade das instituições ou territórios no que tange às emissões de GEE. A partir de tal documento, torna-se possível traçar metas e ações para a redução desses lançamentos com base em evidências. Este documento foi elaborado seguindo duas metodologias: uso de dados da iniciativa SEEG Municípios, para uma visão histórica ampliada, e utilização da metodologia GPC, para enfoque no contexto local em maior riqueza de detalhes.

No caso de Pindamonhangaba, tanto a partir dos dados do SEEG Municípios quanto da metodologia GPC, o perfil de emissões de GEE é caracterizado pelo protagonismo do setor de Energia.

Destacam-se como relevantes atividades no que diz respeito às emissões da cidade, tanto o transporte rodoviário, a presença de um número relevante de bovinos, quanto o consumo de gás natural, sendo que Pindamonhangaba figura há anos entre as 10 maiores consumidoras deste tipo de gás do Estado de São Paulo.

Diferente do GPC, o SEEG não diferencia as emissões provenientes de fontes fixas (Energia Estacionária) daquelas advindas de fontes móveis (Transportes). Assim, no caso das estimativas via GPC, o setor de Transportes figura após o setor de Energia Estacionária como o maior emissor (53% e 24%, respectivamente), enquanto nos moldes do SEEG o setor de AFOLU ganha protagonismo tanto em função da mescla das emissões de Energia em um único âmbito quanto pela relevância do setor agropecuário na economia do município.

A partir de tal panorama, se faz necessário que Pindamonhangaba prossiga com as etapas posteriores de ação climática local - já em curso em parceria com o ICLEI América do Sul, sendo elas (i) o Diagnóstico de Serviços Ecossistêmicos, que consiste em uma avaliação que fornece uma ferramenta clara e acessível para impulsionar a integração da natureza no planejamento urbano; (ii) a Análise de Riscos e Vulnerabilidade Climática, diagnóstico pautado na frente de resiliência que tem como objetivo identificar hotspots de eventos extremos como ondas de calor e inundações; e (iii) o Plano de Ação Climática, que endereça as fragilidades do município sob os vieses da mitigação e da adaptação.

Em especial em relação ao plano de ação, devem ser identificadas medidas que promovam uma mobilidade urbana sustentável, a gestão de resíduos, o consumo sustentável de energia e a produção agrícola em consonância com a proteção da biodiversidade. Em relação à mobilidade, vale a pena refletir sobre a definição de rotas de passagem de transporte de cargas para que não adentrem as áreas mais adensadas do município; a ampliação e melhoramento de infraestrutura de mobilidade ativa, que contribui para alternativas de utilização de transporte individual motorizado com base em combustíveis de alta emissão; e

a avaliação de estratégias para a transição de transportes coletivos para opções de baixa emissão. Ainda do ponto da utilização de combustíveis fósseis, é importante avaliar no Plano de Ação Climática a integração com demais eixos para garantir que as escolhas feitas refletem também no aumento da qualidade de vida da população, bem como no seu acesso às novas estratégias.

No caso da Gestão de Resíduos, é recomendado a definição de estratégias para reduzir a destinação de resíduos da cidade para os aterros sanitários vizinhos. Nesse sentido, programas de reciclagem nas escolas e comunidades, bem como incentivo para a reutilização de resíduos orgânicos podem ser aliados, integrando também outras ações focadas na economia local, Educação ambiental e agricultura urbana. Em relação a esse último, também é válido incentivar programas de incentivo aos produtores rurais não somente para a reutilização dos resíduos, mas também para a conservação dos ecossistemas, como por exemplo a partir do programa conservador da natureza, já implementado pelo município.

Ademais, é necessário que a cidade prossiga com os esforços para a estimativa de emissões de GEE, tanto para anos passados, de forma a obter um panorama histórico e um balanço de seu perfil e comportamento ao longo do tempo, quanto para anos seguintes, para que seja possível avaliar as medidas de mitigação adotadas para a diminuição dos lançamentos.

Em suma, a partir dos resultados obtidos e das discussões apresentadas, espera-se que este documento subsidie ações que engajem diversos setores, como a iniciativa privada, a academia e a sociedade civil da região, de forma a ampliar discussões já existentes sobre a crise climática em andamento e a endereçar adequadamente estratégias para a redução das emissões de GEE no município.

6. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas** (2019). Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>>. Acesso em: 13 set.2024.

Governo de São Paulo - Infraestrutura e Meio Ambiente. **15 Maiores Municípios Consumidores de Gás Natural - Estado de São Paulo** (2022). Disponível em: <https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/Portalcev2/municipios/gas/M_Gas.asp?ano=0>. Acesso em: 13 set.2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Municipal - Pindamonhangaba, SP** (2022). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/pindamonhangaba.html>> Acesso em 13 set. 2024.

IBGE. **Produção Agropecuária: São Paulo** (2022). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/sp>>. Acesso em: 13 set.2024.

Geo Brasilis (Sem data). Aspectos Socioeconômicos. Disponível em: <<https://www.pindamonhangaba.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2019/05/4.-Aspectos-Socioecon%C3%B4micos.pdf>>

Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA. **Inventário de Emissões Atmosféricas em Usinas Termelétricas: geração de eletricidade, emissões e lista de empresas proprietárias das termelétricas a combustíveis fósseis e de serviço público do Sistema Interligado Nacional**. São Paulo: IEMA, 2022.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI. **Fator médio: Inventários corporativos**. MCTI, 2021a. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/paginas/fator-medio-inventarios-corporativos>>. Último acesso em: 09 set. 2024.

MCTI. **Fatores de emissão MDL/SIN** [2022]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao>>. Último acesso em: 09 set. 2024.

MCTI. **Relatórios de Referência Setorial** [2021b]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>>. Último acesso em: 09 set. 2024.

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of

the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2013. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>. Acesso em: 02 jun. 2022.

Portal R3. **Pindamonhangaba é uma das cidades com melhor saneamento do Brasil** (2019). Disponível em: <https://www.portalr3.com.br/2019/03/29/pindamonhangaba-e-uma-das-cidades-com-melhor-saneamento-do-brasil/>>. Acesso em: 13 set.2024.

Portal R3. **Aterro sanitário é encerrado após 34 anos de uso em Pindamonhangaba** (2022). Disponível em: <https://www.portalr3.com.br/2022/06/21/aterro-sanitario-e-encerrado-apos-34-anos-de-uso-em-pindamonhangaba/>>. Acesso em: 13 set.2024.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. **Data MPE Brasil: Pindamonhangaba** (2022). Disponível em: <https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/pindamonhangaba?selector244id=sector2>>. Acesso em: 13 set.2024.

World Resources Institute - WRI. **Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories**. Washington, D.C.: WRI, 2014.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA - SEMIL. Balanço Energético do Estado de São Paulo 2023: Ano Base 2022 (2024). 160 p. (Série Informações Energéticas, 002). 2ª Edição – Janeiro de 2024. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/2001/2024/02/BEESP2023ab2022-2a-edicao-2.pdf>>