



Sumário Executivo 2024

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

SANTO ANDRÉ • SP



Prefeitura Municipal de Santo André - SP

Miguel Anderson Heredia De Sá

Secretário de Planejamento Estratégico e Licenciamento

Marília Formoso Camargo

Secretária Adjunta de Planejamento Estratégico e Licenciamento

Eriane Justo Savóia

Diretora de Gestão Ambiental do SEMASA

Edilene Viera Fazza

Gerente da Escola Municipal de Educação Ambiental

Edinilson Ferreira dos Santos

Superintendente Adjunto do SEMASA

Márcia Cristina Volpati

Diretora do Departamento de Planejamento Estratégico

Vanessa Soares de Oliveira

Jornalista do Departamento de Planejamento Estratégico

Ronaldo Tadeu Ávila de Paula

Gerente de Indicadores Sociais e Econômicos

Sandro Maskio

Economista da Gerência de Indicadores Sociais e Econômicos

Rogério Sobral Paulo

Agente de Políticas Públicas e Gestão Governamental

Beatriz Araújo Zanfra

Agente de Políticas Públicas e Gestão Governamental

Letícia Menezes

Estagiária da Gerência de Indicadores Sociais e Econômicos

Murilo Cardoso de Oliveira

Estagiário do Departamento de Planejamento Estratégico

ICLEI América do Sul

Rodrigo Perpétuo

Secretário Executivo

Rodrigo Corradi

Secretário Executivo Adjunto

Íris Coluna

Assessora de Medição, Reporte e Verificação

Kaccny Carvalho

Analista de Medição, Reporte e Verificação

Tiago Mello

Assistente de Medição, Reporte e Verificação





Sumário Executivo 2024

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

SANTO ANDRÉ • SP



1. Introdução	5
2. Programa Municipal de Planejamento Estratégico Santo André 500 Anos	7
3. Metodologia GPC	11
3.1 Fronteiras do Inventário e Emissões de GEE em Santo André	13
3.2 Emissões por Escopo	15
4. Avaliação dos resultados por setor de emissão	17
4.1 Setor de Energia Estacionária	19
4.1.1 Energia Elétrica	21
4.1.2 Combustíveis Fósseis	22
4.2 Setor de Transportes	24
4.3 Setor de Resíduos	26
4.3.1 Disposição e Tratamento de Efluentes Líquidos	29
4.4 Setor AFOLU	30
4.5 Setor IPPU	31
5. Lições aprendidas e recomendações	33
Conclusões	35
Referências bibliográficas	37

1. Introdução

O presente documento apresenta a síntese do 1º Inventário de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa de Santo André, referente ao período de 2018 a 2022, e tem por objetivo dar início a jornada de enfrentamento à mudança do clima da cidade, assim como embasar a elaboração de políticas públicas pertinentes ao tema. O documento apresenta dados referente a emissão de gases de efeito estufa, sendo eles: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) no território andreense. É de suma importância para o poder público elencar essas informações para a construção de políticas públicas frente às mudanças climáticas. A partir deste estudo será possível compreender as principais fontes de emissões no município e criar uma visão comum dos esforços necessários para tornar Santo André resiliente e de baixa emissão.

Essa análise informa à população o cenário existente quando a emissão dos gases de efeito estufa, destacando que o território municipal compreende áreas e atividades responsável pela emissão e pela captação de carbono, apresenta recomendações para a população quanto às medidas adotadas pela Prefeitura de Santo André neste tocante, além disso, adverte o poder público quanto ações emergentes frente às mudanças do clima.

Entende-se por mudança do clima o aumento progressivo das temperaturas e os distúrbios ocorridos por consequência das alterações de longo prazo na composição atmosférica, resultantes da intensificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).

Essas mudanças podem estar relacionadas a causas naturais, como erupções vulcânicas e movimentos orbitais da Terra; no entanto, desde a Revolução industrial, as emissões antrópicas de GEE passaram a ser exponencialmente mais impactantes. A intensificação do lançamento de tais gases decorrente de dinâmicas e processos como o crescimento populacional, avanços na industrialização, expansão urbana, transporte, etc., fez com que a atmosfera partisse de cerca de 273 partes de CO_2 por milhão (ppm) em 1780 para mais de 400 ppm nos dias atuais (*Our World in Data*, s.d.).

Estima-se que a temperatura terrestre já tenha aumentado aproximadamente 1,1°C em relação ao final do século XIX, sendo que a última década foi considerada a mais quente já registrada. Associado a esse aumento, são observados diversos impactos nos níveis de precipitação, recursos hídricos, produção agrícola e outros setores. Destacam-se, ainda, como impactos associados às mudanças climáticas aqueles relacionados à saúde, como o aumento da proliferação de vetores e o crescimento de doenças cardiovasculares. Esses impactos mostram-se mais severos em populações mais vulneráveis e em países economicamente desfavorecidos, devido à menor capacidade adaptativa, à distribuição precária de infraestrutura e à concentração de pessoas em áreas vulneráveis.

Segundo o IPCC, a diferença entre os impactos para um cenário de aquecimento de 2°C em comparação a um aumento médio das temperaturas da ordem dos 1,5°C é bastante significativa. Estima-se um aumento de 14% dos episódios de ondas de calor extremo no mundo para o cenário de 1,5°C, e de 37% para um aquecimento de 2°C. Da mesma forma, projeções indicam que a extinção de vertebrados, plantas e insetos será até 3 vezes maior no cenário de aumento de 2°C.

Nesse contexto, a ação local é essencial para lidar com os desafios das mudanças climáticas, especialmente porque as cidades são responsáveis por grande parte das emissões de GEE (cerca de 60%). Algumas áreas urbanas contribuem significativamente para essas emissões, chegando a níveis comparáveis aos de países pequenos. Abordar a alteração climática de forma adequada é crucial para evitar impactos adversos. Isso requer estratégias de adaptação para reduzir a exposição e vulnerabilidade a eventos extremos, além de esforços de mitigação para diminuir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera.

A elaboração do Inventário de Emissões de GEE (IEGEE) é uma das primeiras etapas na implantação da agenda climática a nível local, a partir do qual é possível compreender o perfil de emissões de cada municipalidade, visando identificar as principais atividades fontes de emissão para tomar decisões assertivas e baseadas em evidências. A nível local, os inventários são elaborados 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.

O estudo é composto pela Metodologia GPC (Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade); Emissão de Gases de Efeito Estufa em Santo André; Avaliação dos Resultados por Setor de Emissão; Lições Aprendidas e Recomendações e por fim as Conclusões. Certamente esse documento subsidia a tomada de decisão em relação a preservação ambiental, qualidade do ar, desenvolvimento ambiental, econômico e social, trazendo suporte para uma gestão pública eficiente e sustentável.



2. Programa Municipal de Planejamento Estratégico Santo André 500 Anos

Como você imagina Santo André no futuro? Essa pergunta foi direcionada à população pela Prefeitura, que, por meio da Secretaria de Planejamento Estratégico e Licenciamento, deu início a elaboração do seu plano estratégico até 2053 - aniversário de 500 anos da cidade e razão da escolha do nome deste Programa. Nasce o Programa Santo André 500 anos, planejado em quatro eixos, sendo eles: Desenvolvimento Humano; Econômico; Urbano e Ambiental; e por fim Gestão e Inovação, todos eles, associado aos estudos técnicos, escuta pública, avaliação e desenvolvimento de técnicos da municipalidade tende a ser um instrumento eficaz para o desenvolvimento de uma cidade equitativa.

Trinta anos separam a criação deste planejamento, iniciado em 2023, até sua conclusão, e neste período, para continuidade de políticas públicas bem sucedidas, fortalecimento da gestão e alinhamento das atividades realizadas por todas as áreas, o futuro da cidade está firmado desde já, com um caminho traçado, pensando sempre nos principais beneficiários de tudo isso: os andreenses.

A cidade é um organismo vivo e dinâmico que muda constantemente, assim como o perfil da população e suas reais necessidades que as acompanham nessas alterações. É considerável que diversos assuntos de hoje podem e devem ser abordados a longo prazo, entretanto, os processos são complexos e demandam tempo até a sua resolução.

Pensando nas questões ambientais e de resiliência, o Santo André 500 anos traz dentre suas visões de futuro o ideal de uma cidade ambientalmente sustentável e resiliente, estrategicamente preparada para lidar com os efeitos das mudanças climáticas, mantendo sua identidade de preservação dos recursos naturais e riqueza ambiental, estruturada em três pressupostos: controle e educação ambiental, resiliência frente às mudanças climáticas e qualificação e preservação ambiental.

A Prefeitura de Santo André já está atuando em várias frentes e tem se tornado referência no assunto, como exemplo do maior parque público fotovoltaico do Brasil, projeto pioneiro onde Santo André saiu na frente do Estado de São Paulo com a junção de três boas práticas: áreas públicas ociosas disponíveis, boa gestão da iluminação pública e do fundo de iluminação pública, e a conexão com a agenda sustentável. Podemos citar também o plano de arborização urbana com previsão de ampliação do número de árvores na cidade e benefícios a longo prazo como redução do efeito de ilha de calor; oferta de sombra; diminuição da amplitude térmica; diminuição da poluição química do ar; aumento da umidade relativa do ar, dentre outros.

Vale salientar que outras práticas também foram realizadas na cidade, em 2022 foi lançado o curso de “Mudanças Climáticas X Floresta em Pé” desenvolvido pela Secretaria de Meio Ambiente e Planejamento Estratégico e Licenciamento, em parceria com a Gerência de Mobilização e Educação Ambiental do SEMASA, que objetiva sensibilizar a população andreense quanto às mudanças climáticas, totalmente on line, gratuito, pode ser conferido no site: <https://www.santoandre500anos.com.br/curso-mudancasclimaticas>.

Dentre as iniciativas, também foi realizado e vinculado ao Santo André 500 anos, em 2023 o curso híbrido “Emergência climática, é agora?”, desenvolvido em parceria com o Semasa (Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André), por meio do Departamento de Gestão Ambiental, com sua Gerência de Educação e Mobilização Ambiental, Defesa Civil, EMEA (Escola Municipal de Educação Ambiental) Parque Tangará, Secretaria de Meio Ambiente, Consórcio Intermunicipal Grande ABC, Secretaria de Planejamento Estratégico e Licenciamento, além da Escola de Ouro Andreense. Foi uma interação entre as pastas andreenses e grande participação com o intuito de sensibilizar educadores, estudantes e munícipes sobre a problemática das mudanças climáticas, suas origens, consequências e ações necessárias para combatê-las. Além disso, oferece uma oportunidade única para compreender a gestão de riscos ambientais da cidade, com ênfase na prevenção, mitigação e gerenciamento de desastres, com visita técnica nas áreas de risco.

Alinhados ao Santo André 500 anos, a Escola Municipal de Educação Ambiental - EMEA Parque Tangará (Secretaria de Educação) relacionando ao Plano

Cidadão Mirim, desenvolve em suas práticas pedagógicas e ações de sensibilização quanto à temática das mudanças climáticas, o público são nossos pequenos andreenses e os alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). As atividades de educação ambiental permeiam os ODS, destacando também as mudanças climáticas e nossas responsabilidades. É possível ver o material no site, além de baixar a EMEA em Revista tema das Mudanças Climáticas (https://parqueescola.org.br/wp-content/revista/10/10_REV_EMEA_2023_web.pdf). Além disso, a EMEA Parque Tangará é vinculada às Escolas pelo Clima, realizou no ano de 2023 a primeira EMEA Pró-Clima para sensibilizar a população quanto às suas ações interferem no ambiente e podem impactar positivamente no enfrentamento à mudança do clima.

