

# INVENTÁRIO DE EMISSÕES DOS GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE EXTREMA - MG







# INVENTÁRIO DE EMISSÕES DOS GASES DO EFEITO ESTUFA DA CIDADE DE EXTREMA – MG

Julho | 2016

## Resumo Técnico

### PREFEITURA DE EXTREMA

#### PREFEITO

Dr. Luiz Carlos Bergamin

#### VICE-PREFEITO

João Batista da Silva

#### SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE

Secretário de Meio Ambiente: Paulo Henrique Pereira

Gerente de Meio Ambiente: Benedito Arlindo Cortez

Supervisora de Meio Ambiente: Jael Ivani Vieira Cerqueira dos Reis

Supervisor de Saneamento Ambiental e Áreas Verdes: João Soares de Lima

Analistas Ambientais: Lucas Velloso Alves, Luiz Gustavo de Castro Arantes e Patrícia Akemi Chujo Omura

Técnicos Ambientais: Igor Crescente e Kélem Viviane Grespan de Oliveira

Estagiários: Klauber Henrique Pereira e Pamela Angélica de Souza

Administração: Tatiana Lemos

#### CONSELHO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL - CODEMA

Paulo Henrique Pereira, Benedito Arlindo Cortez, Márcio José Vieira, Juliano Maximino de Toledo, Mauro Rossi, Eduardo Bertolotti Mendonça, Raquel Junqueira Costa, Hélio João Farias Neto, Dionísio Alberto Fulop, Ana Maria Heleno de Oliveira, José Maria do Couto, Silvio Cesarino, Jesus Rodrigues Eres, Edson Ricardo Carrascoza, José Carlos Zambone, Renato de Paula Souza, José Almeida das Chagas, Antônio Vitor Basaglia, Luiz Gustavo de Castro Arantes (Secretário Executivo) e Dr. Matheus Alexandre M. Zingari Oliveira (Assessor jurídico)

### INICIATIVA VERDE

#### COORDENAÇÃO TÉCNICA

Lucas Carvalho Pereira

Jéssica Carvalho Campanha

#### PRESIDENTE

Roberto Ulisses Resende

#### EQUIPE

Roberto Ulisses Resende

Lucas Carvalho Pereira

Pedro Barral de Sá

Cristiane Oliveira

Margareth Nascimento

Jéssica Carvalho Campanha

Ísis Nóbile Diniz

Mariana Gomes Pereira

Jaqueline Souza

Reinaldo Canto

Girlaine Marinho

#### REVISÃO E DIAGRAMAÇÃO

Mariana Gomes Pereira

Jéssica Carvalho Campanha

DEP. MEIO AMBIENTE EXTREMA (MG)  
Av. Delegado Waldemar G. Pinto, s/n Parque  
Municipal de Eventos - Ponte Nova  
Tel.: +55(35) 3435-3620  
meioambiente@extrema.mg.gov.br

INICIATIVA VERDE  
Rua João Elias Saada, 106, Pinheiros - SP  
Tel.: +55(11) 3647-9293  
www.iniciativaverde.org.br  
contato@iniciativaverde.org.br

## Agradecimentos

### Secretaria de Administração, Fazenda e Planejamento

Anderson Ângelo

Karina Helen Pereira

Kely Regina Bertolotti

### Secretaria de Controle Interno

Priscila Pereira de Sousa

Tailon Alexand de Camargo

### Divisão de Almoxarifado/Garagem

Bruno Eustáquio Siqueira Pereira

### Autopista Fernão Dias (Arteris)

Luiza Gabrielle Brunhara

### ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade)

Igor Reis de Albuquerque

### Todas as indústrias que prontamente responderam ao questionário

A reprodução desta obra é permitida desde que citada a fonte.

Esta publicação, que não pode ser comercializada, teve suas emissões compensadas com plantio de árvores nativas.



Julho de 2016

# APRESENTAÇÃO

“A persistência é o caminho do êxito”

*Charles Chaplin*

Ao realizar, em parceria com a ONG Iniciativa Verde, o inventário municipal de emissões de gases de efeito estufa (GEE), Extrema demonstra mais uma vez seu compromisso com o desenvolvimento sustentável.

A obtenção dos indicadores de emissões propiciará um bom planejamento para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas que já assolam os municípios do Brasil e do mundo.

A sociedade de Extrema não se absterá de suas responsabilidades para mitigar e compensar as emissões dos gases de efeito estufa. Nós iremos assumir no que nos cabe, os compromissos que o Brasil assumiu na 21ª Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em Paris, por meio das ações do Projeto Conservador das Águas, que também poderá servir de inspiração para os municípios do Projeto Conservador da Mantiqueira.

O nosso entendimento é de que as ações ambientais têm que ser locais. Se cada um dos mais de cinco mil municípios brasileiros for proativo, alcançaremos resultados mais sustentáveis para toda a sociedade. Utilizaremos receitas próprias do ICMS, ISS, IPTU e IPVA, para realizarmos ações que compensem emissões das indústrias, comércio serviços, residências e veículos, além de incorporar no licenciamento ambiental os impactos das emissões dos GEE das atividades potencialmente poluidoras.

O que estamos realizando em Extrema é a união de esforços dos mais variados segmentos da sociedade para termos uma política pública de resultados mensuráveis, de modo que o cidadão se sinta parte integrante de um processo participativo que transforme Extrema em uma cidade mais resiliente para o enfrentamento dos desafios do século 21.

Este entendimento parece simples, mas integrar as políticas públicas municipais para o enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas parece um sonho que transformaremos em realidade aqui em Extrema, na Serra da Mantiqueira, Sul das Gerais.



**Dr. Luiz Carlos Bergamin**  
Prefeito Municipal de Extrema - MG

Gestão 2013 a 2016  
Gestão 2009 a 2012  
Gestão 2001 a 2004  
Gestão 1997 a 2000  
Gestão 1989 a 1992

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	OBJETIVOS.....	10
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	10
3.1	Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) 10	
3.2	Estrutura do inventário.....	11
4	O MUNICÍPIO DE EXTREMA - MG .....	15
4.1	Aspectos Gerais.....	15
4.2	Coleta de Dados.....	16
5	RESULTADOS: EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR FONTE.....	18
5.1	Energia Estacionária .....	18
5.2	Transporte.....	21
5.3	Resíduos.....	21
6	RESULTADOS: RESUMO.....	24
6.1	Gráficos Gerais .....	24
6.2	Quadro resumo .....	26
6.3	Comparação com outras cidades .....	27
7	CÁLCULOS ADICIONAIS .....	27
7.1	Inventário do Governo.....	28
7.2	Transportes na BR-381 .....	29
7.3	Frota Municipal.....	30
7.4	Domicílios.....	32
8	REFERÊNCIAS .....	33

## LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

Figura 1. Cálculo base para emissões de GEE.....	14
Figura 2. Consumo nacional de GLP por setor (BEN 2015) .....	18
Figura 3. Consumo de GLP por setor em Extrema.....	19
Figura 4. Emissões por setor e por tipo de combustível utilizado em fonte estacionária .....	19
Figura 5. Consumo de energia elétrica por setor .....	20
Figura 6. Distribuição das emissões de fontes estacionárias por escopo.....	20
Figura 7. Consumo e emissões por tipo de combustível .....	21
Figura 8. Emissões em tCO <sub>2</sub> e por fonte.....	22
Figura 9. Quantidade e emissões de resíduos industriais e domésticos de escopo 1 .....	23
Figura 10. Distribuição das emissões de resíduos por escopo.....	23
Figura 11. Distribuição das emissões do governo por fonte .....	29
Figura 12. Emissões na BR-381 - Trecho Extrema .....	30
Figura 13. Composição da frota municipal.....	30
Quadro 1. Formas de reporte.....	11
Quadro 2. Setores e subsetores .....	12
Quadro 3. Gases quantificados, seus GWP e fonte dos dados.....	14
Quadro 4. Informações gerais do município de Extrema e localização geográfica .....	15
Quadro 5. Detalhes sobre as informações coletadas de reporte obrigatório .....	16
Quadro 6. Fonte das informações reportadas de forma complementar.....	17
Quadro 7. Comparativo de emissões e indicadores.....	27
Quadro 8. Resumo das informações sobre frota .....	31
Tabela 1. Emissões por setor, subsetor e GEE.....	26
Tabela 2. Emissões Prefeitura de Extrema por fonte.....	28
Tabela 3. Emissões e indicadores de compensação das emissões da frota municipal .....	31
Tabela 4. Emissões domiciliares e valores para a compensação .....	32



