



2014-2017

BETIM

2º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE BETIM

·I·C·L·E·I
Governos
Locais pela
Sustentabilidade



PREFEITURA DE
BETIM
CIDADE DO BEM



URBAN LEDS
URBAN LOW EMISSION DEVELOPMENT STRATEGIES

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO	7
2.1. Metodologia GPC.....	7
2.2. Inventário da cidade.....	9
2.2.1. Caracterização.....	9
2.2.2. Coleta de dados de atividade.....	14
2.2.3. Fatores de emissão, parâmetros e dados de atividade.....	14
2.2.4. Metodologias de cálculo.....	16
3. RESULTADOS	16
3.1. Emissões totais e por escopo.....	16
3.2. Emissões por setor.....	17
3.2.1. Energia Estacionária.....	18
3.2.2. Transportes.....	20
3.2.3. Resíduos.....	20
3.3. Tendência de emissões.....	21
4. CONCLUSÕES	23
5. REFERÊNCIAS	24
ANEXOS	25
Anexo 1. Emissões por setor da metodologia GPC.....	25
Anexo 2. Fatores de emissão e parâmetros utilizados.....	27
Anexo 3. Cálculos de emissões.....	32
LISTA DE TABELAS	
Tabela 1. Setores e subsetores de atividade.....	8
Tabela 2. Emissões inventariadas e com notações-chave... 13	
Tabela 3. Consumo de combustíveis – Fontes Estacionárias.....	14
Tabela 3. Consumo de combustíveis – Fontes Estacionárias.....	15
Tabela 5. Informações do Setor de Resíduos.....	15
Tabela 6. Potenciais de Aquecimento Globais (5º Relatório do IPCC).....	16
Tabela 7. Emissões totais e por escopo (toneladas de CO ₂ e).....	17
Tabela 8. Comparativo das emissões do ano de 2014 ao ano de 2017 (toneladas de CO ₂ e).....	22

Tabela 9. Emissões per capita do ano de 2014 ao ano de 2017 (toneladas de CO ₂ e/hab).....	23
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura de cálculo de emissões de GEE.....	16
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Emissões por setor em 2014.....	17
Gráfico 2. Emissões por setor em 2015.....	17
Gráfico 3. Emissões por setor em 2016.....	18
Gráfico 4. Emissões por setor em 2017.....	18
Gráfico 5. Emissões por Fontes Estacionárias em 2014 (toneladas de CO ₂ e).....	19
Gráfico 6. Emissões por Fontes Estacionárias em 2015 (toneladas de CO ₂ e).....	19
Gráfico 7. Emissões por Fontes Estacionárias em 2016 (toneladas de CO ₂ e).....	19
Gráfico 8. Emissões por Fontes Estacionárias em 2017 (toneladas de CO ₂ e).....	19
Gráfico 9. Emissões pelo Setor de Transportes no ano de 2014 (toneladas de CO ₂ e).....	20
Gráfico 10. Emissões pelo Setor de Transportes em 2015 (toneladas de CO ₂ e).....	20
Gráfico 11. Emissões pelo Setor de Transportes em 2016 (toneladas de CO ₂ e).....	20
Gráfico 12. Emissões pelo Setor de Transportes em 2017 (toneladas de CO ₂ e).....	20
Gráfico 13. Emissões no setor de Resíduos em 2014 (toneladas de CO ₂ e).....	21
Gráfico 14. Emissões no setor de Resíduos em 2015 (toneladas de CO ₂ e).....	21
Gráfico 15. Emissões no setor de Resíduos em 2016 (toneladas de CO ₂ e).....	21
Gráfico 16. Emissões no setor de Resíduos em 2017 (toneladas de CO ₂ e).....	21
Gráfico 17. Comparativo das emissões de 2013 a 2017 (toneladas de CO ₂ e).....	22
Gráfico 18. Emissões por escopo e por setor de 2014 a 2017.....	23

EXPEDIENTE

PREFEITURA DE BETIM

PREFEITO

Vittorio Medioli

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Ednard Barbosa de Almeida
Secretário

COORDENAÇÃO

Paulo José Ferreira
Coordenador Técnico do Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência (CMMCE)

Cristina Barbosa Silva Martins
Secretária Executiva do Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência (CMMCE)

APOIO

Matheus Melo Caporali de Freitas
Técnico Ambiental

Nívia Maria Abelha
Gerente da Divisão de Educação Ambiental

APOIO TÉCNICO

ICLEI AMÉRICA DO SUL

Rodrigo Perpétuo
Secretário Executivo

Sophia Picarelli
Gerente de Mudança do Clima e Biodiversidade

Camila Chabar
Coordenadora de Mudança do Clima

Flávia Bellaguarda
Assessora de Mudança do Clima

Iris Coluna
Assessora de Projetos

Gustavo Oliveira
Assistente de Mudança do Clima

Diogo Meneses
Assistente de Mudança do Clima

Flavia Speyer
Analista de Mudança do Clima

REVISÃO

ECOFINANCE NEGÓCIOS
Eduardo Baltar
Diretor

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Camila Bachichi

VALIDAÇÃO

ICLEI Secretariado Mundial

COLABORADORES

COPASA

Joaquim Paulo Coutinho Braga
Elmiro Soares da Silva

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)

Superintendência de Defesa da Concorrência, Estudos e Regulação Econômica

Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito de Betim (ECOS)
Marinésia Dias da Costa Makatsuru

Companhia de Gás de Minas Gerais – GASMIG

Anderson Carlos Silva

CEMIG

Danilo de Deus Mota

Essencis MG Soluções Ambientais

Sílvio César Costa Júnior

DIVISÃO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Rodrigo Gonçalves
Leonardo Gomes Lara
Cláudia Melo de Assis

DIVISÃO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Daniela Neres Santana Pimenta Andrade
Ebner Mansur
Karine Horta Palhares
Kátia Mendes Martins
Maria Regina Santana
Naiara Dias de Barros
Natália Diniz Lima

Data de publicação: Dezembro de 2020

01. INTRODUÇÃO

A busca pelo desenvolvimento sustentável tem feito a sociedade voltar sua atenção para a necessidade de dispor dos recursos naturais, ou mesmo de recuperá-los, de forma que as gerações futuras tenham a chance de utilizá-los.

O efeito estufa e o conseqüente aquecimento global provocam a mudança do clima, desencadeando conseqüências irreversíveis, pois é causado pela grande emissão de alguns gases que ficam concentrados na atmosfera e provocam o aumento da temperatura do planeta.

O efeito estufa é um fenômeno natural indispensável para manter a superfície do planeta aquecida, com temperatura média de 14 °C (graus Celsius). Entretanto, com a intervenção do homem sobre a natureza, esse fenômeno está aumentando e deixando o nosso planeta cada vez mais quente.

O desenvolvimento de inventários municipais de emissões de GEE tem papel central na identificação de gargalos e ações efetivas para alcançar uma economia com baixa intensidade de carbono. O Inventário identifica as principais fontes de emissões bem como sua quantificação, de forma a avaliar e estabelecer estratégias para a redução das emissões e combate às mudanças climáticas.

Diante deste contexto, o município de Betim, por meio deste trabalho, elaborou seu 2º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, contribuindo para o combate às mudanças climáticas.

O município de Betim situa-se na Zona Metalúrgica e integra a Região Metropolitana de Belo Horizonte, com um território de 346 km², a 31 km de distância de Belo Horizonte por rodovia. A área do município insere-se na bacia do Rio Paraopeba, afluente do Rio São Francisco, com o Ribeirão Betim cortando a cidade. O Município está localizado a cerca de 860 m de altitude. O bioma característico da região é Mata Atlântica e Transição Cerrado.

Betim possui cerca de 440.000 habitantes. O clima é classificado como subtropical úmido, e a temperatura média é de 21,1°C. A pluviosidade média anual é de 1369 mm.

A elaboração do segundo inventário de emissões de GEE de Betim, para os anos de 2014 a 2017, utilizou como base as metodologias propostas pelo Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories¹ (GPC) e teve como limite o território municipal.

Ao compararmos as emissões totais inventariadas no ano 2013, que totalizaram 1.763.018 toneladas de CO₂e, observamos que houve um aumento de 8,58% nas emissões com relação às emissões totais contabilizadas no ano de 2017, que foram de 1.914.252,37 toneladas de CO₂e.

Em todos os anos inventariados, nota-se que as emissões do escopo 1 concentram a maior parte das emissões com relação àquelas percebidas nos escopos 2 e 3, e que o maior quantitativo de emissões é proveniente do setor de Transportes.

02. METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO

2.1. METODOLOGIA GPC

O protocolo global para inventários de gases de efeito estufa (GEE) em escala de comunidade, conhecido como metodologia GPC, apresenta um marco robusto e claro para os governos locais realizarem seus inventários de emissões de GEE. Portanto, este inventário segue as diretrizes estabelecidas na metodologia GPC.

A metodologia elenca os seguintes princípios:

- **RELEVÂNCIA:** O INVENTÁRIO DEVE REFLETIR APROPRIADAMENTE AS EMISSÕES DE GEE DO GOVERNO LOCAL E DEVE SER SISTEMATIZADO DE FORMA A REFLETIR AS ÁREAS SOB AS QUAIS EXERCE CONTROLE E TEM RESPONSABILIDADE.
- **ABRANGÊNCIA:** TODOS OS GEE E AS ATIVIDADES QUE CAUSAM EMISSÕES DENTRO DAS FRONTEIRAS ESTABELECIDAS PARA O INVENTÁRIO DEVEM SER CONTABILIZADOS. QUALQUER EXCLUSÃO DEVE SER JUSTIFICADA.
- **CONSISTÊNCIA:** METODOLOGIAS CONSISTENTES DEVEM SER USADAS PARA IDENTIFICAR AS FRONTEIRAS, COLETAR E ANALISAR OS DADOS E QUANTIFICAR AS EMISSÕES.
- **TRANSPARÊNCIA:** TODAS AS QUESTÕES RELEVANTES DEVEM SER CONSIDERADAS E DOCUMENTADAS DE MANEIRA OBJETIVA E COERENTE PARA FORNECEREM UM RASTRO PARA FUTURAS REVISÕES E REPLICAÇÕES. TODAS AS FONTES DE DADOS E HIPÓTESES ASSUMIDAS DEVEM SER DISPONIBILIZADAS.
- **EXATIDÃO:** A QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE NÃO DEVE SER SISTEMATICAMENTE SUB OU SUPERESTIMADA.



