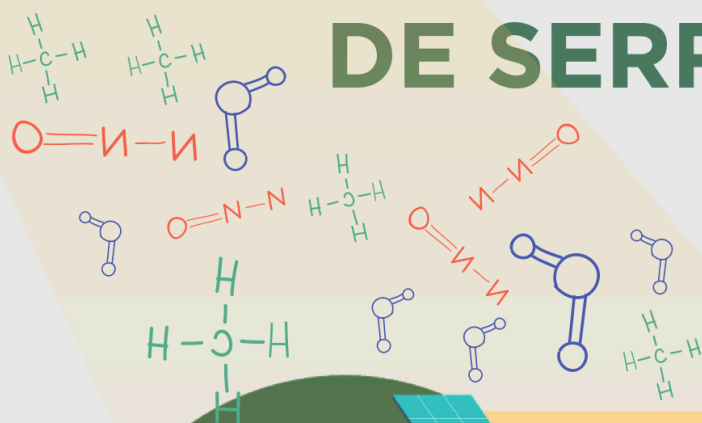




PREFEITURA DE
SERRA TALHADA
O FUTURO É AQUI!

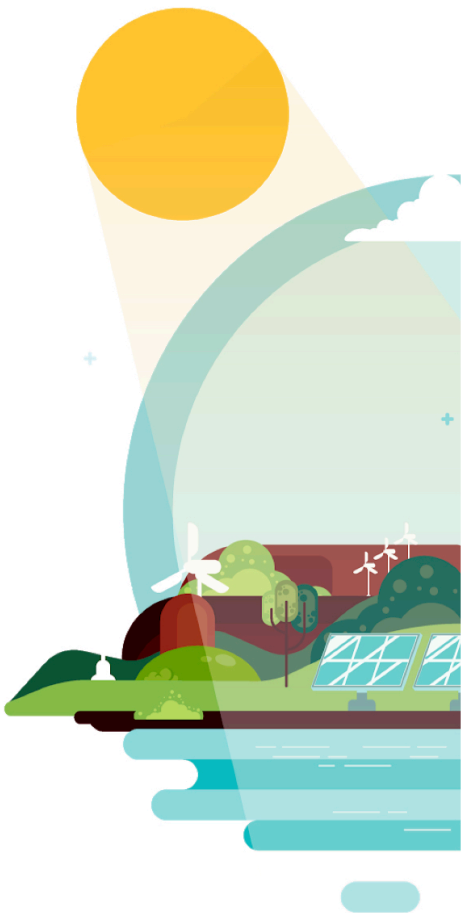
SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE

1º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE SERRA TALHADA



Dezembro de 2020

Resumo Técnico



Prefeitura de Serra Talhada

Luciano Duque de Godoy Sousa
Prefeito de Serra Talhada

Márcio Oliveira
Vice-Prefeito

Ronaldo Timóteo Melo Filho
Secretário de Meio Ambiente

Coordenação Técnica

Sandino Lamarca Santos Souza
Diretor de Projetos

Apoio Técnico

Emanoela Cristiny
Assessora

Érika Mirelly Santana de Queiroz
Técnica Ambiental

João Antônio de Almeida Granja
Fiscal Ambiental

Agradecimentos

Ao prefeito Luciano Duque, ao Secretário de Meio Ambiente, Ronaldo Melo Filho e aos demais colegas da Secretaria de Meio Ambiente de Serra Talhada, pelo engajamento para concretização do primeiro Inventário de Emissão de gases de Efeito Estufa.

Ao ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, CDP, pelo apoio técnico e capacitações, além de acompanhamento durante todo o processo de elaboração.

À Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), à Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), à Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Serra Talhada (COOPECAMAREST), à BRASCON, à Maranata, à Olho d'água, à Cedam Rações, à Secretaria de Agricultura e Serviços Hídricos, à Secretaria de Serviços Públicos e ao STTRANS e à Secretaria de Meio Ambiente do estado de Pernambuco. Todos fundamentais para a conclusão deste trabalho, com o fornecimento de informações.



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do município de Serra Talhada e região no mapa de Pernambuco.8

Gráfico 1 - Emissões relativas ao consumo de energia elétrica pela rede em tCO₂e.15

Gráfico 2 - Emissões relativas ao uso de energia segregados por fonte em tCO₂e.17

Gráfico 3 - Emissões de GEE em tCO₂e segregados por setor.18

Gráfico 4 - Emissões em tCO₂e no setor de transporte.21

Gráfico 5 - Emissões de GEE do setor de resíduos.30

Gráfico 6 - Emissões de GEE do setor de resíduos.30

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global.11

Tabela 2 - Emissões relativas ao consumo de energia elétrica pela rede.16

Tabela 3 - Emissões em tCO₂e.17

Tabela 4 - Emissões no setor de transportes para cada tipo de combustível.21

Tabela 5 - Classificação dos SEDS e fatores de correção do metano (MCF).25

Tabela 6 - Coeficientes para a estimativa do DOC(t).26

Tabela 7 - Fator de Oxidação em função da população urbana.27

Tabela 8 - Todas as emissões estimadas e suas representatividades.34

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Caracterização do Município	7
1.2. Caracterização Da Gestão De Política Ambiental No Município De Serra Talhada	8
2. INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA	11
2.1. Metodologia GPC	11
3. ENERGIA ESTACIONÁRIA	15
3.1. Queima de combustíveis	15
3.2. Energia Elétrica	16
3.3. Resultados	16
4. TRANSPORTES	22
4.1. Rodoviário	22
4.2. Resultados	23
5. RESÍDUOS	26
5.1. Disposição de Resíduos sólidos	26
5.2. Resíduos Especiais	29
5.3. Tratamento e Afastamento de Efluentes Líquidos	30
5.4. Resultados	32
6. AFOLU E PROCESSOS INDUSTRIAIS	34
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
8. REFERÊNCIAS	38



1 Introdução

1. INTRODUÇÃO

Manter o meio ambiente saudável e protegido é extremamente fundamental para a sobrevivência humana e garantia da qualidade de vida, conforme estabelece a Constituição Federal no artigo 225, na qual diz que “Todos têm direito ao meio ambiente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, n.p.).