# 1 INTRODUÇÃO

O ano de 2015 foi um marco para o movimento ambientalista e para toda a sociedade. Foi o ano que trouxe a questão climática para o centro das discussões e a colocou como cerne do planejamento econômico de todos os países, desde os mais ricos – e responsáveis historicamente pelas emissões de GEE globais – até os mais pobres, incluindo aqueles que provavelmente sofrerão as consequências mais drásticas de um futuro mais quente. O acordo assinado em dezembro, durante a COP-21 realizada em Paris, sacramentou a visão de que as mudanças climáticas são reais e que seu controle é o maior desafio imposto à humanidade para as próximas décadas. O que está posto é a responsabilidade compartilhada, dividida entre as nações e entre todos os setores da sociedade. Nesse cenário, é fundamental o entendimento do papel desempenhado pelos municípios no enfrentamento às mudanças climáticas, tanto com a criação de mecanismos de mitigação como de adaptação, visando ações estratégicas integradas – conforme reforça a Política Nacional de Mudanças Climáticas, Lei 12.187, de 2009. Se na escala local é que, de fato, os efeitos são sentidos, é imperativo que os governos municipais tenham os instrumentos e a capacidade para implementação de políticas públicas. Nessa lógica, o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa é uma ferramenta basal que torna possível a elaboração de estratégias de mitigação e adaptação efetivas, pois é a partir desse diagnóstico que as ineficiências e oportunidades ficam evidentes.

O município de Extrema é uma referência nacional em projetos de investimento em Infraestrutura Natural<sup>1</sup>, por meio do projeto Conservador das Águas<sup>2</sup>, que prevê o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) aos proprietários rurais envolvidos na conservação e restauração de suas florestas, visando o aumento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Desta forma, o Inventário chega já com uma política de adaptação consolidada – principalmente relacionada ao conceito de Adaptação Baseada em Ecossistemas – uma vez que Extrema executa ações de restauração

---

<sup>1</sup> De acordo com o *World Resources Institute (WRI)*, Infraestrutura Natural é definida “todo aparato de condições que permitem que haja produção de bens e serviços ecossistêmicos em substituição ou em complementação à infraestrutura construída pelo ser humano”.

<sup>2</sup> Programa desenvolvido pela Prefeitura de Extrema desde 2005, tendo hoje já plantado mais de 1 milhão de árvores nativas da Mata Atlântica no município.

ecológica há mais de 10 anos. Este é o resultado de uma política voltada para o longo prazo e para as boas práticas, que coloca Extrema como o principal exemplo de PSA no país desde a criação do projeto, em 2005. O município, inserido numa geografia privilegiada – no eixo entre São Paulo e Belo Horizonte – abriga, hoje, um grande parque industrial, o que traz para si uma responsabilidade e uma oportunidade muito interessantes para a definição de novas políticas. Este inventário mostrará que o setor industrial tem participação expressiva nas emissões de GEE mensuradas e, portanto, evidenciará que os esforços de mitigação e redução dependem da interação e consonância entre o governo municipal e o setor privado. É um exemplo tangível da importância de um olhar integrado em relação aos diversos atores e setores da sociedade.

As mudanças climáticas e as metas estabelecidas pelo Brasil na COP-21 exigem essa interação, portanto é imprescindível que comecemos agora a definir as responsabilidades. As políticas públicas e a Agenda Climática brasileira exigem que novos caminhos sejam traçados, que novos atores apareçam e que a sociedade perceba que os impactos estão muito mais próximos do que aparentam. Se o Inventário de Emissões de GEE de Extrema possibilitar que estes setores conversem e estabeleçam metas, o resultado já terá sido muito importante e o primeiro passo terá sido dado.

## 2 OBJETIVOS

Além do objetivo intrínseco de diagnosticar as emissões de GEE do município de Extrema - ano base: 2014 - este trabalho visou a capacitação do órgão municipal de meio ambiente na mensuração do impacto climático da cidade para os próximos anos. O engajamento em relação ao cálculo e reporte das emissões, especialmente por meio da utilização da metodologia *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* (GPC), pode servir de incentivo e avanço na expansão da utilização da ferramenta por municípios menores ou cidades não capitais do Brasil. A Prefeitura de Extrema já se mobiliza e vislumbra a elaboração de políticas no tocante às mudanças climáticas a partir dos dados produzidos por este documento, bem como a criação de mecanismos de aproximação das indústrias às iniciativas existentes de recomposição florestal no município a fim de fortalecê-las. Essas medidas contribuem não só com as metas brasileiras de redução e neutralização, mas com o desenvolvimento socioambiental local e regional.

## 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 3.1 Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)

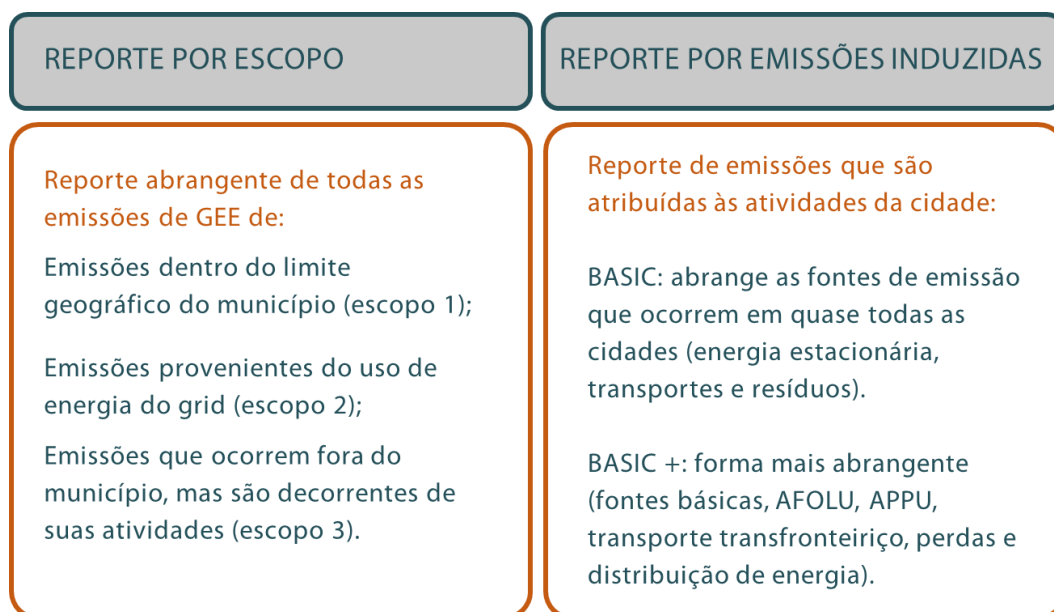
O GPC é fruto da parceria entre o WRI (*World Resources Institute*), o C-40 (Grupo de Liderança Climática de Cidades) e ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade) e estabelece requisitos para o cálculo e reporte de emissões de GEE na escala de comunidades. A metodologia, consistente com o guia do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas na sigla em inglês) para inventários nacionais, de 2006, e construída com base no estudo de diversas metodologias existentes, tem por objetivo a padronização e a utilização de um método global para a quantificação e elaboração de inventários. O intuito é auxiliar as cidades na elaboração de inventários robustos, permitir o planejamento e gerenciamento de ações climáticas, possibilitar que os dados sejam consistentes, comparáveis e

agregáveis nos níveis subnacionais e nacionais e evidenciar o importante papel desempenhado pelas cidades no combate às mudanças climáticas.

Os princípios do GPC, adaptados da metodologia do *GHG Protocol* para cálculo de emissões corporativas, são: relevância, abrangência, consistência, transparência e acurácia (ou exatidão). Ou seja, o inventário deve: refletir adequadamente as emissões que ocorrem como resultado de atividades e padrões de consumo da cidade e servir para as necessidades e tomada de decisões; abranger todas as fontes de emissões de GEE que ocorrem nos seus limites, sendo que toda a exclusão deve ser devidamente justificada; ter abordagem e metodologia consistente para, de fato, permitir documentação significativa de mudanças ao longo do tempo, análise de tendências e comparações entre cidades; ser documentado e divulgado de forma clara a fim de possibilitar revisão e replicação em relação aos dados, fontes de emissão e metodologia de cálculo; e, finalmente, ser suficientemente preciso ao ponto de garantir aos tomadores de decisão e ao público a integridade das informações relatadas.