As emissões devem ser classificadas de acordo com os setores e subsetores descritos na tabela 1:

I. ENERGIA ESTACIONÁRIA	I.1 Edifícios residenciais.
	I.2 Edifícios comerciais e institucionais.
	I.3 Indústrias de manufatura e construção.
	I.4 Indústrias de energia.
	I.5 Atividades agrícolas, florestais e de pesca.
	I.6 Fontes não especificadas.
	I.7 Emissões fugitivas a partir da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão.
	I.8 Emissões fugitivas a partir dos sistemas de gás natural e óleo.
II. TRANSPORTE	II.1 Transporte rodoviário.
	II.2 Ferroviário.
	II.3 Hidroviário.
	II.4 Aviação.
	II.5 Off-road.
III. RESÍDUOS	III.1 Disposição de resíduos sólidos.
	III.2 Tratamento biológico de resíduos.
	III.3 Incineração e queima a céu aberto.
	III.4 Tratamento de efluentes líquidos e lançamento.
IV. PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS	IV.1 Processos industriais.
	IV.2. Uso de produtos.
V. AGRICULTURA, SILVICULTURA E OUTROS USOS DA TERRA (AFOLU)	V.1 Pecuária.
	V.2 Uso da terra.
	V.3 Emissões de não CO ₂ .
OUTROS ESCOPOS 3	

Tabela 1. Setores e subsetores de atividade.

Como as emissões provenientes das atividades destacadas na tabela 1 podem acontecer dentro e fora do limite geográfico da cidade e também fora deles, como resultado das atividades na cidade, a metodologia GPC determina que as emissões sejam categorizadas de acordo com o local de origem de acordo com os seguintes escopos:

- **ESCOPO 1:** SÃO AS EMISSÕES QUE OCORREM DENTRO DAS FRONTEIRAS GEOGRÁFICAS DO MUNICÍPIO;
- **ESCOPO 2:** SÃO AS EMISSÕES INDIRETAS PROVENIENTES DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E TÉRMICA CONSUMIDA DENTRO DAS FRONTEIRAS GEOGRÁFICAS DA CIDADE, PODENDO OCORRER DENTRO OU FORA DE SEUS LIMITES;
- **ESCOPO 3:** TODAS AS EMISSÕES INDIRETAS QUE OCORREM FORA DO LIMITE GEOGRÁFICO DA CIDADE, MAS QUE SÃO RESULTADOS DAS ATIVIDADES DA CIDADE, E QUE NÃO ESTÃO DESCRITAS NO ESCOPO 2.

A metodologia GPC dispõe de dois níveis de reporte das emissões: BÁSICO, que cobre as emissões de escopo 1 e 2 do setor de energia estacionária e de transporte, bem como as emissões de escopo 1 e 3 do setor de resíduos, e BÁSICO+, mais desafiadora devido à complexidade da obtenção dos dados de atividade, que inclui as emissões dos setores IPPU, AFOLU e as emissões transfronteiriças do setor de transporte. O governo local deve escolher a abordagem mais adequada à sua realidade.

A metodologia GPC reconhece que a coleta de dados de atividade e de fatores de emissão é desafiadora para as cidades. Para incluir possíveis limitações na disponibilidade dos dados, a metodologia requer o uso de notações-chave daquelas fontes de emissões que não foram contabilizadas e, quando usadas, a cidade deve prover uma explicação do porquê. São elas:

IE - INCLUÍDAS EM OUTRO SETOR: AS EMISSÕES DE GEE DESTA ATIVIDADE SÃO ESTIMADAS E APRESENTADAS EM OUTRA CATEGORIA DO INVENTÁRIO.

NE - NÃO ESTIMADAS: AS EMISSÕES OCORREM, MAS NÃO FORAM ESTIMADAS OU REPORTADAS.

NO - NÃO OCORREM: A ATIVIDADE/PROCESSO NÃO OCORRE OU NÃO EXISTE DENTRO DA CIDADE.

C - CONFIDENCIAIS: EMISSÕES DE GEE QUE NÃO PODERIAM SER DIVULGADAS E, PORTANTO, REPORTADAS.

Ainda, os dados de atividade devem ser classificados de acordo com sua qualidade, atribuindo-se a seguinte classificação em H (alta), M (média) e B (baixa).

2.2. INVENTÁRIO DA CIDADE

2.2.1. CARACTERIZAÇÃO

A elaboração do segundo inventário de emissões de GEE de Betim contemplou os anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, com os limites administrativos e territoriais da cidade sendo identificados como limites geográficos e espaciais do inventário.

Conforme previsto para este trabalho, os gases de efeito estufa quantificados foram:

- DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂);
- METANO (CH₄);
- ÓXIDO NITROSO (N₂O);
- DIÓXIDO DE CARBONO BIOGÊNICO (CO₂ BIOGÊNICO).

Os setores considerados no inventário foram os seguintes:



ENERGIA ESTACIONÁRIA COM OS SUBSETORES: EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS, EDIFÍCIOS COMERCIAIS E INSTITUCIONAIS, INDÚSTRIAS DE MANUFATURA E CONSTRUÇÃO, ATIVIDADES AGRÍCOLAS, FLORESTAIS E DE PESCA, FONTES NÃO ESPECIFICADAS.



TRANSPORTES, COM OS SUBSETORES: TRANSPORTE RODOVIÁRIO E AVIAÇÃO.



RESÍDUOS, COM OS SUBSETORES: DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS E LANÇAMENTO.

Devido à presença de alguns distritos industriais no município, o setor de processos industriais e uso de produtos tem impacto importante nas emissões da cidade de Betim; contudo, não foram coletados dados necessários à inclusão desse setor no inventário.

Atualmente, o município analisa alguns procedimentos internos existentes, relacionados à prestação de informações pelos empreendimentos deste setor ao órgão de licenciamento ambiental municipal, com o objetivo de favorecer a análise e o tratamento efetivos das informações sobre as emissões de gases de efeito estufa na cidade para a atualização de futuros inventários.

Já quanto aos dados do setor de Agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU), eles são pouco significativos no município, uma vez que a economia local é predominantemente voltada para os setores comercial, de serviços e industrial.

Portanto, o inventário de Betim enquadra-se na categoria BÁSICO, na qual a mensuração aborda os setores de Energia, Transporte e Resíduos, conforme tabela 2, onde são apresentadas também as respectivas notações-chave para os subsetores não estimados.

SETOR	REF. GPC	ATIVIDADE	NOTAÇÃO-CHAVE
ENERGIA ESTACIONÁRIA	I.1.1	Queima de GLP dentro do município.	
	I.1.2	Consumo residencial de energia elétrica da rede dentro do município.	
	I.1.3	Perdas de distribuição e transmissão pela rede no consumo Residencial.	
	I.2.1	Emissões de combustão institucional dentro do limite da cidade.	IE - Incluído dentro dos setores I.1.1 e I.3.1.
	I.2.2	Emissões do consumo comercial de energia elétrica da rede	
	I.2.3	Perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica de edifícios comerciais e institucionais.	
	I.3.1	Queima de óleo combustível dentro do limite da cidade.	
		Queima de querosene iluminante dentro do município.	
	I.3.1	Queima de gás natural dentro do limite do município.	
		Consumo industrial de energia elétrica da rede.	
	I.3.2	Consumo industrial de energia elétrica da rede.	
	I.3.3	Perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica industrial.	
	I.4.1	Queima de combustível para indústrias de energia.	NO
	I.4.2	Consumo de energia elétrica da rede dentro do limite da cidade.	IE - Incluído dentro de I.6.2, pois os dados não puderam ser desagregados.
	I.4.3	Perdas de transmissão e distribuição de energia fornecida pela rede	IE- Incluído dentro de I.6.3, pois os dados não puderam ser desagregados.
	I.4.4	Emissões da geração de energia fornecida à rede.	NO
	I.5.1	Queima de combustível do setor de agricultura dentro do município.	IE - Incluído dentro de I.1.1 e I.3.1, pois os dados não puderam ser desagregados.
	I.5.2	Consumo de energia elétrica rural dentro do município.	
	I.5.3	Perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica da área rural.	
	I.6.1	Queima de combustível de fontes não especificadas.	IE- Incluído dentro de I.1.1 e I.3.1, pois os dados não puderam ser desagregados.
I.6.2	Consumo de energia elétrica de serviço público, iluminação pública e poder público dentro do município.		

SETOR	REF. GPC	ATIVIDADE	NOTAÇÃO-CHAVE
ENERGIA ESTACIONÁRIA	I.6.3	Perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica de serviço público, iluminação pública e poder público dentro do município.	
	I.7.1	Emissões fugitivas de mineração, processo, estocagem e transporte de carvão dentro do limite do município.	NO
	I.8.1	Emissões fugitivas de sistemas de óleo e gás natural.	NO
TRANSPORTE	II.1.1	Queima de etanol hidratado.	
		Queima de gasolina comum.	
		Queima de gás natural veicular.	
		Queima de óleo diesel.	
	II.1.2	Consumo de energia elétrica do setor de transporte terrestre.	NO
	II.1.3	Emissões de viagens transfronteiriças ocorrendo fora da cidade e perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica fornecida à rede do setor de transporte terrestre.	NE- Dados não puderam ser obtidos para o consumo de combustível dessas emissões.
	II.2.1	Queima de combustível para o transporte ferroviário.	NO
	II.2.2	Consumo de energia elétrica da rede para o transporte ferroviário.	IE- Incluída dentro de I.6.2.
	II.2.3	Emissões de viagens transfronteiriças ocorrendo fora da cidade e perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica fornecida à rede do setor de transporte ferroviário.	NO
	II.3.1	Queima de combustível para o transporte hidroviário.	NO
	II.3.2	Consumo de energia elétrica para o transporte hidroviário.	NO
	II.3.3	Emissões de viagens transfronteiriças ocorrendo fora da cidade e perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica fornecida à rede do setor de transporte hidroviário.	NO
	II.4.1	Queima de combustível para o transporte aéreo.	NO
	II.4.2	Consumo de energia elétrica para o transporte aéreo.	NO

SETOR	REF. GPC	ATIVIDADE	NOTAÇÃO-CHAVE
TRANSPORTE	II.4.3	Queima de querosene fora dos limites do município.	
		Queima de gasolina de aviação fora dos limites do município.	
	II.5.1	Queima de combustível para o transporte off-road.	NO
	II.5.2	Consumo de energia elétrica para o transporte off-road.	NO
	II.5.3	Emissões de viagens transfronteiriças ocorrendo fora da cidade e perdas de distribuição e transmissão de energia elétrica fornecida à rede do setor de transporte off-road.	NO
RESÍDUOS	III.1.1	Disposição final de resíduos sólidos em aterros sanitários dentro do município.	
	III.1.2	Disposição final de resíduos sólidos gerados dentro do município e dispostos fora da cidade.	NO
	III.1.3	Disposição final de resíduos sólidos gerados fora do limite do município, mas dispostos dentro do aterro do município.	
	III.2.1	Tratamento biológico de resíduos sólidos gerados e tratados dentro do município.	NO
	III.2.2	Tratamento biológico de resíduos sólidos gerados dentro do município e tratados fora dele.	NO
	III.2.3	Tratamento biológico de resíduos sólidos gerados fora do município, mas tratados dentro dele.	NO
	III.3.1	Incineração de resíduos sólidos gerados e tratados dentro do município.	NO
	III.3.2	Incineração de resíduos sólidos gerados dentro do município e tratados fora dele.	NO
	III.3.3	Incineração de resíduos sólidos gerados fora do município, mas tratados dentro dele.	NO
	III.4.1	Emissão de metano das estações de tratamento de esgotos domésticos (ETE): Bandeirinhas, Betim Central, Cachoeira, Cidade Verde, Petrovale, Santo Antônio e Teixeira.	
		Emissão de óxido nitroso do tratamento de efluente.	
		Emissão de metano da parcela de esgoto sanitário não tratado.	
	III.4.2	Emissões do tratamento de efluentes líquidos gerados dentro do município, mas tratados fora.	NO
	III.4.3	Emissões do tratamento de efluentes líquidos gerados fora do município, mas tratados dentro.	NO

Tabela 2. Emissões inventariadas e com notações-chave.