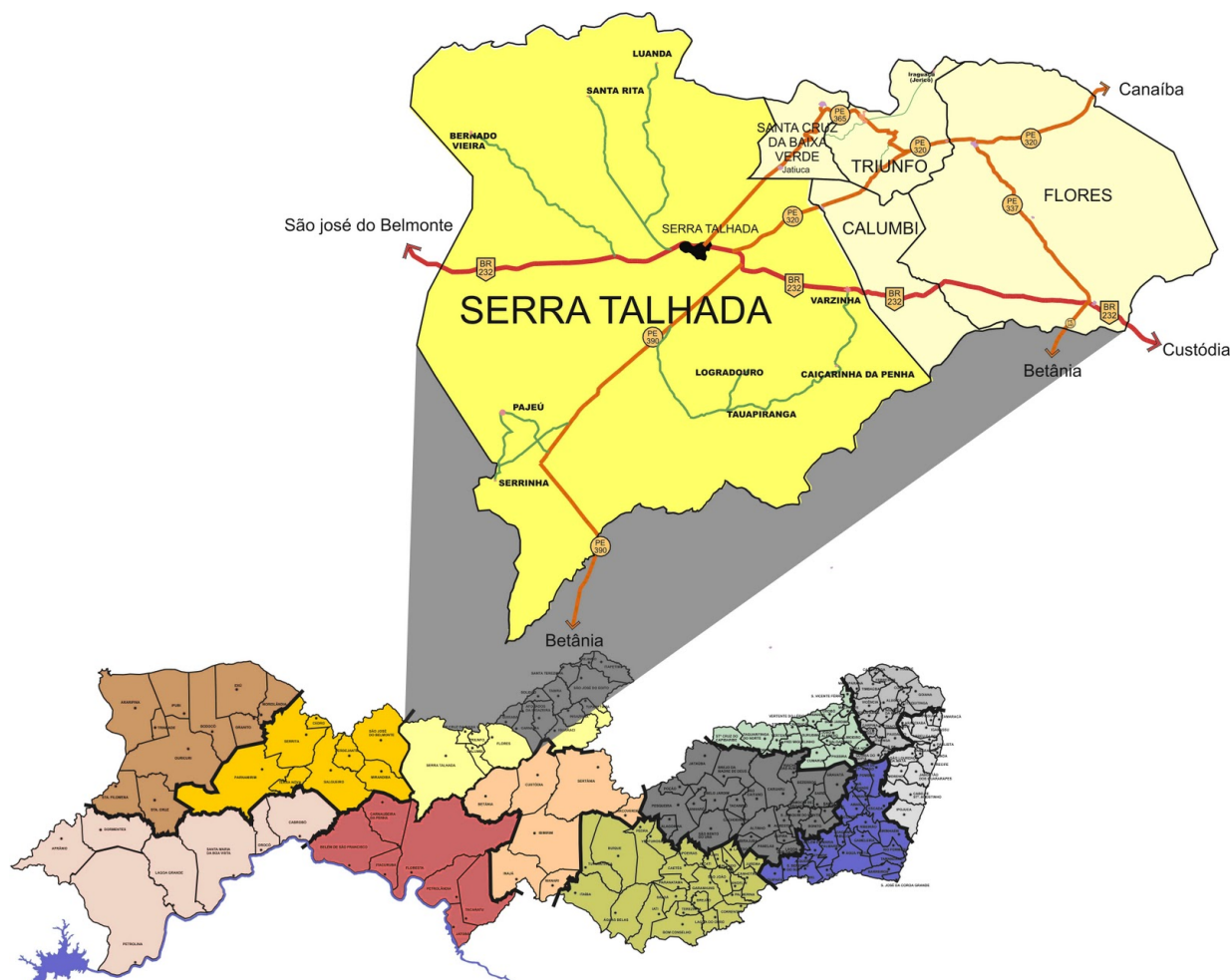
Para tanto, faz-se necessário o investimento em medidas protetivas e de adaptação que possam assegurar o cumprimento de tal determinação. Medidas de educação ambiental, políticas públicas e de poder fiscalizatório para implementar a mudança necessária no cenário ambiental em nossas mãos. Mas não se pode esquecer da etapa de planejamento e identificação das ameaças locais.

Com o intuito de dar início a esta etapa de planejamento foi realizado este 1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Serra Talhada, em que foi possível não só realizar o diagnóstico das principais fontes de emissões da cidade, bem como identificar os setores que mais contribuem. Assim, é possível elaborar um plano de mitigação e de adaptação que atenda as necessidades da cidade, uma vez já identificados os problemas.

1.1. Caracterização do Município

O município foi criado em 06/05/1851, sendo desmembrado do município de Flores. Serra Talhada tem sua divisão entorno de 25 bairros e 9 distritos e povoados, onde as principais rodovias que servem ao município são BR-232, PE-320, PE-365, PE-390 e PE-418. Localiza-se nas coordenadas geográficas de longitude: -38,29631° e latitude: -7,98800°; com uma superfície equivalente à 2.980,01 km². Situado na Região Nordeste do Brasil, na Mesorregião do Sertão de Pernambuco, na Microrregião do Pajeú, tem como municípios limítrofes são José do Belmonte, Mirandiba e Carnaubeira da Penha (oeste), Floresta (sul), Santa Cruz da Baixa Verde, Calumbi e Betânia (leste) e com o Estado da Paraíba (norte), conforme dados do IBGE (2015), Malha Municipal Digital.

Figura 1 - Localização do município de Serra Talhada e região no mapa de Pernambuco.



Fonte: Elaboração própria.

Tendo, conforme aponta dados do IBGE (2019), uma estimativa de população num total de 86.350 habitantes, com uma densidade de população estimada em 28,98 hab./km², e uma taxa de Crescimento Geométrico de 1,12% ao ano (censo, 2010).

Atualmente, o Município é tido como uma cidade polo em saúde, educação e comércio, sendo, segundo censo 2010, a segunda cidade que mais cresce no sertão pernambucano atrás apenas de Petrolina.