O Departamento de Resíduos Sólidos do SEMASA desenvolveu o projeto “Do Sólido ao Gasoso” em 2023, que avaliou a geração de gases do Aterro Municipal de Santo André. Esse estudo gravimétrico dos resíduos reverberou na avaliação da viabilidade técnica e econômica para utilização do biogás gerado no local, verificou a composição do mesmo, fornecendo dados para medidas mitigadoras e reaproveitamento em relação aos gases. Os resultados apurados ao longo do projeto fornecem subsídios para o planejamento de ações para a mitigação das mudanças climáticas, como a instalação de painéis para produção de energia solar, fiscalização de descarte e queima de resíduos de forma irregular e a promoção de iniciativas socioambientais que visam o aumento da reciclagem e a diminuição dos resíduos aterrados.

Programas como o Moeda Verde e Moeda Pet trabalham a destinação correta de resíduos, promovendo um ganho ambiental em relação a reciclagem de materiais, diminuição de pontos de acúmulo na cidade, proliferação de doenças de veiculação hídrica, minimiza as emissões de gases de efeito estufa, além disso, leva a mesa alimento aos andreenses. Esses programas têm uma relação importante com a provisão de alimento para as pessoas e para os pets (gatos e cães), firmando mais uma vez o compromisso da cidade com a qualidade de vida. Essa prática associada às legislações ambientais também pode ser considerada um Serviço Ambiental.

O Município conta com o Centro de Resiliência às Emergências de Defesa Civil de Santo André, instituído pelo decreto nº 18.102, de 2023, o espaço é composto pelo monitoramento real com as imagens das câmeras espalhadas pelas cidade, além de vínculo com as estações telemétricas, é possível monitorar o regime das chuvas, e aumento do nível do rio, processos de alagamento e enchentes. Vale lembrar que a Defesa Civil de Santo André é informada pelo CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), por meio de alertas de chuvas e ondas de calor, assim como a umidade relativa do ar, tudo isso chega à população através da comunicação institucional da Prefeitura ou alertas via celular pré-cadastrados. Essa política pública, contempla o Comitê Global da Iniciativa Construindo Cidades Resilientes 2030 - MCR 2030, reforçando o compromisso da gestão pública com a vida do andreense.

A cidade, nas últimas décadas, trabalha com responsabilidade, comprometimento e afinco à causa ambiental por meio da fiscalização, licenciamento e educação ambiental. Certamente os 62% do território andreense preservando um fragmento florestal do bioma mata atlântica, aproximadamente 127 km², é o resultado do trabalho incansável de técnicos da nossa cidade. O resultado é uma área provedora de serviços ecossistêmicos (produção de água, armazenamento e captação de carbono, conservação da biodiversidade e beleza cênica).

Com o resgate histórico e temporal de ações realizadas pelo poder público, destacamos que passos importantes foram dados, mas a jornada precisa ser aperfeiçoada, mudanças de paradigmas, sensibilização quanto a importância das ações individuais, intervenções na cidade com as soluções baseadas na natureza, modelo interno de gestão pública vinculada aos 17 ODS, habitações de qualidade, compromisso com os recursos hídricos, preservação da biodiversidade, consumo responsável, destinação dos resíduos sólidos, uso de transporte que emite menor quantidade de gás carbônico, diminuição do desperdício de alimentos, desenvolvimento de políticas públicas são peças fundamentais de um quebra cabeça, que muitas vezes precisará ser desmontado, moldado e ajustado ao desenvolvimento sustentável. O Planejamento Estratégico de Curto, Médio e Longo prazo também são peças do quebra cabeça e compõem o Programa Santo André 500 anos.

Agora, a partir do diagnóstico realizado pelo ICLEI por meio do Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa de Santo André - mais uma ação pioneira -, será possível a identificação dos principais setores de emissão de gases na cidade. Desta forma, através do estabelecimento de metas municipais para redução de GEE, a Prefeitura atuará para mitigar os efeitos climáticos provocados pelos gases de efeito estufa em consonância com o Programa de Planejamento Estratégico Santo André 500 anos, promovendo melhor qualidade de vida para os andreenses, desenvolvendo uma cidade preparada para o enfrentamento às mudanças climáticas, resiliência às aos eventos climáticas, e por fim, uma cidade com compromisso humano e ambiental que o Planeta precisa.



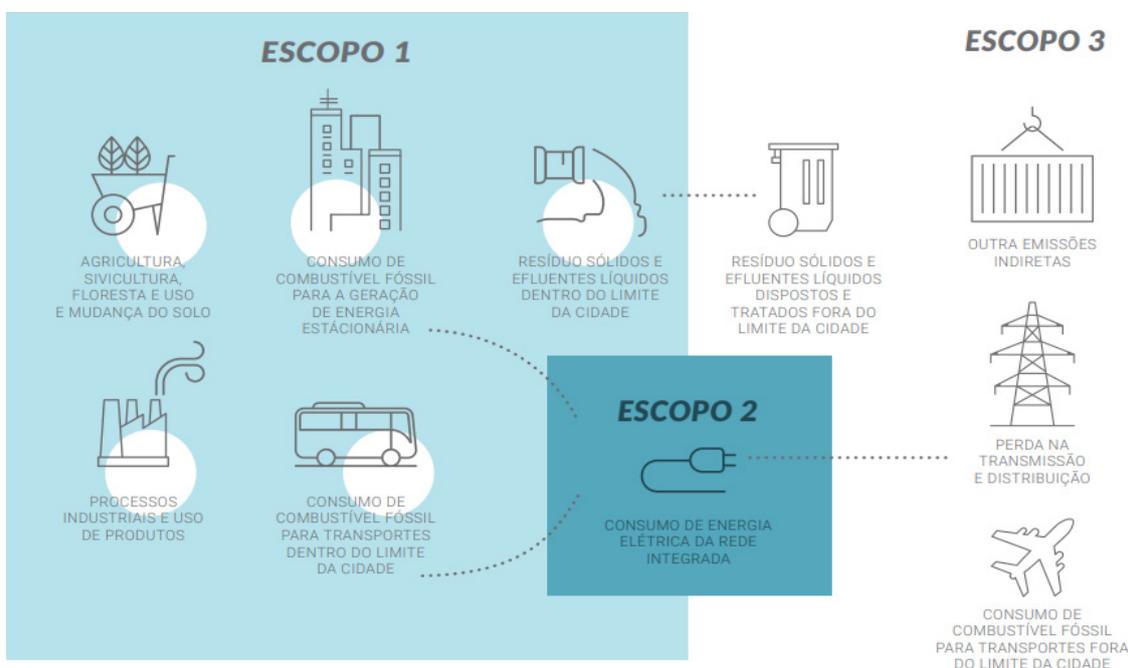
3. Metodologia GPC

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: Elaboração própria com base no GPC, 2024.

Além da desagregação em escopos, outro aspecto importante do GPC é 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.

Tabela 1. Setores de emissão de GEE para o município de Santo André de 2018 a 2022.

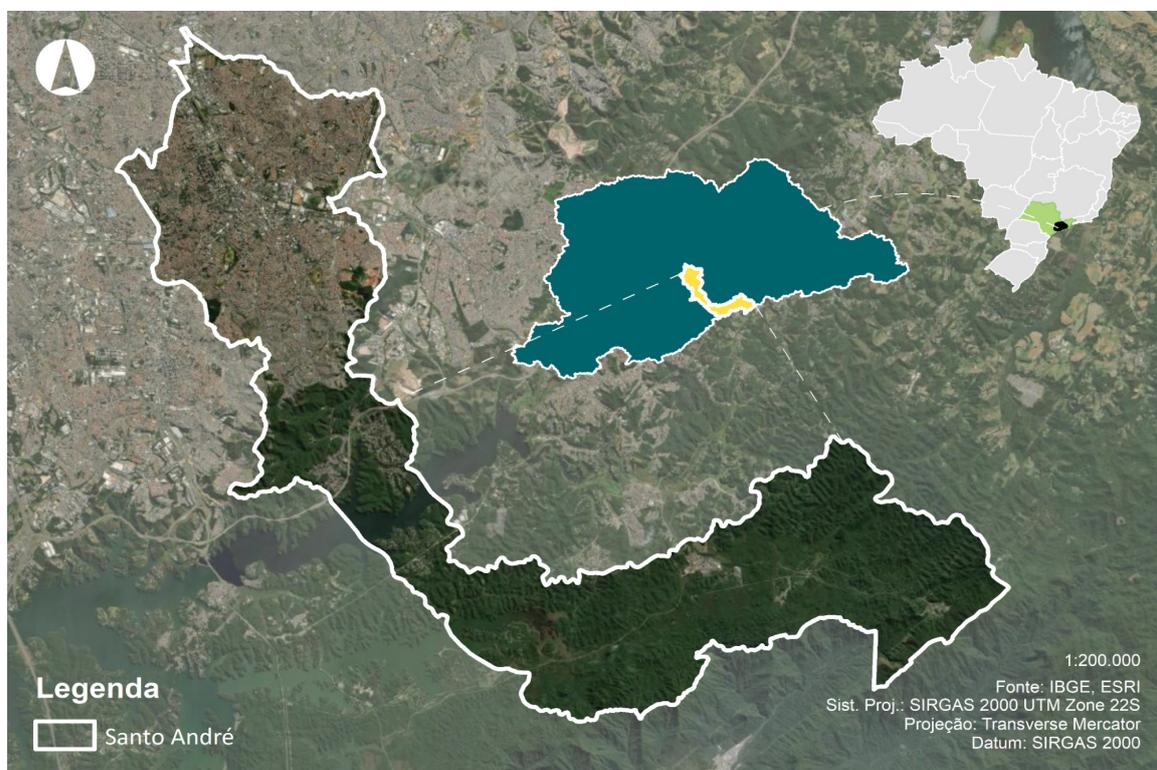
Setor	Descrição
Energia Estacionária	Emissões relacionadas com a produção ou consumo de combustíveis fósseis e energia elétrica nos diferentes tipos de edifícios. As atividades fontes de emissão são desagregadas nos subsetores edifícios residenciais; edifícios comerciais e institucionais; indústrias 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 off-road.
Resíduos	Emissões de GEE relacionadas exclusivamente ao 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 principais fontes de emissão estão relacionadas à indústria de transformação (química ou física), como por exemplo, indústrias de ferro, aço, e cimento.
Agricultura, floresta e outros usos da terra (AFOLU)	Emissões provenientes dos fluxos GEE decorrentes 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 foi contemplado na presente análise.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

3.1 Fronteiras do Inventário e Emissões de GEE em Santo André

Santo André está localizada na região sudeste brasileira. Integra a Macrometrópole Paulista - que compreende outros 173 municípios - e o Grande ABC Paulista, junto de São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra. Segundo o IBGE (2022), o território do município equivale a cerca de 175 mil km², dos quais, ao norte encontra-se a parcela majoritária do tecido urbano, e, ao sul, uma zona de importância hídrica quase integralmente protegida. Com população de aproximadamente 749 mil habitantes, Santo André é dividida em 152 bairros - Figura 2.

Figura 2. Localização do município de Santo André.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

De acordo com dados do SEBRAE (2020), o PIB corrente de Santo André é de cerca de 29 bilhões de reais, sendo a indústria o principal setor econômico (Prefeitura de Santo André, sem data), com destaque para o Polo Petroquímico de Capuava. O percentual de habitantes formalmente ocupados é da ordem dos 242 mil - o que equivale a 33,53% do montante total de pessoas na cidade; e mais de 30% dos moradores de Santo André apresenta rendimento mensal per capita de ½ salário mínimo (IBGE, 2021). O bioma predominante no município é o de Mata Atlântica, sendo que são encontradas fitofisionomias características - Floresta Ombrófila Densa (FOD), FOD Montana e FOD Altomontana (Prefeitura de Santo André, 2011). A Tabela 1 sintetiza as informações supracitadas.

De acordo com o IBGE (2019), a área urbanizada de Santo André equivale a 70.43 km² - cerca de 40% de seu território - e mais de 60% do território do município está dentro da Macrozona de Proteção Ambiental, “onde incidem regras e legislações específicas para uso e ocupação do solo” (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO ANDRÉ, 2010).