2.2.2. COLETA DE DADOS DE ATIVIDADE

A coleta dos dados foi realizada por pontos focais do município, por meio de troca de Ofícios e e-mails entre os órgãos envolvidos, tendo sido todo o processo acompanhado pelo ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade.

Foram envolvidas seis instituições para a coleta de dados:

- **ECOS - EMPRESA DE CONSTRUÇÕES, OBRAS, SERVIÇOS, PROJETOS, TRANSPORTE E TRÂNSITO DE BETIM;**
- **COPASA - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS;**
- **GASMIG - COMPANHIA DE GÁS DE MINAS GERAIS;**
- **ESSENCIS MG SOLUÇÕES AMBIENTAIS;**
- **ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS;**
- **CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS.**

2.2.3. FATORES DE EMISSÃO, PARÂMETROS E DADOS DE ATIVIDADE

A escolha dos fatores de emissão utilizados para o cálculo de emissões priorizou o uso de valores coerentes com a realidade brasileira, fornecidos pelo: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), Balanço Energético Nacional, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e o Conselho Nacional de Política Energética.

O Consumo de Óleo Combustível, GLP, Querosene, Gás Natural, Energia Elétrica e perdas com distribuição e transmissão foram utilizados para estimar as fontes estacionárias.

COMBUSTÍVEIS	2014	2015	2016	2017
ÓLEO COMBUSTÍVEL (QUILO)	15.119.323	8.376.666	6.467.961	5.099.484
GLP (QUILO)	24.355.540	24.887.350	28.372.991	30.560.755
QUEROSENE ILUMINANTE (LITRO)	135.000	130.000	150.000	225.000
GÁS NATURAL (M³)	55.567.359	47.325.984	39.841.508	45.330.454
ENERGIA ELÉTRICA (MWh)	1.426.817	1.274.237	1.282.476	1.291.918

Tabela 3. Consumo de combustíveis – Fontes Estacionárias.

COMBUSTÍVEIS	2014	2015	2016	2017
ETANOL HIDRATADO (LITRO)	12.870.000	30.716.000	27.240.854	29.564.824
GASOLINA C (LITRO)	89.581.910	77.381.400	90.598.932	93.908.651
ÓLEO DIESEL (LITRO)	446.996.525	407.798.650	388.901.708	358.879.801
GASOLINA AVIAÇÃO (LITRO)	16.004	5.502	14.585	14.044
QUEROSENE DE AVIAÇÃO (LITRO)	4.325120	4.037.690	3.666.500	3.776.800
GNV (M³)	662.980,53	359.872,48	464.364,44	490.068,32

Tabela 3. Consumo de combustíveis – Fontes Estacionárias.

Em relação ao setor de Resíduos, os parâmetros utilizados foram:

RESÍDUOS SÓLIDOS	A COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA FOI EVIDENCIADA PELO PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS MUNICIPAL E PELA QUANTIDADE DE RESÍDUOS POR RELATÓRIO DA EMPRESA GESTORA DO ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO.
EFLUENTES	FORAM CALCULADOS A PARTIR DAS INFORMAÇÕES DE QUANTIDADE DE POPULAÇÃO POR ANO.

INFORMAÇÃO	2014	2015	2016	2017
Resíduos gerados no município encaminhados a aterro (kg)	111.200.942	93.042.306	93.764.911	98.171.750
Resíduos gerados fora do município encaminhados a aterro (kg)	251.292.628,00	254.615.504	304.171.939	252.460.577
População com tratamento de esgoto	265.824	269.246	272.502	275.594
População sem tratamento de esgoto	146.176	148.061	146.760	151.552

Tabela 5. Informações do Setor de Resíduos.

O reporte das emissões é realizado em toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e). Esse valor é obtido multiplicando-se as emissões dos GEEs inventariados pelos seus respectivos GWP (Global Warming Potential) – valor publicado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Para o segundo inventário de emissões de Betim, foram utilizados os GWP do Quinto Relatório do IPCC (publicado em 2013), descritos na tabela 6.

GEE	SÍMBOLO	GWP (CO ₂ e/ton GEE)
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Óxido nitroso	N ₂ O	265

Tabela 6. Potenciais de Aquecimento Globais (5º Relatório do IPCC).

2.2.4. METODOLOGIAS DE CÁLCULO

O cálculo das emissões foi realizado seguindo a estrutura apresentada na Figura 1 abaixo.

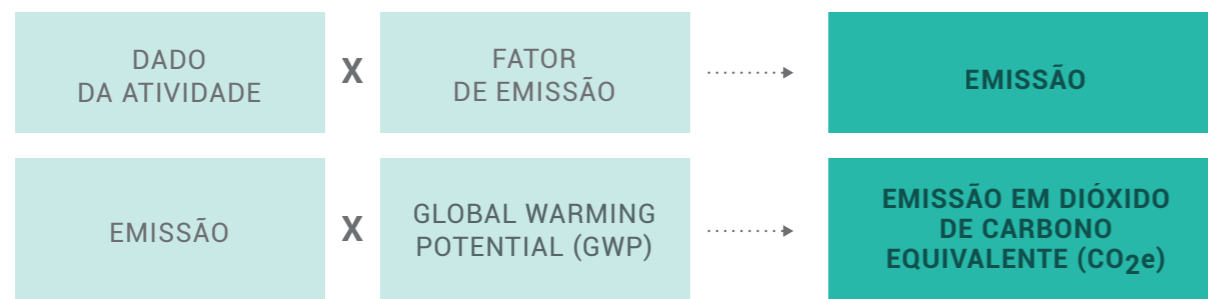


Figura 1. Estrutura de cálculo de emissões de GEE

Os Dados da Atividade são aqueles referentes ao consumo que acarreta as emissões de GEE (ex. consumo de energia elétrica e consumo de combustíveis).

O memorial de cálculo utilizado neste estudo e a planilha de cálculo estão descritos no anexo 3.

03. RESULTADOS

3.1. EMISSÕES TOTAIS E POR ESCOPO

De acordo com a metodologia GPC, é necessário relatar o total de emissões por meio dos escopos e também por meio das emissões induzidas por atividades antrópicas. O reporte das emissões por escopo está descrito na tabela 6.

ANO	EMISSÕES TOTAIS	ESCOPO 1	ESCOPO 2	ESCOPO 3
2014	2.174.115	1.945.428	193.334	35.353
2015	2.045.788	1.856.327	158.515	30.946
2016	2.017.961	1.889.997	104.778	23.186
2017	1.914.252	1.768.119	119.761	26.372

Tabela 7. Emissões totais e por escopo (toneladas de CO₂e).

3.2. EMISSÕES POR SETOR

Os gráficos de 1 a 4 expressam as quantidades totais de emissões (em termos de toneladas de CO₂e) para os três setores analisados, com destaque para o setor de transporte em todos os anos, que representa mais de 50% das emissões totais.