### 3.2 Estrutura do inventário

O GPC propõe duas formas de reporte para os inventários. O reporte por escopo e por emissões induzidas:



Quadro 1. Formas de reporte

Em relação ao reporte por emissões induzidas, para o primeiro inventário de emissões dos gases do efeito estufa de Extrema, optou-se por utilizar o formato BASIC, que tem sido comumente utilizado para os inventários da maior parte das cidades brasileiras, apesar de o município ter significativos parque industrial e áreas agrícolas manejadas, aspectos do reporte mais abrangente, BASIC+ (IPPU: Processos Industriais e Uso de Produtos; e AFOLU: Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra). Para os próximos anos, se vislumbra o reporte, especialmente, do setor de AFOLU, uma vez que Extrema tem tido resultados importantes na recuperação florestal de áreas degradadas dentro de seus limites geográficos.

- I. Energia estacionária
  - I.1. Prédios residenciais
  - I.2. Prédios comerciais e institucionais
  - I.3. Indústrias de manufatura e construção
  - I.4. Indústrias de energia
  - I.5. Atividades de agricultura, floresta e pesca
  - I.6. Fontes não específicas
  - I.7. Emissões fugitivas de mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão
  - I.8. Emissões fugitivas de sistemas de óleo e gás natural
- II. Transporte
  - II.1. Terrestre
  - II.2. Ferroviário
  - II.3. Hidroviário
  - II.4. Aviação
  - II.5. *Off-road transportation*
- III. Resíduos
  - III.1. Disposição de resíduos sólidos
  - III.2. Tratamentos biológicos de resíduos
  - III.3. Incineração e queima a céu aberto
  - III.4. Tratamento de efluentes líquidos
- IV. Processos industriais e uso de produtos
  - IV.1. Processos industriais dentro dos limites da cidade
  - IV.2. Uso de produtos dentro dos limites da cidade
- V. Agricultura, florestas e uso da terra
  - V.1. Pecuária
  - V.2. Uso da terra
  - V.3. Emissões de não-CO<sub>2</sub>
- VI. Outros escopo 3

Quadro 2. Setores e subsetores

Tendo em vista a escolha do modo BASIC, o GPC aponta os setores e subsetores a serem considerados, e, sobre eles, a abordagem por escopos, que especifica onde se dão as emissões de responsabilidade do município: dentro dos seus limites geográficos (escopo 1), fora (escopo 3) ou se está atrelado à energia do grid (escopo 2).

As emissões dos escopo 1 e 2 são de relato obrigatório e tratam, respectivamente, das emissões diretas e indiretas, sendo que as de escopo 2 podem ocorrer dentro ou fora dos limites do município. Já o escopo 3, diz respeito às emissões indiretas não relatadas no escopo 2 e que ocorrem fora do município. No modo BASIC, seu reporte é opcional, exceto para o setor de resíduos. Os subsetores em IPPU e AFOLU no quadro 2 são de reporte obrigatório apenas para o modo BASIC+, portanto, não foram incluídos neste primeiro inventário.

O carbono biogênico é considerado neutro, uma vez que faz parte de um ciclo natural. Ou seja, o dióxido de carbono emitido foi anteriormente absorvido por meio do processo de fotossíntese. Por exemplo, a queima de etanol gera emissões de CO<sub>2</sub> que estavam estocadas na cana-de-açúcar. Nesse sentido, o carbono biogênico (ou biomassa) é reportado separadamente (vide planilha geral de emissões por setor, subsetor e GEE na página 24).

Além do dióxido de carbono de origem biogênica e fóssil, outros gases do efeito estufa devem ser quantificados, segundo as diretrizes do GPC e IPCC. A lista desses gases está descrita no quadro 3 abaixo.

GEE quantificados		GWP	Referência
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	1	AR 5 (IPCC 2013)
CH <sub>4</sub>	Metano	28	
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso	265	
HFCs	Hidrofluorcarbonos	116 – 12.400	
SF <sub>6</sub>	Perfluorcarbonos	23.500	
NF <sub>3</sub>	Trifluoreto de nitrogênio	16.100	
CF <sub>4</sub>	Tetrafluorometano	6.630	
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Hexafluoro etano	11.100	

Quadro 3. Gases quantificados, seus GWP e fonte dos dados

Para este estudo, foram utilizados os GWP (potencial de aquecimento global na sigla em inglês) do Relatório Síntese AR 5 do IPCC (2013). Os valores de GWP possibilitam a mensuração da quantidade do gás específico em toneladas, bem como a conversão desses valores em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Todos os gases da lista devem ser investigados, porém, o estudo identificou apenas emissões de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso. Os cálculos de emissões de GEE seguem, basicamente a seguinte estrutura:



Figura 1. Cálculo base para emissões de GEE

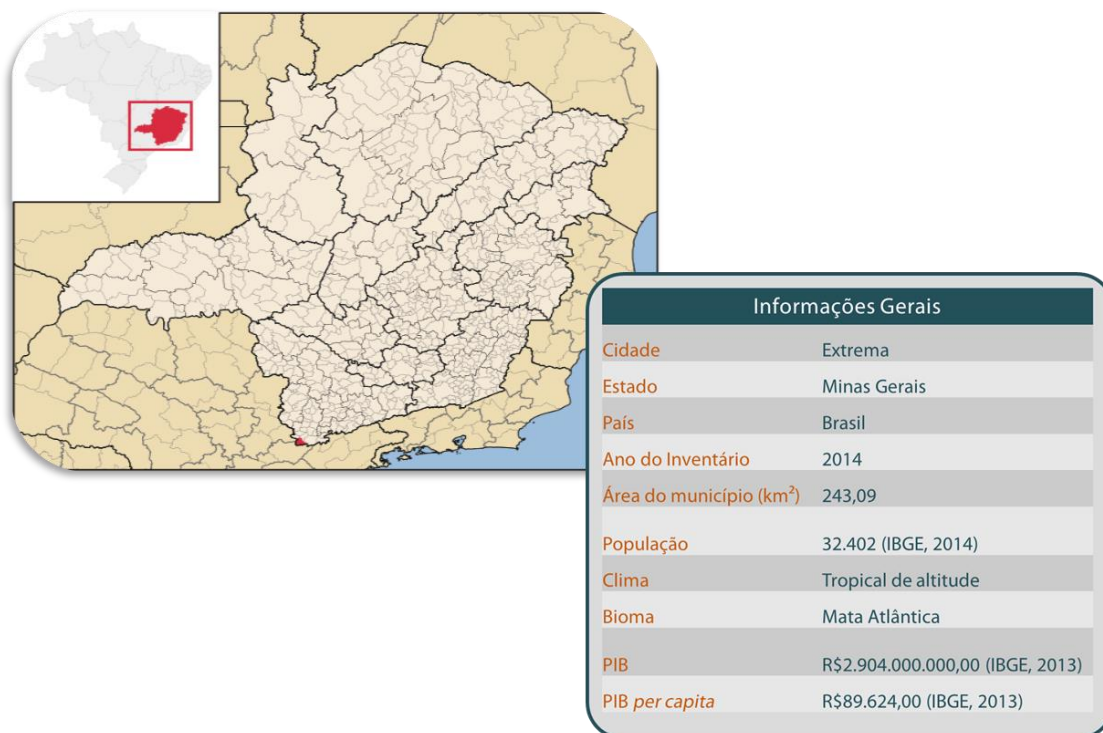
No qual os dados das atividades são, de modo geral, as informações de consumo associadas aos setores e subsetores. É desejável que os fatores de emissão dos produtos consumidos sejam os mais adequados à realidade do objeto inventariado,



portanto, para este estudo, priorizou-se os fatores do método *Tier 2*<sup>3</sup> e, em caso de indisponibilidade dos dados, valores *default* sugeridos nos guias do IPCC (*Tier 1*).

## 4 O MUNICÍPIO DE EXTREMA - MG

### 4.1 Aspectos Gerais



Quadro 4. Informações gerais do município de Extrema e localização geográfica

Extrema não é reconhecida apenas pela sua relevância nas questões ambientais. O município já foi reconhecido também como uma das melhores cidades para se viver no Brasil. Esses índices foram conquistados em função da existência de ótimos indicadores sociais, que vão desde a educação até o saneamento básico. Extrema possui uma localização privilegiada, além de uma paisagem belíssima, que possibilitou a atração de diversas indústrias, contribuindo para que o município tenha hoje um dos maiores PIBs *per capita* do país. Além da paisagem envolvente da Serra da

<sup>3</sup> Nos procedimentos do IPCC, existe o conceito de *Tier* (nível ou camada), que representa o nível de complexidade metodológica que é adotada em um inventário de um país. Usualmente, três *tiers* são fornecidos. O *Tier 1* é o método básico, *Tier 2* intermediário e o *Tier 3* mais demandante em termos de complexidade e necessidade de dados.