A cidade possui 5 Unidades de Conservação, com área total de 2.049 ha - aproximadamente 12% do território municipal -, “das quais três são geridas pelo Governo do Estado de São Paulo (Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Itutinga-Pilões, Parque Estadual Chácara da Baronesa e Reserva Biológica do Alto da Serra) e duas vinculadas à Prefeitura Municipal de Santo André (Parques Naturais Municipais do Pedroso e o Nascentes de Paranapiacaba)” (PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, 2010). Das UCs geridas pelo município de Santo André, destaca-se a relevância do Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba e Parque Natural Municipal do Pedroso em função da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da bacia hidrográfica do reservatório Billings - significativo para o abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo. As áreas protegidas do município cumprem um importante papel socioambiental, que será discutido no subcapítulo de resultados de AFOLU.

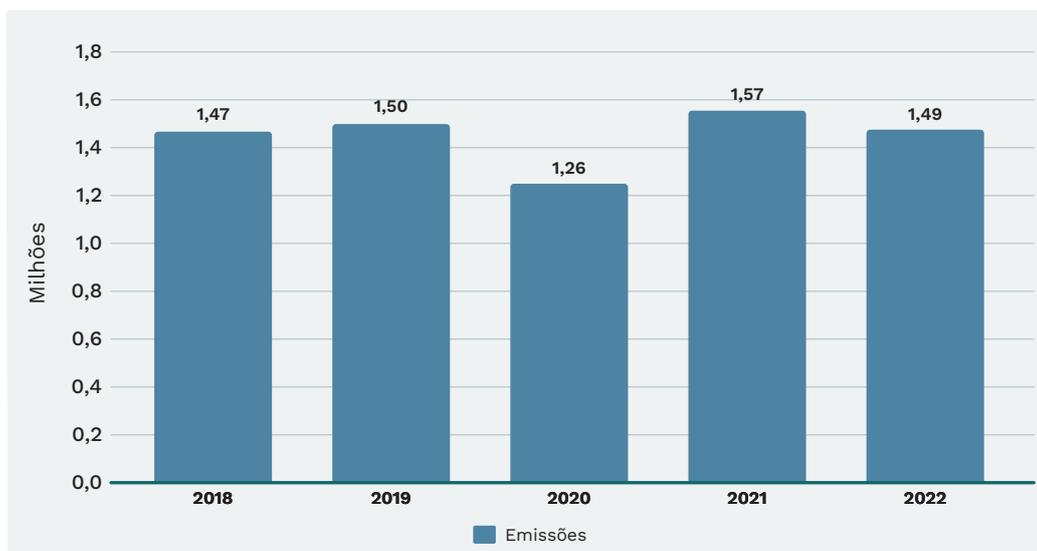
Tabela 2. Informações sobre o município de Santo André.

Caracterização e Limites do Inventário	
Nome do município	Santo André
Estado	São Paulo
País	Brasil
Ano do inventário	2018-2022
Área	(IBGE, 2022).
Limites geográficos	São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Cubatão, Santos, Mogí das Cruzes, São Paulo.
População (estimativas SIDRA IBGE)	2018 - 716.109 habitantes; 2019 - 718.773 habitantes; 2020 - 721.368 habitantes; 2021 - 723.889 habitantes; 2022 - 748.919 habitantes (atualizado via Censo 2022).
PIB per capita	R\$45.062,56 (IBGE, 2022)
Clima	Tropical
Bioma	Mata Atlântica

Em 2018, Santo André registrou a emissão de 1,47 milhões de toneladas de CO₂e (MtCO₂e), apresentando um aumento de aproximadamente 2% no ano seguinte, em 2019, com 1,50 MtCO₂e. Já em 2020, o primeiro ano da pandemia de COVID-19, foi observada a menor contribuição de emissões, totalizando 1,26 MtCO₂e, o equivalente a uma redução de aproximadamente 16% das emissões em

relação ao ano anterior. Posteriormente, em 2021, verificou-se um aumento de aproximadamente 18% das emissões em relação a 2020 - pico de contribuição-, com 1,57 MtCO₂e. Esse aumento tem como justificativa o início da retomada, mesmo que parcial, das atividades econômicas, onde foi observado um crescimento nas emissões relacionadas às atividades industriais e de circulação de bens e pessoas no Setor de Transportes; e ao aumento do fator de emissão relacionado ao consumo de energia elétrica, visto que 2021 foi o ano com maior acionamento de termelétricas no país. Já em relação a 2022, foi observada uma nova redução nas emissões, de 5% em relação ao ano anterior - 1,49 MtCO₂e. As observações trazidas acima constam na Figura 3.

Figura 3. Evolução das emissões totais de GEE para o município de Santo André de 2018 a 2022.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

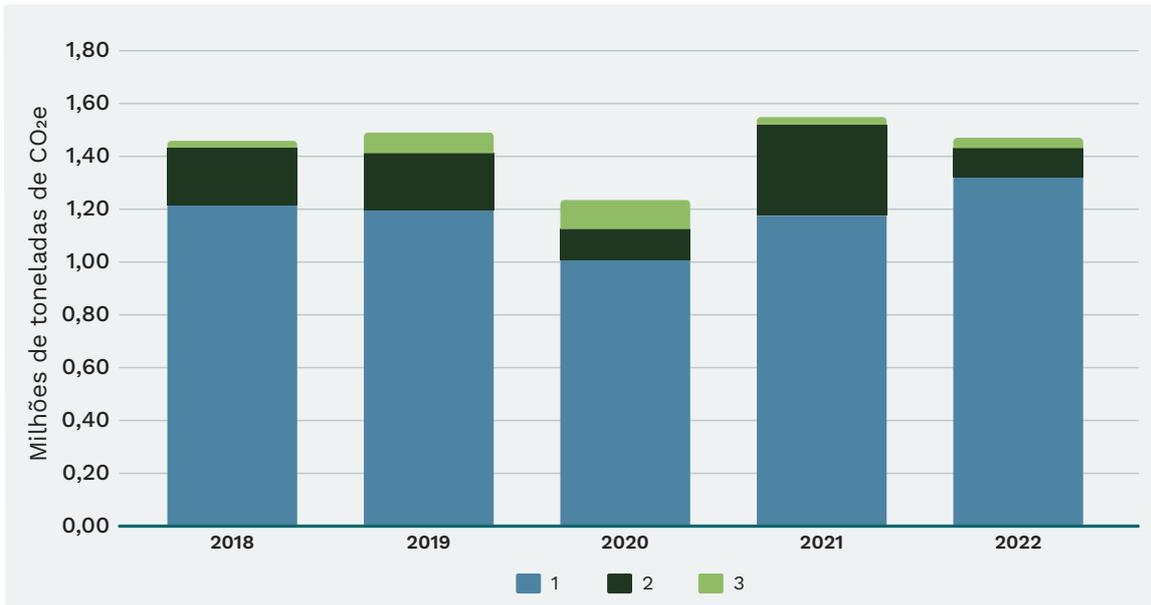
3.2 Emissões por Escopo

As emissões de Escopo 1 referem-se aos lançamentos diretos provenientes de atividades realizadas dentro dos limites do município. Em contraste, as emissões de Escopo 2 estão exclusivamente relacionadas ao consumo de energia elétrica proveniente de sistemas interconectados de distribuição, como o Sistema Interligado Nacional (SIN) no Brasil. Por fim, as emissões de Escopo 3 são consideradas emissões indiretas, originadas de fontes localizadas externamente aos limites municipais, mas resultantes de atividades sob a responsabilidade direta da administração municipal.

Considerando as emissões de todo período analisado, a maior contribuição decorre de atividades oriundas do Escopo 1, representando 82% do total de emissões do município. Já a segunda maior contribuição é proveniente das emissões de Escopo 2, relacionadas com o consumo de energia elétrica de atividades no setor de Energia Estacionária, representando 14% das emissões totais de Santo André. Já as emissões de Escopo 3 representam 4% das emissões, e estão relacionadas principalmente com a disposição final de resíduos coletados

e o tratamento de efluentes fora da fronteira da cidade. Estas observações estão indicadas na Figura 4.

Figura 4. Evolução das emissões totais de GEE desagregadas por Escopos.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

4. Avaliação dos Resultados por Setor de Emissão

Observa-se em toda série histórica uma contribuição significativa de emissões relacionadas à Energia Estacionária - cerca de 48% do total de emissões -, um padrão bastante distinto de outras grandes e médias cidades brasileiras, que têm normalmente o Setor de Transportes como o principal emissor. O segundo principal emissor é o Setor de Transportes, responsável por 34% do total das emissões. O Setor de Resíduos é o terceiro principal contribuinte, responsável por 17% das emissões. Já o setor de IPPU, neste estudo, apresenta uma contribuição pouco significativa em função da dificuldade na obtenção de informações detalhadas sobre as indústrias presentes no município. A partir do setor de AFOLU é possível observar uma remoção de CO₂ relacionada principalmente com a manutenção de áreas protegidas no município. A Tabela 3 apresenta os resultados de emissão por setor e por ano e a Figura 5 traz a contribuição de cada setor de emissão por ano.



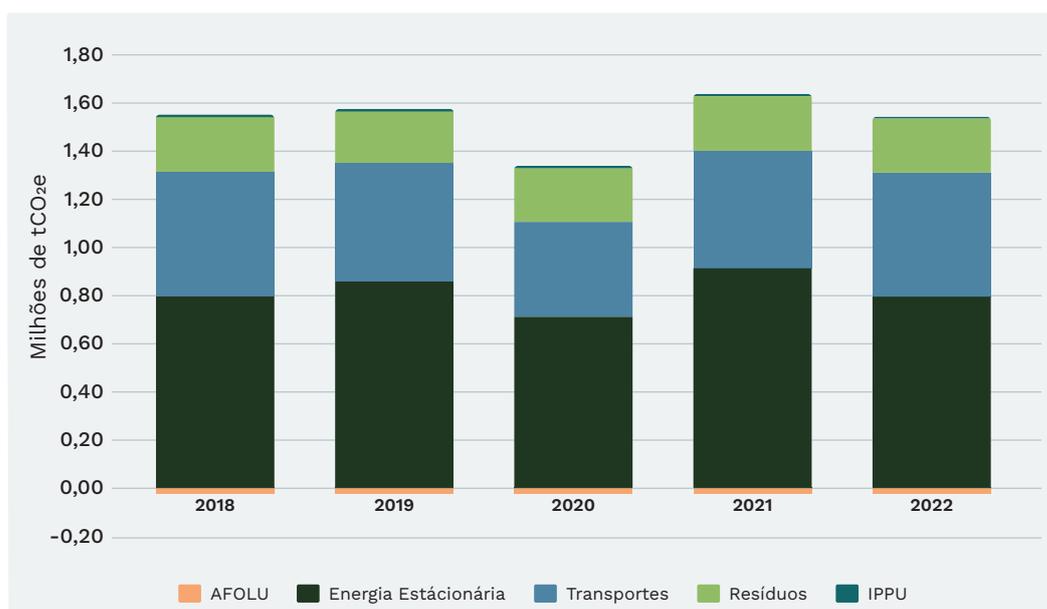
A Figura 6 mostra o perfil de emissões brutas, ou seja, não considerando as remoções do setor de AFOLU. A análise é realizada com base na somatória da contribuição setorial de todos os anos, visto que não são observadas alterações significativas no perfil de emissões para cada um dos anos contemplados. Para toda a série histórica, o setor de energia foi o principal emissor, assumindo uma contribuição de 47% a 52%; a variação da contribuição do Setor de Transportes foi de 32% a 38%; já contribuição do Setor de Resíduos apresentou uma oscilação de 17% a 20%, enquanto a dos setores de AFOLU e IPPU foram menores que 1% para todo o período analisado.

Tabela 3. Resultados de emissões de totais de GEE de Santo André por setor e por ano.

