

# 4<sup>o</sup>

# INVENTÁRIO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA GEE



**Prefeitura de  
Fortaleza**  
Secretaria Municipal de  
Urbanismo e Meio Ambiente



**Prefeitura de  
Fortaleza**

Secretaria Municipal do  
Urbanismo e Meio Ambiente

## **PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA**

### **PREFEITO MUNICIPAL DE FORTALEZA**

Roberto Cláudio Rodrigues Bezerra

### **SECRETÁRIA MUNICIPAL DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE**

Maria Águeda Pontes Caminha Muniz

### **SECRETÁRIO EXECUTIVO DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE**

Adolfo César Silveira Viana

### **COORDENADORA DE POLÍTICAS AMBIENTAIS DA SEUMA**

Maria Edilene Silva Oliveira

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **COORDENADORA DE POLÍTICAS AMBIENTAIS DA SEUMA**

Maria Edilene Silva Oliveira

### **GERENTE DA CÉLULA DE SUSTENTABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS DA SEUMA**

Coordenadora do Inventário

Renata Veras Muniz Farias

### **ARTICULADORA DA CÉLULA DE SUSTENTABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS DA SEUMA**

Lara Aragão Barroso Fernandes

### **TÉCNICO DA COORDENADORIA DE POLÍTICAS AMBIENTAIS DA SEUMA**

Marcelo Rebouças da Silva

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Emissões por categorias de entrada da Plataforma CIRIS	17
Gráfico 2 – Emissões do Setor estacionário divididas por tipo de combustível.	18
Gráfico 3 - Emissões pelo Setor de Transportes, segmentadas por tipo de combustível.	19
Gráfico 4 – Emissões de Fortaleza no Cenário Estadual	Erro! Indicador não definido.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logo de identificação da ferramenta CIRIS	Erro! Indicador não definido.
--	-------------------------------

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Princípios de contabilização e divulgação de emissões de GEE segundo o GPC	13
Tabela 2 - Síntese das emissões de acordo com os escopos previstos	16
Tabela 3 – Comparativo de Emissões Municipais por Inventário	22

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACFOR - Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental

ANP - Agência Nacional de Petróleo

BAU - Business As Usual

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

CAF - Banco de Desenvolvimento da América Latina

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará

CB27 - Fórum de Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras

CEGÁS - Companhia de Gás do Ceará

CIRIS - City Inventory Reporting and Information System

COP - Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

FORCLIMA - Fórum de Mudanças Climáticas de Fortaleza

GEE - Gases de Efeito Estufa

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo

GPC - Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade

IEA - *International Energy Agency*

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ONU - Organização das Nações Unidas

PIB - Produto Interno Bruto

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SCSP - Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente

SEUMA - Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente

UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

URBAN LEDS - Urban Low Emissions Development Strategy

VLT - Veículo leve sobre trilhos

WRI - World Resource Institute

WWF - World Wide Fund for Nature

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

°           Graus

m<sup>3</sup> Metros Cúbicos

mm Milímetros

t Toneladas

t CO2e Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	5
<b>2. FORTALEZA E A RESILIÊNCIA CLIMÁTICA</b>	8
<b>2.1. Governança Climática de Fortaleza</b>	8
<b>2.2. Caracterização do Município</b>	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	14
<b>3.1. Ferramenta CIRIS</b>	15
<b>3.2. Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE (GPC)</b>	16
3.1.2. Categorização das Emissões	17
<b>3.3. Metodologia e Limitações</b>	18
3.3.1. Fatores de Emissão	18
3.3.2. Abordagem Emissões de Fontes Estacionárias	19
3.3.3. Abordagem Emissões de Transportes	19
3.3.4. Abordagem Emissões de Resíduos	20
<b>4. RESULTADOS</b>	21
<b>4.1. Perfil de Emissões de Fortaleza</b>	22
<b>4.2. Emissões por setor</b>	22
4.2.1 Setor Fontes Estacionárias	23
4.2.2 Setor Transportes	24
4.2.3 Setor Resíduos	25
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	26
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	28

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Marengo (2007, p. 25), a Terra sempre passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, da mesma forma que períodos de intensa atividade geológica lançaram à superfície quantidades colossais de gases que formaram de tempos em tempos uma espécie de bolha gasosa sobre o planeta, criando um efeito estufa natural. Ocorre que, atualmente, a atividade industrial está afetando o clima terrestre na sua variação natural, o que sugere que a atividade humana é um fator determinante no aquecimento.

Ainda segundo Marengo (2007, p. 26), durante os primeiros séculos da Revolução Industrial, de 1760 até 1960, os níveis de concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico aumentaram de uma estimativa de 277 partes por milhão (ppm) para 317 ppm, um aumento de 40 ppm. Durante os anos de 1960 até 2001, as concentrações de CO<sub>2</sub> aumentaram de 317 ppm para 371 ppm, um acréscimo de 54 ppm. Os gases do efeito estufa absorvem parte da energia do Sol refletida pela superfície do planeta e a redistribuem em forma de calor através das circulações atmosféricas e oceânicas. Parte da energia é irradiada novamente ao espaço. Qualquer fator que altere esse processo afeta o clima global. Com o aumento das emissões dos gases de efeito estufa, observado principalmente nos últimos 150 anos, mais calor passou a ficar retido.

Desde a década de 1980, evidências científicas sobre a possibilidade de mudança de clima em nível mundial vêm despertando um interesse crescente no público e na comunidade científica em geral. Em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estabeleceram o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). O IPCC ficou encarregado de apoiar com trabalhos científicos as avaliações do clima e os cenários de mudanças climáticas para o futuro. O IPCC é um painel científico ligado às Nações Unidas que avalia o conhecimento existente no mundo sobre a mudança climática global. A missão do IPCC é “avaliar a informação científica, técnica e socioeconômica relevante para

entender os riscos induzidos pela mudança climática na população humana” (MARENGO, 2007, p. 79).

As mudanças climáticas trazem efeitos como escassez de água, secas prolongadas, ondas de calor mais frequentes, aumento do nível do mar, etc. Todos esses fatores impactam diretamente a produção de alimentos, a saúde da população, as condições socioeconômicas e ambientais (IPCC, 2015).

A evidência de que as mudanças generalizadas observadas no sistema climático, desde os anos 50, são atribuíveis a influências antrópicas tem crescido exponencialmente. A conexão entre a influência humana e as mudanças climáticas é analisada e discutida baseada em uma extensa literatura científica (KRUG *et al.*, 2019, p. 1).

Essas evidências são compiladas pelos densos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC). Inclusive, esses relatórios passam por revisão aberta não apenas de especialistas, mas da sociedade civil e governos. O efeito das influências antrópicas no clima tem se intensificado nas últimas quatro décadas. As evidências resultam da avaliação dos inúmeros estudos que incluem dados obtidos por institutos de pesquisa do mundo todo, compondo séries históricas e indicadores. Dentre esses indicadores climáticos, podemos citar: as temperaturas próximas à superfície; o conteúdo de umidade atmosférica; a precipitação pluviométrica sobre a Terra; o conteúdo de calor oceânico; a salinidade oceânica; o nível do mar; o gelo marinho do Ártico e a intensidade e frequência de extremos climáticos (KRUG *et al.*, 2019, p. 02).

A ciência não tem dúvida de que as mudanças climáticas estão em curso. Mais de 97% dos estudos sobre clima indicam que a maior razão do aumento da temperatura média global é a emissão de gases de efeito estufa (GEE), como o CO<sub>2</sub>, decorrente de atividades extrativas, produtivas e de consumo, como exploração de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) para gerar energia e a derrubada de florestas (ICLEI, 2016, p. 07).

