

I INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE CORDEIRÓPOLIS/SP 2022

Os princípios definidos como fundamentos do I Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Cordeirópolis contribuem para a implementação da agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável e para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas metas.



Cordeirópolis, 2024 SP















Este I Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa contou com o apoio técnico do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia, projeto financiado pela União Europeia.





A Estratégia Nacional do Pacto foi construída pelo Comitê Consultivo Nacional, que conta com a participação das seguintes instituições: Associação Brasileira de Municípios (ABM), Instituto Alziras, ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade e Frente Nacional de Prefeitas e Prefeitos (FNP)









Consultoria Técnica e Acompanhamento























PREFEITURA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS

Estado de São Paulo FICHA TÉCNICA

I INVENTÁRIO DE EMISSÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA DE CORDEIRÓPOLIS/SP - SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE

José Adinan Ortolan Prefeito do Município de Cordeirópolis/SP

Fátima Marina Celin Vice-Prefeita do Município de Cordeirópolis/SP

Joaquim Dutra Furtado Filho Secretário Municipal de Meio Ambiente

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Sandino Lamarca Santos Souza Consultor Técnico do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia do Brasil

Joaquim Dutra Furtado Filho Mestre em Ensino e História de Ciência da Terra (UNICAMP) Especialista em Gestão Pública e Direito Ambiental

APOIO TÉCNICO

Josilene Ticianelli Vannuzini Ferrer Doutoranda e Mestre em Ciência Ambiental - PROCAM/USP

Luciana Della Coleta dos Santos Engenheira Ambiental e Doutora em Ciências - USP

Simone Andréa Pozza Professora Doutora – UNICAMP

Jhonathan Lima de Souza Mestre em Geografia

Lorenzo Vasques Silva Estudante de Geografia – UNESP RIO CLARO

Jéssica Camila Miranda Cardoso Estudante de Engenharia Ambiental na UNICAMP

Karolyne Enir Serafim Estudante de Engenharia Ambiental na UNICAMP

Nadiely Cristina Silva Estudante de Engenharia Ambiental na UNICAMP

Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA















AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS especiais às entidades membros do Comitê Consultivo do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia: Associação Brasileira de Municípios (ABM), Frente Nacional de Prefeitos e Prefeitas (FNP), ICLEI América do Sul, Instituto Alziras e União Europeia. A colaboração e trabalho conjunto no âmbito da Coordenação Nacional do Brasil foram fundamentais para o sucesso e realização do "I Inventário de Emissão dos Gases de Efeito Estufa" de Cordeirópolis, Estado de São Paulo.

AGRADECIMENTOS especiais ao Sandino Lamarca Santos Souza, que organizou e ministrou cursos de formação da equipe técnica; as (os) representantes da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT/UNICAMP), por meio da Profa. Dra. Simone Andréa Pozza; a Dra. Luciana Della Coleta dos Santos e a Professora MSc Josilene Ticianelli Vannuzini Ferrer, especialista em mudanças climáticas e relações internacionais, que acompanharam tecnicamente a construção deste trabalho.















FIGURAS

Figure 1: Localização do município de Cordeirópolis/SP	8
Figure 2: Emissões de Eletricidade do Município de Cordeirópolis no ano de 20	
Figure 3: Porcentagem dos usos segregados por setor	
Figure 4: Porcentagem tCO2e no Setor transporte em Cordeirópolis em 2022	
Figure 5: Litros de combustíveis consumidos em Cordeirópolis	18
Figure 6: Emissão dos resíduos por espécies em tCO2e	25
Figure 7: Emissões dos Resíduos em tCO2e	
Figure 8: Mudanças de Uso da Terra	26
Figure 9: Remoções de Carbono para o setor de Mudança de Uso da Terra e F	
em Cordeirópolis em 2023	
Figure 10: Resumo dos resultados obtidos nos três principais segmentos	28
TABELAS	
Tabela 1 : Projeção da população de Cordeirópolis até 2030	8
Tabela 2: Taxas de urbanização e de acesso aos serviços de abastecimento de	
esgotamento sanitário e coleta de resíduos no ano de 2022	9
Tabela 3: Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares em Cordeirópolis no perío	do de
2017 a 2022	
Tabela 4: Potencial de Aquecimento Global	
Tabela 5: Fatores de emissão para o consumo de energia da rede elétrica	14
Tabela 6: Emissões de GEE pelo consumo de energia elétrica	
Tabela 7: Gráfico demonstrativo das emissões	
Tabela 8: Geração de Resíduos Sólidos de Saúde	
Tabela 9: Valores para Fator de Correção do Metano (FCM)	
Tabela 10: Fator de Oxidação em função da população urbana	
Tabela 11: Fator de emissão para o N2O	
Tabela 12: Fatores de conversão de CH4 - MCF	
Tabela 13: Emissão dos Resíduos em tCO2e	
Tabela 14: representação completa das emissões de GEE	28















SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. Caracterização do Município	8
2. INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA	11
2.1. Metodologia GPC	11
3. ENERGIA ESTACIONÁRIA	13
3.1. Queima de combustíveis	13
3.2. Energia Elétrica	14
3.2.1. Resultados	14
4. TRANSPORTES	16
4.1 Rodoviário	16
4.2 Resultados	17
5 RESIDUOS	19
5.1 Disposição de Resíduos sólidos	20
5.1 Resíduos Especiais	22
5.2 Tratamento e Afastamento de Efluentes Líquidos	22
5.3 Resultados	24
6 OUTRAS FONTES DE EMISSÃO	25
7 RESUMO DOS RESULTADOS DOS GASES DE EFEITO ESTUFA NO MUNICÍPIO DE CORDEIRÓPOLIS, EM 2022	27
8 REFERÊNCIAS	29













1. INTRODUÇÃO

O Município de Cordeirópolis está localizado na depressão periférica paulista, região central do estado, próximo às cidades de Rio Claro e Piracicaba (Figura 1), tendo como acesso principal a Rodovia Washington Luís. A área total do município é de 137,3 km² aproximadamente, sendo 22,7 km² (16.5%) de área urbana e 114,6 (83,5%) de área rural. A área urbana possui aproximadamente 8 km², de acordo com o Plano Diretor do município de Cordeirópolis. Encontra-se localizado em meio a um importante entroncamento rodoferroviário que envolve as Rodovias Washington Luiz (SP 310), Anhanguera (SP 330), Bandeirantes (SP 348) e a FERROBAN, a 160,5 Km a noroeste da cidade de São Paulo. Têm também como importantes vias de acesso às Rodovias Constante Peruchi (SP 316) e Cássio de Freitas Levy (SP 314), além de ser circundado pelas Rodovias Fausto Santomauro (SP 127); SP – 304 (Luís de Queiroz) e SP – 306 (Rodovia do Açúcar) que fazem a integração do Polo Cerâmico Regional. Segundo o (IBGE, 2022), Cordeirópolis possui uma população de 24.514 habitantes, sendo que desse total 90% vive na área urbana e 10% em área rural.

Apresenta clima tropical de altitude (Cwa), com período chuvoso se estendendo de janeiro a março e período seco nos meses de junho a agosto (KÖPPEN, 1948), com temperatura média de 21,3°C e pluviosidade média anual de 1367,1mm (GENARO, 2011). A vegetação do município, segundo o IBGE (2019), pertence ao bioma Cerrado com transição para Mata Atlântica.

O território do Município de Cordeirópolis foi ocupado desde o início do século XIX, sendo dividido em grandes propriedades rurais. O Governo de São Paulo começou a oficializar as posses a partir de 1817 e, assim, surgem a Fazenda Ibicaba, a Sesmaria do Cascalho. Com a troca do cultivo de cana-de-açúcar pelo cultivo do café, que se tornou, mais tarde, o principal produto de exportação brasileira, os fazendeiros da região se uniram e promoveram a construção da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Isso ocorreu devido ao alto custo do transporte do café até o porto, que era feito geralmente em tropas de burro. Em 1876, inaugurou-se o trecho Campinas — Rio Claro e, também, foi liberado o tráfego à estação de Cordeiro. O nome vem devido à presença, em um tempo anterior ao terceiro quartel do século XIX, de propriedade assinalada como sesmaria do Cordeiro. Sua luta pela emancipação teve início cedo; em setembro de 1902, a população solicitou ao Congresso Legislativo do Estado a criação do Município. No entanto, isso só foi concedido em 1948 pela Lei Estadual nº 233.