1.2. Caracterização Da Gestão De Política Ambiental No Município De Serra Talhada

Visando a busca de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, como estabelece a Constituição Federal de 1988, destacadamente em seu art. N° 225, o governo municipal tem buscado atingir o equilíbrio e conservação ambiental no território

do município, através da criação de setores inteiramente voltados para a aplicação de uma política ambiental no seu território. Em 2013, através da lei municipal complementar Nº 199 foi criada a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, assim como o conselho municipal, o fundo e a política municipal de meio ambiente, dando um grande passo no cumprimento do dever de preservação ambiental.

No mesmo ano, por meio da lei complementar Nº 214/2013, instituiu-se a Agência Municipal de Meio Ambiente, autarquia com poder fiscalizatório e de licenciamento que tem atuado no município buscando através de suas competências obter um controle ambiental necessário para manutenção e respeito a todas as formas de vida.

Agindo em conjunto com demais instituições e parcerias em diversos setores, através do órgão Secretaria Municipal de Meio Ambiente, o município hoje conta com uma forte política de educação ambiental que tem atingido escolas e comunidades, rurais e urbanas, juntamente com a construção de um espaço interativo inteiramente voltado para a educação ambiental; projetos executivos que garantiram instalação de viveiros comunitários; pontos de Entrega Voluntária que impulsionaram a coleta seletiva; aplicação da logística reversa para pneumáticos ajudando a conter a degradação ambiental por meio do descarte incorreto dos mesmos; aprovação e implantação do primeiro Plano de Arborização Urbana inteiramente voltado para o bioma Caatinga; implementação do Código Municipal de Defesa do Meio Ambiente; dentre outras ações que tem mudado aos poucos a cultura de devastação e degradação na região.

Em 2018, com o lançamento do concurso municipal, houve o aumento do quadro de funcionários do setor ambiental permitindo maior investimento físico na execução de políticas públicas voltadas para a área.

Os avanços visualizados no cenário municipal devem permanecer em continuo esforço, contando com ações permanentes e aplicações de novas ideias e projetos, pois são ações de resultados de médio e longo prazo que precisam contar com o maior apoio possível em atuação nas causas ambientais.

2

Inventário de gases de efeito estufa



2. INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Com a intensificação do aquecimento global e seus impactos, há também um aumento nas preocupações que isto pode causar. Um quantidade significativa de cientistas afirma que as temperaturas médias do planeta aumentaram cerca 1,5°C nos dois últimos séculos e que ainda no século XXI este aumento pode chegar a ordem de 2 a 6°C.

Este aumento de temperatura causa uma grande instabilidade ao planeta com derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar, desertificação, níveis e frequências de precipitações irregulares e aumento no número de doenças transmitidas por vetores. Segundo o IPCC (2007), até 30% das espécies do planeta enfrentam um risco crescente de desaparecerem se a temperatura global aumentar em 2°C.

A fim de se mobilizar e se alinhar com os governos de todo o mundo no combate as mudanças climáticas, no dia 26 de novembro de 2018, Serra Talhada assinou o pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia no Brasil. Este é o maior aliança mundial de prefeitos e líderes locais comprometidos com a ação climática.

Neste Pacto, os prefeitos devem acelerar iniciativas climáticas e energéticas ambiciosas e mensuráveis que levem a um futuro inclusivo, justo, com baixas emissões e resiliente ao clima, ajudando a atingir e superar os objetivos o Acordo de Paris.

O Inventário de Gases de Efeito Estufa é um dos alicerces para um planejamento climático eficiente de uma instituição, uma cidade ou até mesmo um país. É realizado através de um recorte da situação climática do lugar em questão para um determinado período de tempo. Também podem ser segregados por fontes de emissão e áreas envolvidas.

2.1. Metodologia GPC

Para a realização deste primeiro Inventário de Serra Talhada 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, pelo ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade), World Resource Institute (WRI), Banco Mundial, PNUMA e da ONU-HABITAT. Assim, os inventários dos govenos locais terão a

mesma base de cálculo com a finalidade de alinhar os planejamentos e facilitar as comparações baseando-se todos pela mesma metodologia.

O reporte deve ser realizado para os gases dióxido de carbono (CO₂). Óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄). Depois de calculadas as emissões para estes gases, deve ser feita uma conversão para dióxido de carbono equivalente, ou CO_{2e}.

Os equivalentes de CO₂ são uma unidade de medida universal que dizem o Potencial de Aquecimento Global - GWP (do inglês, Global Warming Power) para medir e comparar GEE de diferentes gases. Deve-se então calcular os GEE individuais e em seguida convertê-los em CO_{2e} multiplicando pelos coeficientes do GWP. São estes os coeficientes, segundo a última versão das diretrizes do IPCC 2006:

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global.

GEE	Fórmula	PAG
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	25
Óxido Nitroso	N ₂ O	298

Fonte: IPCC, 2006

Para calcular as emissões de cada gás foi utilizada a seguinte fórmula:

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

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 (**2019**);
- ***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*** **m³** ou **kg** (ex. consumo de combustível 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 CO₂e:

$$E_{CO_2e} = E_{i,g,y} * PAG_g$$

- **$E_{i,g,y}$** – 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 divididas em três escopos, de acordo com alcance destas emissões. 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 cobrir 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. Será este o adotado por Serra Talhada neste inventário.

O nível BÁSICO+ tem uma cobertura mais completa das fontes de emissão que são todas as fontes de emissão do nível BÁSICO mais IPPU, AFOLU, transporte transfronteiriço, perdas de transmissão e distribuição de energia. Tudo isto representa um maior desafio nos procedimentos para obter e compilar os dados.



3

**Energia
estacionaria**

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, queima da lenha, diesel e GLP.

3.1. Queima de combustíveis

Serra Talhada possui uma significativa queima de lenha como fonte de calor para determinados processos industriais, principalmente para a produção de tijolos, que há duas fábricas, e para uma fábrica de comida para animais. Todos utilizam restos de podas de árvores em seus fornos.