Mantiqueira, Extrema oferece a seus cidadãos as garantias básicas para uma vida saudável.

## 4.2 Coleta de Dados

Em fevereiro de 2016 a Iniciativa Verde deu os primeiros direcionamentos à equipe da Secretaria de Meio Ambiente (SMA Extrema) de Extrema em relação à coleta de dados. Abaixo, o quadro expressa os dados coletados, seus respectivos escopos, a referência no GPC e as instituições responsáveis pelo fornecimento dessas informações:

Dado coletado	Escopo	Referência GPC	Fonte
Combustíveis (Energia Estacionária e Transportes): consumo de GLP, óleo diesel, óleo combustível, gasolina, etanol e GN	1	I.1.1, I.2.1, I.3.1, I.4.1, II.1.1.	ANP e Levantamento da SMA Extrema
Consumo de energia elétrica	2	I.1.2, I.2.2, I.3.2, I.4.2, I.5.2.	Energisa
Resíduos sólidos (incineração e disposição em aterro)	1 e 3	III.1.1, III.1.2, III.3.2.	PMSB Extrema (Plano municipal de saneamento básico de Extrema)
Efluentes Líquidos	1	III.4.1.	PMSB Extrema (Plano municipal de saneamento básico de Extrema)

Quadro 5. Detalhes sobre as informações coletadas de reporte obrigatório

Extrema não possui unidades estacionárias de produção de energia elétrica, portanto, o item I.4 não foi considerado. Em relação ao transporte, Extrema não possui modais de navegação, transporte *off-road* ou aeroportos, portanto, apenas o transporte terrestre foi considerado. Tanto para energia estacionária (escopo 1) quanto para o setor de transportes, utilizou-se primordialmente as informações da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) no tocante ao consumo de combustíveis do município. Para a definição dos valores de consumo de GLP (gás liquefeito de petróleo) e GN (gás natural), foram utilizadas, adicionalmente, as informações obtidas a partir da aplicação do questionário da SMA Extrema.

A Secretaria desenvolveu um questionário que fora encaminhada às indústrias licenciadas do município. De 98 empresas, 86 se envolveram na busca das informações

solicitadas em relação ao consumo de energia elétrica, água, combustíveis e na geração de resíduos e efluentes. Apesar desses detalhamentos e informações isoladas – sendo grande parte delas, confidenciais - não serem essencialmente utilizados no inventário global do município, podem ser de grande valia para o estreitamento das relações entre o governo e as principais indústrias emissoras identificadas, além de possibilitar diversas outras análises pertinentes para o desenvolvimento de políticas integradas de mitigação e/ou compensação.

Adicionalmente aos dados do quadro 5, exigidos pelo GPC, optou-se por reportar, adicionalmente, as emissões do governo, do consumo de combustíveis dos veículos que passam pela rodovia federal BR-381 no trecho entre os limites de Extrema, da frota municipal licenciada e as emissões domiciliares (quadro 6). Esses cálculos não podem ser reportados como “escopo 3: outros” porque, além de ocorrerem dentro dos limites do município, estão pulverizados e já contabilizados no reporte obrigatório. Porém, essa compilação complementar é importante para fins de elaboração de políticas públicas.

Informações complementares	
Dado coletado	Fonte
Inventário do Governo	SMA Extrema
Combustíveis (Veículos no trecho de Extrema na BR-381)	Auto Pista Fernão Dias
Inventário da Frota Municipal	SMA Extrema
Energia estacionária específica: domicílios	Energisa e ANP

Quadro 6. Fonte das informações reportadas de forma complementar

## 5 RESULTADOS: EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR FONTE

### 5.1 Energia Estacionária

As emissões estacionárias do escopo 1 da cidade são provenientes, basicamente, do consumo de gás natural e gás liquefeito de petróleo nos seus limites. O dado geral em relação à venda de GLP para o município, fornecido pela ANP, aponta o consumo total de 2.577.076 kg. Para a distribuição desse consumo entre os subsetores, foram utilizados os resultados do questionário da SMA Extrema enviado às indústrias licenciadas no município e a distribuição nacional do BEN (Balanço Energético Nacional) 2015 para a distribuição entre os setores 'comercial e institucional' e 'residencial'.

A distribuição do consumo de GLP em Extrema se difere do arranjo nacional. Com as informações das indústrias foi possível inferir que elas são responsáveis por 74% do consumo municipal do combustível.

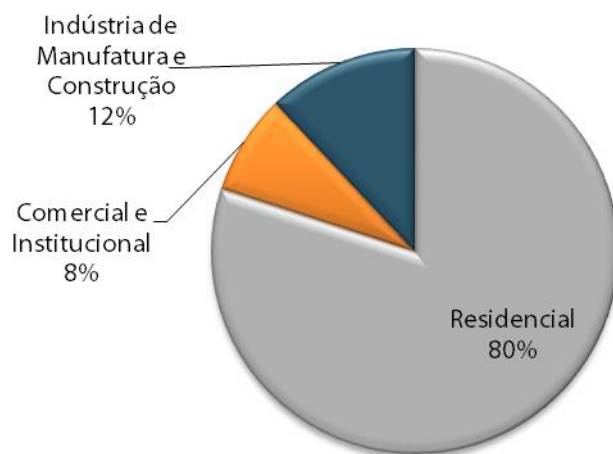


Figura 2. Consumo nacional de GLP por setor (BEN 2015)

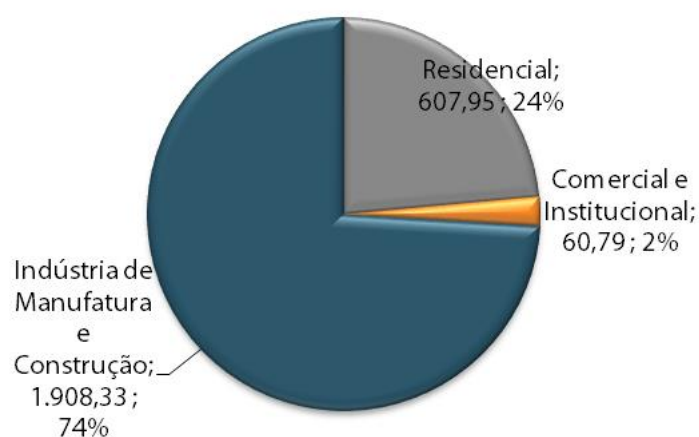


Figura 3. Consumo de GLP (kg) por setor em Extrema

Não há consumo residencial e comercial de gás natural no município. Portanto, as informações de consumo de GN das indústrias foram obtidas por meio do questionário. Os fatores de emissão utilizados para o cálculo são do BEN 2015.

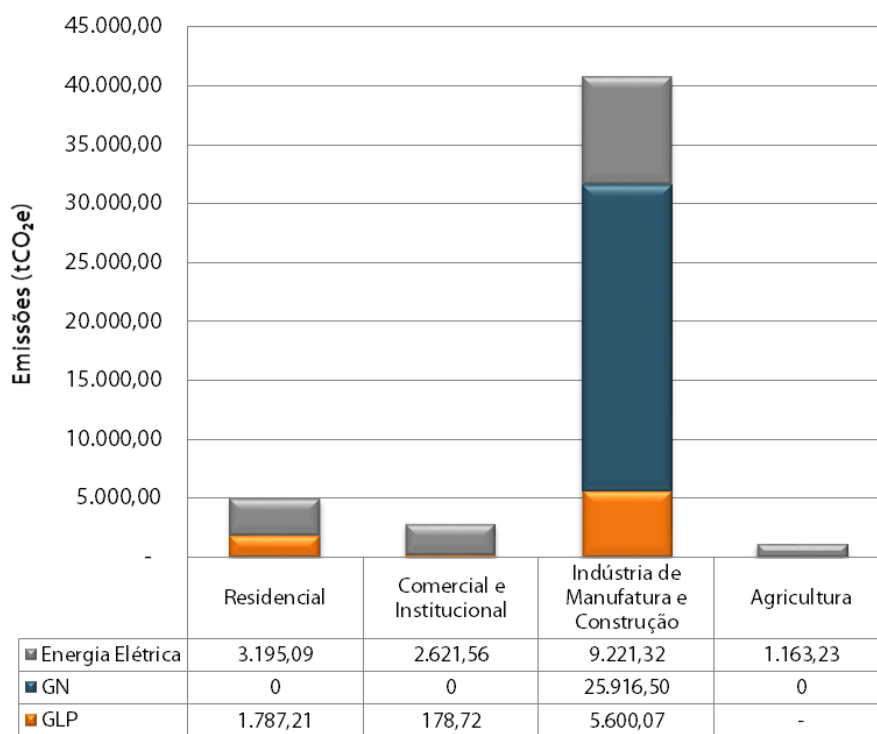


Figura 4. Emissões por setor e por tipo de combustível utilizado em fonte estacionária

Em relação ao escopo 2, os dados da Energisa apontaram que o consumo municipal de energia elétrica é de 119.566 MWh. Deste, as indústrias são responsáveis por 56,9%. O gráfico abaixo detalha a distribuição desse consumo por setores.