Localizado no interior do Estado de São Paulo (Figura 01), é conhecido por sua forte presença industrial. Cordeirópolis é um dos polos cerâmicos mais importantes do Brasil. A cidade abriga diversas indústrias de produção de pisos e revestimentos, que são grandes empregadoras locais e contribuem significativamente para o PIB do município. A qualidade da argila local é um dos fatores que impulsionaram o crescimento desse setor. Além da indústria, o município possui uma agricultura diversificada, com destaque para a produção de laranja, cana-de-açúcar, e outras culturas. Essa diversificação ajuda a manter a economia local aquecida. O setor de serviços em Cordeirópolis tem crescido, com a ampliação do comércio local, o fortalecimento do setor de educação e saúde e o aumento de empresas de prestação de serviços. Tais condições estruturais torna o município como referência econômica como potencializadora de investimentos. O Município apresenta sólido crescimento econômico com incremento não só no produto interno bruto (PIB), mas também no PIB















per capita no ano de 2021, um aumento de 21,6% em comparação ao ano de 2019. O setor de indústria é a atividade econômica com a maior contribuição, correspondente a 38,1% da contribuição total. O setor de agropecuária contribui com 36,8%, administração e educação 24,01% (IBGE, 2021).

Figure 1: Localização do município de Cordeirópolis/SP

Fonte: IBGE (2022)

Em decorrência das ondas de calor, tempestades severas, enchentes, secas e incêndios florestais, que têm impactado os ecossistemas, tanto em escala mundial quanto local, Cordeirópolis se empenhou para instituir o "I Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa". Os objetivos principais deste inventário são mapear e quantificar as principais fontes de emissões, a exemplo do consumo de energia elétrica, do transporte, da agricultura e dos resíduos sólidos. Com este mapeamento e construção do Plano de Ação Climática, o Município dará um importante passo no alinhamento com os compromissos climáticos globais e abrirá caminho para planejar ações de mitigação e adaptação para enfrentamento das mudanças climáticas.

1.1. Caracterização do Município

Projeção populacional: A projeção populacional realiza estimativas de mudanças no tamanho da população com passar dos anos, levando em consideração as taxas de mortalidade, fecundidade e migração. Essas projeções servem como base para orientação de políticas públicas e de planejamento facilitando a prospecção de aumento da demanda por serviços públicos como número de leitos hospitalares, vagas nas escolas e creches e dimensionamento de sistemas de tratamento de resíduos.

Tabela 1 : Projeção da população de Cordeirópolis até 2030

ANO	POPULAÇÃO	TAXA DE CRESCIMENTO
2022	25.116	0,96%
2023	25.308	0,76%















PREFEITURA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS

Estado de São Paulo

2024	25.495	0,74%
2025	25.677	0,71%
2026	25.917	0,93%
2027	26.145	0,88%
2028	26.361	0,83%
2029	26.566	0,78%
2030	26.759	0,73%

Fontes: (SEADE, 2022; IBGE, 2022; SIDRA, 2022)

A projeção populacional estimada pelo Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) de Projeções Populacionais (SSPP) possui uma metodologia robusta e amplamente reconhecida, sendo largamente utilizada por tomadores de decisão na formulação de projetos e políticas públicas no Estado de São Paulo. É importante destacar que a taxa de crescimento populacional de Cordeirópolis está prevista para ser em média 0,75%, conforme Tabela 01, o que gera a necessidade de maiores planejamentos urbanos e desafios em áreas como infraestrutura, habitação, saúde, educação, meio ambiente, mobilidade e geração de empregos (SEADE, 2022; IBGE, 2022; SIDRA, 2022).

Saneamento básico: O Município de Cordeirópolis pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí (UGRHI 05), que é constituída pelas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí incluindo as áreas de contribuição dos rios Camanducaia, Atibaia, Jaguari e Corumbataí. A UGRHI 05 localiza-se na região leste do Estado de São Paulo, desde a divisa com o Estado de Minas Gerais até o Reservatório da Usina de Barra Bonita, no Rio Tietê, com uma extensão de aproximadamente 230 quilômetros (km) (CETEC, 2000). O principal recurso hídrico do município é o Ribeirão Tatú.

Nota-se que até o ano de 2020, Cordeirópolis não tratava o esgoto doméstico, o que ocasionava uma série de complicadores ambientais, em especial a poluição do Ribeirão do Tatu. Contudo, conforme demonstra na Tabela 02, o Município vem avançando nas políticas públicas para a universalização do saneamento básico.

Tabela 2: Taxas de urbanização e de acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos no ano de 2022.

Urbanização (%)	Abastecimento Água (%)	Esgotamento Sanitário (%)	Coleta Resíduos Domiciliares (%)
89,8	100,00	100,00	95,92
Coleta	Tratamento	Eficiência	Área urbana e rural
100,00	100,00	94,00	95,92

Fonte: Documento interno não publicado: Serviço Autônomo de Agua e Esgoto (SAAE) Cordeirópolis

Seguindo as diretrizes nacionais para o saneamento básico estabelecidas pela Lei Federal de Saneamento Básico e Rural (Lei 14.026 de 15 de julho de 2020) e Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010), Cordeirópolis aprovou os Planos Municipais de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos, bem como adquiriu recursos financeiros junto ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) para elaborar o Plano de Saneamento Rural. Tais Planos devem estar















adequados ao objetivo principal do Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal 14.026/2020), universalizar os serviços de saneamento básico - garantindo o acesso a água tratada, a coleta e o tratamento de esgotos até 2033.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Na Tabela 04, apresenta um resumo dos dados relacionados à coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD). Nela, estão presentes as quantidades de RSD que foram declaradas. A quantidade anual de resíduos gerados em Cordeirópolis entre 2017 e 2022, foi estimada baseada na geração per capta de 250,83 kg/hab/ano. Não há registros da real quantidade gerada, pois o município não realiza a pesagem do RSD. Contudo, observa-se que a geração de RSD vem aumentando na medida em que a população também aumenta. Assim, para o desenvolvimento sustentável do Município, depende-se de uma governança ambiental que reflita toda a cadeia de geração à destinação dos resíduos.

Tabela 3: Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares em Cordeirópolis no período de 2017 a 2022

Ano	População	Geração de RSD/toneladas
		ano
2017	23.793	6.589,00
2018	24.221	8.091,00
2019	24.528	15.162,20
2020	24.826	15.489,20
2021	25.116	16.733,40
2022	24.514	17.262,80

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e SIDRA (2017,2018,2019,2020,2021,2022)

Cordeirópolis dispõe os RSD recolhidos pela coleta convencional no Aterro Municipal, situado à Rodovia Dr. Cássio De Freitas Levy, Km 04, zona rural do município. Por meio do programa GARIMPAR, a coleta seletiva de recicláveis é realizada pela própria Prefeitura em parceria com recicladores formalizados mediante Microempreendedores Individuais (MEI). Algumas campanhas de coleta seletiva vêm sendo realizadas desde 2018. A coleta dos recicláveis é realizada em todos os dias da semana, das 7h às 16h, composta por uma equipe de 9 colaboradoras.

O material é submetido a pesagem no local de trabalho (barracão) ou em balança de terceiros, cuja média mensal de resíduos recicláveis, em 2022, é de 23.495,04 kg. O barracão em que os recicladores trabalham foi disponibilizado pela Prefeitura, e está localizado na Rodovia Constante Peruchi, KM 161, Bairro do Cascalho, Cordeirópolis/SP, onde estão instaladas duas prensas; uma balança e uma mesa para separação, além das demais infraestruturas como sanitários e cozinha.















2. INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Com a intensificação dos efeitos do aquecimento global, surgem crescentes preocupações a respeito dessa situação. Um contingente substancial de cientistas (Boehm, Schumer, 2023) sustenta que as médias de temperatura terrestre aumentaram cerca de 1,5°C nos últimos dois séculos, e existe a possibilidade de esse aumento atingir a temperatura global poderia aumentar entre 3,3°C e 5,7°C até 2100. Esse incremento de temperatura ocasiona notável instabilidade no planeta, resultando no degelo das calotas polares, elevação do nível do mar, desertificação, irregularidades nos padrões e frequência de precipitações, bem como um aumento nas doenças transmitidas por vetores. Conforme delineado pelo IPCC, pode ocorrer a "extinção de espécies locais à seca de pântanos salgados e a perda de vidas humanas em decorrência do estresse térmico" IPCC (2023).

Para unir forças com os esforços governamentais mundiais no enfrentamento das mudanças climáticas, a administração local aderiu ao Acordo Ambiental São Paulo – adesão à iniciativa municípios pelo clima e ao Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia no Brasil. Este pacto representa a maior aliança global de prefeitos e líderes locais engajados na luta contra as transformações climáticas. Nesse acordo, os prefeitos têm a responsabilidade de impulsionar ações climáticas e energéticas ambiciosas e mensuráveis, visando um futuro inclusivo, equitativo, de baixa emissão de gases poluentes e resiliente às adversidades climáticas. Tais esforços contribuem para alcançar e superar os objetivos delineados pelo Acordo de Paris.

O Inventário de Gases de Efeito Estufa figura como um pilar essencial no planejamento eficaz das ações climáticas de uma instituição, cidade ou mesmo de um país. Esse inventário é confeccionado com o objetivo de quantificar e analisar as emissões de gases de efeito estufa associadas às atividades geradas no município.

2.1. Metodologia GPC

Para construir esse primeiro inventário, foi utilizada a metodologia do Protocolo Global para Inventários de gases de Efeito Estufa para Cidades e Comunidades (GPC. do inglês, Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories). Esta metodologia foi preparada pelo C40 Cities Climate Leadership Group (Grupo de Cidades na Liderança Climática), pelo ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade), World Resource Institute (WRI), Banco Mundial, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da ONU-HABITAT. Assim, os inventários dos governos locais terão a mesma base de cálculo com a finalidade de alinhar os planejamentos e facilitar as comparações, baseados na mesma metodologia. O reporte deve ser realizado para os gases dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e metano (CH4). Após os cálculos das emissões, os gases de CO₂, N₂O e CH₄ são convertidos em CO₂ equivalente. O CO₂ equivalente é uma medida universal que significa Potencial de Aquecimento Global (GWP, do inglês, Global Warming Potential), para medir e comparar GEE de diferentes gases. Deve-se então calcular os GEE individuais e em seguida convertê-los em CO2e, multiplicando pelos coeficientes do GWP. Para calcular as emissões de cada gás foi utilizada a tabela 5, na qual apresenta os coeficientes, segundo as diretrizes do IPCC (2006).















Tabela 4: Potencial de Aquecimento Global.

GEE	Fórmula	PAG
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Óxido Nitroso	N ₂ O	265

Fonte: IPCC – Assessment Report (AR6)

Os equivalentes de CO₂ são uma unidade de medida universal que dizem o Potencial de Aquecimento Global (GWP - Global Warming Potential) para estimar e comparar GEE de diferentes gases. Deve-se então calcular os GEE individuais e em seguida convertê-los em CO₂e multiplicando pelos coeficientes do GWP. São estes os coeficientes, segundo a última versão das diretrizes do IPCC 2006.

$$E_{i,g,y} = C_{i,y} * FE_{i,g,y}$$

Em que:

- *i* Índice que denota o tipo de atividade;
- g Índice que denota um tipo de GEE, neste caso, CO₂, CH₄ ou N₂O;
- y Ano de referência do relatório (2022);
- $E_{i,g,y}$ Emissões ou remoções do **GEE** g atribuíveis à fonte i durante o ano y, para um gás g;
- **C**_{i,y} Dado da atividade i para o ano y, na unidade de medida u, podendo ser **u m**³ ou **kg** (ex. consumo de combutível em m³ ou queima da madeira em kg);
- $FE_{i,g,y}$ Fator de emissão do $GEE\ g$ aplicável ao combustível i no ano y, em t $GEE\ g/u$;

Para converter os demais gases em equivalentes de CO_{2e} : $E_{CO2e} = E_{i,g,y} * PAG_g$

- $E_{i,g,y}$ Emissões ou remoções do **GEE** g atribuíveis à fonte i durante o ano y, em para um gás g;
 - PAG_g Potencial de aquecimento global do GEE g, em tCO_{2e}/t GEE g.

E em seguida são somados, obtendo-se assim o total de emissões para determinada atividade. As segregações aqui apresentadas como residencial, privado, público, etc. são para melhor entendimento e para o melhor diagnóstico dos setores mais críticos.

De acordo com a metodologia GPC, as cidades devem reportar os gases de efeito estufa por alcance e por setor. Para facilitar a organização e não repetir a contagem em determinados processos, as atividades são dividas em três escopos, de acordo com alcance destas emissões (GPC, 2014). São eles:















- Escopo 1: Emissões de GEE de fontes localizadas dentro dos limites da cidades.
- **Escopo 2**: Emissões de GEE que ocorrem como consequência do uso da eletricidade fornecida do grid, calor, vapor ou frio dentro dos limites da cidade.
- **Escopo 3**: Todas as outras emissões de GEE que ocorrem fora dos limites da cidade como resultado de atividades que ocorrem dentro dos limites da cidade.

A depender do quanto a cidade consegue cubrir com as fontes de emissões dos escopos 1, 2 e 3, o reporte pode ser classificado em dois níveis, o nível BÁSICO e o BÁSICO+. O BÁSICO cobre as fontes de emissão que se produzem em quase todas as cidades que são as de energia estacionária, as de transporte e resíduos gerados dentro dos limites da cidade e contam com uma metodologia de cálculo disponível de maneira mais acessível, o qual foi adotado para este inventário.

O nível BÁSICO+ tem uma cobertura mais completa das fontes de emissão que são todas as fontes de emissão do nível BÁSICO mais o setor de Agricultura Florestas e Uso do solo (AFOLU, Agriculture, Forests and other Land Use), Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU, Industrial Processes and Product, transporte transfronteiriço, perdas de transmissão e distribuição de energia. Tudo isto representa um maior desafio nos procedimentos para obter e compilar os dados.

Para que fosse possível a realização deste inventário, a cidade contou com o apoio técnico facilitado pelo Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia, através de diversas sessões de acompanhamento individual com a equipe da cidade. Além do acompanhamento também houve um momento de capacitação sobre inventário, plantões de dúvidas, além de terem sido facilitados documentos e ferramentas de cálculos para ajudar no cálculo das emissões.

3. ENERGIA ESTACIONÁRIA

Baseando-se pela metodologia GPC, as emissões das fontes estacionárias são as emissões de GEE que provêm da queima de combustíveis, assim como de emissões fugitivas liberadas no processo de geração, entrega e consumo de formas úteis de energia (como a eletricidade e o calor). Foram segregadas em Residencial, Comercial e Industrial, e também divididas pela fonte de energia, sendo aqui considerados a energia elétrica da rede, diesel e Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).

3.1. Queima de combustíveis

A queima de combustíveis fósseis, como gasolina, diesel e carvão, libera grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases de efeito estufa, que são os principais responsáveis pelas mudanças climáticas. Alguns tipo de Combustíveis Fósseis, como petróleo, carvão, gás natural produzem Gases de Efeito Estufa, como o CO₂ e o Metano, que contribuem para o aquecimento global. Assim sendo, promover a redução na queima de combustíveis fósseis é essencial para mitigar os impactos climáticos e preservar a saúde do planeta.