Para garantirmos as condições de vida como as de hoje, os cientistas estimam que o limite máximo tolerável para a elevação da temperatura da

superfície da Terra seja de 2°C. Acima disso, haverá eventos climáticos extremos tão intensos e frequentes que trarão rupturas imprevisíveis, mudarão a vida no planeta e tornarão a sobrevivência da humanidade muito mais difícil (ICLEI, 2016, p. 07).

Em 2016, 195 países assinaram o Acordo de Paris, assumindo o compromisso de manter o aumento médio da temperatura abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais e de promover a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e das vulnerabilidades que estas podem trazer. Para tal faz-se necessário assumir um compromisso com estratégias de desenvolvimento social e econômico baseadas na sustentabilidade, para nortear a promoção de um ambiente mais seguro e responsivo para as futuras gerações e aumentar a resiliência das localidades aos impactos oriundos das mudanças climáticas (ICLEI, 2016).

O texto do Acordo de Paris menciona governos subnacionais e locais como atores chave para acelerar as ações transformadoras nas áreas urbanas. Diversas consequências de vulnerabilidades relacionadas aos impactos do câmbio climático e muitas das ações de desenvolvimento relacionadas ao tema, desenrolam-se em escala local. Por estas razões, metas estabelecidas nacionalmente e grupos envolvidos em apoio institucional têm estimulado o engajamento à nível municipal para o enfrentamento às questões climáticas.

Ao avaliar o que é prioridade para a cidade a médio e a longo prazo, levar os riscos climáticos em conta pode agregar valor e durabilidade às iniciativas municipais e poupar os custos de lidar com emergências que poderiam ter sido evitadas com planejamento e organização (ICLEI, 2016, p. 29).

Por tudo isso, é fundamental que os gestores locais elaborem e sigam uma abordagem estratégica e integrada para minimizar as alterações climáticas, integrem a política de proteção climática nas áreas de energia, transportes, consumo, resíduos, agricultura e florestas; disseminem informações sobre as causas e os impactos prováveis das alterações climáticas e promovam o princípio da justiça ambiental (ICLEI, 2016, p. 03).

É neste contexto que se observa a relevância dos Inventários de Emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), documentos nos quais se realiza o mapeamento, relato e monitoramento das fontes de emissão, e que são essenciais para o início do planejamento para a ação climática. A elaboração de um Inventário de Emissão de GEE - e suas subseqüentes atualizações, que devem ocorrer periodicamente - servem para entender de onde se originam as contribuições de emissões no município, em quais setores estas ocorrem e quais suas características. Também serve como base para que se estabeleçam metas e estratégias locais de redução, bem como orientar investimentos, ações específicas e políticas possíveis para estimular uma economia mais eficiente, resiliente, justa e sustentável.

Ao longo dos anos o Município de Fortaleza tem reforçado seu comprometimento com as questões de resiliência climática, enfrentando o desafio de combater as emissões de gases de efeito estufa e aumentando sua resiliência aos efeitos do câmbio climático. O presente documento dá continuidade a esse processo, tratando-se do 4º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, o qual permite observarmos o panorama da evolução das emissões e suas fontes nos últimos anos.

## 2. FORTALEZA E A RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

### 2.1. Governança Climática de Fortaleza

Sabendo da necessidade de combater as consequências da mudança do clima em seu território e a fim de propiciar maior qualidade de vida aos seus cidadãos e cidadãs, a partir do ano de 2013 o Município de Fortaleza intensificou os esforços em prol do fomento à promoção de uma cidade resiliente e sustentável, por meio do estímulo e concretização de ações visando o desenvolvimento com baixa emissão de carbono.

Esta trajetória tem como um de seus primeiros marcos a escolha do município como cidade modelo do projeto Urban-LEDS I “Acelerando Ação Climática por meio da Promoção de Estratégias de Desenvolvimento Urbano de

Baixas Emissões”. Iniciativa financiada pela Comissão Europeia e implementada pelo ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, em parceria com a ONU-Habitat.

O município de Fortaleza desde então assume compromissos públicos com a agenda de enfrentamento da crise climática, sendo associado ao ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, participante dos projetos Urban-LEDS II e SD Labs, membro do Fórum de Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras - CB27 e signatária do Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e a Energia (GCoM). O município também obteve primeiro lugar no Selo Município Verde por 3 anos consecutivos, o qual consiste em um programa de certificação ambiental promovido pela Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) do Estado do Ceará e figurou entre as cidades finalistas do desafio da Hora do Planeta e Desafio das Cidades pelo Planeta promovidos pela organização WWF, nos anos de 2018 e 2020.

Como instância participativa de planejamento a cidade possui o Fórum de Mudanças Climáticas de Fortaleza – FORCLIMA (Decreto Municipal nº 13.639/2015), que realiza articulação entre o Poder Executivo Municipal e outras instituições - sejam públicas, privadas ou da sociedade civil organizada - para a elaboração conjunta de estratégias em resposta aos problemas decorrentes das mudanças climáticas.

A cidade vem se mantendo em consonância com à Legislação Federal, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009), assim como a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Ceará (Lei nº 14.090/2010). Fortaleza também está alinhada com as metas e compromissos firmados pelo Brasil no Acordo de Paris e também com o disposto na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), a qual objetiva a redução de emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025 e 47% até 2030, tendo como base os níveis do ano de 2005.

Observando as disposições nos âmbitos internacional, nacional e estadual, o município estabeleceu as legislações no nível local, objetivando a

promoção da transversalidade no trato da questão climática entre as pastas da Administração Pública. Diante desse contexto, cabe mencionar a relevância da promulgação da Lei Municipal nº 10.619/2017, que institui a Política Municipal de Meio Ambiente de Fortaleza e da Lei Municipal nº 10.586/2017, que dispõe sobre a Política Municipal de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono.

A preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico estão intimamente relacionadas ao enfrentamento das mudanças climáticas, sendo esse um dos componentes da Política Municipal de Meio Ambiente, a qual possui como um de seus enfoques a promoção do desenvolvimento social, econômico e ambiental baseados na integração entre os ambientes natural e construído. Essa integração é concretizada por meio da estruturação de uma rede de sistemas naturais, sendo esta caracterizada como uma rede de conexões entre os bens naturais que estão distribuídos pelo território. Além disso, a Política Municipal de Meio Ambiente prevê a manutenção do sistema de áreas verdes do município, o aumento da cobertura vegetal, implantação e manutenção da coleta seletiva e estímulo de processos, tecnologias e compras públicas que contribuam para a redução e captura de GEE.

A promulgação da Política de Desenvolvimento Urbano de Baixo Carbono foi um marco para a cidade de Fortaleza, formalizando o objetivo de viabilizar a economia de baixo carbono em diferentes setores, como: transportes, serviços de saúde, construção civil e demais indústrias. Com o intuito de assegurar que os níveis de GEE emitidos no processo de desenvolvimento permaneçam abaixo dos limites de tolerância previstos, a política também prevê a realização de ações de planejamento e desenvolvimento social, econômico, urbano e ambiental.

Para além do plano teórico, o município de Fortaleza vem estabelecendo medidas concretas e implementando transformações que visam possibilitar a mitigação da emissão de gases de efeito estufa.

No setor Transporte e Mobilidade Urbana, houve grande avanço na extensão da rede cicloviária, por exemplo, que ultrapassou a meta estabelecida

para 2020 já no ano de 2018, atingindo um total de 292,3 km. No setor de Energia, a prefeitura trabalhou no sentido de adotar medidas de eficiência energética e modernização na iluminação com a implantação de lâmpadas LED. Além disso, no âmbito do setor de resíduos, foram implementadas ações de incentivo e ampliação do processo de reciclagem por meio dos Ecopontos, totalizando 61 equipamentos instalados ao redor da cidade como parte do Programa Recicla Fortaleza, bem como estímulo ao aproveitamento de resíduos orgânicos por intermédio da compostagem.

No que tange aos eixos Construção Civil e Desenvolvimento Urbano Sustentável, cabe salientar a criação da Certificação Ambiental Fator Verde para empreendimentos, além do Projeto de Arborização, que viabilizou o plantio de mais de 100 mil árvores. Na área de educação ambiental, o município busca uma integração entre as ações educativas e práticas. Na área de educação ambiental, além de oficinas e seminários - objetos do projeto reciclando atitudes - são feitas ações que estimulam relação afetiva e responsabilidade compartilhada com a população. Citando-se como exemplo o Programa “Árvore na minha calçada” e o projeto “Uma criança, uma árvore”, que articula a entrega e o plantio de uma muda para a família de crianças nascidas nos hospitais participantes da iniciativa.

Na área de requalificação ambiental foi viabilizado o programa Fortaleza Cidade Sustentável (FCS), operação de financiamento integralmente voltada para questões ambientais, realizada junto ao Banco Mundial. Seu objetivo é melhorar a qualidade urbano-ambiental da população através de ações integradas, como a recuperação da balneabilidade da Orla e a requalificação do Parque Rachel de Queiroz. Essa, além de funcionar como instrumento para fortalecer a Rede de Sistemas Naturais de Fortaleza, por ser um extenso parque linear, conta com uma série de soluções baseadas na natureza para manejo do ecossistema e dos recursos hídricos. Já em termos de monitoramento ambiental, é interessante citar que a cidade obteve uma Estação Móvel de Qualidade do Ar, com o objetivo de melhorar a qualidade e especificidade na

obtenção de dados relativos à emissões, complementar futuros inventários, bem como fornecer dados para posteriores estudos e instrumentos de planejamento.

Fortaleza encerra o ano de 2020 entregando uma série de documentos que atualizam dados anteriores, dando continuidade ao trabalho que vêm sendo desenvolvido e aprofundando o conhecimento objetivando subsidiar a tomada de decisões e ampliação das estratégias e formulação de políticas públicas no âmbito da governança climática.

Visando estruturar as medidas de adaptação a eventos extremos foi elaborado o conjunto formado pelo Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas e o Plano de Adaptação, que integrou o “Projeto Ciudades e Cambio Climático”, financiado pelo Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF). No referido plano é estabelecido o Índice de Risco às Mudanças Climáticas na cidade de Fortaleza e são explicitadas medidas concretas para aumentar a capacidade adaptativa do município, reduzindo a vulnerabilidade frente aos impactos das mudanças climáticas, utilizando para tal, soluções baseadas na natureza.

O Plano de Ações e Metas para a Redução dos Gases de Efeito Estufa - Plano de Baixo Carbono de Fortaleza, lançado em 2015, passou por uma atualização que reflete uma evolução tanto no nível de ambição anteriormente proposto para as reduções como à nível de estratégias de governança. As ações e propostas do plano foram objeto do Sustainable Dialogue Lab (SD Lab - Laboratório de Diálogo Sustentável), sendo retificadas por meio de uma ação conjunta entre as universidades Northeastern University, da cidade de Boston nos Estados Unidos e a Universidade de Fortaleza - UNIFOR, integrando assim academia, comunidade e o poder público.

O novo Plano, denominado Plano de Ação Climática - PLAC de Fortaleza, foi estruturado em parceria com o ICLEI, configurando-se como componente integrante do Projeto Urban LEDS II. O PLAC foi construído tendo como base o alinhamento entre metas, ações planejadas e legislação existentes, utilizando a instância de participação social do FORCLIMA para debate das pautas e

realização de diálogo com gestores de diferentes instituições e secretarias para validar e verificar possibilidades.

Diante do exposto, observa-se que a cidade de Fortaleza fez avanços significativos em sua agenda climática na última década. O 4º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa tem como referência o ano de 2018 e representa a continuidade da atualização das informações em torno do panorama de emissões, que funciona como referência para os instrumentos de planejamento municipais.

## **2.2. Caracterização do Município**

O município de Fortaleza está localizado na porção norte do Estado do Ceará, Região Nordeste do Brasil, com uma extensão territorial absoluta de 313,14 km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte com o oceano Atlântico e uma pequena porção do território de Caucaia; ao sul com os municípios de Maracanaú, Itaitinga, Pacatuba e Eusébio; a oeste com Caucaia e Maracanaú e a leste com Eusébio, Aquiraz e o Oceano Atlântico (FORTALEZA, 2016, p. 19).

A cidade de Fortaleza está localizada numa região semiárida com clima tropical quente sub úmido (ou tropical chuvoso) e temperatura média anual de 26,6°C, com máximas de 31°C e mínimas de 22,5°C. A capital do Ceará tem uma pluviosidade média de 1.338 milímetros, mas conta com uma insolação média anual muito alta, em torno de 2.840 horas por ano, e um grau muito baixo de nebulosidade. Esta combinação de insolação alta e nebulosidade baixa leva a uma elevada taxa de evaporação, apresentando média anual de quase 1.500 mm, com valores médios mensais que vão de 67,5 mm no mês de abril, até 163,9 mm no mês de outubro; resultando em uma alta umidade relativa do ar (FORTALEZA, 2016, p. 19).

A população estimada do município de Fortaleza para o ano de 2018 é de 2.643.247 habitantes, o que corresponde a 29,12% sobre o Estado do Ceará (IPECE, 2018). Fortaleza possui uma das densidades populacionais mais altas do

país, com 8.579,59 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2020). Considerando que o crescimento populacional é uma informação importante quando falamos de mudança do clima, é importante mencionar que a população de Fortaleza cresceu 0,92% ao ano na última década, taxa maior que a do estado do Ceará (0,84%), porém menor do que a Região Metropolitana (1,36%) (IBGE, 2020).

Em relação à economia, Fortaleza representa o 10º maior PIB do país e o primeiro do estado do Ceará. Obteve em 2017 um PIB de R \$61,5 bilhões, representando 41,61% da economia estadual (IBGE). Os setores mais produtivos são o industrial e o de serviços. No setor industrial, a distinção vai para a produção de têxteis, calçados, couro e peles, extração de minerais e alimentos. Fortaleza comporta os principais moinhos de trigo do país. Hospedagem e alimentação são destaques no setor de serviços já que Fortaleza é um dos destinos turísticos mais procurados por brasileiros e estrangeiros tendo por grande atrativo 34 quilômetros de praias.

Apesar de ocupar posição de destaque na economia estadual, a cidade tem ainda grandes desafios sociais, econômicos e ambientais a serem resolvidos que tornam o enfrentamento aos impactos da mudança do clima ainda mais desafiadores. As principais vulnerabilidades de Fortaleza - de acordo com o Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas na cidade de Fortaleza (IVCC) - estão relacionadas ao aumento da temperatura, que deve atingir bairros mais próximos à costa; secas prolongadas que podem comprometer o abastecimento de água; chuvas extremas que ocasionam inundações, alagamentos e deslizamentos; e ao aumento do nível do mar.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A Elaboração do inventário de emissões de GEE de Fortaleza para o ano de 2018 teve como base as metodologias propostas no *Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE na Escala da Comunidade (GPC)*

desenvolvido pelo ICLEI, WRI (*World Resources Institute*) e o C40 (*Climate Leadership Group*) em 2014. O GPC fornece uma metodologia para padronização e realização dos cálculos de inventários de governos locais, possibilitando fácil auditoria dos dados e comparação das emissões entre as cidades em diferentes âmbitos.

Para que a relatoria dos dados esteja adequada aos requisitos estabelecidos pela metodologia, os cálculos e a elaboração de inventários de GEE na escala de comunidades/cidades devem também seguir as orientações determinadas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC.

A ferramenta de cálculo utilizada para a produção do inventário é baseada no GPC e facilita a realização de cálculos transparentes e a elaboração de relatórios de emissões para os setores do protocolo.

### 3.1. Ferramenta CIRIS

Figura - Logo de identificação da ferramenta CIRIS



Fonte: CIRIS (2020)

De acordo com o grupo C40 de Grandes Cidades para Liderança do Clima, o Sistema de Informações e Relatórios de Inventário da Cidade (CIRIS) é uma ferramenta acessível e de fácil uso baseada em planilha Excel que permite gerenciar, calcular e relatar dados que irão compor o inventário de emissões de GEE da cidade.

A CIRIS fornece uma forma sistemática e modelada para as cidades inserirem informações e usá-las para uma variedade de processos.

A ferramenta pode ser utilizada para transferência direta de arquivos e dados, permitindo que estes sejam compartilhados e utilizados para melhorar as bases de cálculo e estimativas internacionais. Também permite que você selecione abordagens diferenciadas para cada tipo de cálculo de acordo com a confiabilidade dos dados obtidos.

## 3.2. Protocolo Global para Inventários de Emissões de GEE (GPC)

O GPC foi criado com o intuito de promover um suporte para que cidades no mundo todo possam desenvolver inventários completos e relevantes, proporcionando base técnica para a elaboração de estratégias de planejamento de ações climáticas por meio de uma compreensão integrada de seus impactos de GEE e, dessa forma, demonstrar a importância de iniciativas de governos locais no enfrentamento às mudanças climáticas. Seus princípios para contabilizar e divulgar as emissões são:

*Tabela 1 - Princípios de contabilização e divulgação de emissões de GEE segundo o GPC*

<b>RELEVÂNCIA</b>	O inventário de GEE deve refletir apropriadamente as emissões de GEE do governo local e deve ser sistematizado de forma a refletir as áreas sob as quais o mesmo exerce controle e tem responsabilidade.
<b>ABRANGÊNCIA</b>	Todos os GEE e as atividades que causam emissões dentro das fronteiras estabelecidas para o inventário devem ser contabilizadas. Qualquer exclusão deve ser justificada.
<b>CONSISTÊNCIA</b>	Metodologias consistentes devem ser usadas para identificar as fronteiras, coletar e analisar os dados e quantificar as emissões.
<b>TRANSPARÊNCIA</b>	Todas as questões relevantes devem ser consideradas e documentadas de maneira objetiva e coerente para fornecer um rastro para futuras revisões e replicações. Todas as fontes de dados e hipóteses assumidas devem ser disponibilizadas.
<b>EXATIDÃO</b>	A quantificação das emissões de GEE não devem ser sistematicamente sub ou supervalorizadas.

### 3.1.2. Categorização das Emissões

O GPC indica como relatar os limites geográficos que serão cobertos pelo documento, o período que será inventariado, as fontes de emissão e gases que serão considerados.

A fronteira do inventário deve coincidir com o território geopolítico onde a autoridade local tem total jurisdição, no caso o Município de Fortaleza. Considera-se emissões diretas as que ocorrem dentro da cidade e emissões indiretas as que são consequências das atividades da cidade, mas ocorrem fora de seu território.

As fontes de emissão são categorizadas em cinco setores que, para a sistematização de diferentes níveis de inventário, são agregadas em escopos ou alcances.

Para este inventário foi utilizado o nível **GPC básico**, que computa as emissões de Escopo/Alcance 1 e 2 conforme categorização a seguir.

**Alcance 1:** Todas as emissões diretas de fontes que se encontram dentro dos limites estabelecidos para a cidade.

**Alcance 2:** Emissões indiretas relativas a energia que se gera fora dos limites estabelecidos para a cidade como consequência do consumo/uso de energia elétrica proveniente da rede.

#### Fontes de Emissão:



##### Energia estacionária:

Referente às emissões da queima de combustíveis e à emissões fugitivas proporcionadas pelos processos de geração, distribuição e consumo de energia (especialmente elétrica).



##### Transporte:

São as emissões proporcionadas pela queima de combustíveis ou utilização de energia elétrica da rede para transporte rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário.

#### **Resíduos:**



Referem-se às emissões do tratamento e disposição final de resíduos sólidos, tratamento biológico (como compostagem) e térmico (como a incineração) e o tratamento de esgoto (ou efluentes líquidos) pelo processo de decomposição anaeróbica e aeróbica.

**Processos Industriais e Uso de Produto (IPPU):** Relacionadas às emissões originadas dos processos de transformação física ou química na fabricação e uso de produtos.

**Agricultura, Floresta e Uso da Terra (AFOLU):** Contempla as emissões inerentes à criação de animais, alterações no uso do solo e uso de fertilizantes.

Ressalta-se que, pelo perfil amplamente urbanizado do município de Fortaleza, as emissões dos setores do setor de AFOLU e IPPU tem baixa relevância para o município e não foram observadas para o cálculo. As emissões do setor de IPPU, relacionados à utilização de solventes nas indústrias da cidade, foram inventariados apenas em 2014 e representaram uma participação pouco significativa nas emissões totais (0,2%).

### **3.3. Metodologia e Limitações**

O GPC indica como relatar as fontes dos dados, fonte de fatores de emissão e abordagens de cálculo e como indicar particularidades dos cálculos.

#### **3.3.1. Fatores de Emissão**

Fatores de emissão são utilizados para converter os dados das atividades realizadas em quantitativo de gases emitidos. A precisão destes está relacionada com o quanto as características locais das atividades são levadas em conta na sua elaboração e se os fatores foram reconhecidos ou não por órgãos confiáveis.

Para o 4º inventário foram utilizados fatores de conversão retirados de bancos de dados reconhecidos pelo IPCC e/ou pelo ICLEI, atentando quanto às referências atribuídas ao Brasil e/ou a localidades com características similares; bem como fatores de emissão do Programa Brasileiro do GHG Protocol, que utiliza como referência as atualizações do Balanço Energético Nacional. Detalhes sobre os fatores de emissão utilizados encontram no Anexo 01.

### **3.3.2. Abordagem Emissões de Fontes Estacionárias**

Foram inventariadas emissões referentes às atividades que ocorrem nos estabelecimentos dentro dos limites geográficos de Fortaleza de acordo com os dados fornecidos pela CEGÁS (consumo de gás natural), ANP (dados relativos à compra municipal de combustíveis) e ENEL (dados relativos ao consumo energético municipal).

As emissões de Agricultura, Floresta e Uso da Terra consideradas foram as que constam nos registros de venda de Óleo Diesel, fornecido pela ANP, e de Gastos de Energia, fornecido pela ENEL. Em emissões de fontes não identificadas, foram consideradas as vendas de GLP indicadas nos registros da ANP como classe de consumo “outros”, e os registros de gás natural indicados pela CEGÁS como “autoprodução”.

As emissões fugitivas oriundas de atividades de mineração, processamento, armazenamento e transporte de carvão foram consideradas irrelevantes no contexto das atividades municipais e não foram observadas. As emissões fugitivas oriundas da distribuição de gás foram calculadas utilizando-se o proxy da ferramenta CIRIS, complementado com dados da CEGÁS.

### **3.3.3. Abordagem Emissões de Transportes**

Para o setor de transportes, o método de cálculo utilizado foi abordagem por venda de combustíveis, não havendo detalhamento por origem ou destino dos veículos, embarcações ou aeronaves que utilizaram os mesmos. As

informações necessárias para cálculo das emissões provenientes de veículos rodoviários, hidroviários e aéreos foram obtidas junto à Agência Nacional de Petróleo (ANP).

Devido ao nível de agregação dos dados, considera-se que as emissões oriundas do transporte foram computadas junto às fontes das quais os veículos são movidos.

Por esta razão, os quantitativos de On Road e Off-Road foram calculados de forma unificada. Da mesma forma, não foi possível discriminar que parcela do consumo na rede energética foi utilizada para atividades de transporte, sendo este computado de forma total junto ao consumo estacionário.

No âmbito do transporte rodoviário, o veículo leve sobre trilhos - VLT de Fortaleza, com funcionamento à Diesel, teve suas emissões computadas junto às vendas do combustível para o Município. Já o Metrô de Fortaleza, movido à tração elétrica, teve suas emissões computadas junto ao consumo energético Municipal.

A segregação dos combustíveis por tipo de atividade foi possível em situações nas quais os combustíveis apresentam diferenciação de acordo com a fonte de consumo, como as Gasolinas, Automotiva e de Aviação. Nos casos de quantitativos de Óleo Diesel e GLP foi possível aplicar uma proporção conhecida em cima do total de vendas para o município e essa segregação foi estimada.

### **3.3.4. Abordagem Emissões de Resíduos**

Para cálculo das emissões provenientes do tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos foi utilizado o *Methane Commitment Method*, mesclando o proxy e o banco de dados da ferramenta CIRIS com dados específicos sobre o município fornecidos pelos seguintes órgãos e instituições: Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos (SCSP), Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental (ACFOR),

Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Companhia de Gás do Ceará (CEGÁS) e Ecofor Ambiental.

## 4. RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio da utilização da ferramenta CIRIS serão descritos de acordo com o respectivo setor de emissão e em observância a metodologia aplicada.

Tabela 2 - Síntese das emissões de acordo com os escopos previstos

	SETOR DE EMISSÃO	Emissões do Escopo 1	Emissões do Escopo 2	Emissões do Escopo 3	tCO <sub>2</sub> e EMITIDO POR SETOR
	Estacionária	191.067	423.104	NÃO COMPUTADO EM INVENTÁRIO BASIC	614.171
	Transportes	2.687.561	IE	NÃO COMPUTADO EM INVENTÁRIO BASIC	2.687.561
	Resíduos	518.401	NÃO COMPUTADO EM INVENTÁRIO BASIC	702.882	1.221.283
	IPPU	NÃO COMPUTADO EM INVENTÁRIO BASIC			
	AFOLU	NÃO COMPUTADO EM INVENTÁRIO BASIC			
	tCO <sub>2</sub> e TOTAL	4.523.015			

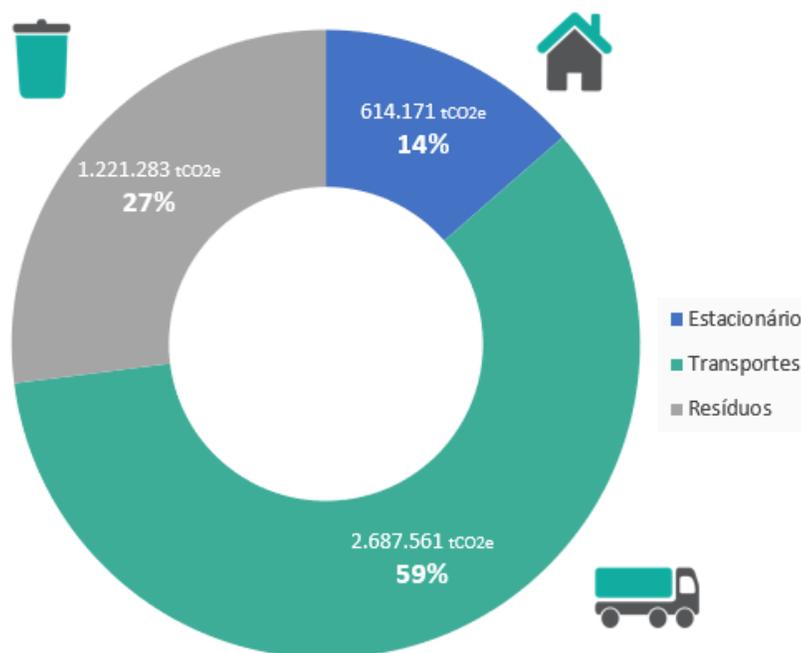
Fonte: Adaptado de CIRIS (2020)

## 4.1. Perfil de Emissões de Fortaleza

Tendo por base a metodologia aplicada, as emissões de Gases de Efeito Estufa no município de Fortaleza durante o ano de 2018 totalizaram o quantitativo de 4.523.015 tCO<sub>2</sub>e, o que resulta em um índice de 1,7 tCO<sub>2</sub>e/hab/ano. Sendo o setor de transportes o principal contribuinte para as emissões. O gráfico abaixo apresenta a distribuição das emissões totais por setores:

Gráfico 1 - Emissões por categorias de entrada da Plataforma CIRIS

### TOTAL DE EMISSÕES POR SETOR DADOS EM tCO<sub>2</sub>e/ano



Fonte: Adaptado de CIRIS (2020)

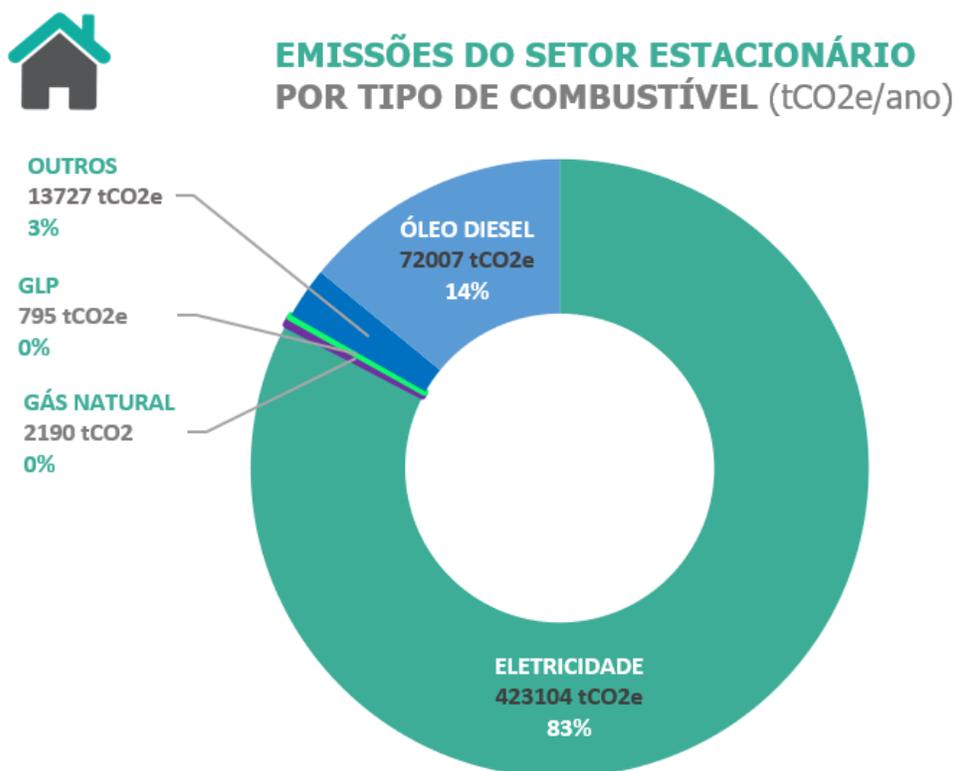
## 4.2. Emissões por setor

O quantitativo referente às emissões é dividido em três setores, em conformidade com a metodologia GPC, sendo estes: Consumo de energia de

Fontes Estacionárias, Resíduos e Transporte, há possibilidade também do detalhamento ocorrer por meio de subsetores e outras características pertinentes à fonte de emissão.

### 4.2.1 Setor Fontes Estacionárias

Gráfico 2 – Emissões do Setor estacionário divididas por tipo de combustível.



Fonte: Adaptado de CIRIS (2020)

As emissões relacionadas ao setor Fontes Estacionárias foram baseadas no consumo de energia elétrica da rede de abastecimento, consumo de gás de cozinha – GLP, gás natural, combustíveis utilizados para geração de energia em geradores de estabelecimentos comerciais, residenciais e industriais.

O consumo de energia estacionária foi responsável pela emissão de 614.171 tCO2e em 2018, representando 14% do total de emissões mensuradas. O

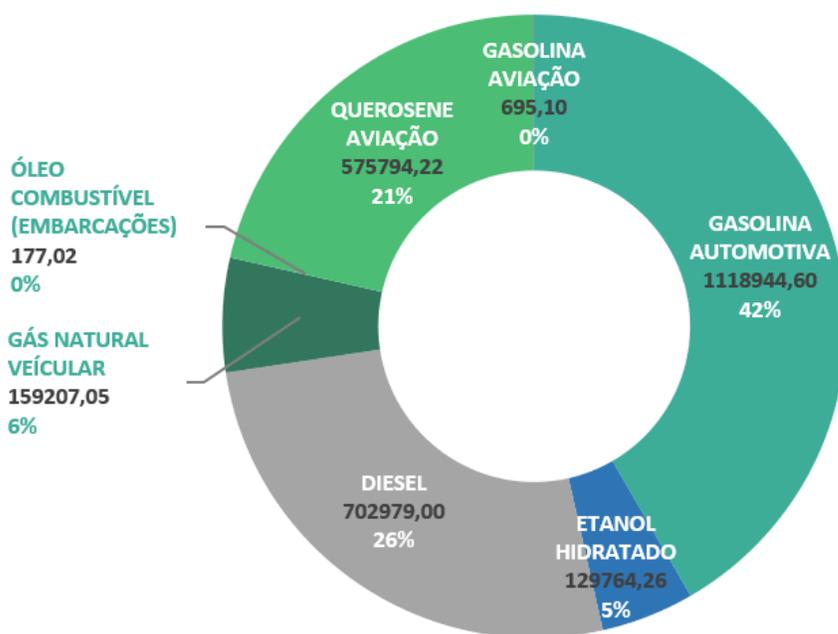
consumo de energia nos setores residencial, comercial/institucional e industrial concentram as emissões de GEE estacionárias.

## 4.2.2 Setor Transportes

Gráfico 3 - Emissões pelo Setor de Transportes, segmentadas por tipo de combustível.



### EMISSÕES DO SETOR DE TRANSPORTES POR TIPO DE COMBUSTÍVEL (tCO<sub>2</sub>e/ano)



Fonte: Adaptado de CIRIS (2020)

Quando se consolida a informação de fontes de emissão por setor (G), se observa que as emissões do setor de transporte, principal emissor de GEE na cidade de Fortaleza, são originadas principalmente pelo consumo de gasolina (42% das emissões totais deste setor), seguido do consumo de diesel (26%) e combustível de aviação (21%).

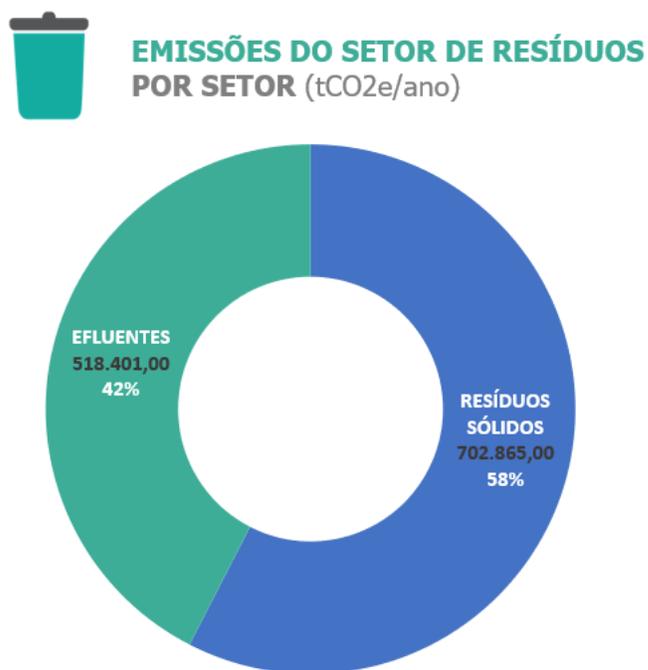
O setor de Transporte é o setor que mais contribuiu para as emissões de GEE na cidade em 2018, sendo responsável por **59%** do total de emissões

inventariadas. Este setor é responsável pela emissão de **2.687.561 tCO<sub>2</sub>e**, das quais **79% provêm do transporte terrestre e 21% do transporte aéreo**.

### 4.2.3 Setor Resíduos

O descarte e o tratamento de resíduos produzem emissões de GEE por meio da decomposição aeróbica, anaeróbica ou pela incineração.

Gráfico 4 - Emissões pelo Setor de Resíduos Segmentada por Setor de Emissão



Fonte: Adaptado de CIRIS (2020)

O setor de Resíduos foi o segundo maior emissor em **2018**, sendo responsável por **27%** do total de emissões inventariadas, totalizando **1.221.283 tCO<sub>2</sub>e** distribuídos em resíduos domiciliar, especial, poda e entulho.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### EMISSÕES DE FORTALEZA EM 2018 NO CONTEXTO DO ESTADO

■ Fortaleza ■ Outros Municípios

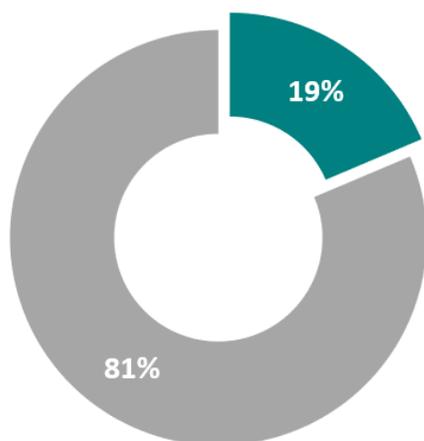


Gráfico – Emissões de Fortaleza no Cenário Estadual

Os bancos de dados do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa - SEEG, estimam que o estado do Ceará emitiu 24.306.183 tCO<sub>2</sub>e em 2018. Desta forma, o quantitativo de 4.523.015 tCO<sub>2</sub>e de emissões oriundas do município de Fortaleza representou 19% das emissões no contexto estadual deste ano.

Na tabela abaixo estão relacionadas às emissões referentes ao ano base de 2018 junto às emissões utilizadas como referência no PLAC para acompanhamento de sua tendência evolutiva.

Tabela 3 – Comparativo de Emissões Municipais por Inventário

Ano-base	Emissões - 2012 (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões - 2014 (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões - 2018 (tCO <sub>2</sub> e)
 I. Energia estacionária	529.513,00	841.818,00	614.171,36
I.1 Edifícios residenciais	302.382,00	468.476,00	184.894,04
I.2 Edifícios comerciais e institucionais	157.661,00	299.032,00	217.073,71
I.3 à I.8 Indústrias, Emissões fugitivas e Não especificadas	69.470,00	74,31	212.170,56
 II.	2.338.261,00	2.588.910,00	2.687.561,00
II.1 Transporte rodoviário/ferroviário	1.847.344,00	2.019.069,00	2.110.894,90
II.3 Transporte hidroviário	13.625,00	-	177,02
II.4 Transporte aeroviário	469,74	569.481,00	576.489,33
II.5 Off-road	7.552,00	-	IE
 III. Resíduos	959.746,00	1.700.786,00	1.221.283,00
III.1 Disposição de resíduos sólidos	959.746,00	1.642.192,00	702.865,00
III.4 Tratamento e disposição final de efluentes líquidos	-	58.594,00	518.401,00

 IV. IPPU / AFOLU	-	8,36	-
Total (tCO <sub>2</sub> e)	3.827.520,00	5.139.514,00	4.523.015,36

Verifica-se uma similaridade dos valores gerais e proporções de emissões obtidos entre os anos inventariados e considerados no comparativo.

A elaboração de todos os inventários seguiu a metodologia GPC, tendo entre si algumas diferenciações acerca das fontes de informação ou fatores de conversão selecionados. Observa-se que os inventários de ano base 2018, 2014 e 2021 têm aplicação da metodologia de forma mais consonante entre si, à exemplo dos valores de potencial de aquecimento global utilizados e da priorização de fatores de emissão nacionais, desenvolvidos pelo Programa Brasileiro do GHG Protocol.

Tendo por base o exposto nos Inventários, pode-se considerar algumas mudanças no comportamento e no perfil de emissões de GEE no município de Fortaleza nos últimos anos.

O pico de emissões evidenciado no ano de 2014 teve como fator determinante atribuído anteriormente a realização da Copa do Mundo de Futebol no Brasil, que teve o município de Fortaleza como uma das cidades-sede. Ao considerar as emissões verificadas no ano de 2014 como um evento pontual, a progressão entre 2012 e 2018 demonstraria um crescimento de emissões que poderia ser considerado proporcional ao aumento populacional.

No perfil de combustíveis utilizados, são observadas mudanças que podem ser atribuídas à expansão do segmento de gás natural comercial relatada pela CEGÁS e à suspensão de fornecimento de gás para a geração de energia pela Petrobras em 2018.

No que tange à resíduos, há uma oscilação na porcentagem que pode ser atribuída a diferentes estratégias de cálculo dentro da metodologia GPC. As estações de tratamento de águas residuais foram consideradas apenas no inventário de 2014 ou no de 2018 no qual também foi utilizada com auxílio da plataforma CIRIS.

O inventário de GEE apresentado servirá para avaliação e acompanhamento das emissões não sendo ainda um documento de base para a definição de meta.

No Plano Local de Ação Climática de Fortaleza (PLAC) foram utilizados os inventários relativos aos anos de 2012 e 2014 para realizar as projeções de 3 (três) cenários de emissões: Cenário Business As Usual (BAU), Cenário de mitigação e Cenário ambicioso. O Cenário Business As Usual (BAU) é um cenário de referência no qual as condições e tendências verificadas são mantidas e extrapoladas para os horizontes de análise.

O contexto da emergência climática requer esforços contínuos e integrados por parte dos diversos entes, como: órgãos e instituições representantes da administração pública direta e indireta, sociedade civil organizada e setor privado (empresas, indústrias), em prol do aprimoramento da governança, melhoria da qualidade de vida e dos processos de adaptação e mitigação dos cenários.

## 6. REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-abertos-anp/vendas-derivados-petroleo-biocombustiveis>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

C40 Cities - Climate Leadership Group. **User Guide for the City Inventory Reporting and Information System (CIRIS)**. Disponível em: <<https://resourcecentre.c40.org/resources/measuring-ghg-emissions>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

FORTALEZA. **Plano Fortaleza 2040**: qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais. Prefeitura Municipal de Fortaleza: Iplanfor, 2016, 312p.

ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade. **Programa Cidades Sustentáveis**: Guia de Ação Local pelo Clima. São Paulo: 2016. Disponível em: <[https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/Publicacoes/Acao\\_Local\\_pelo\\_Clima](https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/Publicacoes/Acao_Local_pelo_Clima)>.

[pdf](#)>. Acesso em: 30 nov. 2020

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2018. **Perfil Básico Municipal de Fortaleza**. Disponível em: <<http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>> Acesso em: 18 nov. 2020.

KRUG, Thelma *et al.* **O Brasil e as mudanças climáticas**. São Paulo: INPE, 2019. Disponível em: <<http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/brasil-e-as-mudancas-climaticas.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

MARENGO, José A. (Org.). **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2 ed. Brasília: MMA, 2007, 212 p. Disponível em: <[http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod\\_probio/Livro2\\_completo.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod_probio/Livro2_completo.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2020.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, n. 4, p. 439-473, 2007. Disponível em: <<https://hess.copernicus.org/preprints/4/439/2007/hessd-4-439-2007.pdf>> Acesso em: 26 nov. 2020.

SINGH, N.; BACHER, K. **Guia para Elaboração de Programas Mandatórios de Relato de Gases de Efeito Estufa**. World Bank Group e Partnership for Market Readness, 2018, 94 p. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/guia-para-elaboracao-de-programas-mandatorios-de-relato-de-gases-de-efeito-estufa>> Acesso em : 23 nov. 2020.

## ANEXO 01

## Fatores de Emissão Utilizados

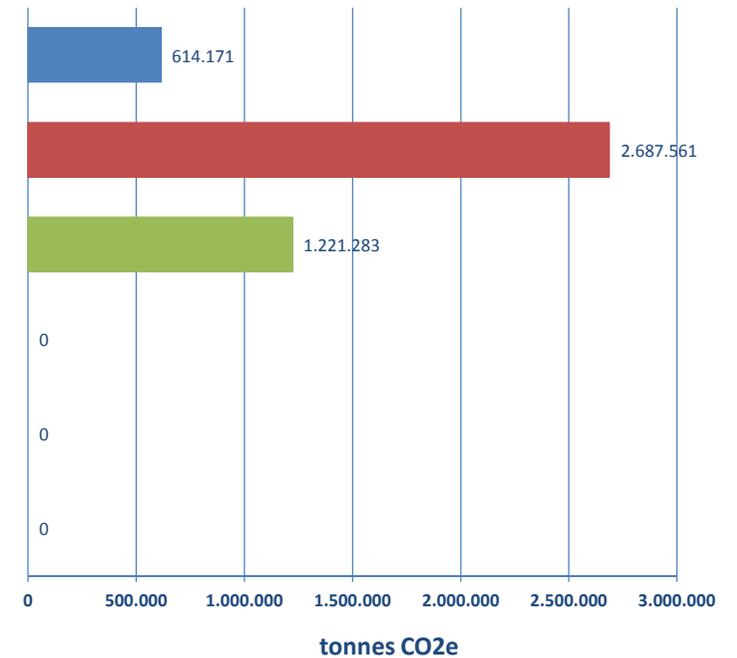
Tipo de Combustível ou Atividade	Tipo	GWP	Unidades	Fator de Emissão				Qualidade do dado	Ano	Escala	Fonte
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> (b)				
Líquidos de Gás Natural (LGN) 01	GHG	4AR	kg / tonne	2,8360	0,4420	0,0265	0	M	2006	Internacional	IPCC - Disponibilizado na Curb Tool
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) 01	GHG	4AR	kg / tonne	2,9310	0,2324	0,0046	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Biogás	GHG	4AR	kg / tonne	2,7540	0,5040	0,5040	0	M	2006	Internacional	IPCC - Disponibilizado na Curb Tool
Electricity_All_Default	CO <sub>2</sub> e	4AR	t / kWh	0,0001	0,0000	0,0000	0	M	2012	Nacional	IEA 2012 elect factors_download 26.11.14
Diesel oil_Stationary_Default	GHG	4AR	t / GJ	0,0741	0,0000	0,0000	0	M	2006	Internacional	Banco de Dados IPCC
Óleo Combustível	GHG	4AR	kg / l (liter)	3,1060	0,0004	0,0000	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Gasolina Automotiva Pura	GHG	4AR	kg / l (liter)	2,2120	0,0008	0,0003	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Etanol Hidratado	GHG	4AR	kg / l (liter)	1,457	0,0004	0,0001	0,064818	M	2006	Internacional	Banco de Dados IPCC
Óleo Diesel (puro)	GHG	4AR	kg / l (liter)	2,6030	0,0001	0,0001	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Municipal wastes (all)_Stationary_Default	GHG	4AR	t / GJ	0,0959	0,0003	0,000004	0,05	M	2006	Internacional	Banco de Dados IPCC
Gás Natural Veicular (GNV)	GHG	4AR	kg / m <sup>3</sup>	1,9990	0,0034	0,0001	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Querosene de Aviação	GHG	4AR	kg / l (liter)	2,5170	0,0000	0,0001	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Gasolina de Aviação	GHG	4AR	kg / l (liter)	2,2510	0,0000	0,0001	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) 02	GHG	4AR	kg / tonne	2,9310	0,0465	0,0046	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM
Líquidos de Gás Natural (LGN) 02	GHG	3AR	kg / tonne	2,8360	0,1326	0,0265	0	H	2019	Nacional	Balanço Energético Nacional – BEM

## ANEXO 02

## Resumo de Emissões

<b>NAME OF CITY:</b>	Fortaleza, Brasil	<b>POPULATION:</b>	2.643.247
<b>BOUNDARY:</b>	BASIC	<b>LAND AREA (km2):</b>	313
<b>INVENTORY YEAR:</b>	2018	<b>GDP (US\$ million):</b>	16.205

tCO2e	BASIC	Scope 1	Scope 2	Scope 3
	Stationary	191.067	423.104	
	Transportation	2.687.561		
	Waste	518.401		702.882
	IPPU			
	AFOLU			
	Other Scope 3			
	TOTAL	4.523.015		



Intensity indicators	Per capita	Per unit land area (km2)	Per unit GDP (US\$m)
Emissions	1,7	14.444	279

## ANEXO 03

## Visão Geral Emissões

## OVERVIEW (GPC CHAPTER 4.4, TABLE 4.2, PAGE 41)

NAME OF CITY: Fortaleza, Brasil  
 LEVEL: BASIC  
 INVENTORY YEAR: 2018

POPULATION: 2.643.247  
 LAND AREA (km2): 313  
 GDP (US\$ million): 16.205

GHG Emissions Source (By Sector)		Total GHGs (metric tonnes CO <sub>2</sub> e)					
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	BASIC	BASIC+	BASIC+ S3
STATIONARY ENERGY	Energy use (all emissions except I.4.4)	191.067	423.104		614.171	614.171	614.171
	Energy generation supplied to the grid (I.4.4)						
TRANSPORTATION	(all II emissions)	2.687.561			2.687.561	2.687.561	2.687.561
WASTE	Waste generated in the city (III.X.1 and III.X.2)	518.401		702.882	1.221.283	1.221.283	1.221.283
	Waste generated outside city (III.X.3)						
IPPU	(all IV emissions)						
AFOLU	(all V emissions)						
OTHER SCOPE 3	(all VI emissions)						
<b>TOTAL</b>		<b>3.397.029</b>	<b>423.104</b>	<b>702.882</b>	<b>4.523.015</b>	<b>4.523.015</b>	<b>4.523.015</b>

GPC ref No.	GHG Emissions Source (By Sector and Sub-sector)	Total GHGs (metric tonnes CO <sub>2</sub> e)			
		Scope 1	Scope 2	Scope 3	Total
<b>I</b>	<b>STATIONARY ENERGY</b>				
I.1	Residential buildings	699	184.195	NE	184.894
I.2	Commercial and institutional buildings and facilities	25.262	191.812	NE	217.074
I.3	Manufacturing industries and construction	42.721	46.564	NE	89.285
I.4.1/2/3	Energy industries	101.555	IE	NE	101.555
I.4.4	Energy generation supplied to the grid				
I.5	Agriculture, forestry and fishing activities	7.071	533	NE	7.604
I.6	Non-specified sources	33	IE	NE	33
I.7	Fugitive emissions from mining, processing, storage, and transportation of coal	NO			
I.8	Fugitive emissions from oil and natural gas systems	13.727			13.727
<b>SUB-TOTAL</b>	(city induced framework only)	<b>191.067</b>	<b>423.104</b>		<b>614.171</b>
<b>II</b>	<b>TRANSPORTATION</b>				
II.1	On-road transportation	2.110.895	IE	NE	2.110.895
II.2	Railways	IE	IE	NE	
II.3	Waterborne navigation	177	IE	NE	177
II.4	Aviation	576.489	IE	NE	576.489
II.5	Off-road transportation	IE	IE	NE	
<b>SUB-TOTAL</b>	(city induced framework only)	<b>2.687.561</b>			<b>2.687.561</b>
<b>III</b>	<b>WASTE</b>				
III.1.1/2	Solid waste generated in the city	NO		702.865	702.865
III.2.1/2	Biological waste generated in the city	NO		NO	
III.3.1/2	Incinerated and burned waste generated in the city	NO		17	17
III.4.1/2	Wastewater generated in the city	518.401		NO	518.401
III.1.3	Solid waste generated outside the city	NO			
III.2.3	Biological waste generated outside the city	NO			
III.3.3	Incinerated and burned waste generated outside city	NO			
III.4.3	Wastewater generated outside the city	NO			
<b>SUB-TOTAL</b>	(city induced framework only)	<b>518.401</b>		<b>702.882</b>	<b>1.221.283</b>
<b>IV</b>	<b>INDUSTRIAL PROCESSES and PRODUCT USES</b>				
IV.1	Emissions from industrial processes occurring in the city boundary	NE			
IV.2	Emissions from product use occurring within the city boundary	NE			
<b>SUB-TOTAL</b>	(city induced framework only)				
<b>V</b>	<b>AGRICULTURE, FORESTRY and OTHER LAND USE</b>				
V.1	Emissions from livestock	NE			
V.2	Emissions from land	NE			
V.3	Emissions from aggregate sources and non-CO <sub>2</sub> emission sources on land	NE			
<b>SUB-TOTAL</b>	(city induced framework only)				
<b>VI</b>	<b>OTHER SCOPE 3</b>				
VI.1	Other Scope 3			NE	
<b>TOTAL</b>	(city induced framework only)	<b>3.397.029</b>	<b>423.104</b>	<b>702.882</b>	<b>4.523.015</b>