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 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).

Para realizar estas estimativas da queima de biomassa foram realizadas visitas técnicas e as empresas facilitaram dados como consumo anual de lenha, poder calorífico médio do combustível e detalhamentos sobre os processos realizados.

Foi utilizada a seguinte equação para os cálculos:

$$E_g = C*FC*FE_g$$

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;

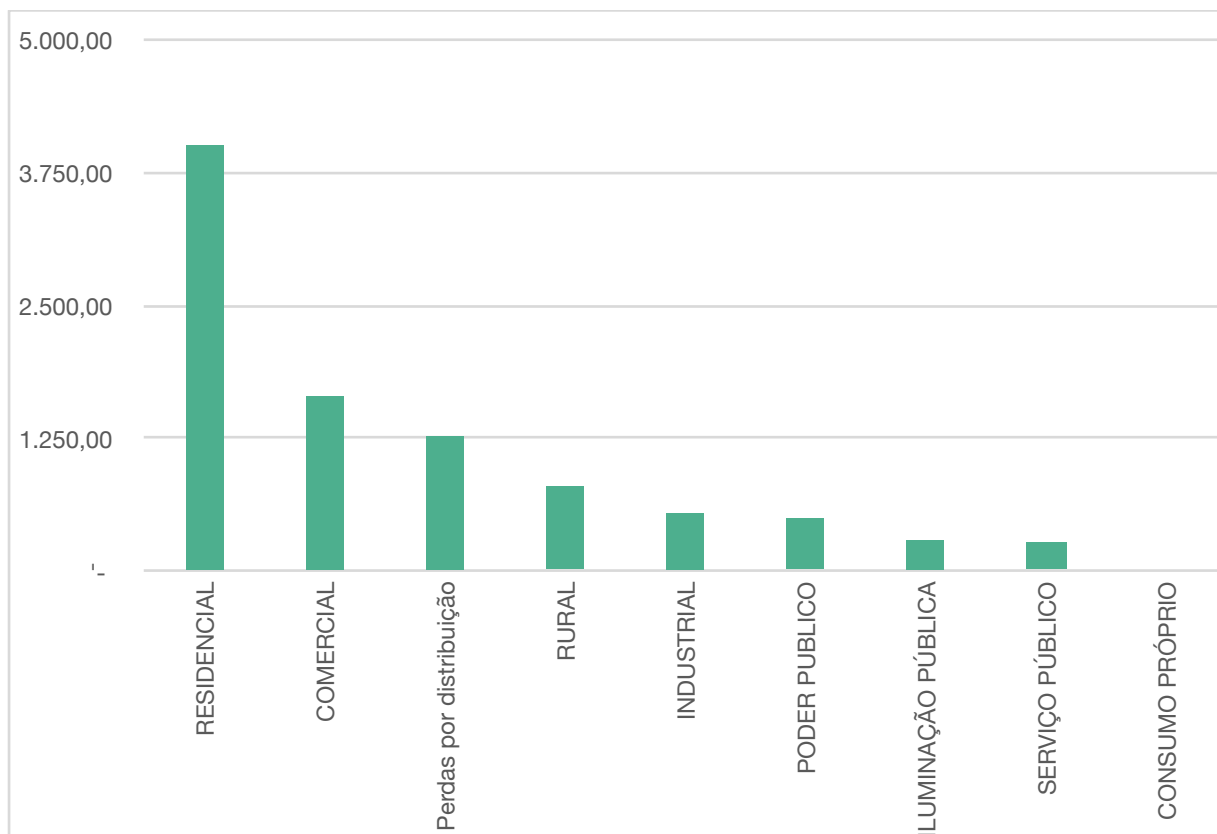
3.2. Energia Elétrica

Os dados do consumo de energia elétrica foram facilitados pela CELPE (Companhia Energética de Pernambuco). Para as emissões proveniente do consumo de energia elétrica foi utilizado o fator de emissão de 0,07500 tCO₂/MWh (MCTIC, 2019). As emissões deste setor são classificadas como de escopo 2. Os resultados poderão ser apreciados a continuação.

3.3. Resultados

Os primeiro resultados aqui apresentados são relativos as emissões pelo consumo de energia elétrica da rede.

Gráfico 1- Emissões relativas ao consumo de energia elétrica pela rede em tCO_{2e}.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 - Emissões relativas ao consumo de energia elétrica pela rede.

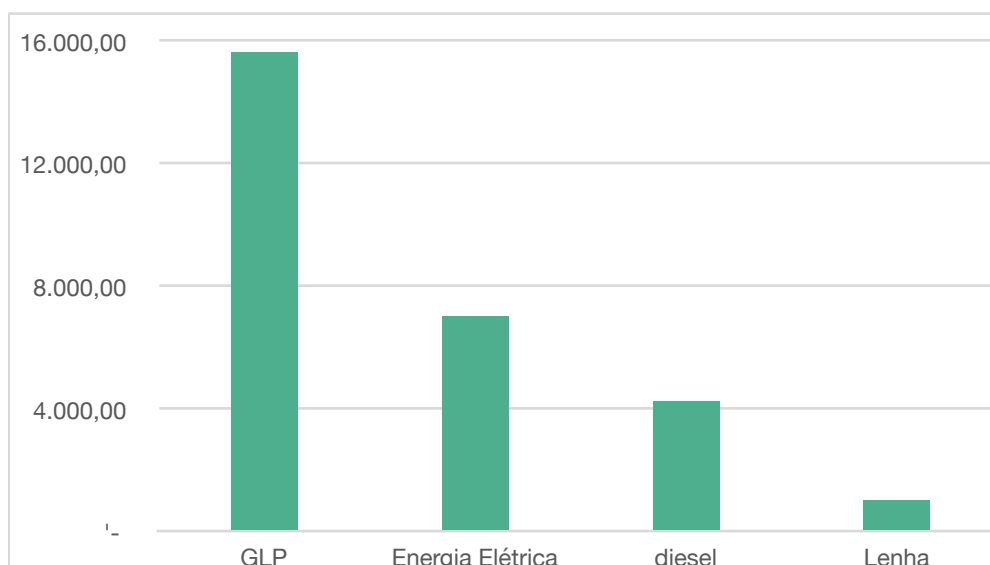
Sub-setor	Emissões em tCO _{2e}	%
RESIDENCIAL	4.010,91	43%
COMERCIAL	1.651,33	18%
PERDAS POR DISTRIBUIÇÃO	1.265,53	14%
RURAL	788,84	8%
INDUSTRIAL	552,77	6%
PODER PÚBLICO	493,43	5%
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	293,58	3%
SERVIÇO PÚBLICO	280,57	3%
CONSUMO PRÓPRIO	20,00	0%
Total	9.356,97	100%

Fonte: Elaboração própria.