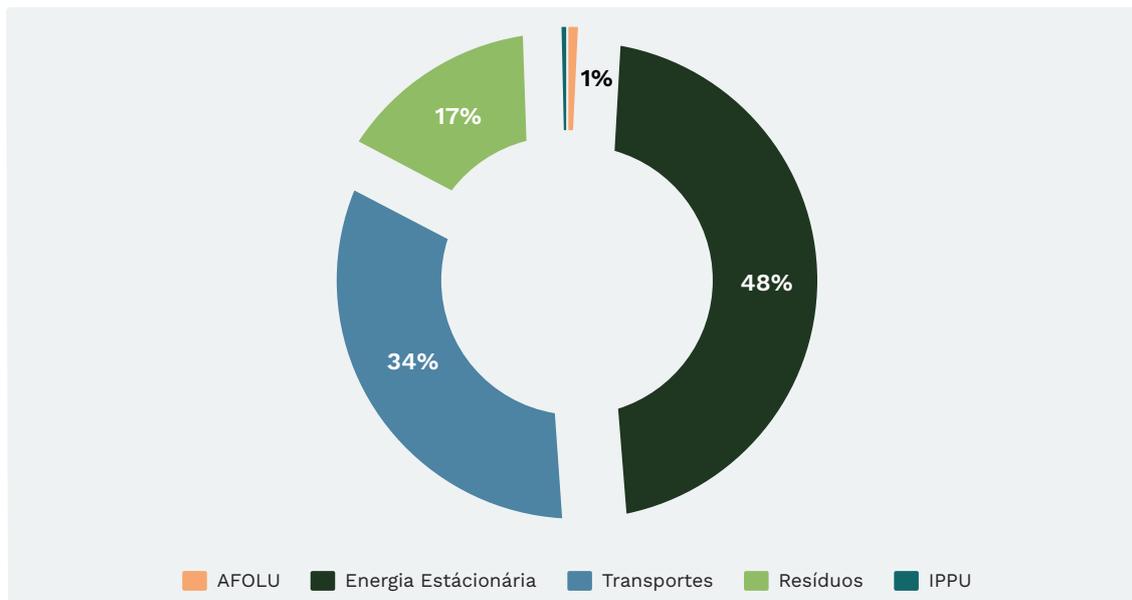
Setor de Atividade	Emissões de GEE (tCO ₂ e)				
	2018	2019	2020	2021	2022
I. Energia Estacionária	687.732	754.627	589.981	819.525	686.294
II. Transportes	531.565	507.061	421.057	499.779	559.545
III. Resíduos	252.217	249.248	244.354	246.775	248.559
IV. IPPU	2.744	4.279	7.991	10.229	3.020
V. AFOLU	-12.445	-11.711	-12.260	-11.990	-12.042
Total	1.461.813	1.503.504	1.251.123	1.564.318	1.485.376

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Figura 5. Evolução das emissões de GEE em Santo André.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Figura 6. Perfil de emissões de GEE em Santo André.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.1 Setor de Energia Estacionária

As emissões do setor de Energia Estacionária são provenientes da queima de combustíveis utilizados, em geral, para produção de vapor ou energia elétrica; do consumo de energia elétrica; e das perdas técnicas nos sistemas de Transmissão e Distribuição, sendo desagregadas nos seguintes subsetores: edifícios residenciais, Indústrias de manufatura e construção, edifícios comerciais e institucionais, indústrias de geração de energia e atividades de agricultura, silvicultura e pesca.

Em 2018, observa-se a contribuição setorial de 687 mil tCO₂e, com um aumento de quase 9% em 2019, seguido de uma diminuição de 22%, com a emissão de 589 mil tCO₂e em 2021. Já em 2021, observa-se um aumento significativo - cerca de 28% em relação ao primeiro ano da pandemia -, o pico de emissão da série, com 819 mil tCO₂e e posterior redução de 25% em 2022.

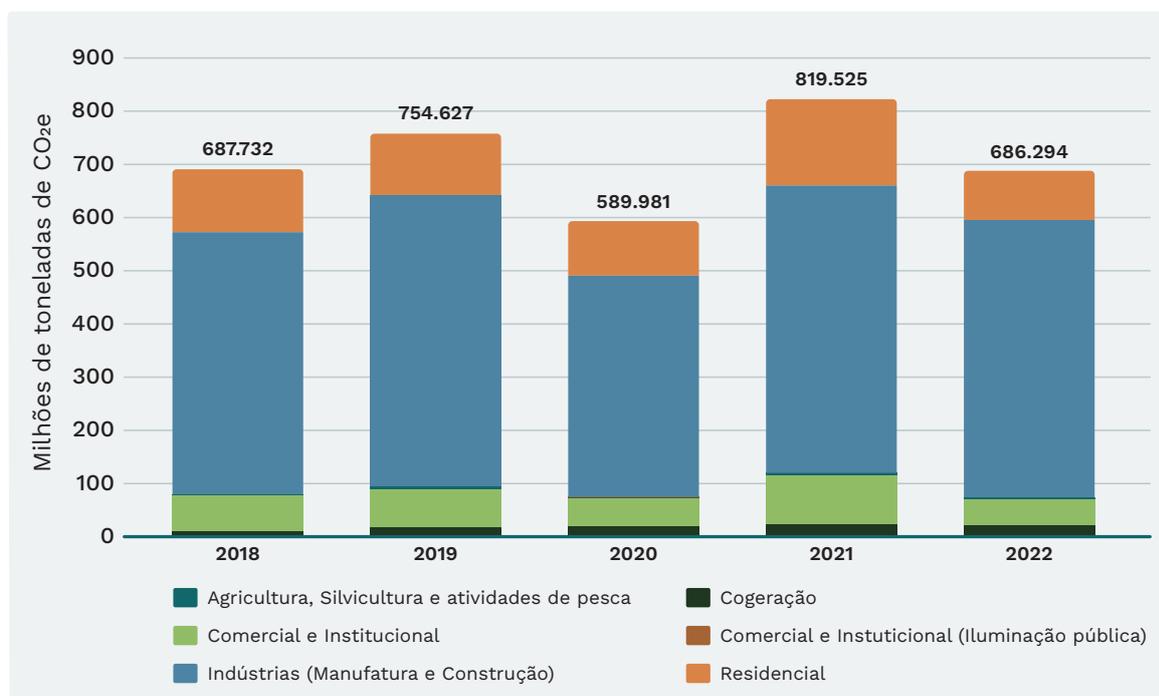
É importante destacar que cerca de 70% das emissões ao longo da série são oriundas do consumo energético em indústrias de manufatura e construção, corroborando com o perfil econômico fortemente industrial apresentado por Santo André. Edifícios residenciais são responsáveis por 17% das emissões, enquanto edifícios comerciais respondem por 10% das emissões setoriais. As emissões do setor podem ser observadas na Tabela 4 e Figura 7.

Tabela 4. Emissões de CO₂e por subsetor de Energia Estacionária em Santo André por ano.

Subsetor	Emissões de tCO ₂ e				
	2018	2019	2020	2021	2022
Prédios Residenciais	117.295	115.256	106.662	163.086	94.259
Indústrias de manufatura e construção	493.856	550.835	415.486	540.618	523.066
Prédios comerciais e institucionais	70.995	74.373	56.049	96.438	50.517
Cogeração	5.585	14.163	14.783	19.383	18.452
Atividades de agricultura, silvicultura e pesca	0,12	0,43	0,07	0,18	0
Total	687.732	754.627	589.981	819.525	686.294

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Figura 7. Emissões de GEE do setor de Energia Estacionária por precursor entre 2018 e 2022.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.1.1 Energia Elétrica

As emissões decorrentes do consumo de energia elétrica, abrangendo edifícios, indústrias, iluminação pública e as perdas na transmissão e distribuição, representam, em média, cerca de 27% das emissões do setor de Energia Estacionária. Essa contribuição alcançou seu pico em 2021, com 41%, e o mínimo de 16% nos anos de 2019 e 2022. Em 2018, a cidade foi responsável pela emissão de 208 mil tCO₂e, seguido de um pequeno aumento no ano seguinte, para em 2020, atingir sua menor contribuição, emitindo 114 mil tCO₂e, o que representou um decréscimo de 45%, oriundo principalmente da redução significativa do consumo de energia elétrica em indústrias de manufatura e construção, que por sua vez, apresenta relação com o arrefecimento da economia no primeiro ano da pandemia.

Já em 2021, observa-se o ano de maior contribuição em termos de emissão, atingindo o patamar de 337 mil tCO₂e, associado tanto com a retomada do consumo, quanto ao aumento expressivo no fator de emissão. Já em 2022 é observado o ano de menor emissão da série, com a contribuição de 109 mil tCO₂e, relacionada majoritariamente com a redução significativa do fator de emissão.

São utilizadas duas principais variáveis para estimar as emissões relacionadas à energia elétrica, sendo elas o consumo observado no município e o fator de emissão do SIN. Em relação ao consumo, observa-se que o uso de energia elétrica em indústrias de manufatura e construção se destaca, com exceção no ano de 2020, podendo ser justificado pela recessão econômica iniciada com crises de natureza política e aprofundada pela pandemia da COVID-19, bem como se observa uma pequena redução relacionada com o consumo de energia em comércios e instituições. Enquanto o consumo de residências, segundo principal tipo de uso, apresentou um pequeno aumento nos anos observados, o que corrobora com a análise dos pesquisadores do Laboratório de Inspeção de Edificações em Eficiência Energética da Universidade Federal de Pelotas - Linse/UFPel, onde foi observado aumento nos padrões médios de consumo de energia elétrica residencial em decorrência da pandemia da COVID-19, com o aumento de tarifas mediante as novas necessidades, como o home office, o ensino à distância e o prolongamento do tempo nas casas de maneira geral (Coordenação de Comunicação Social/UFPel, 2021).

Já os Fatores de Emissão de CO₂ do Sistema Interligado Nacional (SIN) 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, 2023). O fator médio é um 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, 2021). É importante observar que esse fator médio é influenciado por variações climáticas, como a ausência 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, é comum uma maior demanda por outras fontes, como termelétricas, que podem ter um perfil de emissão mais elevado, o que conseqüentemente torna a geração de eletricidade mais intensa em carbono. O uso dessas fontes fósseis em termelétricas para geração de eletricidade cresceu, passando de 15% em 2020 para 20% em 2021 (IEMA, 2022).

A Figura 8 apresenta a evolução de emissões relacionadas com o consumo de energia elétrica, com destaque para emissões relacionadas com indústrias de manufatura, seguido da contribuição de residências e edifícios comerciais e institucionais.

Figura 8. Evolução das emissões de GEE pelo consumo de energia elétrica em Santo André.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.1.2 Combustíveis Fósseis

As emissões oriundas de combustíveis fósseis são provenientes da utilização de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), utilizado principalmente para a cocção em residências, Gás Natural (utilizado em atividades de indústrias) e Óleo Diesel (utilizado principalmente em edifícios comerciais e institucionais). Em Santo André, essas emissões correspondem a 73% das emissões totais do setor de Energia Estacionária em média.