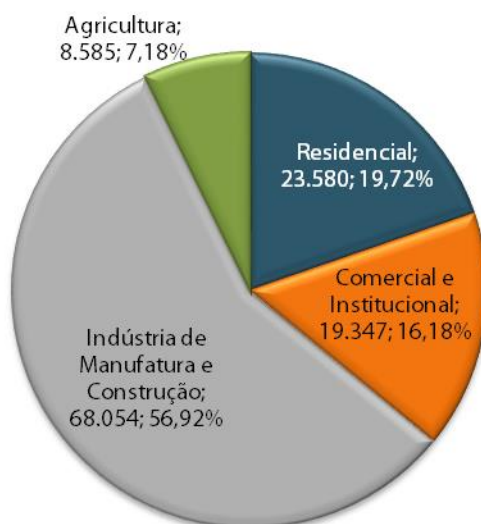


Figura 5. Consumo de energia elétrica (MWh) por setor

Para essa mensuração, foi utilizado o fator de emissão do MCT (Ministério de Ciência e Tecnologia) de 2014. Da emissão total (escopo 1 e 2) de 49.683,68tCO<sub>2</sub>e, o setor indústria de manufatura e construção é responsável por 40.737,9, ou seja, 82%. Abaixo, segue a distribuição das emissões provenientes de energia estacionária entre escopos 1 e 2.

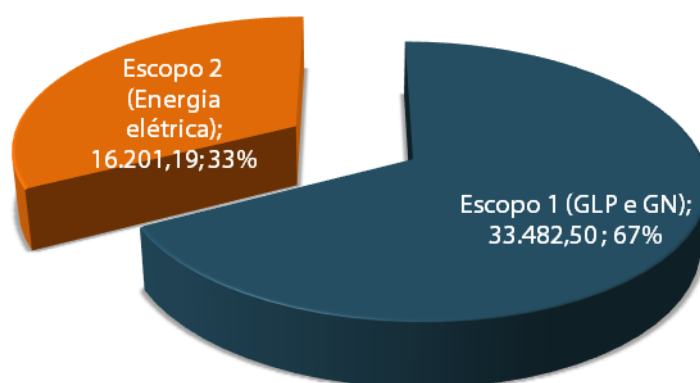


Figura 6. Distribuição das emissões de fontes estacionárias por escopo

## 5.2 Transporte

O município de Extrema só possui transporte terrestre. Portanto, apenas as emissões do transporte viário nos limites do município foram contabilizadas (escopo 1). Para o cálculo do consumo de combustível, foram utilizados os dados da ANP de 2014. A distribuição das emissões por tipo de combustível, bem como o volume que é destinado ao município estão contidos no gráfico seguinte.

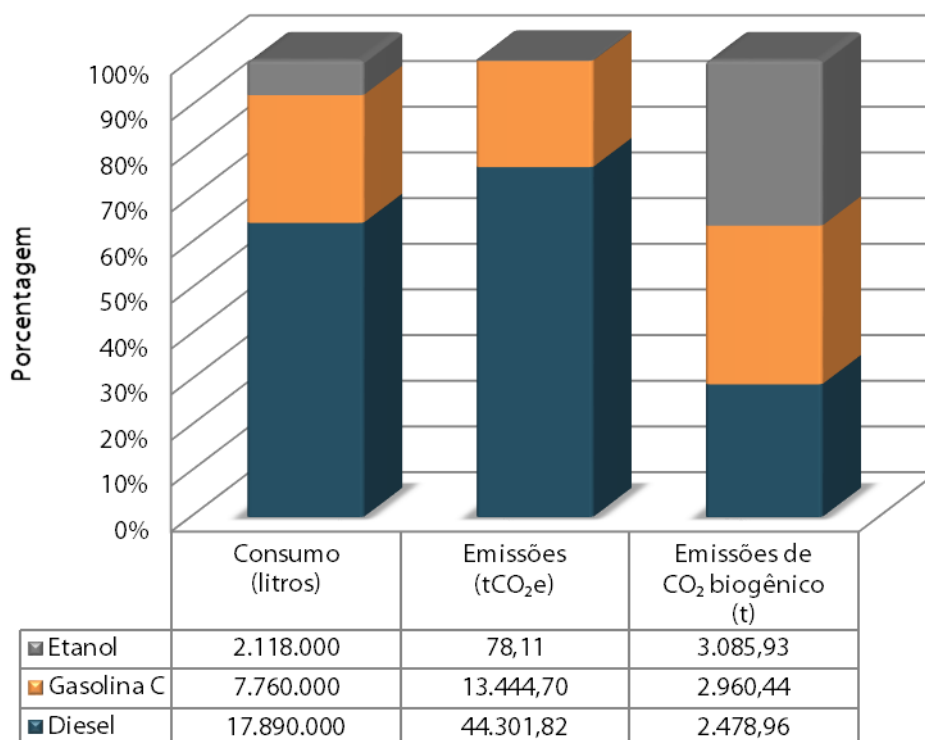


Figura 7. Consumo e emissões por tipo de combustível

Para o cálculo, foram utilizados o fator de emissão do BEN 2015 e as porcentagens de adição de etanol na gasolina e biodiesel no diesel adequadas ao ano base deste inventário. As emissões totais provenientes da queima de combustíveis para transportes é de 60.910,55 tCO<sub>2</sub>e. Já biomassa, 8.525,33tCO<sub>2</sub>e.

## 5.3 Resíduos

Extrema possui seu próprio aterro sanitário. Os resíduos municipais, exceto parte do industrial, são destinados ao aterro situado dentro dos limites do município, portanto, não há escopo 3 para resíduos domiciliares. Porém, os resíduos de serviço de saúde (RSS) passam processos que ocorrem fora do município. A Sterlix Ambiental Tratamento de Resíduos Ltda. realiza o tratamento térmico e a disposição final de

parte desses resíduos e o restante é encaminhado para incineração na empresa UDI Ambiental Ltda. Para ambos os processos, as disposições finais de resíduo descaracterizado e cinzas acontecem fora dos limites do município, fazendo parte da categoria escopo 3.

O aterro sanitário de Extrema não possui sistema de pesagem dos resíduos, portanto, foram utilizadas as estimativas contidas no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) em relação à geração de resíduos domiciliares. Como o PMSB não contempla a geração de resíduo industrial, utilizamos os dados do questionário da SMA Extrema respondido pelas empresas. O aterro municipal não recebe resíduos de outros municípios.

Em relação aos efluentes líquidos, como o ano base deste inventário é 2014, não foram contabilizadas as emissões provenientes do tratamento por reator anaeróbico neste estudo porque o sistema, que atualmente atende o município, começou a operar em dezembro de 2014. Por essa razão, optou-se por reportar as emissões provenientes do lançamento dos efluentes em curso d'água com coleta (categoria sugerida pelo *GHG Protocol*).

Abaixo, segue a distribuição das emissões provenientes da geração de resíduos sólidos e efluentes por escopo. As emissões totais do setor de resíduos são da ordem de 21.336,77 tCO<sub>2</sub>e.