É possível observar que os sub-setores que mais possui consomem energia elétrica e, por consequência, são os que mais emitem são: o sub-setor residencial, com 43% das emissões, seguido do comercial, com 18%. Como Serra Talhada é uma cidade em que o comércio é uma das principais atividades econômicas da região, é de se esperar essa contribuição significativa.

Nos gráficos seguintes é possível avaliar não só as emissões devido ao uso da rede, mas devido a qualquer processo que necessite energia. Segregados em diesel, GLP e a energia elétrica; e para os setores comercial, residencial e industrial. Importante observar que para esta análise, as emissões da zona rural estão inseridas no residencial, no que diz respeito a energia elétrica.

Gráfico 2 - Emissões relativas ao uso de energia segregados por fonte em tCO_{2e}.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 - Emissões em tCO_{2e}.

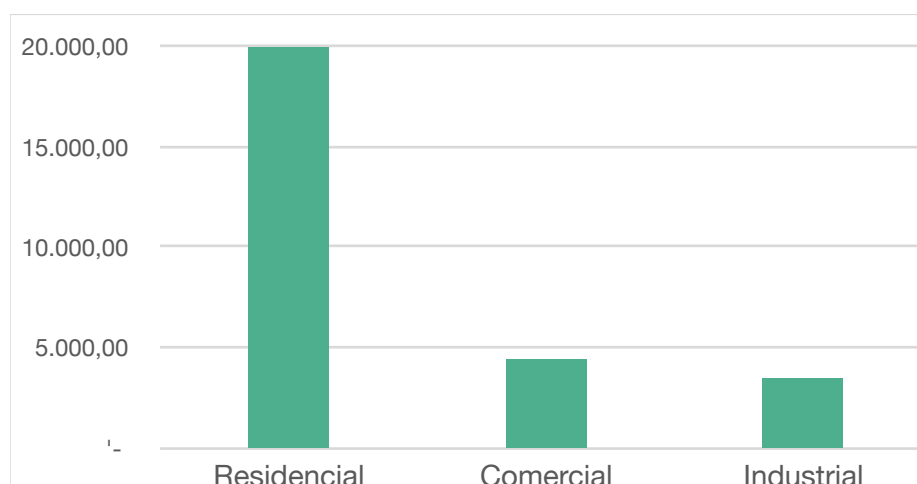
	GLP	Energia Elétrica	Diesel	Lenha	Total	%
Residencial	15.178,64	4.799,76	-	-	19.978,39	72%
Comercial	148,34	1.651,33	2.616,65	-	4.416,32	16%
Industrial	288,97	572,78	1.628,78	1.002,55	3.493,07	13%
Total	15.615,95	7.023,86	4.245,43	1.002,55	27.887,78	100 %
%	56%	25%	15%	4%	100%	

Fonte: Elaboração própria.

O combustível que mais emite, entre as energias estacionárias, é o GLP, que corresponde ao gás de cozinha, principalmente no setor residencial.

É importante reforçar uma vez mais que as emissões de CO₂ das fontes biogênicas, no caso, da lenha, são reportadas, mas não são contabilizadas por se tratar de emissões biogênicas. As emissões de CO₂ da lenha foi de 139.281,14 tCO₂, mas não foram considerados nestes gráficos. As emissões que se encontram nas tabelas são as referentes aos gases CH₄ e N₂O, que também são liberados durante a combustão da lenha e, em seguida, convertidos a tCO_{2e}.

Outra maneira de analisar estes resultados é pelos setores que mais estão emitindo, dentro das fontes estacionárias, como se pode no gráfico a seguir.

Gráfico 3 - Emissões de GEE em tCO_{2e} segregados por setor.

Fonte: Elaboração própria.

É possível observar que mais da metade corresponde ao setor residencial com 72%, seguido do Comercial com 16%, enquanto que o industrial corresponde a 13%. Isto se deve porque a cidade é um polo na educação e no comércio, além de que a cidade não possui muita atividade industrial, então a maior parte das emissões são das residências. E as fontes de energia que mais são demandadas e, por tanto, as que mais emitem são o GLP e a energia elétrica.



4 Transportes

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. A cidade dispõe apenas as emissões provenientes das fontes terrestres.

Deve-se considerar também as emissões biogênicas provenientes dos biocombustíveis e até mesmo do etanol anidro da gasolina, que foram de 25% e 10% respectivamente. Estas emissões não devem ser incluídas, mas devem ser reportadas.

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 2019 na cidade, segregado por tipo de combustível (e.g. Óleo Diesel, Gasolina Comum, Gasolina A, Etanol, Biodiesel e outros).

Fui utilizada 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 (2019);
- **$E_{i,g,y}$** – 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*** **m³** ou **kg**;
- **$PCI_{i,y}$** – 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 ano ***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.