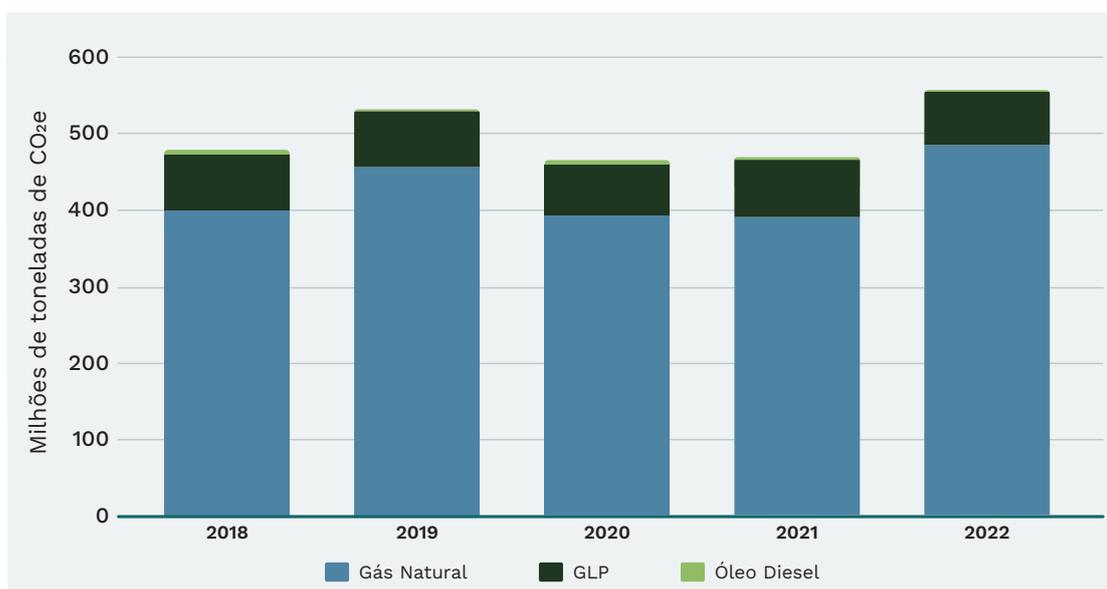
Cada um dos combustíveis apresentou um comportamento distinto em termos de consumo ao longo do período analisado. Para o gás natural foi observada uma redução em 2020 e 2021, com um expressivo aumento em 2022. Analisando o comportamento do consumo de GLP, observa-se uma diminuição nos anos de 2019, 2020 e 2022, possivelmente relacionada com a recessão econômica e o impacto do preço do gás de cozinha para famílias de baixa renda. Já em relação ao óleo diesel, foi observado um comportamento mais diferenciado, com um aumento do consumo no primeiro ano da pandemia, seguido de uma diminuição significativa em 2021.

Em termos de emissão, em 2018 foi observada a emissão de 472 mil tCO₂e, seguido de um aumento de 12% em 2019, com posterior redução em 2020, ano de menor contribuição da série, com 459 mil tCO₂e. Já nos anos seguintes foram observados aumentos e em 2022, a cidade apresentou sua maior contribuição na série, com 557 mil tCO₂e, o que representa um aumento de 15% em relação ao primeiro ano analisado.

Nesse contexto, o gás natural emerge como o principal emissor e modulador do comportamento das emissões, com um aumento expressivo de 26% no último ano (2022) em comparação com 2018. Em contrapartida, o GLP exibe uma variação mais moderada ao longo dos anos, com um aumento de apenas 1% no período. O Óleo Diesel apresenta uma oscilação mais significativa, atingindo o menor valor em 2021, contribuindo com apenas 2.199 toneladas de CO₂e. No entanto, em 2022, há um aumento significativo, totalizando 4.202 toneladas de CO₂e.

Dessa forma, o Gás Natural se destaca como o principal contribuinte para as emissões ao longo do período analisado, representando, em média, 84% do total anual, seguido pelo GLP com 15% e o Óleo Diesel com 1%. A Figura 9 apresenta a evolução das emissões para o período analisado.

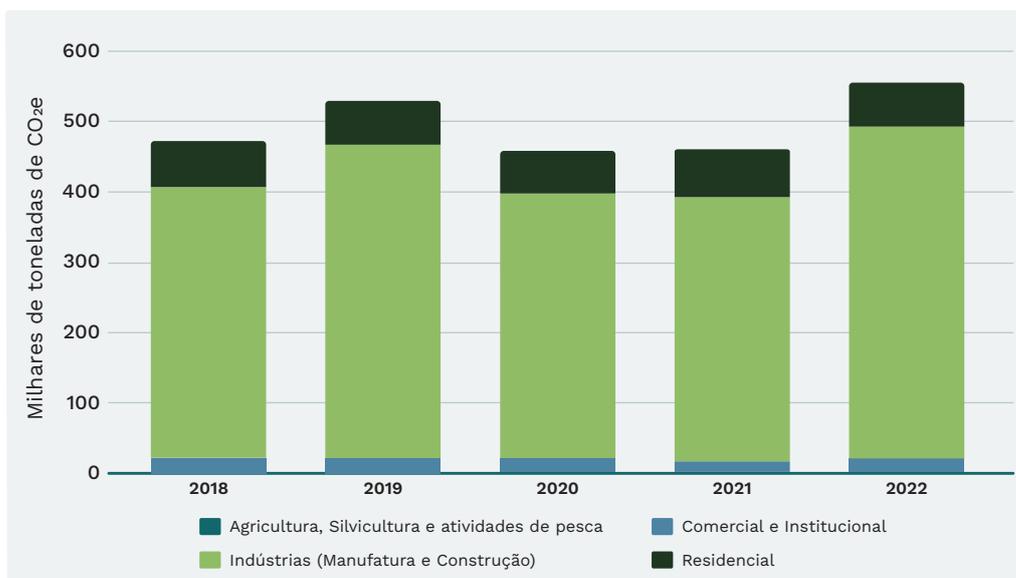
Figura 9. Emissões de GEE do setor de Energia Estacionária - consumo de combustíveis fósseis.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Outra análise importante de ser realizada, além da caracterização pelo tipo de combustível, é a compreensão das emissões por subsetor do GPC. Destaca-se que para todo o período analisado, as emissões são majoritariamente oriundas de atividades industriais, responsáveis por cerca de 83% das emissões totais. O segundo subsetor que mais contribuiu foi o de edifícios residenciais, com 13%. Enquanto o consumo de combustíveis em comércios e instituições é responsável por apenas 4% das emissões de todo o período. A Figura 10 apresenta a evolução das emissões oriundas do consumo de combustíveis fósseis por tipo de uso.

Figura 10. Emissões do setor de Energia Estacionária - consumo de combustíveis fósseis por tipo de uso.



Fonte: Elaboração própria , 2024.

4.2 Setor de Transportes

As emissões desse setor são oriundas da queima de gasolina, etanol, GNV e diesel para os diferentes modais de transporte presentes no município de Santo André. Essas emissões foram calculadas a partir dos valores obtidos nos anos avaliados pelos métodos de comercialização de combustíveis. O método tem como premissa que todo combustível comercializado dentro da fronteira da cidade é utilizado para a locomoção dos veículos que circulam dentro de Santo André.

No período de 2018 a 2022, o modal rodoviário se destaca como o principal contribuinte para as emissões de GEE, representando 99% do total anual. Este modal inclui uma variedade de veículos, como automóveis particulares e transporte público por ônibus. Em 2018, o transporte rodoviário liderou com 531.373 toneladas de CO₂e, alcançando um pico em 2022 com 559.472 toneladas de CO₂e.

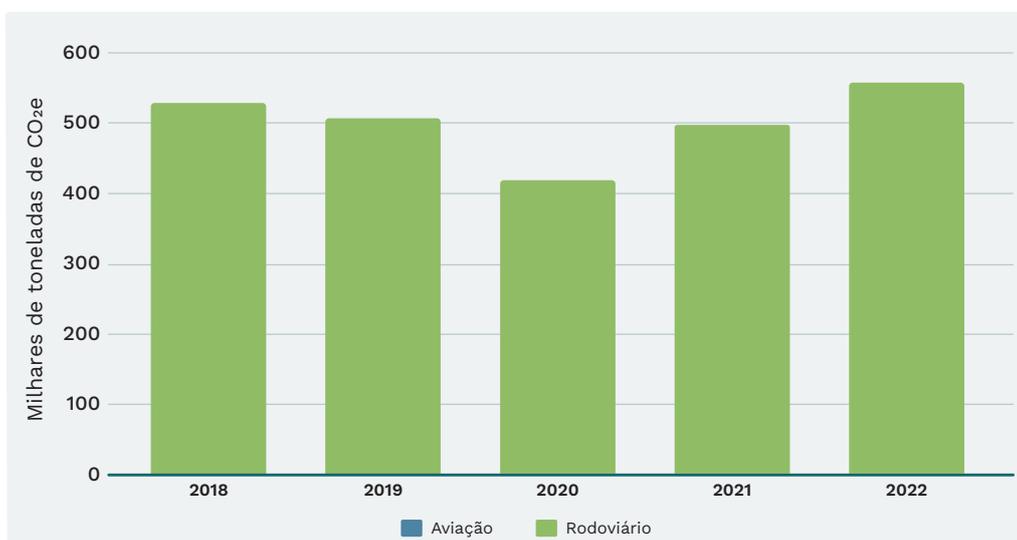
Apesar de existir transporte ferroviário no município, não foram obtidos dados detalhados em relação a esse tipo de transporte. Visto que a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) ainda não possui um Inventário de Emissões de GEE, entende-se que o esforço para compreender o impacto em deve ser abordado de forma a compreender a totalidade da região metropolitana de São Paulo. Já o modal de aviação, representa a menor parcela, tendo a maior participação no ano de 2019 e a menor em 2022.

No período analisado as emissões oriundas dos modais de transporte apresentaram um aumento de cerca de 5%. Essas reduções ficaram mais evidentes em 2020, o primeiro ano da pandemia de COVID-19, que foi caracterizado pela adoção de medidas de restrição e isolamento, além de ter desencadeado a maior crise econômica global em mais de um século (Word Bank, 2022). A Tabela 5 apresenta as emissões desagregadas por subsetor, enquanto a Figura 11 ilustra a evolução das emissões por tipo de modal.

Tabela 5. Emissões de CO₂e por subsetor de Transportes em Santo André por ano.

Subsetor	Emissões de tCO ₂ e				
	2018	2019	2020	2021	2022
Aviação	193	452	261	264	73
Rodoviário	531.373	506.609	420.796	499.515	559.472
Total	573.769	543.110	437.892	537.741	568.560

Fonte: Elaboração própria, 2024.

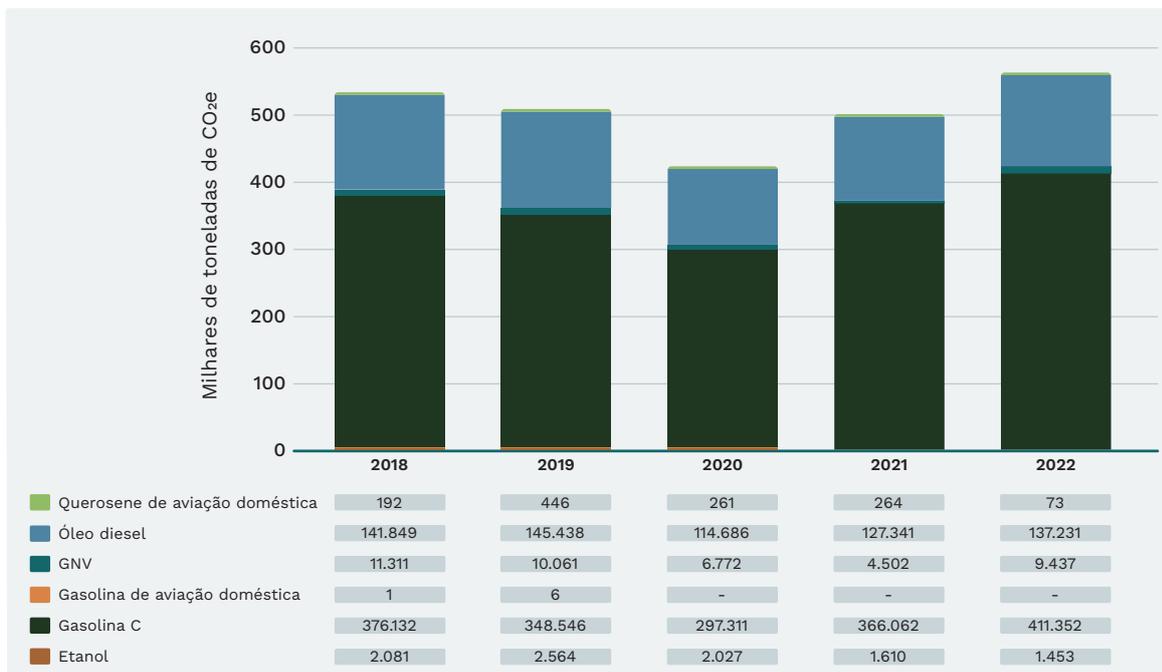
Figura 11. Distribuição das emissões de GEE do Setor de Transportes.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Já em relação aos tipos de combustíveis que mais contribuem, a gasolina tipo C se configura como o principal combustível emissor, cerca de 70% do total observado, seguido pelo óleo diesel, com contribuição de 26%. A gasolina já em 2021 voltou a ter níveis de consumo equiparáveis ao início da pandemia de COVID-19, sendo que 2022 foi o ano pico de emissões por queima deste combustível. O óleo diesel apresentou crescimento entre 2018 e 2019, decaiu com o início da pandemia, e voltou a registrar uma trajetória de aumento de consumo dentro do intervalo analisado.