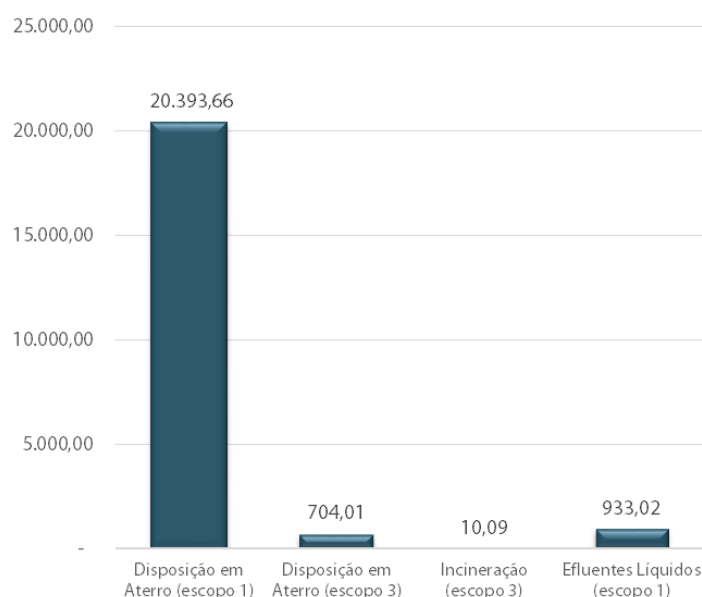


Figura 8. Emissões em tCO<sub>2</sub>e por fonte

As emissões da disposição em aterro de escopo 1, são provenientes de resíduos industriais e domiciliares. A figura 8 ilustra essa participação:

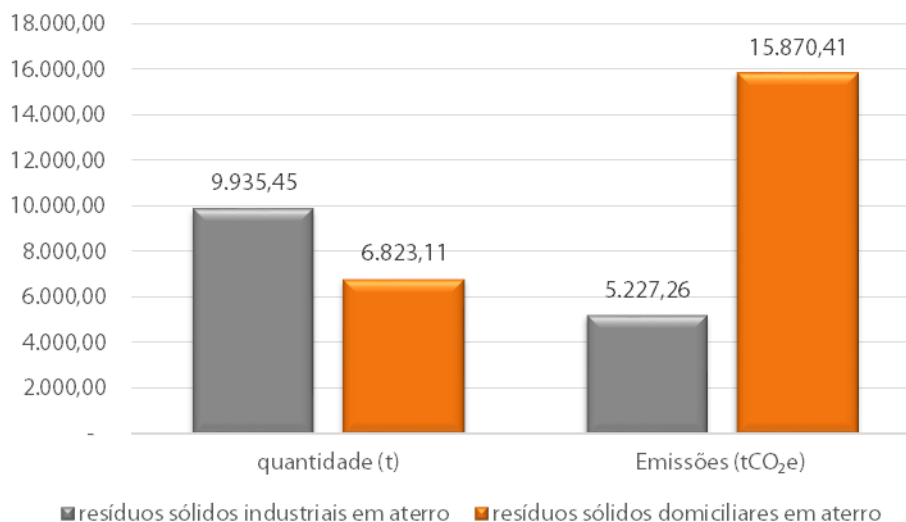


Figura 9. Quantidade e emissões de resíduos industriais e domésticos de escopo 1

Apesar da quantidade de resíduo industrial destinada ao aterro do município ser maior que o residencial, as emissões provenientes da disposição desse tipo de resíduo são menores, especialmente em função dos diferentes valores do fator DOC (fator de carbono orgânico degradável). A figura 9 resume as emissões provenientes de resíduos por escopo.

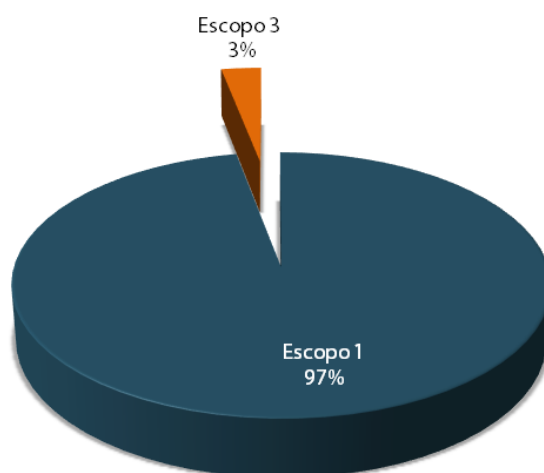


Figura 10. Distribuição das emissões de resíduos por escopo



## 6 RESULTADOS: RESUMO

### 6.1 Gráficos Gerais

Os resultados estão expressos nos gráficos abaixo:

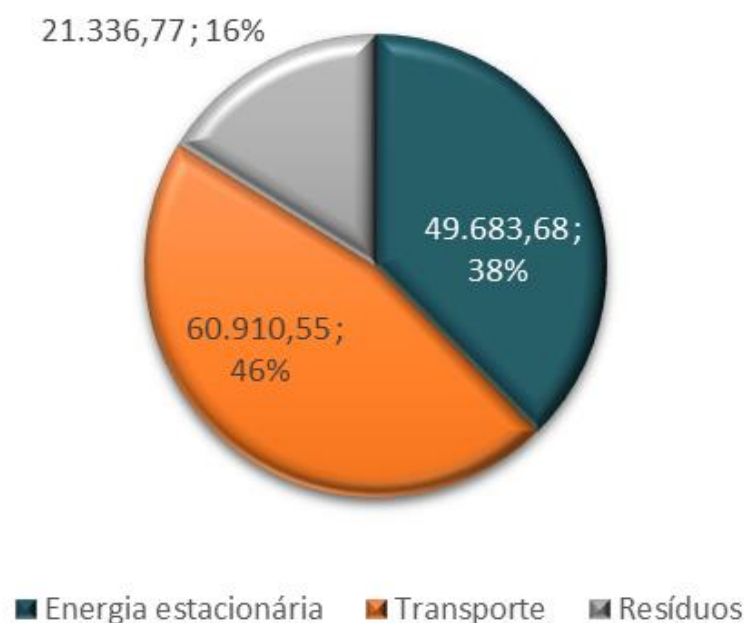


Figura 11. Emissões totais (tCO<sub>2</sub>e) por setor

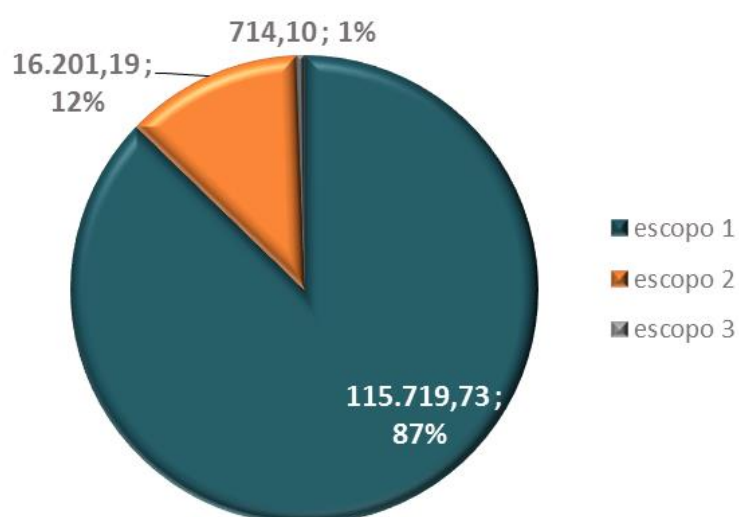


Figura 12. Emissões totais (tCO<sub>2</sub>e) por escopo

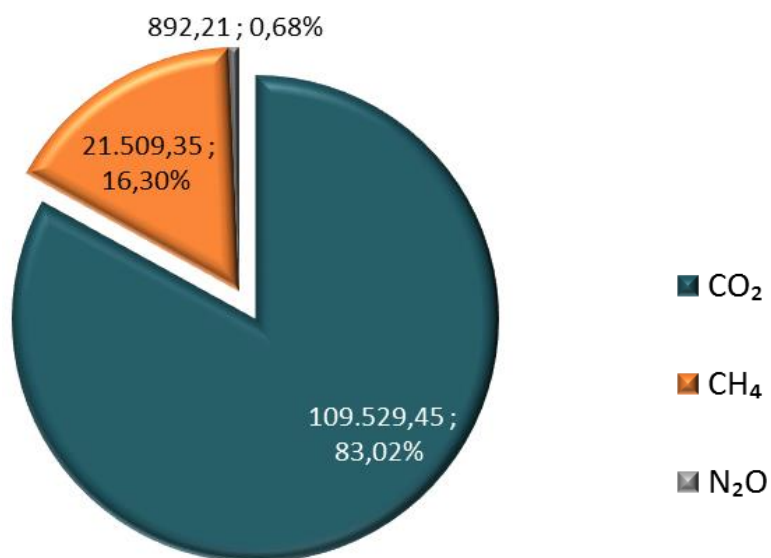


Figura 13. Emissões totais por GEE (tCO<sub>2</sub>e)