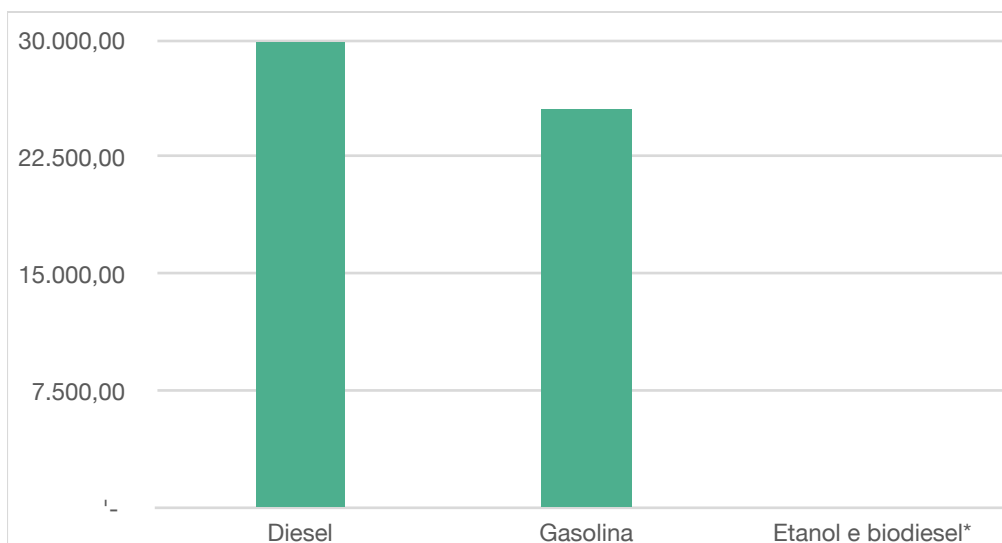
De acordo com a metodologia Top-down, as emissões provenientes do consumo de combustíveis de biomassa são informadas, porém não são contabilizadas no total de emissões do setor energético (SIRENE).

Devido a legislação brasileira, a porcentagem obrigatória de etanol anidro combustível que deve ser adicionado na gasolina é de 25% e de biodiesel no diesel é de 10%, ambos para o ano de 2019.

4.2. Resultados

As emissões provenientes da queima de combustíveis foram segregadas pelo tipo de combustível (diesel, biodiesel, gasolina e etanol).

Gráfico 4 - Emissões em tCO_{2e} no setor de transporte.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 - Emissões no setor de transportes para cada tipo de combustível.

Combustível	Emissões (tCO ₂ e)	%
Diesel	29.959,30	54%
Gasolina	25.495,22	46%
Etanol e biodiesel*	52,87	0%
Total	55.507,39	100%

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se observar também que são muito próximas as emissões devido a queima da gasolina e do diesel, sendo que o diesel é o responsável por 54% das emissões deste setor e a gasolina a 46%.

As emissões juntas de etanol e biodiesel não chegaram a 1%. Foram consideradas somente as emissões de metano e de óxido nitroso e em seguida convertido a equivalentes de CO₂.



5

Residuos

5. RESÍDUOS

Os resíduos sólidos estão classificados quanto ao tipo de resíduo e a sua destinação final. Os resíduos domiciliares são coletados pela prefeitura, através da Secretaria de Serviços Públicos. O seu destino final é a disposição em aterro sanitário e dentro dos limites da cidade, o que implica que cabe dentro do escopo 1.

As podas das árvores são coletadas nos dias úteis também pela secretaria de Serviços públicos e o destino final é a incineração em fornos para produção de tijolos dentro dos limites da cidade.

Os resíduos especiais da área da saúde são incinerados por uma empresa que também incinera resíduos de outras cidades.

A cidade também possui a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Serra Talhada (COOPERCAMAREST) que com ajuda da prefeitura coleta o lixo e encaminha para reciclagem.

5.1. Disposição de Resíduos sólidos

Para realização dos cálculos das emissões de metano proveniente da disposição de resíduos foi utilizado o método de estimação 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 estimação das emissões de metano gerados como resultado da decomposição de materiais orgânicos durante um só ano, neste caso, o ano de 2019.

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

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).

Os dados de quantidade e destinação dos resíduos foram fornecidos para Secretaria de Serviços Públicos.

O lixo residencial coletado é encaminhado para o aterro sanitário dentro dos limites geográficos da cidade e estas emissões devem ser classificadas como de escopo 1. Como é possível visualizar na tabela seguinte do IPCC Good Practice Guidelines 2000, o fator de correção do metano (MCF) para lugares em que o lixo é depositado com pouca profundidade é de 0,4.

Tabela 5 - Classificação dos SEDS e fatores de correção do metano (MCF).

Tipo de sitio	Valores por defecto del Factor de corrección de metano (MCF, del inglés, <i>Methane Correction Factor</i>)
Gestionado – anaeróbico ¹	1,0
Gestionado – semi-aeróbico ²	0,5
No gestionado ³ – profundo (>5 m desechos) y/o capa freática elevada.	0,8
No gestionado ⁴ – poco profundo (<5m de desechos)	0,4
SEDS no categorizado ⁵	0,6

Fonte: IPCC, 2006.

Carbono Orgânico Degradável – DOC

Para calcular o DOC é necessário 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 uma composição gravimétrica dos resíduos de Serra Talhada e tendo em conta que podem mudar em função de fatores econômicos, culturais e sociais.

Será realizado então 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 2010 em mais de 100 cidades e permitiu representar essa variação por regressões lineares regionais ou estaduais conforme equação e tabela a seguir:

$$DOC(t) = a*t + b$$

Em que:

- **a** – Coeficiente angular
- **b** – Coeficiente linear
- **t** – tempo [anos]

Tabela 6 - Coeficientes para a estimativa do DOC(t).

Região	Estado	Coeficiente	
		angular (a)	linear (b)
NE		-0,00244391	5,03562584
CO		-0,00172315	3,61033161
N		-0,00244391	4,96084385
SE		-0,00159636	3,33517388
	MG	-0,00159636	3,33517388
	SP	-0,00199604	4,13078301
	RJ	-0,00289647	5,95999025
S		-0,00419093	8,52847581
	SC	-0,00235783	4,89901240

Fonte: MCTI, 2015.

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 CH_4 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.

CH_4 recuperado – R

Como Serra Talhada não dispõe 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 7 - Fator de Oxidação em função da população urbana.