Destaca-se que as emissões de etanol se mostraram pouco significativas em termos de emissão de GEE, ainda que, em termos de quantidade, seu consumo seja significativo, isso ocorre porque as emissões de CO₂ oriundas do consumo de biocombustíveis são consideradas biogênicas, ou seja, emissões neutras que não contribuem para a intensificação do efeito estufa, visto que considera todo o ciclo de vida do carbono. As emissões por tipo de combustível podem ser observadas na Figura 12.

Figura 12. Evolução das emissões por queima de combustíveis fósseis.



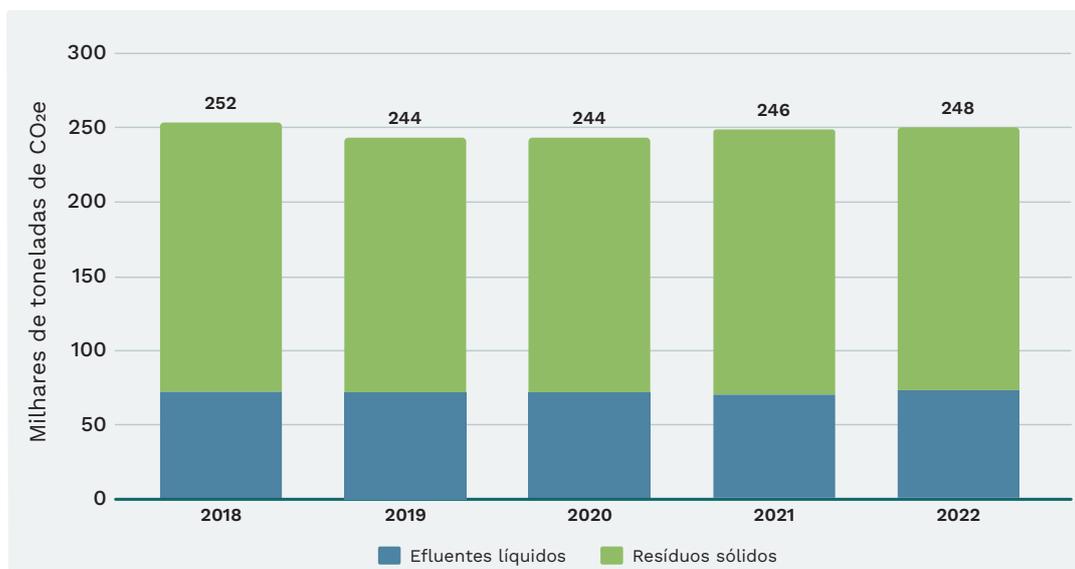
Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.3 Setor de Resíduos

O Setor de Resíduos, que contempla exclusivamente emissões pelo tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos, englobando atividades fontes de emissão, tais como a disposição final de resíduos sólidos em aterros sanitários, controlados e lixões, a incineração de resíduos de serviço de saúde (RSS) e o tratamento de efluentes líquidos domésticos e industriais.

A Figura 13 apresenta a evolução das emissões do Setor de Resíduos (2018-2022), na qual é possível observar pouca variação no período analisado, partindo do patamar de 252 mil tCO₂e em 2018, caracterizado como o de maior contribuição, para uma posterior redução de 3% em 2020, com emissão de 244 mil tCO₂e. Já nos anos seguintes, as emissões se estabilizaram, apresentando um pequeno aumento.

Figura 13. Evolução das emissões do Setor de Resíduos em Santo André de 2018 a 2022.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A principal contribuição provém das emissões associadas ao tratamento de resíduos sólidos, em especial a disposição final de sólidos em aterros sanitários, que representam cerca de 70% das emissões totais no setor. Em seguida, temos as emissões provenientes do tratamento de efluentes líquidos domésticos e industriais, correspondendo a 28%, e a incineração de resíduos de serviço de saúde (RSS), responsável por menos de 2% das emissões. A Tabela 6 apresenta as emissões do setor detalhadas por subsetor.

Tabela 6. Emissões de CO₂e por subsetor de Resíduos em Santo André por ano.

Subsetor	Emissões de tCO ₂ e				
	2018	2019	2020	2021	2022
Disposição final de Resíduos Sólidos	179.781	172.214	172.315	174.951	173.463
Tratamento de efluentes líquidos	76.738	76.475	76.186	75.923	79.383
Incimeração de RSS	532	559	639	676	699
Total	257.051	249.248	249.140	251.550	253.546

Fonte: Elaboração própria, 2024.

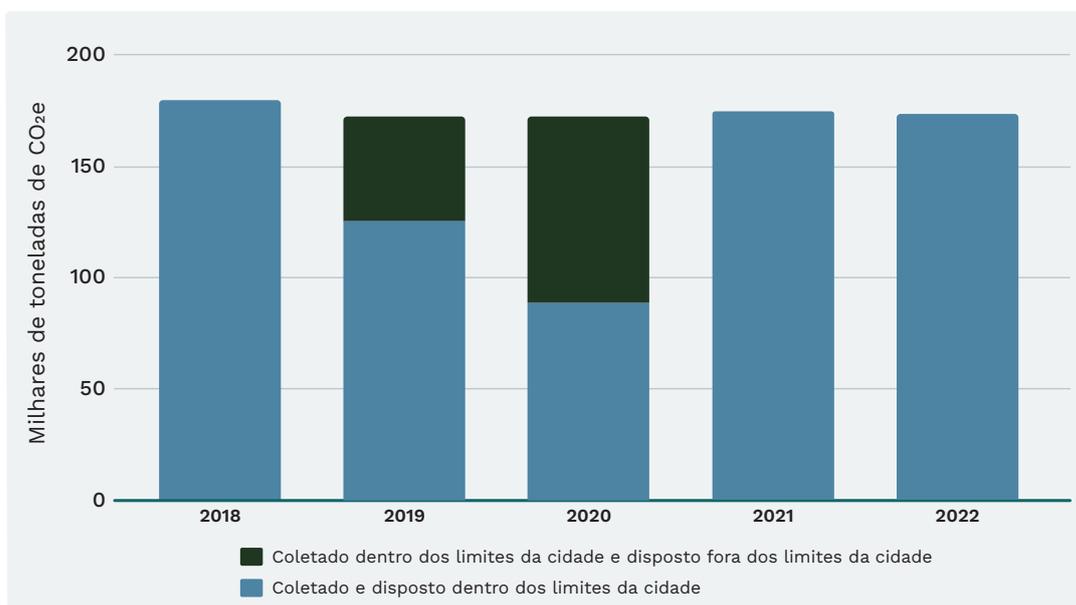
No que se refere à disposição final e a quantidade de resíduos que são gerados, observa-se uma taxa de coleta média de 0,90kg/hab.dia para o período analisado, no qual não foram observadas grandes alterações em termos da quantidade de material encaminhada para aterros sanitários. Destaca-se que no

de 2018 foi observada a maior quantidade de resíduos coletados, com cerca de 236 mil toneladas de resíduos domésticos e públicos, enquanto em 2022 foi observada a menor contribuição, com a disposição final de 227 mil toneladas, uma redução aproximada de 4%.

A CTR apresenta mecanismo de recuperação do metano por meio de flare, equipamentos responsáveis pela queima controlada do biogás gerado na degradação da matéria orgânica. Para se estimar as emissões relacionadas com a disposição final foram adotadas as premissas apresentadas no estudo “Do Sólido ao Gasoso, descobrindo as rotas finais dos resíduos sólidos urbanos” elaborado pela SEMASA e a prefeitura de Santo André em 2023. Com base nesse material foi possível estimar o potencial de geração de metano dos resíduos coletados no município.

Em termos de emissões, elas são desagregadas na fração que é coletada e disposta dentro dos limites da cidade e a fração que é disposta fora do limite do inventário, atividade exclusivamente observada nos anos de 2019 e 2020. Em 2018, observa-se a maior contribuição oriunda da disposição final em aterros sanitários, com 179 mil tCO₂e, que por sua vez também é ano em que foi observada a maior geração de resíduos domésticos e públicos. Posteriormente (2021) as emissões voltaram a aumentar, atingindo o patamar de 174 mil tCO₂e, com uma pequena redução de 1% no ano de 2022. A evolução das emissões pela disposição final podem ser observadas na Figura 14.

Figura 14. Evolução da emissão oriunda da disposição final, dentro e fora do limite da cidade.



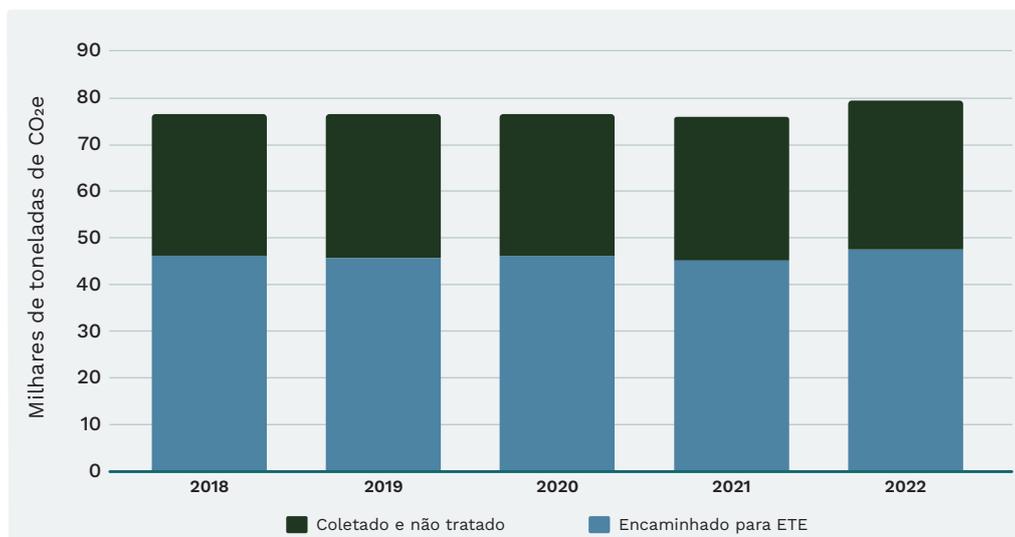
Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.3.1 Disposição e Tratamento de Efluentes Líquidos

Em termos de caracterização, a cidade possui um sistema principal de esgotamento sanitário com cobertura de coleta para toda a população, no entanto, apenas cerca de 41% da fração que é coletada é efetivamente tratada. O volume coletado é encaminhado à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) ABC, localizada no município de São Caetano e projetada para atender os municípios do Grande ABC e uma parte da cidade de São Paulo.

Sobre as emissões no subsetor, observa-se que em 2018, a cidade emitiu 76 mil tCO₂e, mantendo-se sempre perto desta mesma contribuição nos anos seguintes. Apenas em 2022 foi observado um pequeno aumento (3,4%), atingindo a contribuição de 79 mil tCO₂e, associada ao crescimento populacional apresentado com base nos dados do Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O comportamento das emissões pode ser observado na Figura 15.