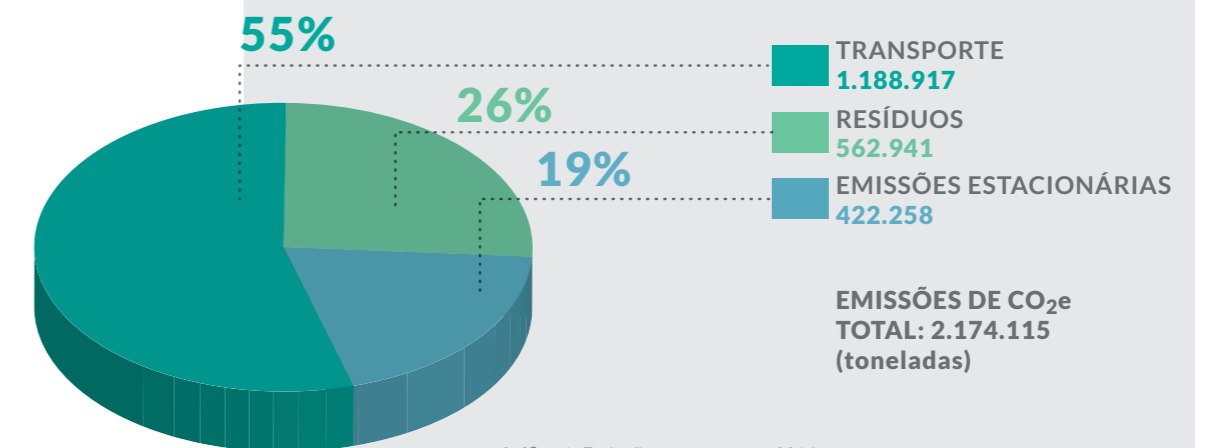


Gráfico 1. Emissões por setor em 2014

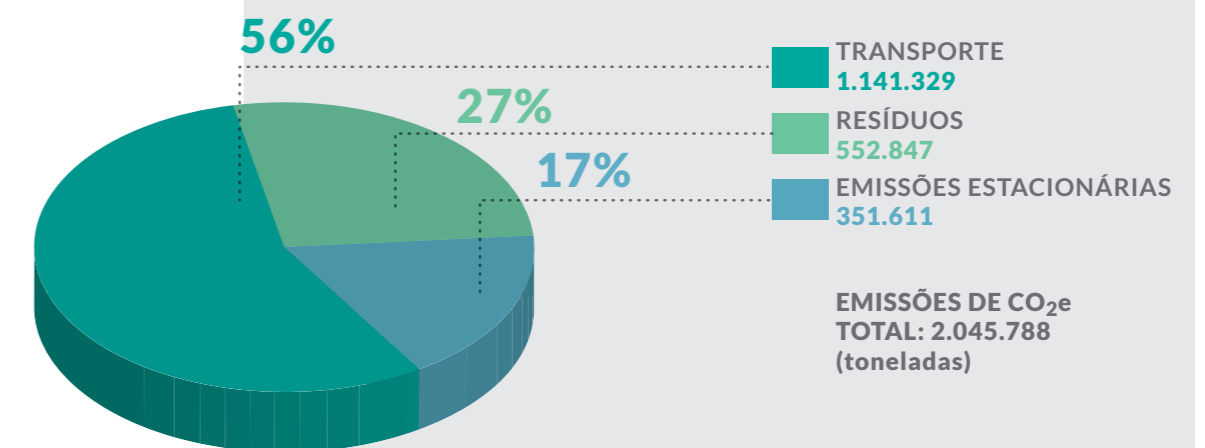


Gráfico 2. Emissões por setor em 2015

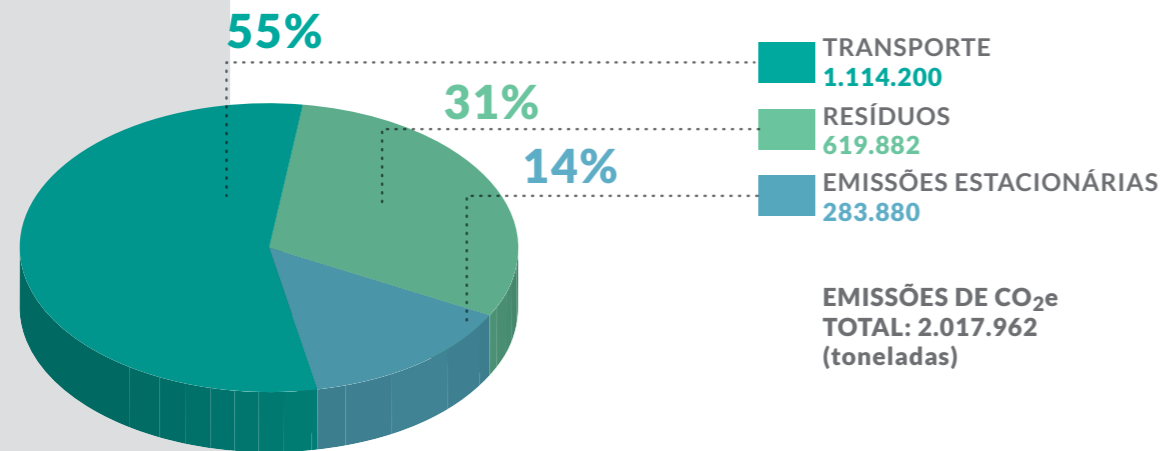


Gráfico 3. Emissões por setor em 2016

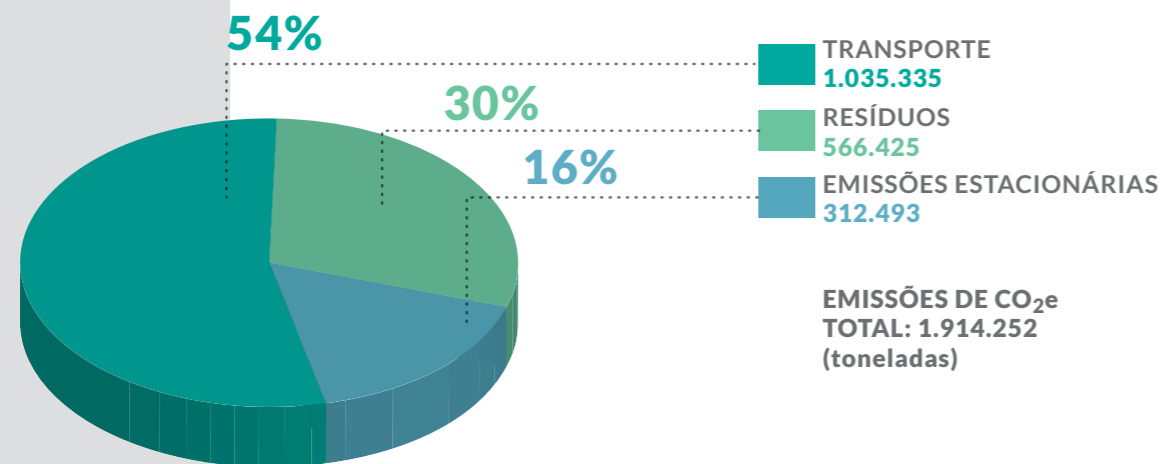


Gráfico 4. Emissões por setor em 2017

A seguir, são detalhadas as emissões para cada um dos três setores: energia estacionária, transportes e resíduos.



3.2.1. ENERGIA ESTACIONÁRIA

Para os dados referentes às emissões estacionárias, foi primeiramente levantado o consumo de energia elétrica, por meio de informações obtidas junto à concessionária de energia elétrica CEMIG - Companhia Elétrica de Minas Gerais, que atende Betim.

O consumo de energia elétrica anual de Betim foi fornecido em kWh, dividido nas seguintes classes: Prédios Residenciais, Edifícios Comerciais e Institucionais, Indústrias de Manufatura e Construção, Atividades Agrícolas, Florestais e de Pesca, Fontes Não Especificadas.

Consumo de Óleo Combustível, GLP, Querosene e Gás Natural também foram utilizados para estimar as fontes estacionárias.

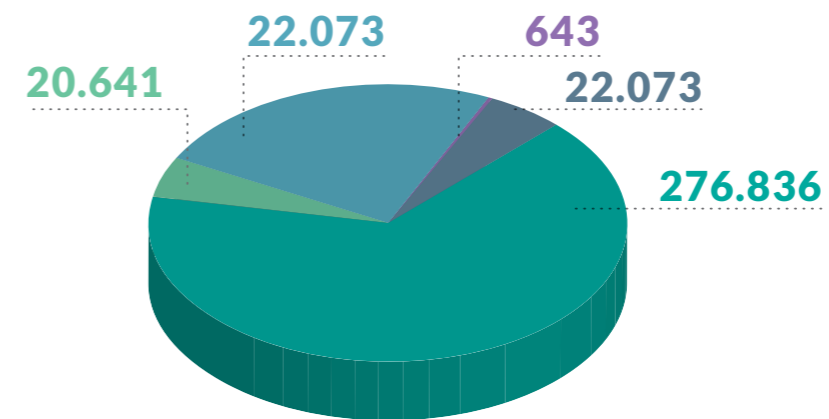


Gráfico 5. Emissões por Fontes Estacionárias em 2014 (toneladas de CO2e).

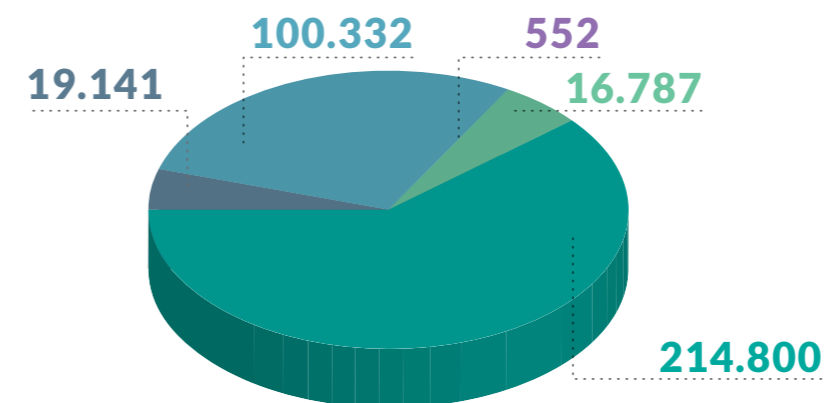


Gráfico 6. Emissões por Fontes Estacionárias em 2015 (toneladas de CO2e).

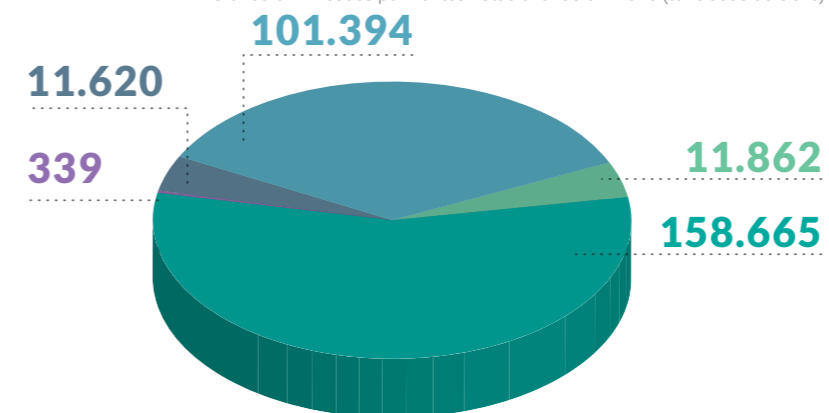


Gráfico 7. Emissões por Fontes Estacionárias em 2016 (toneladas de CO2e).

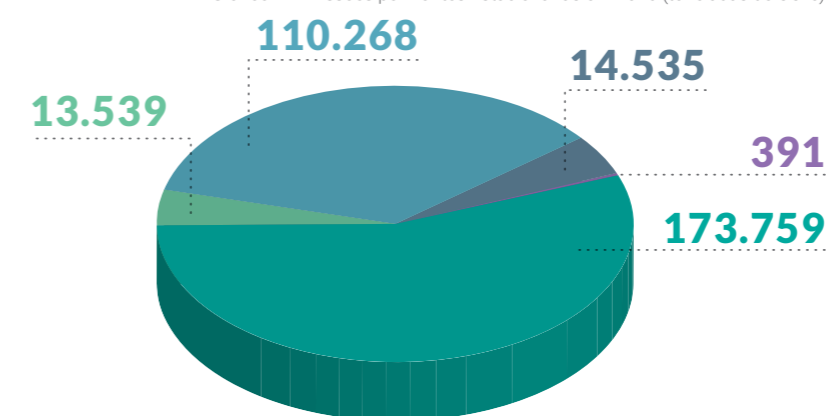


Gráfico 8. Emissões por Fontes Estacionárias em 2017 (toneladas de CO2e).