Tipos de local	População urbana - Pop_{urb}	Fator de Oxidação - OX
Manejados não cobertos com material oxidante, não manejados e não categorizados	Menor que 1.000.000hab	0
Manejados, cobertos com material oxidante de CH_4	Maior que 1.000.000hab	0,1

Fonte: IPCC, 2006.

5.2. Resíduos Especiais

Os resíduos da área da saúde são encaminhados para uma empresa de incineração especializada neste tipo de resíduos. A empresa não só recebe os resíduos hospitalares da cidade, como também de outras cidades. Como os resíduos são incinerados dentro dos limites geográficos da cidades são considerados de escopo 1.

Não foi possível segregar entre o que foi produzido pela cidade ou pelas demais cidades que a empresa presta os serviços. O dado disponível foi a quantidade de resíduo tratada no total.

As emissões reportadas para este tipo de atividade são as de CO_2 e as de N_2O e são calculadas pelas fórmulas seguintes:

$$EmissõesdeCO_2\left(\frac{GgCO_2}{ano}\right) = \sum_i \left(IW_i * CCW_i * FCF_i * EF_i * \frac{44}{12} \right)$$

E

$$EmissõesdeN_2O\left(\frac{GgN_2O}{ano}\right) = \sum_i (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$$

Em que:

- IW_i – 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 CO_2 .

- **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.

Segundo este relatório, os valores para CCW e FCF para a incineração de resíduos hospitalares são $60 \text{ g}_c/\text{g}_{\text{residuo}}$ e 40% , respectivamente. A eficiência dos incineradores será considerada de 95% como recomenda o MCTI. E a quantidade de material incinerado pela empresa é de $8,03 \text{ toneladas}$ ao ano.

5.3. Tratamento e Afastamento de Efluentes Líquidos

Para a população não atendida pela rede de tratamento, foi considerada a tecnologia de tratamento em fosse séptica. O CH_4 produzido em tratamento em fosse séptica é calculado por (MCTI, 2015):

$$E_{\text{CH}_4} = (\text{População} * D_{\text{dom}} * B_0 * \sum_x (WS_{i,x} MCF_x) - R$$

Em que:

- **População** – (1000.habitantes)
- **E_{CH_4}** – Quantidade de CH_4 gerada ao ano (kg/ano);
- **D_{dom}** – Componente orgânico degradável do esgoto ($\text{kgDBO}/(1000\text{hab.ano})$);
- **y** – Ano de referência do relatório (2019);
- **B_0** – Capacidade máxima de produção de CH_4 (kg/DBO);
- **$WS_{i,x}$** – Fração de esgoto do tipo “i” tratada usando o sistema “x” (adimensional);
- **MCF_x** – Fator de conversão de CH_4 do sistema “x” (adimensional);
- **R** – CH_4 recuperado ao ano (kg/ano).

As emissões de metano foram estimadas como recomenda o IPCC (2000) 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 carga 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). 80% do esgoto é coletado, mas não é tratado. Ele vai para o Rio Pajeú. O fator de conversão do metano (MCF) é de 0,5. E não há recuperação deste metano, então seu valor é 0. Com estes dados de entrada foram estimadas as emissões.

Para as emissões de N₂O de efluentes lançados em corpos d'água, seu valor se dá pela seguinte equação:

$$E_{N_2O} = (População * CP * Frac_{NPR} * EF_{efluente} * 44/28)$$

Em que:

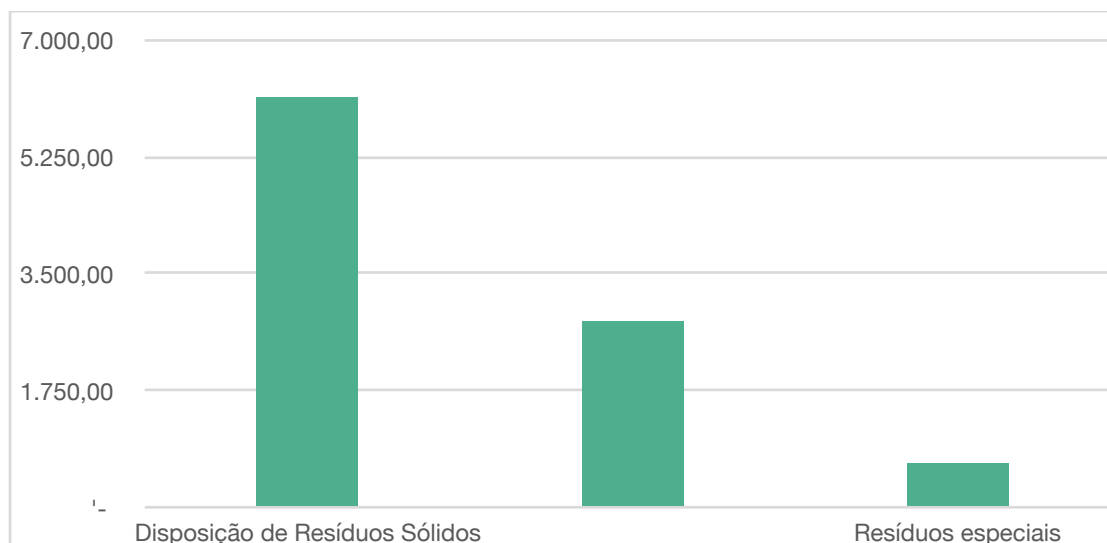
- **E_{N_2O}** – Emissões anuais de N₂O do esgotamento urbano em kg/ano;
- **$População$** – Em habitantes;
- **CP** – Consumo anual de proteína per capita em kg/(habitante.ano);
- **$Frac_{NPR}$** – Fração de N na proteína;
- **$EF_{efluente}$** – Fator de emissão de N₂O.

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.