Figura 15. Evolução da emissão oriunda do tratamento de efluentes líquidos domésticos.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

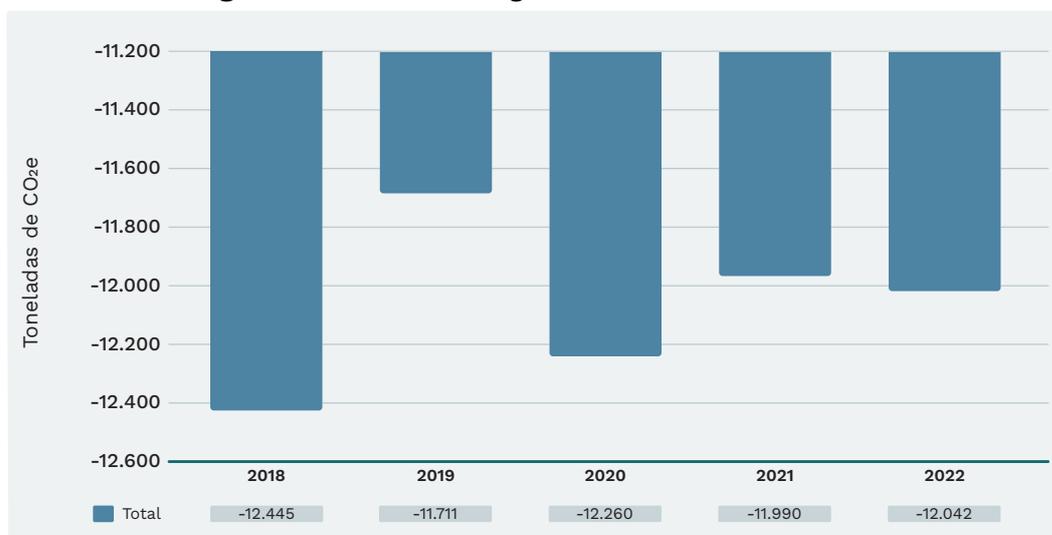
Nota-se que apesar de Santo André ser um município bastante avançado em termos de saneamento, 60% das emissões relacionadas com o tratamento de efluentes são oriundas da fração que não é tratada. Entende-se que metodologicamente é necessário compreender de maneira mais específica como esses efluentes são lançados para se adotar fatores de emissões mais específicos. Ainda existe um caminho importante para a cidade avançar em termos da universalização do serviço.

A incineração é uma prática pouco adotada no município, sendo utilizada exclusivamente para o tratamento final de resíduos de serviço de saúde, de modo que apresenta uma baixa contribuição nas emissões municipais. Em 2018, esse subsetor foi responsável pela emissão de 532 toneladas de CO₂e, com aumento gradativo nos anos seguintes, atingindo a emissão de 699 tCO₂e em 2022.

4.4 Setor AFOLU

No município de Santo André, as emissões e remoções do setor de Agricultura, Florestas e Uso do Solo são provenientes de atividades como as mudanças de uso da terra e o manejo de nutrientes para fins agrícolas, e da manutenção de áreas verdes. Na Figura 16 estão representados os resultados gerais obtidos para o setor. Os valores negativos têm relação com a presença expressiva de áreas protegidas no território do município, que favorecem a remoção de GEE.

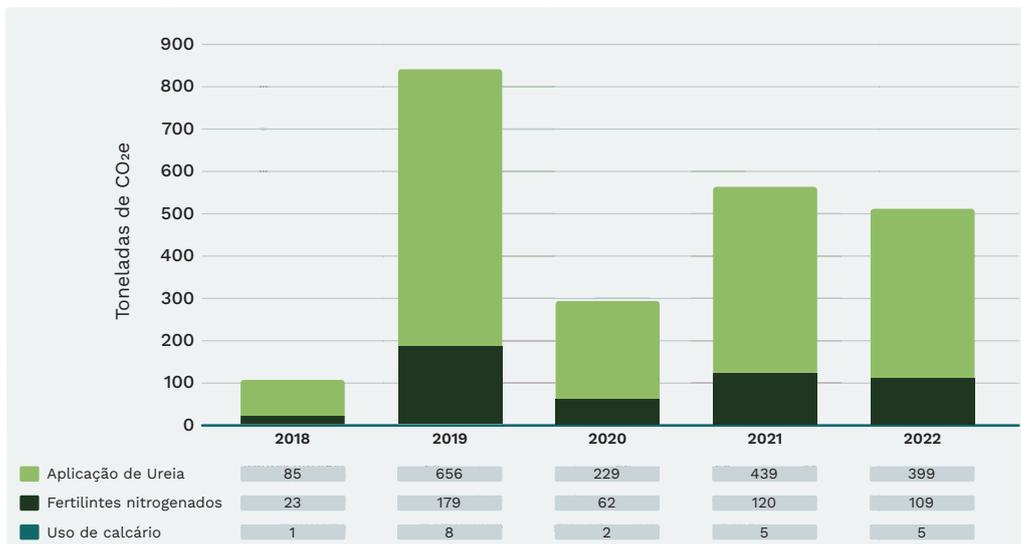
Figura 16. Resultados gerais do setor de AFOLU.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A Figura 17 apresenta a evolução das emissões brutas, desconsiderando as remoções. Nota-se a relevância das atividades agrícolas e sua oscilação ao longo dos anos inventariados. Este comportamento também pode ser observado no caso das transições de uso do solo - detalhadas a seguir. Para o caso das emissões por manejo de nutrientes, 2019 foi o ano de maior contribuição - cerca de 840 tCO₂e.

Figura 17. Evolução das emissões de GEE para o setor de AFOLU de 2018 a 2022.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

De acordo com a iniciativa “Aqui tem Mata” da SOS Mata Atlântica, desde de 2010 não é observado desmatamento em Santo André, sendo que os resultados do projeto contabilizam apenas a transformação em fragmentos de vegetação nativa acima de 3 hectares.

A remoção de GEE pode ser estimada a partir de cálculos que consideram as dimensões de áreas de conservação. Além dos parques (aproximadamente 70 ha) e da UC (cerca de 840 ha) sob tutela municipal, o município de Santo André conta com UCs estaduais de Proteção Integral (560 ha) e de Uso Sustentável (34 ha), e com ampla zona de proteção de mananciais ao sul de seu território (4.524 ha). Em conjunto, estima-se que estas áreas removam um total de 12.554 tCO₂e anualmente. A Figura 18 traz a estimativa das remoções dentro deste contexto.

Figura 18. Estimativa de remoções por áreas protegidas.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

4.5 Setor IPPU

Santo André é um município historicamente muito reconhecido por sua capacidade industrial, no entanto, desde 1980 foi observada uma forte desaceleração destes tipos de atividades. Ainda hoje há um grande esforço do setor público e da sociedade para a manutenção de atividades industriais, ainda que de forma mais reduzida. As indústrias são atualmente responsáveis por cerca de R\$6,39 milhões, o que representa 25% do Produto Interno Bruto (PIB) municipal - apenas atrás do setor de serviços, que apresenta uma contribuição bem mais significativa (63%).

Apesar do contexto industrial ainda relevante, o processo de elaboração do Inventário de Emissões de GEE foi marcado pela dificuldade de engajamento e articulação com as indústrias locais. Esse aspecto impossibilitou a estimativa das emissões de maneira consistente, de modo que elas se encontram bastante subestimadas no atual documento.

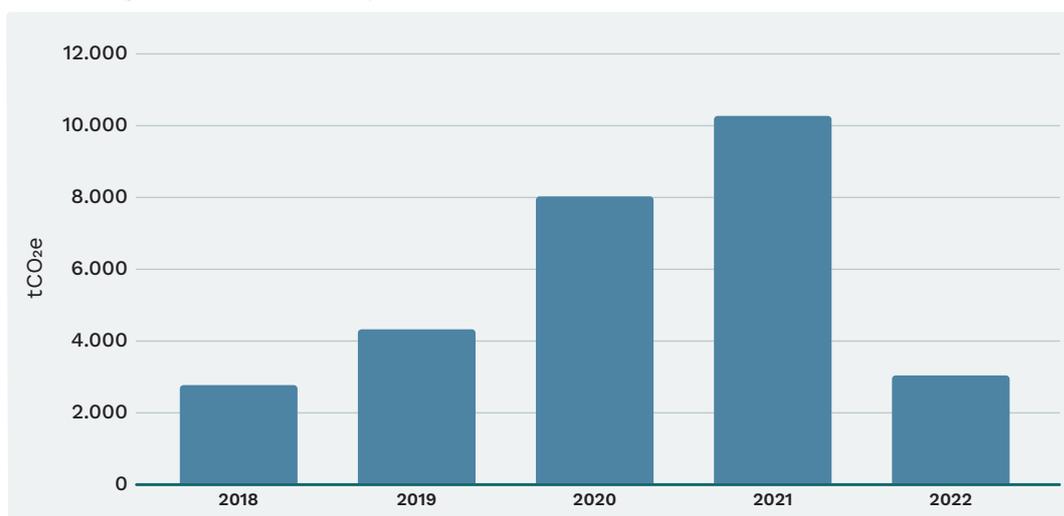
Apenas foram recebidas informações relacionadas ao uso de produtos de uma única indústria da região, apesar da cidade possuir o Polo Petroquímico do Grande ABC que é formado por cerca de 18 empresas de primeira e segunda geração que alimentam centenas de indústrias petroquímicas, químicas e plásticas. Em termos de emissão, foram estimadas apenas emissões fugitivas oriundas do uso de HFCs, conforme pode ser observado na Tabela 7. A Figura 19 traz a evolução das emissões entre 2018 e 2022.

Tabela 7. Emissões de CO₂e por subsetor de IPPU em Santo André por ano.

Subsetor	Emissões de tCO ₂ e				
	2018	2019	2020	2021	2022
IPTU	2.743	4.278	7.991	10.228	3.020

Fonte: Elaboração própria , 2024.

Figura 19. Distribuição das emissões de GEE do setor de IPPU.



Fonte: Elaboração própria , 2024.

Observa-se uma variação considerável nas emissões do setor de IPPU ao longo do período analisado. Em 2018, as emissões foram relativamente baixas (tCO₂e 2.743). Contudo, houve um aumento expressivo em 2019, alcançando tCO₂e 4.278, representando um acréscimo significativo no período analisado. O ano de 2020 foi marcado por uma notável elevação nas emissões de IPPU, atingindo tCO₂e 7.991. Esse aumento pode estar relacionado a mudanças na dinâmica industrial, expansão de atividades, ou outros fatores específicos deste ano. Em 2021 as emissões atingiram o valor mais alto no período analisado, totalizando tCO₂e 10.228. Em 2022 houve uma significativa redução nas emissões do setor de IPPU - tCO₂e 3.020.

É difícil compreender e justificar o comportamento das emissões ao longo dos anos com informações tão simplificadas. As oscilações observadas podem ser influenciadas por diversos fatores, como a adoção de práticas mais sustentáveis, a implementação de tecnologias mais limpas ou até mesmo mudanças estruturais nas indústrias locais.



5. Lições aprendidas e recomendações

Este capítulo visa destacar questões identificadas durante o desenvolvimento do IEGEE de Santo André, abordando tanto as fragilidades quanto as potencialidades para futuros trabalhos. Serão apresentados pontos que abrangem o IEGEE de maneira geral, além de considerações específicas para cada setor de emissão, detalhando as questões observadas.

Dentre as recomendações e oportunidades gerais de melhoria, destacam-se os seguintes pontos:

- **Sistematização dos dados:** É fundamental estabelecer procedimentos anuais de coleta das informações necessárias para o IEGEE, além de sistematizar as informações em bancos de dados;
- **Divulgação pública dos dados:** É necessário promover a transparência e a participação pública, disponibilizando dados essenciais para o IEGEE e outras iniciativas ambientais e urbanas, incentivando o uso de informações públicas em estudos dessa natureza;
- **Fomento da responsabilidade compartilhada do grupo de trabalho (GT):** Recomenda-se estabelecer uma cultura interna de responsabilidade e colaboração, incentivando o GT a se envolver ativamente na redução das emissões e na implementação de estratégias para alcance das metas;
- **Fortalecimento da governança climática da cidade:** Deve-se consolidar estruturas e processos de governança dedicados às questões climáticas, promovendo a coordenação efetiva entre diferentes setores municipais, como outras secretarias e autarquias públicas;
- **Capacitação continuada da equipe gestora:** Proporcionar treinamento contínuo para a equipe gestora, aprimorando suas habilidades na gestão eficiente de projetos climáticos e no uso de ferramentas analíticas, combinando conhecimento técnico e infraestrutura;
- **Intercâmbio técnico-científico com a academia:** É recomendável estabelecer parcerias com instituições acadêmicas para promover a troca de conhecimento, pesquisa e inovação na abordagem das questões relacionadas às emissões de GEE e às mudanças climáticas;
- **Consideração de uma abordagem metropolitana em detrimento de análises a nível municipal:** Ampliar a perspectiva dos projetos relacionados às agendas climática e da biodiversidade para uma abordagem metropolitana, reconhecendo a interconexão das áreas urbanas e promovendo estratégias coordenadas.