- FONTES NÃO ESPECIFICADAS
- ATIVIDADES AGRÍCOLA FLORESTAIS E DE PESCAS
- PRÉDIOS RESIDENCIAIS
- EDIFÍCIOS COMERCIAIS E INSTITUCIONAIS
- INDÚSTRIAS DE MANUFATURA E CONSTRUÇÃO



3.2.2. TRANSPORTES

Para a estimativa das emissões do setor de Transporte, foi considerado o consumo de combustível comercializado na cidade. Os dados foram cedidos pela ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – e contemplaram o Gás Natural, o Óleo Combustível, o GLP e o Querosene Iluminante.

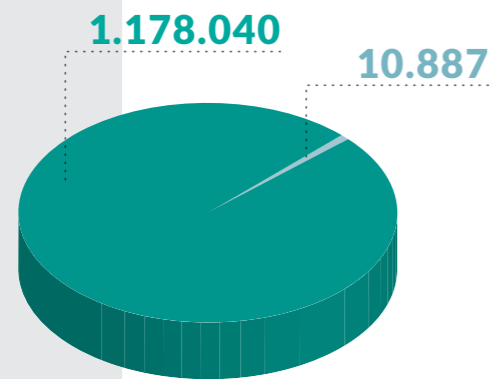


Gráfico 9. Emissões pelo Setor de Transportes no ano de 2014 (toneladas de CO₂e)

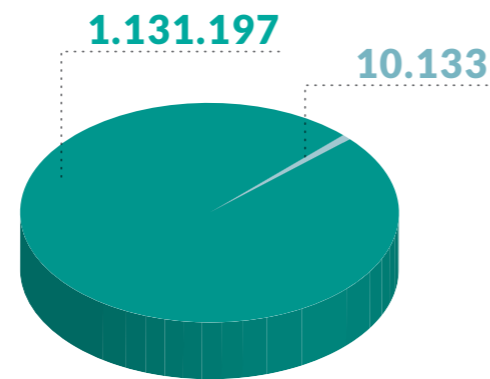


Gráfico 10. Emissões pelo Setor de Transportes em 2015 (toneladas de CO₂e)

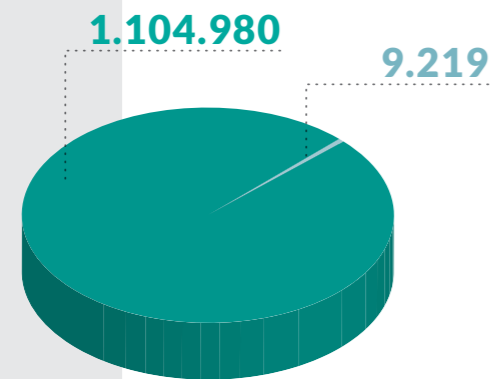


Gráfico 11. Emissões pelo Setor de Transportes em 2016 (toneladas de CO₂e).

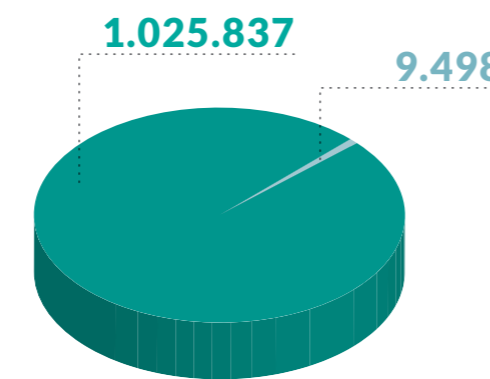


Gráfico 12. Emissões pelo Setor de Transportes em 2017 (toneladas de CO₂e).

■ RODOVIÁRIO ■ AVIAÇÃO



3.2.3. RESÍDUOS

Os resíduos sólidos em Betim são coletados por empresa terceirizada, responsável pela limpeza urbana do município, e são dispostos e tratados em aterro sanitário.

Os dados quantitativos foram obtidos a partir da pesagem dos resíduos de diferentes classes, coletados em Betim no período, como também consta no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

Os dados relativos ao tratamento de efluentes líquidos foram cedidos pela COPASA/MG e calculados a partir das informações da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) gerada por cada estação de tratamento de esgoto e do quantitativo populacional por ano.

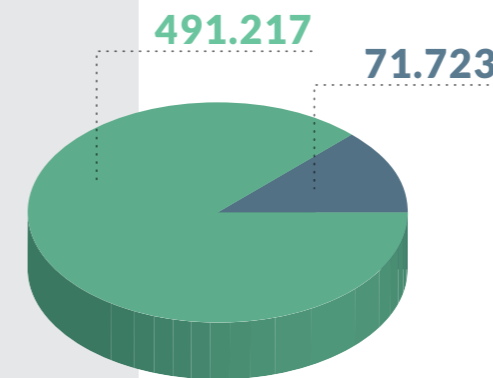


Gráfico 13. Emissões no setor de Resíduos em 2014 (toneladas de CO₂e)

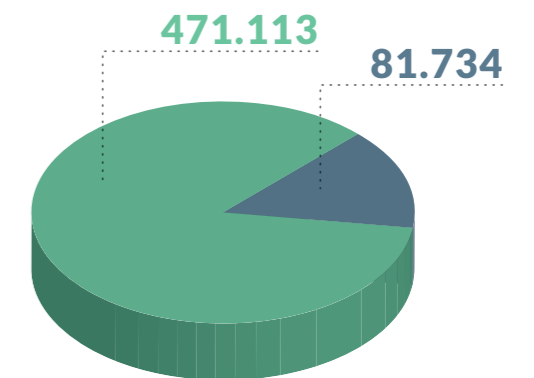


Gráfico 14. Emissões no setor de Resíduos em 2015 (toneladas de CO₂e)

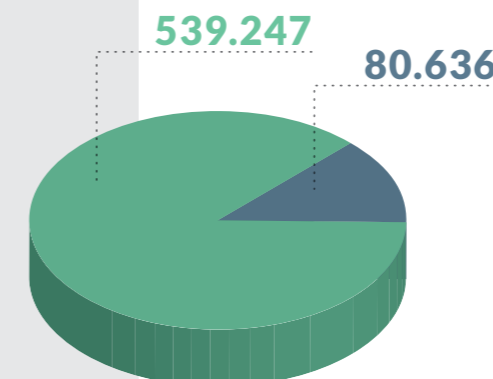


Gráfico 15. Emissões no setor de Resíduos em 2016 (toneladas de CO₂e)

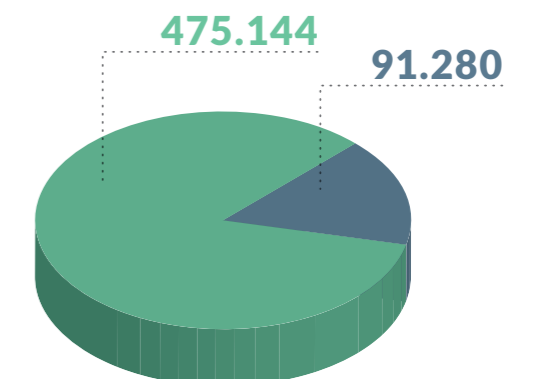


Gráfico 16. Emissões no setor de Resíduos em 2017 (toneladas de CO₂e)

■ RESÍDUOS SÓLIDOS ■ TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS E LANÇAMENTO

3.3. TENDÊNCIA DE EMISSÕES

Quanto à tendência das emissões constatadas no intervalo inventariado, nota-se que as emissões totais de CO₂e entre os anos de 2014 a 2017 não tiveram grandes variações, demonstrando uma leve queda ao longo do período. Ocorreu uma queda no valor de 259.862,71 toneladas de CO₂e, o que representa 11,95% de redução nas emissões.

ANO	EMISSIONES TOTAIS	ENERGIA ESTACIONÁRIA	TRANSPORTES	RESÍDUOS
2014	2.174.115	422.258	1.188.917	562.941
2015	2.045.788	351.611	1.141.329	552.847
2016	2.017.962	283.880	1.114.200	619.882
2017	1.914.253	312.493	1.035.335	566.425

Tabela 8. Comparativo das emissões do ano de 2014 ao ano de 2017 (toneladas de CO₂e).

Ao compararmos as emissões totais inventariadas no ano 2013, que totalizaram 1.763.018 toneladas de CO₂e, observamos que houve um aumento de 8,58% nas emissões com relação às emissões totais contabilizadas no ano de 2017, que foram de 1.914.252,37 toneladas de CO₂e.

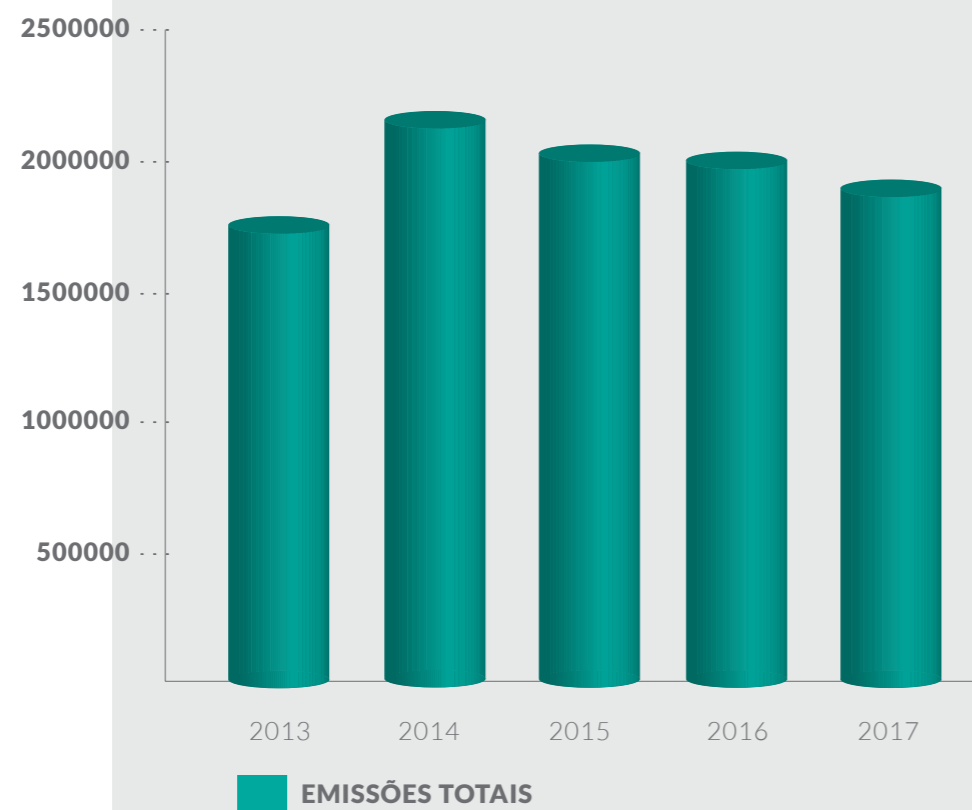


Gráfico 17. Comparativo das emissões de 2013 a 2017 (toneladas de CO₂e).