5.4. Resultados

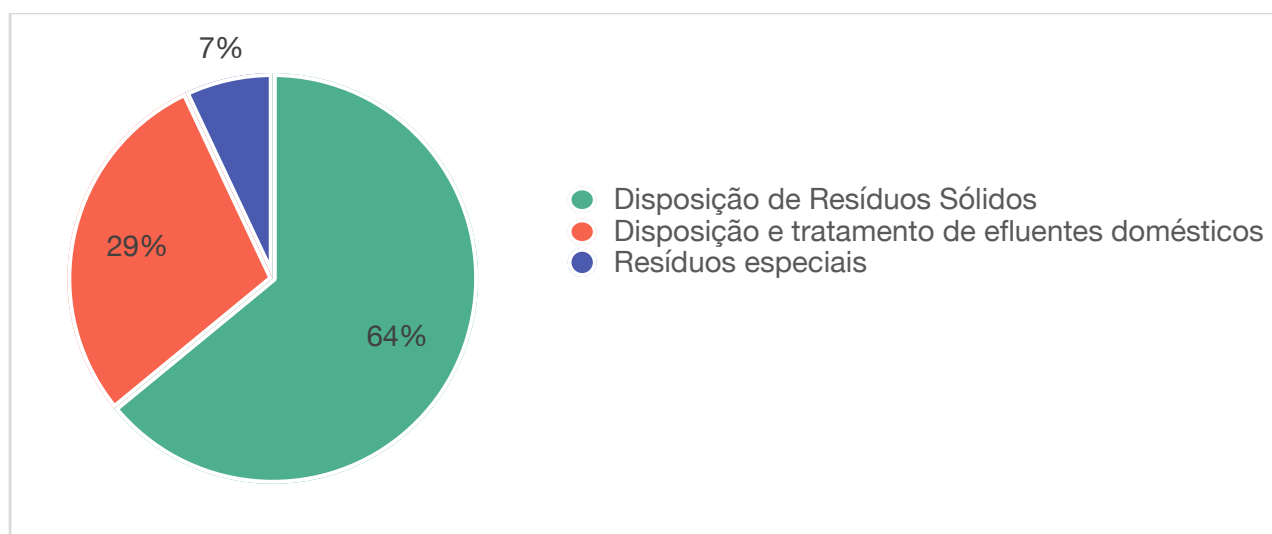
Os resultados das emissões dos resíduos podem ser apreciados nos gráficos a seguir.

Gráfico 5 - Emissões de GEE do setor de resíduos



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 6 - Emissões de GEE do setor de resíduos.



Fonte: Elaboração própria.

Como é possível observar, no setor de resíduos, as emissões da disposição dos resíduos sólidos e que corresponde ao lixo residencial é responsável por mais da metade da contribuição da emissão de GEE deste setor, com 64%. Esta contribuição poderia ser ainda maior, mas devido ao trabalho da COOPECAMAREST que conseguiu reciclar aproximadamente 700 toneladas de lixo no ano de 2019, segundo dados fornecidos pela própria coopertativa. Portanto, esse impacto foi consideravelmente reduzido.



**Afolu e
processos
industriais**

6. AFOLU E PROCESSOS INDUSTRIAIS

As emissões provenientes da Agricultura, Floresta e Uso do Solo (AFOLU) não foram consideradas devido à dificuldade de conseguir as informações necessárias para os cálculos. Os processos industriais mais significativos na cidade foram incluídos em energia estacionária que corresponde a produção de tijolos e de ração animal com a geração de calor através da queima da lenha.



7 Considerações finais

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados finais podem ser apreciados a seguir:

As emissões totais da cidade de Serra Talhada no ano de 2019 foi 94.042,43 tCO₂ e a queima de combustíveis para transporte é a principal fonte de emissões de Gases de Efeito Estufa, responsáveis por 59% das emissões ou ainda 55.507,39 tCO_{2e}.

O segundo setor é o de energia estacionária em que tem o seu maior peso devido ao consumo de GLP principalmente no sub-setor residencial. Este último sub-setor é o que mais emite quando comparado com o comercial e o industrial e isto se deve não só ao GLP, mas também pelo consumo de energia elétrica. As energias estacionárias correspondem a 31% das emissões ou ainda 15.615,95 tCO_{2e}.

O consumo de energia elétrica, seguido da disposição dos resíduos sólidos são setores que também tiveram destaque nas emissões de GEE em Serra Talhada no ano de 2019, com 9% e 7% respectivamente.

Tabela 8 - Todas as emissões estimadas e suas representatividades.

Setor	Subsetor	Atividade	Emissões (tCO _{2e})	Representatividade	
Energia Estacionária	Industrial e comercial	Queima de diesel	4.245,43	5%	31%
	Residencial, industrial e comercial	Queima de GLP	15.615,95	17%	
	Indústrias de energia	Consumo da rede	8.091,44	9%	
	Indústria	Queima da lenha	1.002,55	1%	
Transporte	Rodoviário	Transporte terrestre	55.507,39	59%	59%
Resíduos	Disposição de Resíduos Sólidos	Aterramento	6.135,69	7%	10%
	Resíduos especiais	Incineração	671,32	1%	
	Disposição e tratamento de efluentes domésticos	Coleta	2.772,67	3%	
Total			94.042,43	100%	100%

Fonte: Elaboração própria.



Referências

8. REFERÊNCIAS

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm.

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

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/>>

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015 (MCTI, 2015). Terceiro Inventário Brasileiro De Emissões E Remoções Antrópicas De Gases De Efeito Estufa - Setor Agropecuária. São Paulo

Prefeitura da Cidade de Recife. 2015. 1º Inventário de emissões de gases de Efeito Estufa da Cidade do Recife.

Prefeitura Municipal de Campinas. 2018. PRODUTO 04 Cálculo das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) da Região Metropolitana de Campinas.

SIRENE. 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_Referencia_do_II_Inventario_Brasileiro_de_Emissoes_e_Remocoes_Antropicas_de_Gases_de_Efeito_Estufa.html>.



PREFEITURA DE
SERRA TALHADA
O FUTURO É AQUI!

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE

Dezembro de 2020

Copyright © Prefeitura de Serra Talhada, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Todos os direitos reservados.

Nosso endereço de correspondência é:

meioambiente@serratalhada.pe.gov.br

Prefeitura de Serra Talhada

© 2020

Rua Agostinho Nunes De Magalhães, 125, Bairro Nossa Senhora da Penha, Serra Talhada/PE - CEP: 56.903-510