No que diz respeito às recomendações e oportunidades de melhoria por setor, destacam-se:

- **IPPU:** Fortalecer a relação de confiança entre as Indústrias do Pólo Petroquímico para fornecimento de dados. Estabelecer um mecanismo para obtenção dos inventários empresariais desenvolvidos ou compartilhar planilhas para coleta de dados de atividade;
- **Transportes:** Obter dados detalhados sobre números de viagem e quilometragem percorrida pelos diferentes modais para compreender a melhor abordagem para a cidade;
- **Resíduos:** Detalhar o fator de emissão relacionado com a fração de efluentes domésticos que é coletada, porém não tratada. Além disso, é importante seguir monitorando as emissões de GEE para verificar o potencial de geração de metano para os diferentes anos;
- **Energia Estacionária:** Detalhar as atividades do Pólo Petroquímico para verificar se todas as emissões relacionadas com o consumo e produção de energia foram contabilizadas.

Conclusões

Em 2018, Santo André emitiu 1,47 MtCO₂e, com uma redução de 14% em 2020, o ano de menor lançamentos de GEE. Em 2021, as emissões aumentaram, atingindo 1,57 MtCO₂e. Posteriormente, observou-se uma nova redução de 5% em 2022, o segundo ano de menor contribuição. Muitos fatores podem explicar esse comportamento, sendo destacadas a recessão iniciada por crises políticas e aprofundada pela pandemia da COVID-19, resultando na desaceleração da economia municipal e no consumo da população. Outros fatores incluem oscilações nos índices de emissão do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Ao longo da série analisada, o setor de Energia Estacionária se manteve como o principal emissor, com ênfase no consumo de gás natural em atividades industriais de manufatura e construção. O segundo setor de maior contribuição foi o de Transportes, destacando-se o consumo de combustíveis no transporte rodoviário, em especial a gasolina no transporte de passageiros. O Setor de Resíduos também se configurou como uma fonte importante de emissões, especialmente devido à disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários e ao tratamento de efluentes domésticos - tanto da fração que é coletada e tratada, quanto da fração que é coletada, porém não é tratada.

No que diz respeito aos setores AFOLU e IPPU, foi observada baixa contribuição, sendo o primeiro uma fonte de remoção no município e o segundo um setor marcado pela falta de informações - o que necessariamente implica em uma estimativa subestimada do real cenário de emissões. Em relação à remoção, de forma particular, estima-se que as áreas protegidas do município removam um total de tCO₂e 12.554 anualmente. É importante destacar que mais de 52% do território de Santo André se encontra nessas condições, sendo bastante relevante a presença da Macrozona de Proteção Ambiental - na qual se encontra o Parque Andreense - e os parques e a UC sob tutela local.

Com base nos resultados IEGEE de Santo André e da contínua necessidade de direcionar e aprimorar os esforços para a implementação de medidas práticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, elaborou-se um conjunto de recomendações de natureza técnica, abordando não apenas as áreas identificadas como principais responsáveis pelas emissões, mas também estabelecendo um guia para a tomada de decisões e execução eficaz de iniciativas de mitigação em tópicos; a exemplo:

- Engajar a indústria local no enfrentamento à mudança do clima, tanto no fornecimento de informações quanto no incentivo para a adoção de medidas de mitigação;
- Implementar programas de eficiência energética, principalmente em edifícios residenciais e comerciais, com foco na substituição de equipamentos que utilizem combustíveis fósseis por modelos mais eficientes, e na promoção de práticas de consumo consciente;
- Incentivar a instalação de sistemas de energia solar em residências e edifícios públicos, reduzindo a dependência de fontes de energia não renováveis;

- Desenvolver e promover políticas abrangentes de transporte sustentável, englobando a adoção de veículos elétricos no transporte público terrestre, além de investir em biocombustíveis;
- Fomentar a expansão de modos de transporte não motorizados, como bicicletas e pedestres, pois essas medidas, quando integradas, contribuirão para a construção de um sistema de transporte mais sustentável, reduzindo a dependência de veículos privados movidos a combustíveis fósseis;
- Promover uma gestão mais sustentável de resíduos, com foco na valorização dos materiais coletados por meio da diversificação de rotas de tratamento, com incentivo à conscientização, reciclagem e tratamento biológico da fração orgânica;
- Buscar a universalização do serviço de tratamento de efluentes domésticos, incorporando a adoção de tecnologias de baixa emissão;
- Fiscalizar e garantir a manutenção dos parques, UCs e a zona de proteção de mananciais, contribuindo para a preservação da biodiversidade e a promoção de ecossistemas saudáveis.

É importante destacar, também, a relevância no envolvimento ativo dos diferentes atores locais, como os participantes do grupo de trabalho, e do compromisso contínuo com a redução de emissões de GEE e a construção de uma cidade resiliente à mudança do clima. A tendência é que o perfil de emissões seja alterado ao longo dos anos, de modo que a atualização do inventário é fundamental para acompanhar a efetividade das medidas tomadas e os impactos transversais de questões macro e micropolíticas.

O inventário representa um passo crucial para o fortalecimento das políticas municipais de enfrentamento às mudanças climáticas, reconhecendo a importância da ação local e seu impacto global. Nesse sentido, Santo André, dentro do programa municipal de seus 500 anos, deve incorporar esforços para transformações, visando assegurar um futuro sustentável para as gerações presentes e futuras, impactando positivamente a região do Grande ABC.

Referências bibliográficas

C40, WRI, ICLEI. **Global Protocol for Community-scale GHG Emissions (2014)**. Disponível em: <<https://ghgprotocol.org/ghg-protocol-cities>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

Coordenação de Comunicação Social - Universidade Federal de Pelotas. CCC2. **Estudo analisa aumento do consumo residencial de energia durante a pandemia (2021)**. Disponível em: <<https://ccs2.ufpel.edu.br/wp/2021/04/07/estudo-analisa-aumento-do-consumo-residencial-de-energia-durante-a-pandemia/>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Cidades - Santo André (2022)**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santo-andre>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR5 Synthesis Report: Climate Change (2014)**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI. **Fator médio - Inventários corporativos (2021)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/paginas/fator-medio-inventarios-corporativos>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

MCTI. **Fatores de emissão médios de CO₂ para energia elétrica (2023)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emis-sao>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

Our World in Data. **CO₂ emissions: How much CO₂ does the world emit? Which countries emit the most? (2020)**. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/co2-emissions>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

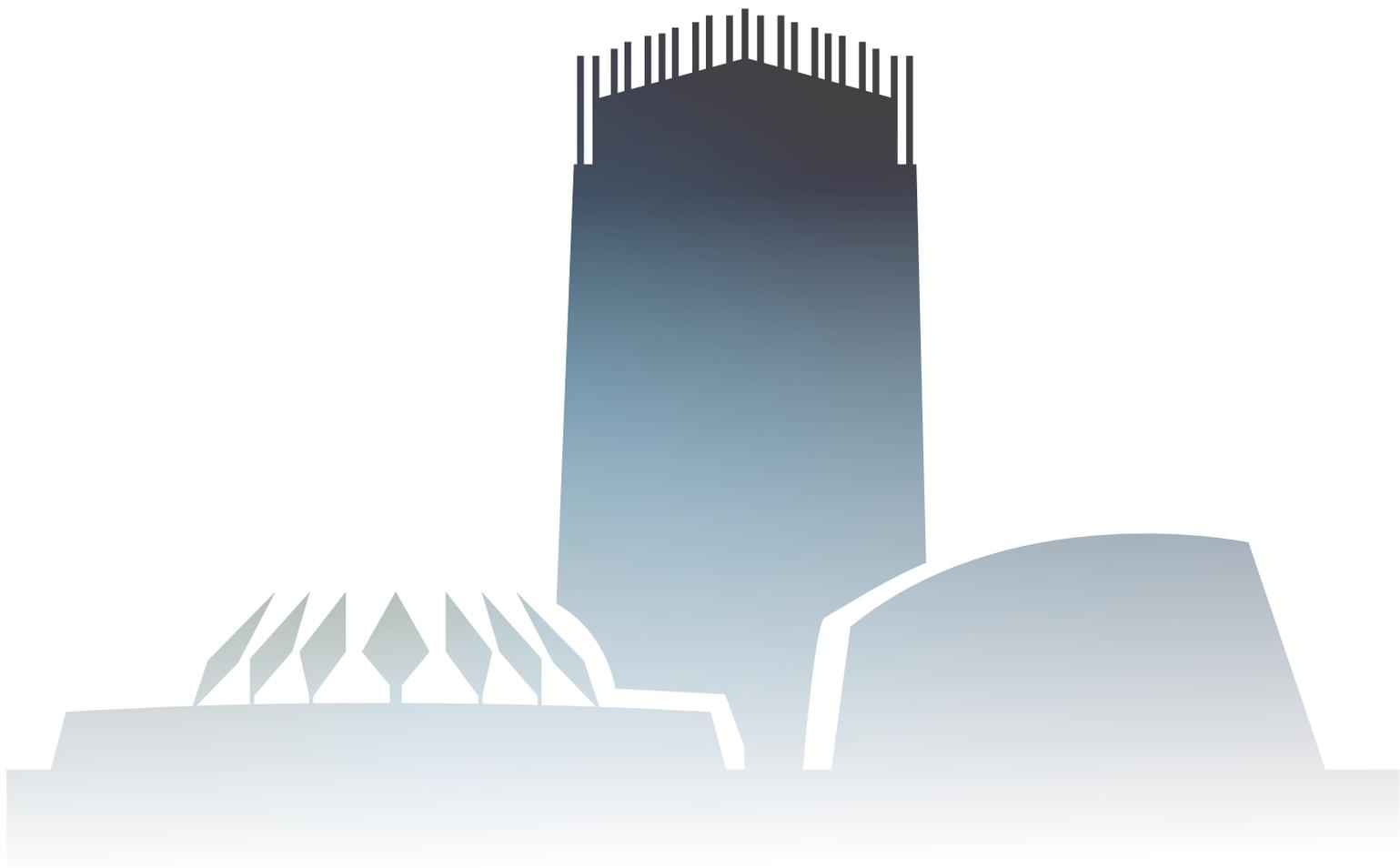
Prefeitura Municipal de Santo André. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Nascentes de Paranapiacaba (sem data)**. Disponível em: <<https://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/369978.PDF>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

Prefeitura Municipal de Santo André. **Projeto Santo André 500 anos (2024)**. Disponível em: <<https://www.santoandre500anos.com.br/>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

SEBRAE. **Data Sebrae: Paineis**. Disponível em: <<https://datasebraeindicadores.sebrae.com.br/resources/sites/data-sebrae/data-sebrae.html#/Economia>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

SOS Mata Atlântica. **Aqui tem Mata? Santo André (2024)**. Disponível em: <<https://www.aquitemmata.org.br/#/busca/sp/S%C3%A3o%20Paulo/Santo%20Andr%C3%A9>>. Último acesso em: 27 mai.2024.

WORLD BANK. **Global Value Chains in Light of COVID-19: Trade, Development & Climate Change (2022)**. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/en/topic/trade/publication/global-value-chains-in-light-of-covid-19-trade-development-climate-change>>. Último acesso em: 27 mai.2024.



PREFEITURA DE
SANTO ANDRÉ