04. CONCLUSÕES

Percebe-se que as emissões referentes às atividades desenvolvidas dentro dos limites da cidade são as mais representativas, o que é traduzido na maior porcentagem de emissões referentes ao escopo 1. Em todos os anos inventariados, nota-se que as emissões do Escopo 1, concentram a maior parte das emissões em relação aos escopos 2 e 3.

Apesar de ser uma cidade com cerca de 440 mil habitantes, as emissões se mostram altas, o que pode ser explicado principalmente pelo uso de energia e processos produtivos desenvolvidos na cidade.

ANO	EMISSIONES TOTAIS (tCO ₂ e)	POPULAÇÃO*1	EMISSIONES PER CAPITA (tCO ₂ e/hab)
2014	2.174.115	412.000	5,4
2015	2.045.788	417.307	4,9
2016	2.017.962	419.262	4,8
2017	1.914.253	427.146	4,5

Tabela 9. Emissões per capita do ano de 2014 ao ano de 2017 (toneladas de CO₂e/hab).

1- Dados do IBGE (2020).

As atividades das transportadoras e o fluxo de automóveis nas rodovias que cruzam a cidade, BR 381 e BR 262, também se mostram muito importantes nos níveis de emissões da cidade, sendo o setor de Transportes o mais representativo com relação às emissões em todos os anos analisados.

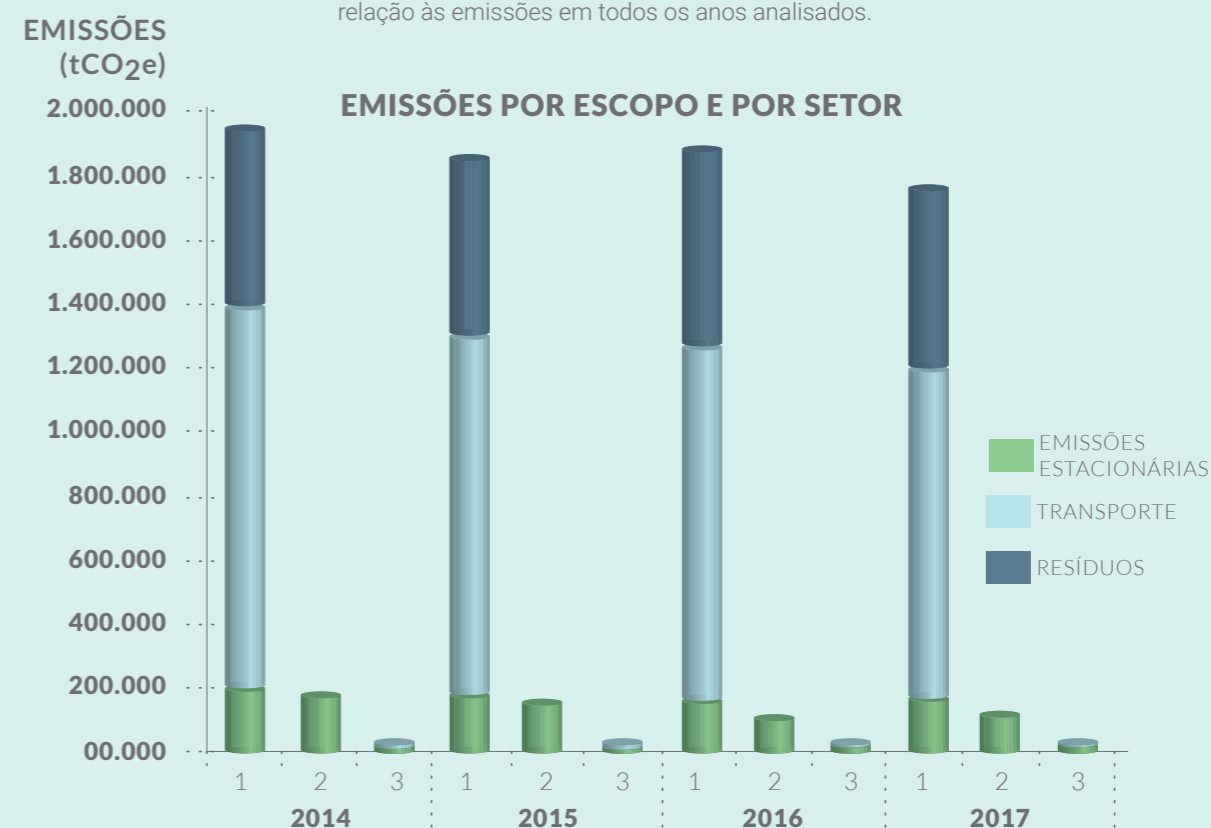


Gráfico 18. Emissões por escopo e por setor de 2014 a 2017.

05. REFERÊNCIAS

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. 33º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais- 2019.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2006). BERNSTEIN, L. et al. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

GLOBAL PROTOCOL FOR COMMUNITY-SCALE GREENHOUSE GAS EMISSIONS(GPC) Version 2.0 – February 2014.

Plano de Gestão de Resíduos Sólidos de Betim. Disponível em <http://www.betim.mg.gov.br>.

Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa - 2015. Disponível em <http://www.mctic.gov.br>.

Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa - 2016. Disponível em <http://www.mctic.gov.br>.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - <https://www.gov.br/agricultura>.

Conselho Nacional de Política Energética - <http://www.mme.gov.br>.

ANEXOS

ANEXO 1. EMISSÕES POR SETOR DA METODOLOGIA GPC

REF GPC	ESCOPO	EMISSÕES DE GEE (POR SETOR E SUBSETOR)	TCO ₂ E - 2014	TCO ₂ E - 2015	TCO ₂ E - 2016	TCO ₂ E - 2017
TOTAL			2.174.115,08	2.045.787,78	2.017.961,97	1.914.252,37
I		EMISSÕES ESTACIONÁRIAS	422.257,61	351.611,09	283.879,92	312.492,87
I.1		Prédios Residenciais	102.064,58	100.332,08	101.393,87	110.268,35
I.1.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	71.610,51	73.174,15	83.422,68	89.855,17
I.1.2	2	Emissão do consumo de energia elétrica da rede dentro do limite da cidade	27.031,84	24.005,95	15.857,40	17.892,17
I.1.3	3	Emissões de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	3.422,23	3.151,98	2.113,79	2.521,01
I.2		Edifícios comerciais e institucionais	20.640,76	19.140,81	11.862,15	13.539,15
I.2.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	-	-	-	-
I.2.2	2	Emissão do consumo de energia elétrica da rede dentro do limite da cidade	18.321,28	16.919,30	10.466,91	11.867,08
I.2.3	3	Emissões de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	2.319,47	2.221,50	1.395,24	1.672,07
I.3		Indústrias de manufatura e construção	276.835,54	214.799,55	158.665,07	173.758,99
I.3.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	132.837,35	99.108,75	81.711,97	86.002,55
I.3.2	2	Emissão do consumo de energia elétrica da rede dentro do limite da cidade	127.816,61	102.263,59	67.901,79	76.918,61
I.3.3	3	Emissões de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	16.181,58	13.427,21	9.051,31	10.837,83
I.4		Indústrias de Energia	-	-	-	-
I.4.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	-	-	-	-
I.4.2	2	Emissão do consumo de energia elétrica da rede dentro do limite da cidade	-	-	-	-
I.4.3	3	Emissões de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	-	-	-	-
I.4.4	1	Geração de energia fornecida à rede	-	-	-	-
I.5		Atividades agrícolas, florestais e de pesca	643,40	551,58	338,78	391,01
I.5.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	-	-	-	-
I.5.2	2	Emissão do consumo de energia elétrica da rede dentro do limite da cidade	571,10	487,56	298,93	342,72
I.5.3	3	Emissões de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	72,30	64,02	39,85	48,29
I.6		Fontes não especificadas	22.073,33	16.787,08	11.620,05	14.535,37
I.6.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	-	-	-	-

I		EMISSÕES ESTACIONÁRIAS	422.257,61	351.611,09	283.879,92	312.492,87
I.6.2	2	Emissão do consumo de energia elétrica da rede dentro do limite da cidade	19.592,88	14.838,75	10.253,29	12.740,26
I.6.3	3	Emissões de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	2.480,46	1.948,33	1.366,76	1.795,10
I.7		Emissões Fugitivas a partir da mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão	-	-	-	-
I.7.1	1	Emissões fugitivas dentro dos limites da cidade	-	-	-	-
I.8		Emissões fugitivas a partir dos sistemas de gás natural e óleo	-	-	-	-
I.8.1	1	Emissões fugitivas dentro dos limites da cidade	-	-	-	-

II		TRANSPORTE	1.188.916,85	1.141.329,37	1.114.199,58	1.035.334,97
II.1		Transporte Rodoviário	1.178.039,75	1.131.196,57	1.104.980,26	1.025.836,66
II.1.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	1.178.039,75	1.131.196,57	1.104.980,26	1.025.836,66
II.1.2	2	Emissões do consumo de energia elétrica da rede dentro dos limites da cidade para transporte Rodoviário	-	-	-	-
II.1.3	3	Emissões da parcela de viagens transfronteiriças ocorridas fora dos limites da cidade, e de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	-	-	-	-
II.2		Transporte Ferroviário	-	-	-	-
II.2.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	-	-	-	-
II.2.2	2	Emissões do consumo de energia elétrica da rede dentro dos limites da cidade para transporte Ferroviário	-	-	-	-
II.2.3	3	Emissões da parcela de viagens transfronteiriças ocorridas fora dos limites da cidade, e de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	-	-	-	-
II.3		Transporte Hidroviário	-	-	-	-
II.3.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	-	-	-	-
II.3.2	2	Emissões do consumo de energia elétrica da rede dentro dos limites da cidade para transporte Hidroviário	-	-	-	-
II.3.3	3	Emissões da parcela de viagens transfronteiriças ocorridas fora dos limites da cidade, e de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	-	-	-	-
II.4		Aviação	10.877,10	10.132,80	9.219,31	9.498,31
II.4.1	1	Emissão da queima de combustível dentro do limite da cidade	-	-	-	-
II.4.2	2	Emissões do consumo de energia elétrica da rede dentro dos limites da cidade para transporte aéreo	-	-	-	-
II.4.3	3	Emissões da parcela de viagens transfronteiriças ocorridas fora dos limites da cidade e de perdas na transmissão e distribuição e consumo da rede	10.877,10	10.132,80	9.219,31	9.498,31