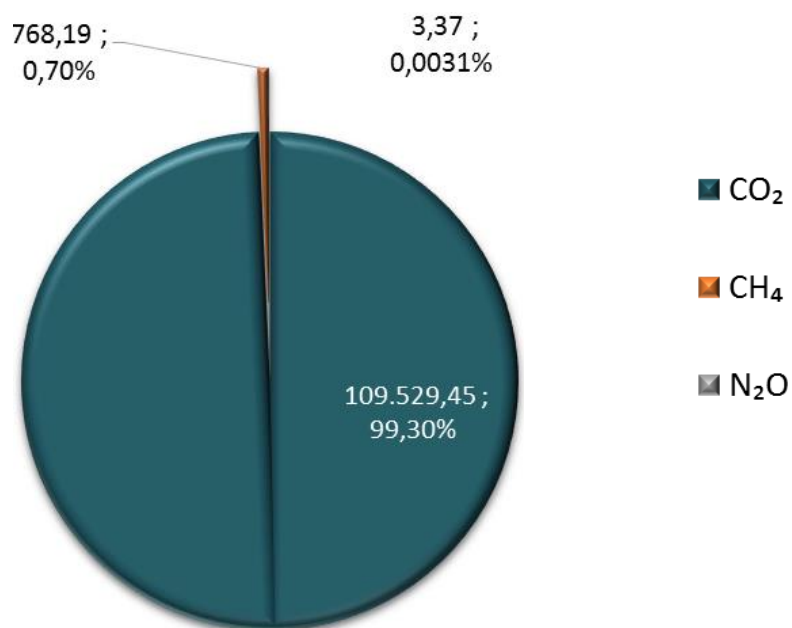


Figura 14. Emissões totais por GEE (t)

## 6.2 Quadro resumo

Tabela 1. Emissões por setor, subsetor e GEE

Ref. GPC	Escopo	Fonte de Emissão	Emissões GEE (toneladas)				Biomassa (t)
			CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> e
I		Energia estacionária	49.648,523	0,706	0,058	49.683,68	-
I.1		Edifícios residenciais	4.977,594	0,141	0,003	4.982,30	-
I.1.1	1	Consumo de combustíveis dentro dos limites da cidade	1.782,504	0,141	0,003	1.787,21	-
I.1.2	2	Consumo de energia elétrica do grid dentro dos limites da cidade	3.195,090			3.195,09	-
I.2		Edifícios comerciais e institucionais	2.799,809	0,014	0,0003	2.800,28	-
I.2.1	1	Consumo dos combustíveis dentro dos limites da cidade	178,250	0,014	0,0003	178,72	-
I.2.2	2	Consumo de energia elétrica do grid dentro dos limites da cidade	2.621,558			2.621,56	-
I.3		Indústrias de manufatura e construção	40.707,892	0,550	0,055	40.737,88	-
I.3.1	1	Consumo dos combustíveis dentro dos limites da cidade	31.486,575	0,550	0,055	31.516,56	-
I.3.2	2	Consumo de energia elétrica do grid dentro dos limites da cidade	9.221,317			9.221,32	-
I.5		Atividades agrícolas, florestais e de pesca	1.163,228	-	-	1.163,23	-
I.5.2	2	Energia fornecida pelo grid consumida por operações dentro dos limites da cidade	1.163,228			1.163,23	-
II		Transporte	59.873,079	5,818	3,300	60.910,55	8.525,33
II.1		Terrestre	59.873,079	5,818	3,300	60.910,55	8.525,33
II.1.1	1	Consumo de combustíveis terrestres que ocorrem dentro dos limites da cidade	59.873,079	5,818	3,300	60.910,55	8.525,33
III.		Resíduos	7,850	761,667	0,008	21.336,77	-
III.1		Resíduos sólidos	-	728,345	-	20.393,66	-
III.1.1	1	Resíduos sólidos gerados e dispostos em aterros dentro dos limites da cidade		728,345		20.393,66	-
III.1.2	3	Resíduos sólidos gerados dentro do município e dispostos em aterros fora dos		25,143		704,02	-
III.3		Incineração	7,850	-	0,008	10,09	-
III.3.2	3	Resíduos sólidos gerados dentro dos limites da cidade, mas tratados fora	7,850		0,008	10,09	-
III.4		Tratamento de efluentes líquidos	-	33,322	-	933,02	-
III.4.1	1	Geração e tratamento de efluentes líquidos dentro dos limites da cidade		33,322		933,02	-

### 6.3 Comparação com outras cidades

As principais plataformas internacionais de registro público de emissões para cidades são o CDP Cities e o Carbonn© Climate Registry (cCR). Este último, desenvolvido pelo ICLEI para relato e divulgação de ações no âmbito das mudanças climáticas desenvolvidas pelos governos locais, consta apenas o registro de medidas por parte de 16 municípios brasileiros. São eles: Belo Horizonte, Betim, Campinas, Contagem, Curitiba, Diadema, Fortaleza, Maceió, Manaus, Palmas, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, São Carlos, São Paulo e Sorocaba. Esse é um indicativo de que são poucas as cidades não-capitais envolvidas na mensuração de suas emissões e no desenvolvimento e divulgação de suas ações de mitigação e adaptação a nível municipal. A tabela abaixo demonstra um comparativo entre Extrema e outras cidades:

Cidade	Emissão (tCO <sub>2</sub> e)	Habitantes	PIB 2013 (R\$)	PIB per capita (R\$)	Área (km <sup>2</sup> )	Indicadores		
						tCO <sub>2</sub> e/habitante	R\$/kgCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e/km <sup>2</sup>
Fortaleza	3.827.521	2.452.185	49.745.000.000,00	20.285,99	314,93	1,56	13,00	12.153,56
Recife	3.115.341	1.537.704	46.445.000.000,00	30.204,12	218,50	2,03	14,91	14.257,85
Belo Horizonte	3.454.333	2.375.151	81.426.000.000,00	34.282,45	331,40	1,45	23,57	10.423,46
Rio de Janeiro	22.321.280	6.429.923	282.538.000.000,00	43.941,12	1.224	3,47	12,66	18.236,34
Salvador	3.698.964	2.902.927	52.667.000.000,00	18.142,72	692,82	1,27	14,24	5.339,00
<b>Extrema</b>	<b>131.931,01</b>	<b>32.402</b>	<b>2.904.000.000,00</b>	<b>89.624,10</b>	<b>243,09</b>	<b>4,07</b>	<b>22,01</b>	<b>542,72</b>

Quadro 7. Comparativo de emissões entre cidades e indicadores

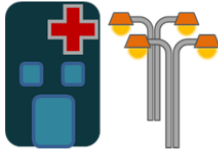
## 7 CÁLCULOS ADICIONAIS

Os cálculos adicionais não seguem o padrão do ano base 2014 deste inventário, e por não serem obrigatórios, são reportados separadamente para fins de políticas públicas.

## 7.1 Inventário do Governo

Foram obtidas informações de janeiro a dezembro de 2015 para a mensuração das emissões do governo. As fontes de emissão consideradas foram: energia elétrica (prédios públicos e iluminação pública), combustíveis para energia estacionária, frota, transporte de funcionários e resíduos. A tabela abaixo registra os consumos, emissões e os hectares de recomposição florestal necessários para compensação. Para a mensuração da área, utilizou-se como base o padrão de fixação utilizado para os projetos da Iniciativa Verde, de 320 toneladas de dióxido de carbono por hectare, valor mais conservativo que o sugerido pela Resolução SMA 30, de 14-5-2009 para projetos de compensação no bioma Mata Atlântica. Considerando que o padrão Iniciativa Verde é o plantio de 1.667 árvores por hectare (espaçamento 3x2m), o potencial de fixação de carbono por árvore é de 0,19 tCO<sub>2</sub>.