As emissões de CO₂ resultantes da combustão de biomassa não são incluídas, mas devem ser informadas separadamente, uma vez que são caracterizadas como "Emissões Biogênicas" e fazem parte do ciclo natural do carbono, diferentemente do CO₂ emitido na queima de combustíveis fósseis.















Também são contabilizadas aqui as queimas de GLP e diesel para uso industrial. Os dados de poder calorífico, densidades e fator de emissão foram baseados no Balanço Energético Nacional (BEN, 2016) e IPCC 2006. Os dados dos combustíveis diesel, GLP, gasolina e etanol (os dois últimos para o setor de transportes) foram fornecidos pela ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), porém as emissões do etanol foram desconsideradas.

Foi utilizada a seguinte equação para os cálculos:

$$E_a = C * FC * FE_a$$

Em que:

- g Índice que denota um tipo de GEE, neste caso, CO₂, CH₄ ou N₂O;
- *E*_{i,g,y} Emissões do GEE g;
- **C** Consumo do combustível em m³ ou kg;
- FC Fator de conversão da atividade em TJ/m³ ou TJ/kg;
- **FE**_g Fator de emissão do GEE g aplicável ao combustível t GEE/TJ;

3.2. Energia Elétrica

As emissões deste setor são classificadas como de escopo 2. Os dados do consumo de energia elétrica foram facilitados pela empresa ELEKTRO. Para as emissões proveniente do consumo de energia elétrica foi utilizado o fator de emissão facilitado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e pode ser observadas na tabela 06 a seguir:

Tabela 5: Fatores de emissão para o consumo de energia da rede elétrica

Mês/ano	Fatores de Emissão (tCO2/MWh)
Janeiro/2022	0,0732
Fevereiro/2022	0,0503
Março/2022	0,0406
Abril/2022	0,0216
Maio/2022	0,0280
Junho/2022	0,0441
Julho/2022	0,0419
Agosto/2022	0,0457
Setembro/2022	0,0491
Outubro/2022	0,0471
Novembro/2022	0,0402
Dezembro/2022	0,0294

Fonte: MCTI, 2022

3.2.1. Resultados

Conforme levantamento realizado no ano de 2022, cerca de 10.717 mil consumidores locais (imóveis residenciais e empresariais) dispõem de acesso a serviços de energia elétrica no município, fornecida pela Distribuidora de energia









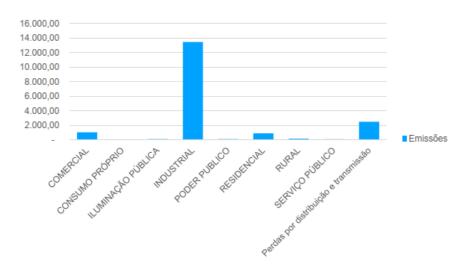






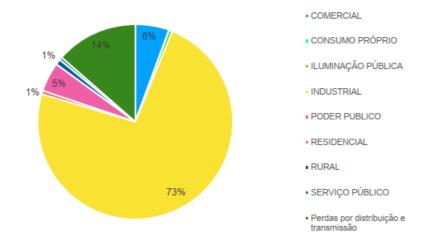
ELEKTRO. Ao analisar os setores comercial, consumo próprio, iluminação pública, industrial, poder público, residencial, rural e serviço público, pode-se concluir que o setor industrial é o maior consumidor, seguido dos setores comercial e residencial, conforme demonstram nas figuras 03,04,05.

Figure 2: Emissões de Eletricidade do Município de Cordeirópolis no ano de 2022



Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

Figure 3: Porcentagem dos usos segregados por setor



Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis















PREFEITURA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS

Estado de São Paulo

Tabela 6: Emissões de GEE pelo consumo de energia elétrica

Setor	Emissões	Unidade
COMERCIAL	1.030,84	tCO2e
CONSUMO PRÓPRIO	2,76	tCO2e
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	104,23	tCO2e
INDUSTRIAL	13.446,34	tCO2e
PODER PUBLICO	108,10	tCO2e
RESIDENCIAL	890,50	tCO2e
RURAL	167,52	tCO2e
SERVIÇO PÚBLICO	90,55	tCO2e
Perdas por distribuição e transmissão	2.488,33	tCO2e
Total	18.329,16	tCO2e

Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

Através da Figura 5 é possível observar que as emissões do consumo de energia elétrica em Cordeirópolis no ano de 2022 foi de $18.329,16\ tCO_{2e}$. O subsetor que mais contribuiu com estas emissões foi o Industrial, com 73% das emissões ou ainda $13.446,34\ tCO_{2e}$.

4. TRANSPORTES

Para as emissões do setor de transportes foi utilizado o Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa com a abordagem Top-Down (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015.) Esta abordagem começa com o consumo de combustíveis como indicador para o perfil de viagens da cidade. As emissões são o resultado do total de combustível vendido multiplicado por um fator de emissão de GEE para cada combustível.

4.1 Rodoviário

Para o cálculo das emissões de Gases de Efeito Estufa do setor de transportes, foi estimado a partir da venda de combustível no ano de 2022 na cidade, segregado por tipo de combustível (e.g. óleo diesel, gasolina comum, gasolina A, etanol, biodiesel e outros). Utilizou-se a seguinte fórmula para o cálculo dessas emissões:

$$E_{i,g,y} = C_{i,y} * PCI_{i,g,y} * FE_{i,g,y} * PAG_g$$

Em que:

- i Índice que denota o tipo de combustível;
- **g** Índice que denota um tipo de GEE;
- y Ano de referência do relatório (2022);
- $E_{i,g,y}$ Emissões ou remoções do **GEE** g atribuíveis à fonte i durante o ano y, em tCO_{2e} ;
- $C_{i,y}$ Consumo do combustível i para o ano y, na unidade de medida u, sendo u m^3 ou kq:















- **PCI**_{i,y} Poder calorífico Interno do combustível *i* para o ano *y*, na unidade de medida *TJ/u*:
- FE_{i,g,y} Fator de emissão do GEE g aplicável ao combustível i no aon y, em t GEE g/TJ;
 - PAG_g Potencial de aquecimento global do GEE g, em $tCO_{2e}/t GEE g$.

Para g, os gases emitidos são CO₂, CH₄ e N₂O.

De acordo com a metodologia Top-down, as emissões provenientes do consumo de combustíveis de biomassa são informadas, porém não são contabilizadas no total de emissões do setor energético (Sirene, 2023). Segundo a Legislação Brasileira (projeto de Lei 4516/2023), a porcentagem obrigatória de etanol anidro combustível que deve ser adicionado na gasolina é de 27% e de biodiesel no diesel é de 10%.

4.2 Resultados

No Brasil, segundo dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2023), entre os anos 2021 e 2022, as emissões de Gases de Efeito Estufa do setor de energia caíram 5%. Contudo, o setor de transportes, incluindo gasolina e diesel, apresentou um crescimento de 6% no volume de CO₂. Neste sentido, Cordeirópolis vem acompanhado os dados nacionais, ou seja, apresentou a emissão de 99.621,25 tCO_{2e} no ano de 2022. Esses dados são importantes para pensar políticas de incentivo ao transporte coletivo.

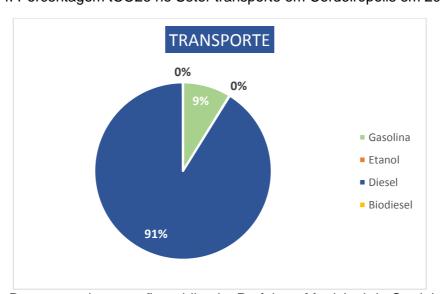


Figure 4: Porcentagem tCO2e no Setor transporte em Cordeirópolis em 2022

Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis







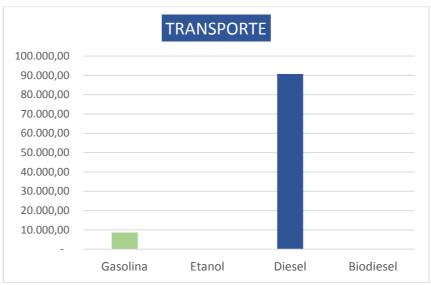








Figure 5: Litros de combustíveis consumidos em Cordeirópolis



Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

Conforme segue o detalhamento na tabela 07, o consumo de diesel supera os demais combustíveis, ou seja, foram emitidos pela queima de diesel no ano de 2022, 90.744,48 toneladas de t CO_{2e} . O segundo que mais contribuiu foi a gasolina com 8.737,03 t CO_{2e} . Somando todos os combustíveis consumidos em 2022, foi emitido cerca de 99.621,25 t CO_{2e} .

Tabela 7: Gráfico demonstrativo das emissões

Transporte	Emissões em tCO2e	%
Gasolina	8.737,03	8,8%
Etanol	84,82	0,1%
Diesel	90.744,48	91,1%
Biodiesel	54,92	0,1%
Total	99.621,25	100%

Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

A elevada emissão de gases de efeito estufa proveniente do diesel, em comparação com a gasolina, na cidade está intrinsecamente relacionada à predominância das atividades industriais locais. A expressiva demanda por transporte de cargas, especialmente realizado por caminhões movidos a diesel, representa uma parcela significativa do consumo total de combustíveis na região. A utilização intensiva desses veículos, alimentada pela robusta atividade industrial, amplifica consideravelmente as emissões de GEE no setor de transportes, contribuindo de maneira mais acentuada para as mudanças climáticas quando comparada à utilização de gasolina.















5 RESIDUOS

Os resíduos sólidos estão classificados quanto ao tipo de resíduo e a sua destinação final. Os Resíduos Sólidos Urbanos compreendem aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana, conforme dispõe a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010

- Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação: I quanto à origem:
- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas:
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
 - c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b" (BRASIL, 2010).

Os dados apresentados pelo Município de Cordeirópolis foram obtidos por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS,2022). Todos os Resíduos Sólidos Urbanos são destinados para o aterro sanitário controlado (valas), instalado no próprio Município. No que se refere aos Resíduos Sólidos de Saúde (RSS), a geração no Município de Cordeirópolis, em 2022, foi de 9,6 toneladas e a disposição acontece fora dos limites geográficos do Município. A gestão dos RSS, coleta, tratamento e destinação final adequada, ocorre por meio de contratação de empresa terceirizada via edital público. A partir de setembro de 2021, o município de Cordeirópolis passou a realizar a gestão de seus RSS por meio de incineração por empresas terceirizadas nos municípios de Mauá e Paulínia. A coleta destes resíduos segue um cronograma específico e cobre todos os geradores locais, tais como hospitais, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias. A pesagem é realizada em cada ponto de coleta, conforme segue a Figura 07.

Tabela 8: Geração de Resíduos Sólidos de Saúde

ANO	PESO/KG
2017	4.788,95
2018	8.484,66
2019	9.439,50
2020	8.300,00
2021	12.000,00
2022	9.600,00

Fonte: Prefeitura Municipal de Cordeirópólis (2022)

Desde setembro de 2021, as coletas são feitas apenas mediante apresentação do MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos), garantindo rastreabilidade do resíduo e geração do CDF (Certificado de Destinação Final de Resíduos) no site da CETESB para cada gerador cadastrado.















5.1 Disposição de Resíduos sólidos

Para realização dos cálculos das emissões de metano proveniente da disposição de resíduos foi utilizado o método de estimativa do potencial de geração de metano baseado na massa de carbono orgânico degradável, como sugere o método padrão do IPCC. Este método pode ser utilizado para estimar as emissões de metano gerados como resultado da decomposição de materiais orgânicos durante o ano de 2022.

Emissões de metano
$$\left(\frac{ton}{ano}\right) = \left(MSW_T * MCF * DOC * DOC_f * F * \frac{16}{12} - R\right) * (1 - OX)$$

Em que:

- Emissões de metano Emissões de CH4 em Gg/ano;
- MSW_T Total de resíduos sólidos gerados em Gg;
- MCF Fator de correção de metano;
- DOC Carbono orgânico degradável;
- DOC_f Fração de DOC dissimilado;
- F Fração de CH₄ no biogás;
- 16/12 Razão de conversão de carbono (C) a metano (CH₄);
- R Recuperação de metano em Gg/ano;
- OX Fator de oxidação durante o ano em questão, (fração).

A partir da tabela 09 é possível obter o Fator de Correção do Metano de acordo com o tipo de local de disposição do resíduo.

Tabela 9: Valores para Fator de Correção do Metano (FCM)

Valores para Fator de Correção do Metano (FCM ou MCF)	
Tipo de local de disposição	FCM
Aterro Sanitário	1
Aterro Controlado	0,8
Vazadouros a céu aberto (lixão)	0,4
Local sem categoria	0,6

Fonte: IPCC, 2000.

Carbono Orgânico Degradável – DOC: Para calcular o DOC é necesário saber a composição do resíduo calculado a partir da média ponderada da fração de carbono de diversos tipo de resíduos segregados em papéis e têxteis, resíduos alimentares, madeira, resíduos de jardins e parques, fraldas, borracha e couro. Como não há dados de composição gravimétrica dos resíduos a nível local, foi realizada uma estimativa a partir dos dados do Relatórios de Referência dos Inventários Nacionais de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

Neste relatório foram analisadas diferentes composições de resíduos desde 1970 até 2016 totalizando 520 cidades. Os dados podem ser conferidos na tabela 10.















Figura 14: Composições dos resíduos por unidade federativa

UF	Papel*	Têxteis	Restos de Alimento	Madeira	Restos de poda	Fralda descartável	Borracha e Couro	Plásticos	Outros
AC	22,5 (10,0 - 33,7)	1,2 (0 - 2,6)	45,2 (19,1 - 58,7)	2,0 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,6 (0 - 1,7)	9,9 (1,5 - 18,0)	18,1 (7,7 - 39,8)
AL	19,3 (6,2 - 33,7)	1,8 (0 - 3,2)	46,4 (19,1 - 72,7)	1,5 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	-	0,4 (0 - 1,2)	10,2 (1,5 - 21,4)	19,7 (10,6 - 36,1)
AM	22,7 (10,0 - 33,7)	1,3 (0 - 2,6)	45,0 (19,1 - 58,7)	2,1 (0,1 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,6 (0 - 1,7)	10,0 (1,5 - 18,5)	17,9 (7,7 - 39,8)
AP	22,4 (10,0 - 33,7)	1,2 (0 - 2,6)	45,1 (19,1 - 58,7)	2,0 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,6 (0 - 1,7)	9,8 (1,5 - 18,0)	18,4 (7,7 - 39,8)
BA	19,1 (5,3 - 33,7)	1,8 (0 - 4,2)	46,0 (19,1 - 72,7)	1,2 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,7 (0 - 6,5)	0,4 (0 - 1,5)	10,4 (1,5 - 21,7)	19,8 (8,9 - 36,1)
CE	19,1 (2,4 - 33,7)	1,6 (0 - 4,2)	46,0 (19,1 - 72,7)	1,2 (0 - 4,6)	0,6 (0 - 1,9)	0,3 (0 - 3,4)	0,4 (0 - 0,9)	9,6 (1,5 - 16,4)	21,0 (10,6 - 43,6)
DF	21,8 (11,7 - 33,7)	1,7 (0,1 - 3,6)	37,7 (19,1 - 51,3)	1,7 (0,1 - 4,6)	-	-	1,2 (0,1 - 2,6)	3,8 (0,2 - 7,5)	31,6 (24,3 - 36,6)
ES	22,0 (10,7 - 33,7)	1,2 (0 - 2,5)	47,7 (19,1 - 63,4)	1,1 (0 - 4,6)	0,6 (0 - 2,2)	0,1 (0 - 1,1)	0,3 (0 - 1,2)	10,2 (1,5 - 20,9)	16,5 (8,0 - 36,1)
GO	21,1 (4,5 - 33,7)	2,0 (0 - 5,9)	40,2 (19,1 - 68,2)	1,7 (0 - 4,6)	0,1 (0 - 1,1)	0,1 (0 - 2,7)	1,1 (0 - 2,6)	6,1 (0,2 - 16,4)	27,3 (5,9 - 37,4)
MA	18,9 (5,8 - 33,7)	1,6 (0 - 4,2)	47,0 (19,1 - 76,2)	1,1 (0 - 4,6)	0,6 (0 - 1,9)	0,4 (0 - 3,4)	0,4 (0 - 0,9)	9,7 (1,5 - 16,4)	20,2 (5,9 - 36,1)
MG	20,8 (8,8 - 33,7)	1,1 (0 - 2,0)	49,0 (19,1 - 68,1)	0,9 (0 - 4,6)	0,7 (0 - 4,5)	0,1 (0 - 1,1)	0,2 (0 - 0,6)	9,2 (1,5 - 20,9)	18,2 (3,4 - 41,7)
MS	20,3 (11,4 - 33,7)	2,0 (0 - 4,7)	44,8 (19,1 - 66,4)	1,6 (0 - 4,6)	0,1 (0 - 0,9)	0,1 (0 - 0,8)	1,0 (0 - 2,6)	7,8 (0,2 - 18,4)	22,1 (1,8 - 38,0)
MT	21,0 (10,7 - 33,7)	3,1 (0 - 12,1)	35,5 (19,1 - 51,3)	1,9 (0 - 4,6)	0,8 (0 - 6,0)	-	1,1 (0 - 2,6)	7,9 (0,2 - 16,7)	28,4 (7,2 - 47,1)
PA	22,1 (4,0 - 33,7)	1,2 (0 - 2,6)	44,8 (19,1 - 58,7)	1,9 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,6 (0 - 1,7)	9,7 (1,5 - 18,0)	19,3 (7,7 - 43,2)
PB	18,9 (3,7 - 33,7)	1,7 (0 - 5,9)	46,7 (19,1 - 72,7)	1,2 (0 - 4,6)	0,5 (0 - 1,9)	0,7 (0 - 7,9)	0,4 (0 - 0,9)	9,4 (0 - 24,8)	20,3 (8,1 - 39,3)
PE	19,6 (6,2 - 33,7)	1,4 (0 - 4,2)	47,9 (19,1 - 72,7)	1,1 (0 - 4,6)	0,5 (0 - 1,9)	0,2 (0 - 3,4)	0,3 (0 - 0,7)	8,8 (1,5 - 16,4)	20,0 (10,6 - 36,1)
PI	19,1 (6,2 - 33,7)	1,7 (0 - 4,2)	46,1 (19,1 - 72,7)	1,2 (0 - 4,6)	0,6 (0 - 1,9)	0,4 (0 - 3,4)	0,4 (0 - 0,9)	9,8 (1,5 - 16,4)	20,5 (10,6 - 36,1)
PR	18,2 (8,6 - 33,7)	1,8 (0 - 4,3)	43,1 (19,1 - 67,1)	1,0 (0 - 4,6)	1,2 (0 - 11,9)	0,8 (0 - 8,4)	0,8 (0 - 2,8)	10,1 (1,5 - 18,2)	23,2 (12,0 - 40,1)
RJ	27,0 (11,1 - 44,0)	1,8 (0 - 4,3)	41,0 (0 - 61,4)	1,6 (0 - 7,1)	2,0 (0 - 5,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,4 (0 - 1,0)	11,7 (1,5 - 21,1)	14,4 (5,1 - 50,0)
RN	19,0 (5,1 - 33,7)	1,9 (0 - 4,2)	42,0 (19,1 - 72,7)	1,2 (0 - 4,6)	1,6 (0 - 10,6)	0,2 (0 - 3,4)	0,4 (0 - 0,7)	9,9 (1,5 - 16,4)	23,7 (10,6 - 41,9)
RO	22,4 (10,0 - 33,7)	1,2 (0 - 2,6)	45,2 (19,1 - 58,7)	2,0 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,6 (0 - 1,7)	10,0 (1,5 - 18,0)	18,1 (7,7 - 39,8)
RR	22,5 (10,0 - 33,7)	1,2 (0 - 2,6)	45,0 (19,1 - 58,7)	2,0 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,6 (0 - 1,7)	10,0 (1,5 - 19,0)	18,2 (7,7 - 39,8)
RS	18,5 (10,0 - 33,7)	2,6 (0,1 - 8,5)	42,6 (19,1 - 58,4)	1,1 (0 - 4,6)	0,9 (0 - 11,9)	0,6 (0 - 8,4)	0,7 (0 - 2,8)	9,5 (1,5 - 20,9)	23,7 (9,0 - 40,1)
SC	19,9 (11,2 - 33,7)	2,1 (0,4 - 4,3)	40,7 (19,1 - 59,3)	1,1 (0,1 - 4,6)	1,8 (0 - 11,9)	1,3 (0 - 8,4)	1,0 (0,1 - 2,8)	10,9 (1,5 - 18,1)	21,3 (8,5 - 40,1)
SE	19,1 (6,2 - 33,7)	1,9 (0 - 9,1)	46,2 (19,1 - 72,7)	1,1 (0 - 4,6)	0,6 (0 - 1,9)	0,4 (0 - 3,4)	0,4 (0 - 0,9)	10,0 (1,5 - 18,5)	20,3 (4,8 - 36,1)
SP	19,1 (9,2 - 30,5)	1,6 (0 - 9,7)	50,0 (31,0 - 68,8)	1,0 (0 - 4,3)	0,1 (0 - 1,6)	0,1 (0 - 5,2)	0,2 (0 - 0,9)	11,1 (1,5 - 21,7)	16,8 (2,2 - 37,6)
то	22,4 (6,9 - 33,7)	1,2 (0 - 2,6)	45,5 (19,1 - 79,6)	1,9 (0 - 4,6)	0,4 (0 - 1,9)	0,1 (0 - 1,1)	0,6 (0 - 1,7)	10,0 (1,5 - 25,2)	17,9 (4,0 - 39,8)

^{*} Os valores representados são os observados e estimados a partir da literatura nacional conforme descrito no texto. Mais detalhes na Tabela 36 e Tabela 37. Revisão

bibliográfica da composição gravimétrica municipal no Brasil.do Apêndice A.

Fonte: MCTI, 2020.

Fração do DOC dissimilado – DOC_f: É sugerido o valor padrão de 0,5 para os países em desenvolvimento e adotado para todos os anos segundo o IPCC (2006).

Fração de CH₄ no biogás – F: Pode variar entre 40 e 60%, segundo o IPCC (2006). O padrão é de 50% é o valor que será considerado para os cálculos.

CH₄ **recuperado** – **R**: Para as cidades que não dispõem de um sistema de reaproveitamento de biogás, este valor será 0.

Fator de Oxidação – OX: Segundo o IPCC (2006), para cidades com população urbana menos que 1.000.000 de habitantes, o fator de oxidação é 0.

Tabela 10: Fator de Oxidação em função da população urbana

Tipos de local	População urbana	Fator de Oxidação – OX
Manejados não cobertos com material oxidante, não manejados e não categorizados	Monor quo	0
Manejados, cobertos com material oxidante de CH4	Maior que 1.000.000 hab	0,1

Fonte: IPCC, 2006.















5.1 Resíduos Especiais

Os resíduos da área da saúde são encaminhados para uma empresa de incineração especializada neste tipo de resíduos. As emissões reportadas para este tipo de atividade são as de CO2 e as de N2O e são calculadas pelas fórmulas seguintes:

$$Emiss\~{o}esdeCO_{2}(\frac{GgCO_{2}}{ano}) = \sum_{i} \left(IW_{i} * CCW_{i} * FCF_{i} * EF_{i} * \frac{44}{12} \right)$$

Ε

$$Emiss\~{o}esdeN_2O(\frac{GgN_2O}{ano}) = \sum_i (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$$

Em que:

- IWi Resíduo incinerado por tipo i em Gg/ano.
- CCW_i Carbono contido no resíduo tipo i em GgC/Ggresíduo.
- *FCF_i* Fração de carbono fóssil no resíduo do tipo *i* (adimensional).
- EF_i Eficiência de queima dos incineradores (adimensional).
- 44/12 Conversão de C para CO₂.
- 10⁻⁶ Fator de conversão de Gg para kg.
- *i* HW ou CW.

Para realizar este cálculo foi utilizado o Relatório de Referência do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, publicado em 2015 com o título de Terceiro Inventário Brasileiros de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (MCTI, 2015).

Segundo este relatório, os valores para CCW e FCF para a incineração de resíduos hospitalares são $60 \text{ g}_{\circ}/\text{g}_{\text{residuo}}$ e 40%, respectivamente. A eficiência dos incineradores será considerada de 95% como recomenda o MCTI. Para as emissões de N2O é necessário a quantidade de resíduos incinerados e o fator de emissão, sendo esta valor considerado de 100 g. N₂O/(ton.resíduo), conforme Tabela 08.

Tabela 11: Fator de emissão para o N2O

Tipo de incinerador/Tipo de resíduo	MSW (Resíduo Sólido Urbano)	HW (Resíduos perigosos)		
	gN₂O/ton resíduo			
Incinerador do tipo batelada	60	Não disponível		
Tipo de incineração	Não Disponível	100		

Fonte: IPCC, 2006.

5.2 Tratamento e Afastamento de Efluentes Líquidos

Para a pequena população não atendida pela rede de tratamento de esgoto, foi considerada a tecnologia de tratamento em fosse séptica. O CH₄ produzido em tratamento em fosse séptica é calculado por (MCTI, 2015):















$$E_{CH4} = (População * D_{dom} * B_0 * \sum_{x} (WS_{i,x} MCF_x) - R$$

Em que:

- População (1000.habitantes)
- EcH4 Quantidade de CH4 gerada ao ano (kg/ano);
- D_{dom} Componente orgânico degradável do esgoto (kgDBO/(1000hab.ano));
- y Ano de referência do relatório (2022);
- B₀ Capacidade máxima de produção de CH₄ (kg/DBO);
- WS_{i,x} Fração de esgoto do tipo "i" tratada usando o sistema "x" (adimensional);
- *MCF*_x Fator de conversão de CH₄ do sistema "x" (adimensional);
- R CH₄ recuperado ao ano (kg/ano).

As emissões de metano foram estimadas como recomenda o IPCC (2006) a partir de dados de população, de geração de carga orgânica por habitante ao dia e a correspondente fração desse esgoto que é degradada anaerobicamente.

A caga orgânica diária por habitante padrão é de 54g DBO/(hab.dia). A capacidade máxima de produção foi de 0,60 DBO/(hab.dia), como recomenda o IPCC (2006). O fator de conversão do metano (MCF) pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 12: Fatores de conversão de CH4 - MCF

Fatores de conversão de CH ₄ - MCF					
Tipo de tratamento e destino do efluente ou sistema					
alternativo					
Sistema sem rede coletora	MCF				
Fossas sépticas e Sumidouros	0,5				
Fossa secas	0,1				
Vala aberta	0,1				
Lançamento em cursos d'água sem coleta	0,1				
Sistema com rede coletora	MCF				
Lodo ativado/digestor anaeróbio	0,8				
Fossa Séptica	0,5				
Reator anaeróbio	0,2				
Lagoa Anaeróbia	0,8				
Lagoa facultativa	0,2				
Lagoa de maturação	0,2				
Lançamento em cursos d'agua com coleta	0,1				

Fonte: IPCC, 2006.















Para o termo \mathbf{R} , que correponde à recuperação do metano, seu valor é 0 quando a cidade não possui nenhum sistema de recuperação deste gás. Com estes dados de entrada foram estimadas as emissões. Para as emissões de N_2O de efluentes lançados em corpos d'água, seu valor se dá pela seguinte equação:

 $E_{N2O} = (População * CP * Frac_{NPR} * EF_{efluente} * 44/28)$

Em que:

- *E*_{N2O} Emissões anuais de N₂O do esgotamento urbano em kg/ano;
- População Em habitantes;
- **CP** Consumo anual de proteína per capita em kg/(habitante.ano);
- FracNPR Fração de N na proteína;
- EFefluente Fator de emissão de N2O.

Como referência, também foi utilizada a publicação do MCTI de 2015 usada para o metano. O Consumo de proteína aqui utilizado foi o de 84,5 g/(pessoa/dia). A fração de N na proteína utilizada foi de 0,16 kgN/proteína, como recomenda o IPCC de 2006. O fator de emissão, também padrão do IPCC de 2006, é de 0,005 kgN₂O.N/kgN. Com estes valores de entrada foram calculadas as emissões das águas residuárias (MCTI, 2015).

5.3 Resultados

Conforme descrevem na tabela 14 e nas Figuras 8 e 9, a geração e destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos, em 2022, emitiram cerca de 20.937,80 toneladas de CO_{2e}. Referente aos resíduos de saúde, a emissão de 802,56 tCO_{2e}. Por fim, a emissão de Óxido Nitroso (N₂O) pela geração e destinação de efluentes domésticos equivale a 707,74 tCO_{2e}. No total, os Resíduos tiveram uma contribuição de 22,448,35 tCO_{2e}.

Tabela 13: Emissão dos Resíduos em tCO2e

Resíduos	Emissões em tCO2e	%	
Resíduos Sólidos Urbanos	20.937,80	93%	
Resíduos especiais	802,81	4%	
Efluentes	707,74	3%	
Total	22.448,35	100%	

Fonte: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis (2023)







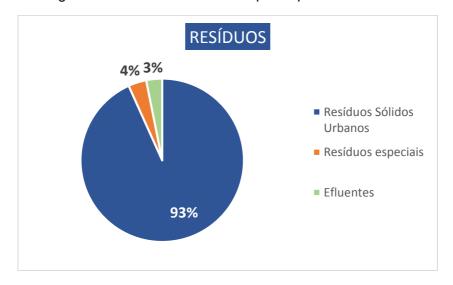








Figure 6: Emissão dos resíduos por espécies em tCO2e



Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

Figure 7: Emissões dos Resíduos em tCO2e



Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

6 OUTRAS FONTES DE EMISSÃO

Devido ao escopo deste inventário ser o básico, foram considerados apenas os setores de Resíduos, Transportes e Energia. A fim de ter uma ideia da magnitude das contribuições das demais fontes como Mudança de Uso da Terra e Floresta e Agropecuária, foi realizada uma consulta no **SEEG Municípios** para observar as emissões para as outras fontes. Os resultados podem ser observados na figura 10.











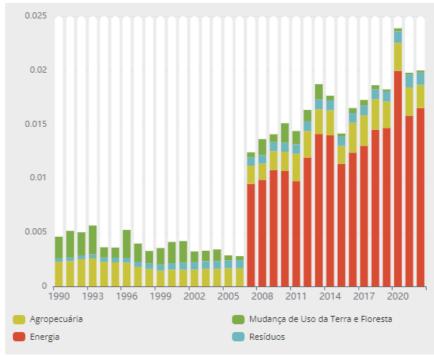




PREFEITURA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS

Estado de São Paulo

Figure 8: Mudanças de Uso da Terra



Fonte: SEEG Municípios (2022)

2022

Energia	165.126
 Agropecuária 	21.555
Resíduos	11.412
 Mudanca de Uso da Terra e Floresta 	1.856

Segundo o SEEG Municípios, as emissões para Agropecuária são de 21.555 tCO_{2e} e as emissões de Mudança de Uso da Terra e Floresta são de 1.856 tCO_{2e}, ambas para o ano de 2022. Quando comparadas com as outras fontes de emissão calculadas neste inventário, é possível observar que as contribuições do setor de transporte são as que mais impactam na cidade.

Por outro lado, o SEEG Municípios também possui informações referentes às remoções de Carbono da atmosfera relacionadas ao setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas. Conforme a figura 11, é possível observar que no ano de 2013 as remoções de carbono atingem um valor mínimo de 1.042 tCO_{2e} e a partir de então começa a subir até dobrar o seu valor em 2022 para 2.143 tCO_{2e}.











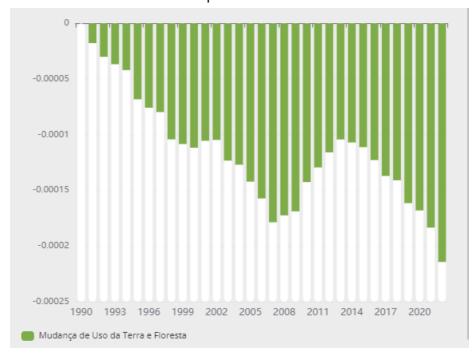




PREFEITURA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS

Estado de São Paulo

Figure 9: Remoções de Carbono para o setor de Mudança de Uso da Terra e Floresta em Cordeirópolis em 2023



Fonte: SEEG Municípios (2023)

7 RESUMO DOS RESULTADOS DOS GASES DE EFEITO ESTUFA NO MUNICÍPIO DE CORDEIRÓPOLIS, EM 2022

O total de emissão de Gases de Efeito Estufa, em 2022, foi de 166.010,72 tCO2e. Essa é a primeira mensuração de GEE em um evento promovido pela Prefeitura. Os estudos mostram o resumo das atividades mensuradas e as respectivas quantidades e percentuais de Dióxido de Carbono Equivalente (CO_{2e}) emitidas. O transporte revelouse como o maior emissor de GEE (60%), em virtude da localização estratégica de Cordeirópolis, localizada na região central do estado de São Paulo, em um dos principais entroncamentos viários, entre as vias Anhanguera (SP-330), Washington Luiz (SP-310) e Bandeirantes (SP-348), além das Rodovias Dr. Cássio de Freitas Levy, que liga o município Cordeirópolis, Limeira e Rodovia Constante Peruchi, ligando aos municípios de Santa Gertrudes e Rio Claro.

Conforme demonstrado na figura 12, a energia elétrica total consumida representou 26% das emissões e os resíduos sólidos emitiram 14% de GEE; mostrando a necessidade de racionalizar as quantidades de materiais não-recicláveis e dar uma destinação adequada aos resíduos orgânicos. Embora o percentual seja baixo, ainda pode ser reduzido e aumentará a quantidade de resíduos destinados à Coleta Seletiva. Logo, os resíduos mensurados como resíduos sólidos no presente inventário não puderam ter outra destinação a não ser o Aterro Sanitário da cidade de Cordeirópolis.















Figure 10: Resumo dos resultados obtidos nos três principais segmentos



Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

Tabela 14: representação completa das emissões de GEE

Setor	Atividade	tCO2	tCH4	tN2O	tCO2e	Representatividade
	Queima de diesel	10.929,82	1,03	0,02	12.238,78	7%
Energia Estacionária	Queima de GLP	13.022,14	1,03	0,02	13.056,51	8%
Ellergia Estacionaria	Consumo da rede	18.329,16	-	-	18.329,16	11%
	Gás Natural	316,67	-	-	316,67	0%
	Gasolina	8.395,40	3,03	0,97	8.737,03	5%
	Etanol*	-	2,30	0,08	84,82	0%
Transports	Diesel	89.366,35	4,70	4,70	90.744,48	55%
Transporte	Biodiesel*	-	1,40	0,08	54,92	0%
	Gasolina para aviação	-	-	-	-	0%
	Querosene para aviação	-	-	-	-	0%
	Disposição final	-	747,78	-	20.937,80	13%
Resíduos	Incineração	802,56	-	9,60E-04	802,81	0%
	Disposição e tratamento	-	0,63	2,60	707,74	0%
Total		141.162,11	761,91	8,48	166.010,72	100%

Fonte: Documento interno não publicado: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis

A presente publicação foi elaborada com o apoio financeiro da União Europeia. O seu conteúdo é da exclusiva responsabilidade da Prefeitura Municipal de Cordeirópolis e não reflete necessariamente os pontos de vista da União Europeia.















8 REFERÊNCIAS

Boehm, Sophie; Schumer, Clea. 10 conclusões do Relatório do IPCC sobre Mudanças Climáticas, 2023.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 19 de junho de 2023.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 10 jun. 2018.

CETESB, 2013. Emissões do Setor de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos (2009-2010).

DATASUS. Índice de Gini na renda domicilar per capita - Brasil. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginibr.def. Acesso em: 19 de junho de 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE –Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cordeiropolis/panorama. Acesso em: 23 de junho de 2024.

IBGE. Censo 2010. Disponível em: http://censo2010.ibge.gov.br. Acesso em: 17 de junho de 2022.

IBGE. Censo Demográfico 2000: Características da População e dos Domicílios: Resultados do universo. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/. Acesso em: 17 de junho de 2022.

IPCC 2006. Environmental Protection Agency (EPA). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/. Acesso em 20 de outubro 2023.

IPCC. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf. Acesso em 20 de outubro 2023.

MCTI 2023. Fatores de Emissão. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao. Acesso em: 21 ago. 2023.















MCTI. Relatórios de Referência dos Inventários Nacionais de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Disponível em: https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/textoGeral/2018/10/11/Relatorios_de_Refer encia_do_II_Inventario_Brasileiro_de_Emissoes_e_Remocoes_Antropicas_de_Gases_de_Efeito_Estufa.html. Acesso em 20 de outubro 2023.

MINISTERIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2015. Segundo Inventário Brasileiro De Emissões E Remoções Antrópicas De Gases De Efeito Estufa - Setor Agropecuária. São Paulo. 2015.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Relatório Emissões do Setor de Mudança de Uso da Terra 2018: documento de análise. SEEG (Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa) do Observatório do Clima. Disponível em: https://seeg.eco.br/. Acesso em 28 nov. 2023

- SEADE FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. SEADE Municípios: Economia Investimentos. Disponível em: https://investimentos.seade.gov.br/. Acesso em: 17 de junho de 2022c.
- SEADE FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. SEADE Municípios Trabalho Ocupação e rendimento. Disponível em: https://trabalho.seade.gov.br/. Acesso em: 17 de junho de 2022d.
- SEADE FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. SEADE Painel: Taxa de Fecundidade e Natalidade. Disponível em: https://fecundidade.seade.gov.br/. Acesso em: 17 de junho de 2022b.
- SEADE FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. SEADE PIB. Disponível em: https://pib.seade.gov.br/municipal/. Acesso em: 17 de junho de 2022b. IBGE. Cidades Produto Interno Bruto 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/. Acesso em: 17 de junho de 2022.
- SEADE FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. SEADE População. Disponível em: https://populacao.seade.gov.br/. Acesso em: 17 de junho de 2022a.
- SEADE FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. SEADE População. Disponível em: https://populacao.seade.gov.br/. Acesso em: 17 de junho de 2022a.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE CORDEIRÓPOLIS. Disponível em: https://www.saae.cordeiropolis.sp.gov.br/noticias/57/cordeiropolis-inaugura-estacao-de-tratamento-de-esgoto. Acesso em: 19 de junho de 2022.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). Disponível em: https://seeg.eco.br/. Acesso em: 19 de junho de 2023.















SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Diagnóstico Anual de Água e Esgoto. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-deagua-e-esgotos-2019. Acesso em: 19 de junho de 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Diagnóstico Anual de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019. Acesso em: 19 de junho de 2022b.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Disponível em: http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#. Acesso em: 23 de junho de 2024.

Cordeirópolis, 12 de dezembro de 2024

JOSÉ ADINAN ORTOLAN
Prefeito Municipal

FÁTIMA MARINA CELIN Vice-prefeita Municipal

JOAQUIM DUTRA FURTADO FILHO Secretário Municipal de Meio Ambiente