III		RESÍDUOS	562.940,62	552.847,32	619.882,47	566.424,53
III.1		Disposição de resíduos sólidos	491.217,45	471.113,42	539.246,88	475.144,20
III.1.1	1	Emissões de resíduos sólidos gerados e dispostos dentro dos limites da cidade	150.689,14	126.082,25	127.061,46	133.033,19
III.1.2	3	Emissões de resíduos sólidos gerados dentro do limite da cidade, mas dispostos fora do limite da cidade	-	-	-	-
III.1.3	1	Emissões de resíduos sólidos gerados fora do limite da cidade, mas dispostos dentro dos limites	340.528,32	345.031,17	412.185,42	342.111,01
III.2		Tratamento biológico de resíduos	-	-	-	-
III.2.1	1	Emissões de resíduos sólidos gerados dentro dos limites e tratados biologicamente dentro dos limites	-	-	-	-
III.2.2	3	Emissões de resíduos sólidos gerados dentro dos limites e tratados biologicamente fora dos limites	-	-	-	-
III.2.3	1	Resíduos gerados fora do limite da cidade, mas tratados biologicamente dentro dos limites	-	-	-	-
III.3		Incineração e queima a céu aberto	-	-	-	-
III.3.1	1	Emissões de resíduos sólidos gerados dentro dos limites e incinerados dentro dos limites	-	-	-	-
III.3.2	3	Emissões de resíduos sólidos gerados dentro dos limites e tratados fora dos limites	-	-	-	-
III.3.3	1	Emissões de resíduos sólidos gerados fora dos limites e incinerados dentro dos limites	-	-	-	-
III.4		Tratamento de efluentes líquidos e lançamento	71.723,17	81.733,90	80.635,60	91.280,33
III.4.1	1	Emissões de efluentes líquidos gerados e tratados dentro dos limites da cidade	71.723,17	81.733,90	80.635,60	91.280,33
III.4.2	3	Emissões de efluentes gerados dentro do limite da cidade e tratados externamente	-	-	-	-
III.4.3	1	Emissões de efluentes líquidos gerados fora do limite da cidade e tratados dentro do limite da cidade	-	-	-	-

ANEXO 2. FATORES DE EMISSÃO E PARÂMETROS UTILIZADOS

2.1. FATORES DE EMISSÃO DO SETOR DE ENERGIA ESTACIONÁRIA.

COMBUSTÍVEL	SUBSETOR	Poder calorífico inferior (PCI)	MASSA ESPECÍFICA		FATOR DE EMISSÃO (kg/TJ)				FATOR DE EMISSÃO (kg/m³)				
		kcal/kg	kg/m³	FONTE	CO ₂	CO ₂ bio	CH ₄	N ₂ O	FONTE	CO ₂	CO ₂ bio	CH ₄	N ₂ O
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	Residencial e agricultura/pesca	11100	552	Balanço Energético Nacional	63100	0	5	0,1	IPCC 2006, V02, C.02	1618,73	0,00	0,13	0,00
Gás natural	Indústria de manufatura e construção	8800	0,74		56100	0	1	0,1		1,53	0,00	0,00	0,00
Óleo Combustível	Indústria de manufatura e construção	9590	1000		77400	0	3	0,6		3107,72	0,00	0,12	0,02
Querosene Iluminante	Indústria de manufatura e construção	10400	799		71900	0	3	0,6		2501,45	0,00	0,10	0,02

2.2. FATORES DE EMISSÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

ANO	FATOR MÉDIO ANUAL (tCO ₂ /MWh)
2014	0,1355
2015	0,1244
2016	0,0817
2017	0,0927
2017	0,0927

Fonte: MCTIC, 2020

2.3. FATORES DE EMISSÃO DO SETOR DE TRANSPORTES.

COMBUSTÍVEL	ANO	Poder calorífico inferior (PCI)		MASSA ESPECÍFICA		FATOR DE EMISSÃO (kg/TJ)				FATOR DE EMISSÃO (kg/m³)			
		kcal/kg	kg/m³	FONTE	CO ₂	CO ₂ bio	CH ₄	N ₂ O	FONTE	CO ₂	CO ₂ bio	CH ₄	N ₂ O
Gasolina de Aviação	Todos	10600	726	Balanco Energético Nacional	70000	0	0,5	2	Inventário Nacional, 2015	2255,40	0,00	0,02	0,06
Óleo Diesel	Todos	10100	840	Balanco Energético Nacional	74100	0	3,9	3,9	IPCC 2006, V02, C. 03	2632,09	0,00	0,14	0,14
Gás Natural Veicular (GNV)	Todos	8800	0,74	Balanco Energético Nacional	56100	0	71,66	10,19	Inventário Nacional, 2015	1,53	0,00	0,00	0,00
Querosene de Aviação	Todos	10400	799	Balanco Energético Nacional	71500	0	0,5	2	Inventário Nacional, 2015	2487,53	0,00	0,02	0,07
Etanol hidratado	Todos	6300	809	Balanco Energético Nacional	0	70770	0,24	2	Inventário Nacional, 2015	0,00	1510,15	0,01	0,04
Gasolina comum (25% de etanol anidro)	2014	9488	754	Balanco Energético Nacional	51975	17692,5	24,81	2,9	IPCC 2006, V02, C. 03	1557,20	530,08	0,74	0,09
Gasolina comum (27% de etanol anidro)	2015	9415	755	Balanco Energético Nacional	50589	19107,9	24,1548	2,876	Portaria MAPA	1505,96	568,82	0,72	0,09
Gasolina comum (27% de etanol anidro)	2016	9415	755	Balanco Energético Nacional	50589	19107,9	24,1548	2,876	Portaria MAPA	1505,96	568,82	0,72	0,09
Gasolina comum (27% de etanol anidro)	2017	9415	755	Balanco Energético Nacional	50589	19107,9	24,1548	2,876	Portaria MAPA	1505,96	568,82	0,72	0,09

2.4. PARÂMETROS E FATORES DE EMISSÃO PARA RESÍDUOS SÓLIDOS.

RESÍDUO	PARTICIPAÇÃO (%)	CONTEÚDO DOC	PARTICIPAÇÃO *CONTEÚDO	DOC
Papel, Papelão	6,52	0,40	0,02608	0,14519
Tecido	1,95	0,24	0,00468	
Alimento (Matéria Orgânica)	47,7	0,15	0,07155	
Madeira	0	0,43	0	
Poda	4,04	0,20	0,00808	
Fralda	13,59	0,24	0,032616	
Borracha e Couro	0,56	0,39	0,002184	
Outros	25,64	0,00	0	

2014

RESÍDUO	PARTICIPAÇÃO (%)	CONTEÚDO DOC	PARTICIPAÇÃO *CONTEÚDO	DOC
Papel, Papelão	6,52	0,40	0,02608	0,14519
Tecido	1,95	0,24	0,00468	
Alimento (Matéria Orgânica)	47,7	0,15	0,07155	
Madeira	0	0,43	0	
Poda	4,04	0,20	0,00808	
Fralda	13,59	0,24	0,032616	
Borracha e Couro	0,56	0,39	0,002184	
Outros	25,64	0,00	0	
Papel, Papelão	6,52	0,40	0,02608	0,14519
Tecido	1,95	0,24	0,00468	
Alimento (Matéria Orgânica)	47,7	0,15	0,07155	
Madeira	0	0,43	0	
Poda	4,04	0,20	0,00808	
Fralda	13,59	0,24	0,032616	
Borracha e Couro	0,56	0,39	0,002184	
Outros	25,64	0,00	0	
Papel, Papelão	6,52	0,40	0,02608	0,14519
Tecido	1,95	0,24	0,00468	
Alimento (Matéria Orgânica)	47,7	0,15	0,07155	
Madeira	0	0,43	0	
Poda	4,04	0,20	0,00808	
Fralda	13,59	0,24	0,032616	
Borracha e Couro	0,56	0,39	0,002184	
Outros	25,64	0,00	0	

2015

2016

2017

Composição gravimétrica.

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE METANO (L0)				
FATOR	ANO	VALOR	UNIDADE	FONTE
MCF Aterros Sanitários	Todos	1	Adimensional	Inventário Nacional
DOC	2014	0,14519	tonelada CH ₄ /tonelada resíduo	
	2015	0,14519		
	2016	0,14519		
	2017	0,14519		

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE METANO (L0)				
FATOR	ANO	VALOR	UNIDADE	FONTE
DOCf	Todos	0,5	Adimensional	IPCC 2006, V.5, C. 03
F	Todos	0,5	Adimensional	IPCC 2006, V.5, C. 03
16/12	Todos	1,333333333	Adimensional	N/A
FATORES DE EMISSÃO DO MÉTODO COMPROMISSO DE METANO				
FATOR	ANO	VALOR	UNIDADE	FONTE
L0 Aterro Sanitário	2014	0,048396667	tonelada CH4/tonelada resíduo	Inventário Nacional (2019)
L0 Aterro Sanitário	2015	0,048396667	tonelada CH4/tonelada resíduo	
L0 Aterro Sanitário	2016	0,048396667	tonelada CH4/tonelada resíduo	
L0 Não categorizado		0,038717333		
L0 Aterro Sanitário	2017	0,048396667	tonelada CH4/tonelada resíduo	
Frec	2014	0	%	
	2015	0		
	2016	0		
	2017	0		
OX	Todos	0	Adimensional	

Parâmetros e fatores de emissão.