Tabela 2. Emissões Prefeitura de Extrema por fonte

	Dado da Atividade	Unidade	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Hectares para compensação
Energia Elétrica (edifícios e iluminação pública)	3.922,29	MWh	487,93	1,52
Frota (Diesel e gasolina)	176	Veículos	1.970,30	6,16
	870.774	Litro		
Consumo de combustível de fonte estacionária (GLP)	16.211	Quilo	47,65	0,15
Transporte dos funcionários	481	Veículos particulares	272,52	0,85
	379.725	Litro		
Resíduos	258,99	Tonelada	528,45	1,65
<b>Total</b>			<b>3.306,85</b>	<b>10,33</b>

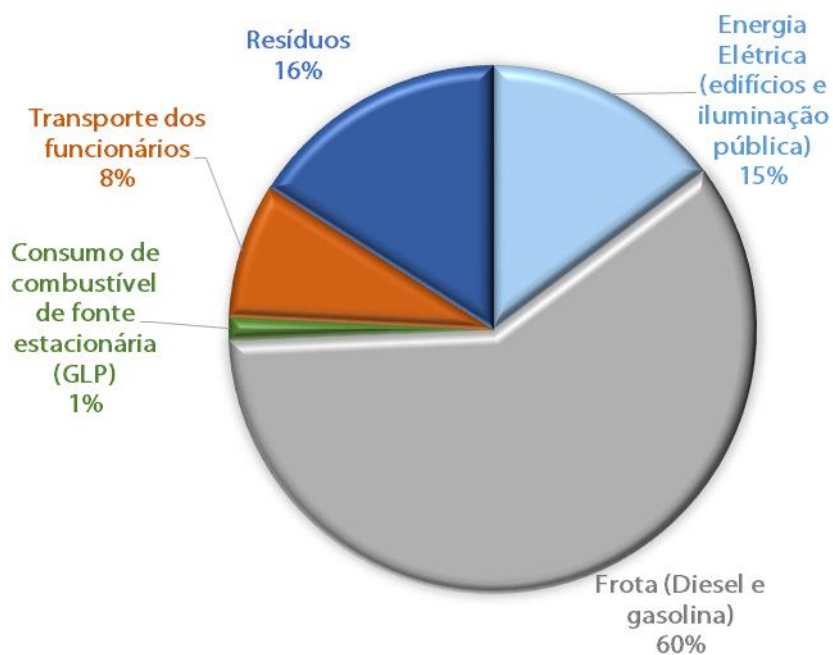


Figura 15. Distribuição das emissões do governo por fonte

A maior parte das emissões da prefeitura estão relacionadas à frota. Ao todo são 176 veículos: 28 (Administração), 53 (Educação), 29 (Meio Ambiente), 39 (Obras), 25 (Saúde), 2 (Polícia Militar). O total de emissões e hectares para possíveis ações de recomposição florestal estão descritas na tabela 2.

## 7.2 Transportes na BR-381

As emissões que ocorrem na rodovia Fernão Dias, especialmente no trecho entre os limites geográficos do município, não são contempladas ao se utilizar os valores de consumo de combustível municipal disponibilizados pela ANP. Em vista disso, foram solicitadas à Autopista Fernão Dias (Arteris), informações de 2015 sobre os veículos que passam entre as praças de pedágio de Cambuí (MG) e Vargem (SP). Pode-se, então, mensurar as emissões totais a partir do consumo médio de combustível por tipo de veículo. Os veículos foram categorizados em veículos leves flex e veículos pesados a diesel.


	Dado da Atividade	Unidade
Trecho BR-381 em Extrema	22,3	Km
Veículos (média anual)	9.008.820	Unidade
Consumo de combustível (médio)	31,6 milhões	Litro
Emissões totais	<b>55.995,7</b>	Tonelada
Compensação	<b>176,8</b>	Hectare

Figura 16. Emissões na BR-381 - Trecho Extrema

### 7.3 Frota Municipal

Os dados em relação à frota licenciada de Extrema são de 2015 e foram concedidos pelo DENATRAN. Para este cálculo, foram contabilizados 16.914 veículos, dos quais 10.102 são veículos leves. Abaixo, as figuras expressam a característica da frota, as emissões totais por tipo de veículo e os hectares/árvores para compensação. A quantidade de árvores para a compensação das emissões do consumo anual de combustível por veículo não está arredondada na tabela 3. Para estes cálculos, foi considerado o valor médio de 10 mil km por ano, por veículo.

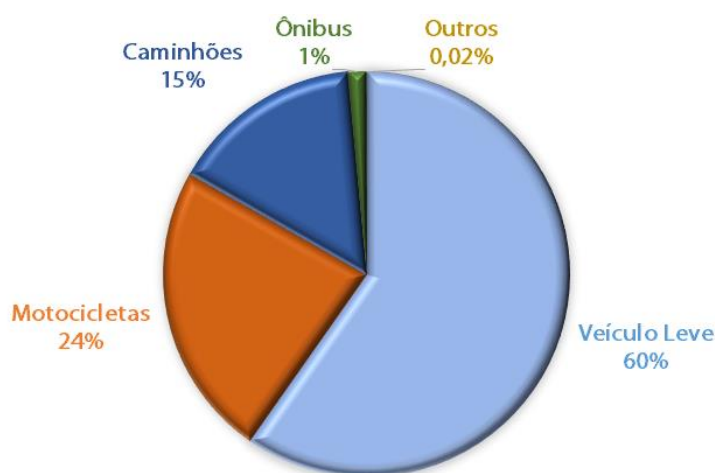



Figura 17. Composição da frota municipal

Tabela 3. Emissões e indicadores de compensação das emissões da frota municipal

	Quantidade	Consumo (km/l)	Consumo de combustível anual por veículo	Emissões por tipo de veículo (tCO <sub>2</sub> e)	Árvores por veículo (padrão Iniciativa Verde)	Emissões totais (tCO <sub>2</sub> e)	Hectares
Veículo Leve movido a Etanol	5.051	9	1.176	0,05	0,25	238,41	0,75
Veículo Leve movido a Gasolina	5.051	12	820	1,32	6,95	6.667,32	20,84
Motocicleta movida a Etanol	1.988	43	231	0,01	0,05	18,29	0,06
Motocicleta movida a Gasolina	1.988	29	341	0,55	2,89	1.093,40	3,42
Caminhão médio a Diesel	2.588	6	1.786	4,32	22,74	11.180,16	34,94
Ônibus Rodoviário a Diesel	248	3	3.333	8,07	42,47	2.001,36	6,25
<b>Total</b>						<b>21.199</b>	<b>66,25</b>

O quadro abaixo expressa um resumo das emissões da frota:

	Dado da Atividade	Unidade
Veículos licenciados	16.914	Unidade
Consumo de combustível (médio)	7.688	Litro
Emissões totais	<b>21.199</b>	Tonelada
Compensação	<b>66,25</b>	Hectare


Quadro 8. Resumo das informações sobre frota



## 7.4 Domicílios

Extrema tem 9.057 domicílios, segundo dados do IBGE. As emissões domiciliares já foram descritas ao longo do inventário. Portanto, a tabela abaixo apenas compila as informações por fontes de emissão e aponta as emissões e fator de compensação por domicílios.

Tabela 4. Emissões domiciliares e valores para a compensação

	Dados da Atividade (anual)	Unidade	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Compensação
Energia Elétrica	23.580	MWh	2.933,4	9,17 ha
Consumo de GLP	607,95	Tonelada	1.787,2	5,6 ha
Resíduos	6.823,11	Tonelada	15.870,4	49,6 ha
Efluentes	1.307.923	m <sup>3</sup>	7.464,2	23,3 ha
TOTAL			<b>28.055,2</b>	<b>87,67</b> ha
POR DOMICÍLIO			<b>3,10</b>	<b>17 árvores</b> (padrão Iniciativa Verde)

## 8 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Vendas Anuais de Etanol Hidratado e Derivados de Petróleo por Município. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=79093&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1469631065867>>

BRASIL. Lei nº12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF, 29 dez. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm)>

EXTREMA. Projeto Conservador das águas. Extrema, MG, 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ferramenta cidades: dados da cidade de Extrema. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=312510>>

LOCAL GOVERNMENTS FOR SUSTAINABILITY. Carbons<sup>®</sup> Climate Registry 5 Year Overview Report (2010 - 2015). Alemanha, 2015. Disponível em: <[http://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2015/12/cCR2015\\_5Year\\_Report.pdf](http://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2015/12/cCR2015_5Year_Report.pdf)>

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional. Brasília, 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional. Brasília, 2014.

N. S. ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL S/S LTDA EPP. Plano Municipal de Saneamento Básico de Extrema. Extrema, 2015

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. Ferramenta de cálculo. Versão 2016. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>>

WORLD RESOURCES INTITUTE. Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC). 2014. Disponível em: <[http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP\\_GPC.pdf](http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf)>

\_\_\_\_\_. The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard; World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development: Washington, DC, 2004. Disponível em: <<file:///C:/Users/J%C3%A9ssica/Downloads/ghg-protocol-revised.pdf>>

\_\_\_\_\_. Natural Infrastructure – Investing in Forested Landscape for Source Water Protection in the United States. Washington, DC, 2014. Disponível em: [http://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/wri13\\_report\\_4c\\_naturalinfrastructure\\_v2.pdf](http://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/wri13_report_4c_naturalinfrastructure_v2.pdf)





INICIATIVA VERDE