2.5. PARÂMETROS E FATORES DE EMISSÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS.

ETE	ANO	MÉTODO TRATAMENTO	VAZÃO MÉDIA TRATADA	VOLUME TRATADO POR ANO	DBO Afluente	DBO Efluente	DBO degradada	DBO Degradada Total	R
			(l/s)	(l)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ton)	(%)
Bandeirinhas	2014	UASB+RLA+DSE +Desidratação Mecânica	24,99	788084640	362,753	11,3	351,453	276,97	0
	2015		21,52	678654720	353,83	16,91	336,92	228,65	0
	2016		19,96	629458560	403,55	14,41	389,14	244,95	0
	2017		21,41	675185760	556,45	19,26	537,19	362,70	0
Betim Central	2014	UASB+RLA+DSE +Desidratação Mecânica	376,08	11860058880	241,44	12,17	229,27	2719,16	0
	2015		401,08	12648458880	279,67	9,02	270,65	3423,31	0
	2016		390,58	12317330880	282,33	9,54	272,79	3360,04	0
	2017		398,67	12572457120	341,4	26,52	314,88	3958,82	0
Cachoeira	2014	UASB +Leito Secagem	6,19	195207840	249,21	83,53	165,68	32,34	0
	2015		10,42	328605120	371,02	77,73	293,29	96,38	0
	2016		9,15	288554400	451,66	106,35	345,31	99,64	0
	2017		5,54	174709440	656,65	87,07	569,58	99,51	0

ETE	ANO	MÉTODO TRATAMENTO	VAZÃO MÉDIA TRATADA	VOLUME TRATADO POR ANO	DBO Afluente	DBO Efluente	DBO degradada	DBO Degradada Total	R
			(l/s)	(l)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ton)	(%)
Cidade Verde	2014	Lagoa Facultativa	7,84	247242240	295,05	62,69	232,36	57,45	0
	2015		5,4	170294400	351,57	62,37	289,2	49,25	0
	2016		5,55	175024800	319,53	63,15	256,38	44,87	0
	2017		6,05	190792800	363,3	66,61	296,69	56,61	0
Petrovale	2014	UASB +Leito Secagem	4,54	143173440	612,75	96,31	516,44	73,94	0
	2015		4,94	155787840	547,27	101,88	445,39	69,39	0
	2016		5,64	177863040	484,22	109,61	374,61	66,63	0
	2017		5,39	169979040	443,93	156,51	287,42	48,86	0
Santo Antônio	2014	UASB +Leito Secagem	2,51	79155360	562,64	188,98	373,66	29,58	0
	2015		2,95	93031200	736,9	169,36	567,54	52,80	0
	2016		2,88	90823680	547,31	210,62	336,69	30,58	0
	2017		2,9	91454400	533,96	223,48	310,48	28,39	0
Teixerinha		UASB +Leito Secagem	11,66	367709760	320,23	54,28	265,95	97,79	0
			10,18	321036480	330,44	80,31	250,13	80,30	0
			9,98	314729280	313,56	54,79	258,77	81,44	0
			10,8	340588800	401	77,2	323,8	110,28	0

Demanda bioquímica de oxigênio para cada ETE.

POPULAÇÃO	ANO	VALOR	UNIDADE	FONTE
População com tratamento de esgoto	2014	265.824	habitantes	IBGE
	2015	269.246		
	2016	272.502		
	2017	275.594		
População sem tratamento de esgoto	2014	146.176	habitantes	IBGE
	2015	148.061		
	2016	146.760		
	2017	151.552		
DBO per capita	Todos	0,054	kg/hab/dia	Inventário Nacional, 2015

Informações da população

FATOR DE EMISSÃO PARA EMISSÃO DE METANO (EF)			
DADO	VALOR	UNIDADE DE MEDIDA	FONTE
B0	0,60	kg CH ₄ /kg DBO	IPCC, 2006, v05, C. 06
MCF	Anaeróbio (UASB)	0,80	adimensional
	Aeróbio (Lagoa facultativa)	0,30	adimensional
	Outro	0,50	adimensional
EF	Anaeróbio (UASB)	0,48	kg CH ₄ /kg DBO ou ton CH ₄ /ton DBO
	Aeróbio (Lagoa facultativa)	0,18	
	Outro	0,30	
EMISSIONES DE N ₂ O			
DADO	VALOR	UNIDADE DE MEDIDA	FONTE
CP	30,84	kg/hab	Inventário Nacional, 2015
Fnc	1,4	adimensional	IPCC, 2006, v05, C. 06
Frac	0,16	kgN/kgproteína	IPCC, 2006, v05, C. 06
EF	0,005	kgN ₂ O/kgN	IPCC, 2006, v05, C. 06
Nlodo	0	kgN/ano	IPCC, 2006, v05, C. 06
44/28	1,571	adimensional	N/A

Parâmetros e fatores de emissão

ANEXO 3. CÁLCULOS DE EMISSÕES

3.1. ENERGIA ESTACIONÁRIA.

3.1.1. EMISSÕES PROVENIENTES DA QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS.

$$E_{tGEE} = \sum C_i * FE_i \longrightarrow$$

E_{tGEE} é a emissão de GEE (tCO₂e).

C_i é o consumo de combustível i (em massa/volume).II

FE_i é o fator de emissão do combustível i, por GEE (tGEE/massa ou tGEE/volume).

3.1.2. EMISSÕES PROVENIENTES DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.

$$E_{tCO_2e} = \sum C_e * FE \longrightarrow$$

E_{tCO_2e} é a emissão (tCO₂e).

C_e é o consumo de energia elétrica (kWh).

FE é o fator de emissão do consumo de energia elétrica, por GEE (tCO₂/kWh).

3.2. TRANSPORTES.

MÉTODO DE VENDA DE COMBUSTÍVEIS.

$$E_{tGEE} = \sum C_i * FE_i \longrightarrow$$

E_{tGEE} é a emissão em tCO₂e.

C_i é o consumo de combustível i por tipo de transporte/combustível.

FE_i é o fator de emissão do combustível i, por GEE.

3.3. RESÍDUOS.

3.3.1. EMISSÕES PROVENIENTES DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: MÉTODO DE COMPROMISSO DE METANO.

$$E_{CH_4} = MSW_x * L_0 * (1-F_{rec}) * (1-OX) \longrightarrow$$

E_{CH_4} é a emissão total de metano pela disposição final do resíduo.

MSW_x é quantidade de resíduos sólidos encaminhada para a disposição final (toneladas).

L_0 é o potencial de geração de metano (tonelada de CH₄/tonelada de resíduo).

$$L_0 = MCF * DOC * DOC_f * F * \frac{16}{12} \longrightarrow$$

L_0 é o potencial de geração de metano.

MCF é o fator de correção de metano por tipo de local de disposição final (adimensional).

DOC é a componente de carbono orgânico degradável (tonelada de CH₄/tonelada de resíduo).

DOC_f é a fração de DOC que efetivamente se degrada.

F é a fração de metano no gás de aterro

16/12 equivale à razão estequiométrica entre metano e carbono.

F_{rec} é o fator de recuperação de metano no local de disposição final (flare ou aproveitamento energético) (adimensional).

OX é o fator de Oxidação (adimensional).

3.3.2. EMISSÕES DE METANO DO TRATAMENTO E AFASTAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS.

$$E_{CH_4} = [(TOW * EF_i) - R_i] \longrightarrow$$

E_{CH_4} é a emissão total de metano pelo tratamento de efluentes líquidos (ton).

TOW é a componente orgânica do efluente/esgoto (doméstico e industrial) (kgDBO ou kgDQO), podendo ser calculado pela seguinte equação.

$$TOW = P * DBO * 365 \longrightarrow$$

P é a população atendida pelo tratamento (habitantes).

DBO é a demanda bioquímica de oxigênio per capita (kg/hab/dia).

EF_i é o fator de emissão (kg CH₄/kg DBO ou kg CH₄/kg DQO).

$$EF_i = B_0 * MCF \longrightarrow$$

B_0 é a capacidade máxima de produção de metano (kg CH₄/kg DBO).

MCF é o fator de conversão de metano no sistema utilizado.

R_i é a quantidade de metano recuperada.

3.3.3. EMISSÕES DE ÓXIDO NITROSO (N₂O).

$$E_{(N_2O)} = [(P * CP * FN_C * F_{rac}) - N_{lodo}] * EF * \frac{44}{28} \longrightarrow$$

P é a população atendida pelo tratamento (habitantes).

CP é o consumo anual de proteína per capita (kg/habitante).

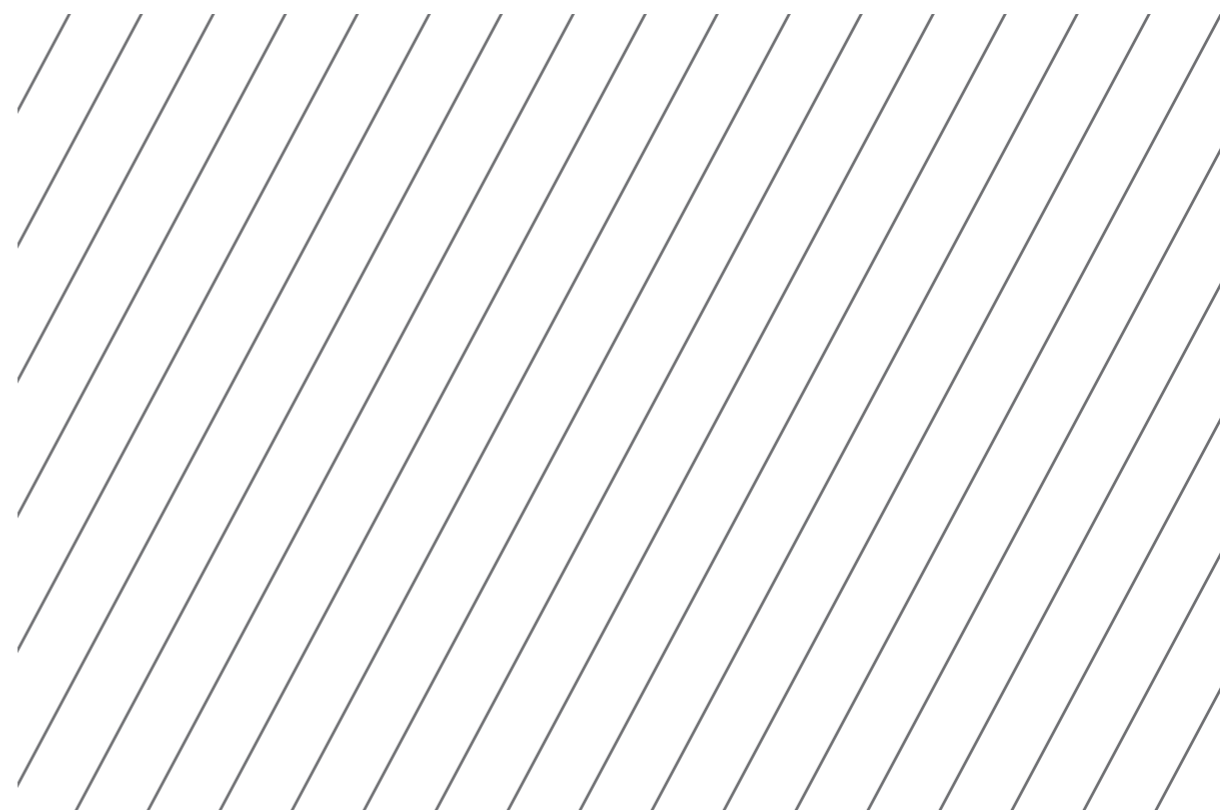
FN_C fator de ajuste (adimensional).

F_{rac} é a fração de nitrogênio na proteína (kgN/kgproteína).

N_{lodo} é o fator de nitrogênio removido com lodo (kgN/ano).

EF é o fator de emissão de N₂O (kgN₂O/kgN).

44/28 é a conversão estequiométrica de N₂O-N para N₂O.



ORGANIZAÇÃO:



APOIO:



FINANCIAMENTO:

