



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA**

**INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO  
ESTUFA (GEE) NO BRASIL: Uma análise de sua prática,  
potencialidades e desafios**

**Gilsâmara C. Alves Conceição**

**Salvador**

2017





**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA**

**INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO  
ESTUFA (GEE) NO BRASIL: Uma análise de sua prática,  
potencialidades e desafios**

**Gilsâmara C. Alves Conceição**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Meio Ambiente Águas e Saneamento da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia como requisito para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Mara de Oliveira Marinho

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Lucia Lage

**Salvador**

2017

---

Conceição, Gilsâmara Catarina Alves  
INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE EMISSÕES DE GASES DE  
EFEITO ESTUFA (GEE) NO BRASIL: Uma análise de sua  
prática, potencialidades e desafios / Gilsâmara Catarina Alves  
Conceição. -- Salvador, 2017.  
169 f. : il

Orientadora: Marcia Mara de Oliveira Marinho.  
Coorientadora: Ana Lucia Pereira Lage.  
Dissertação (Mestrado - Mestrado em Engenharia Sanitária  
e Ambiental) -- Universidade Federal da Bahia, Universidade  
Federal da Bahia, 2017.

1. inventários municipais de GEE no Brasil. 2. inventários  
urbanos. 3. emissões de gases de efeito estufa. 4. Global  
Protocol for Communities - GPC . 5. metodologia IPCC. I. Marinho,  
Marcia Mara de Oliveira. II. Lage, Ana Lucia Pereira. III. Título.

---



# MAASA

Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITECNICA



**Gilsâmara Catarina Alves Conceição**

## **Inventários Municipais de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil: Uma análise de sua prática, potencialidades e desafios**

Banca Examinadora:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marcia Mara de Oliveira Marinho Marcia Mara de Oliveira Marinho  
Universidade Federal da Bahia

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Lucia Pereira Lage Ana Lucia Lage Pereira  
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Osvaldo Livio Soliano Pereira Osvaldo Livio Soliano Pereira  
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Severino Soares Agra Filho Severino Soares Agra Filho  
Universidade Federal da Bahia

Salvador, 06 de setembro de 2017



## **AGRADECIMENTOS**

À professora Marcia Marinho, meu imenso agradecimento pela orientação encorajadora e cuidadosa, e paciência essenciais para a concretização deste trabalho e para o meu desenvolvimento enquanto pesquisadora. À professora Ana Lucia, pelas ricas e atenciosas contribuições de sua co-orientação.

Ao MAASA, pela abertura ao tema, pela equipe inspiradora e pelo apoio para a realização do intercâmbio, especialmente aos professores Luciano e Patrícia.

Aos professores convidados da banca, Soliano e Severino, pelas contribuições enriquecedoras e questionamentos estimulantes. Ao professor Célio, por abrir a possibilidade do tema, a partir do seu grupo de pesquisa.

Agradeço à minha mãe e ao meu pai, Maria Clara e Gilmar, pelo apoio incondicional durante toda a vida. À minha irmã Karen, pelos caminhos compartilhados. À minha avó Lourdes, cuja simples e grandiosa presença sempre me inspira. Às amigas e amigos, pelas pequenas alegrias da vida que nos fazem seguir adiante. Em especial a: Tina, por todo apoio e estímulo ao intercâmbio; Aline e Daniela, pelos compartilhamentos acadêmicos; Milena e Thaís, pela presença animadora e reconfortante; Gabi, pela recepção querida em São Paulo durante as entrevistas; Gladistone pelas inspirações em Luxemburgo; aos colegas do MAASA, pelas trocas animadoras.

Aos participantes entrevistados, pelas contribuições valiosas para a pesquisa.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho, meu sincero agradecimento.





## RESUMO

Apesar do destaque que as cidades tem recebido como regiões com potencial de contribuição para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, poucos municípios brasileiros conhecem suas emissões. A elaboração de inventários municipais de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil tem se desenvolvido de forma lenta. A partir de 2011, cidades além do Rio de Janeiro e São Paulo começam a contabilizar suas emissões, utilizando também a nova metodologia desenvolvida: *Global Protocol for Communities* – GPC. O objetivo deste trabalho é analisar a prática da elaboração de inventários municipais no Brasil – neste cenário de novas publicações e utilização de uma nova metodologia – e identificar os desafios que ainda são encontrados 14 anos após a publicação do primeiro inventário municipal. A comparação entre inventários é uma estratégia analítica que fornece informações relevantes para o aprimoramento da ferramenta e para gestão das emissões de GEE; além de ser também, por si e só, objeto de análise. Onze inventários municipais brasileiros tiveram suas emissões setoriais desagregadas de modo a compatibilizar as metodologias e torná-los mais comparáveis. Neste processo, foi possível identificar as dificuldades, divergências e similaridades na aplicação das metodologias IPCC e GPC, bem como os perfis de emissão dos municípios brasileiros. Entrevistas com gestores e consultores permitiram uma melhor compreensão das questões encontradas e forneceram também novos pontos de vista sobre os desafios técnicos e relacionados à gestão. O trabalho mostra que o inventário é um instrumento com grande potencial de contribuição para a gestão municipal porém, de modo geral, a qualidade dos inventários municipais de GEE brasileiros ainda não atende aos princípios para a elaboração de inventários definidos pelo IPCC e pelo GPC. A comparabilidade é ainda um desafio, agravado pela falta de consistência e transparência do reporte.

**Palavras-chave:** Inventários municipais de GEE no Brasil, inventários urbanos, emissões de GEE, Global Protocol for Communities – GPC, metodologia IPCC.



## ABSTRACT

Despite cities have been recognized as key actors with the potential to contribute to mitigation and adaptation strategies to deal with climate change, few municipalities in Brazil are aware of their emission values. Since 2011, other cities besides Rio de Janeiro and São Paulo began to make their inventories. Some of them applied the new framework for urban greenhouse gases (GHG) inventories: the *Global Protocol for Communities – GPC*. In view of this scenario of production of new local inventories and the use of a new framework, this research has the aim to analyze how the municipal inventories of Brazil have been accomplished and what are the challenges faced by these municipalities to count its emissions. Comparison between inventories is an analytical strategy that provides relevant information to improve the tool, and it is also an object of analysis itself. Eleven Brazilian municipal inventories had their sectoral emissions disaggregated in order to make them as comparable as possible. Throughout this process, it was possible to identify the differences, similarities and difficulties of applying IPCC and GPC frameworks. The GHG emission profiles of municipalities in Brazil were also analyzed. Interviews with managers and consultants provided new points of view regarding technical and management aspects of the inventories. The research shows that the inventory has considerable potential to contribute to municipal management. Nevertheless, the quality of Brazilian municipal inventories still does not meet the principles established by IPCC and GPC. The comparison shows up to be a challenge aggravated by the lack of consistency and transparency of the reports.

**Keywords:** Brazilian municipal inventories, greenhouse gases, emission inventories, Global Protocol for Communities – GPC, IPCC framework.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais categorias de emissões por fontes e sumidouros do IPCC.....	43
Figura 2: Esquema da abordagem por escopos GPC.....	45
Figura 3: Etapas da metodologia aplicada para análise da prática da elaboração de inventários municipais no Brasil.....	56
Figura 4: Estados e municípios brasileiros que publicaram inventário local de emissões antrópicas de GEE.....	58
Figura 5: Hierarquia dos centros urbanos no Brasil.....	59
Figura 6: Adaptação das emissões por escopo de Recife para fins comparativos.....	71
Figura 7: Cenários de Emissões de GEE do Município de São Paulo.....	119
Figura 8: Ordem decrescente dos municípios por emissão de CO <sub>2</sub> e.....	133

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Emissões por setor de Fortaleza em 2012.....	67
Gráfico 2: Emissões por escopo de Fortaleza em 2012.....	68
Gráfico 3: Projeção das Emissões de CO <sub>2</sub> e per capita em Fortaleza até 2030.....	69
Gráfico 4: Emissões por setor de Recife em 2012.....	75
Gráfico 5: Emissões por escopo de Recife em 2012.....	76
Gráfico 6: Emissões por setor de Salvador em 2013.....	81
Gráfico 7: Emissões por escopo de Salvador em 2013.....	82
Gráfico 8: Emissões por setor do Rio de Janeiro em 2012.....	87
Gráfico 9: Emissões por escopo do Rio de Janeiro em 2012.....	88
Gráfico 10: Emissões por setor de Belo Horizonte para o ano 2007.....	101
Gráfico 11: Emissões por setor de Belo Horizonte para os anos 2000, 2004 e 2007.....	102
Gráfico 12: Emissões de CO <sub>2</sub> da queima de etanol hidratado em Belo Horizonte.....	103
Gráfico 13: Emissões por setor de Curitiba para o ano 2008.....	106
Gráfico 14: Emissões por setor do Rio de Janeiro para o ano 2005.....	110
Gráfico 15: Emissões por setor de São Paulo para o ano 2003.....	113
Gráfico 16: Emissões por setor de São Paulo para o ano 2009.....	118

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Algumas iniciativas do Brasil para contribuir com o enfrentamento às mudanças climáticas.....	28
Quadro 2: Principais características das políticas climáticas das cidades brasileiras.....	33
Quadro 3: Principais Medidas Adotadas pelas Prefeituras Municipais Visando Projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.....	36
Quadro 4: Visão geral das variáveis críticas.....	39
Quadro 5: Recomendações para as cidades em relação à elaboração de inventários urbanos.....	41
Quadro 6: Comparativo entre garantia, controle e verificação da qualidade de inventários de gases de efeito estufa.....	50
Quadro 7: Princípios estabelecidos pelo IPCC para a elaboração de inventários.....	50
Quadro 8: Organismos de verificação de inventários (OVV) de gases de efeito estufa no Brasil.....	52
Quadro 9: Comparativo da divisão por setores dos inventários que utilizam metodologia IPCC.....	123
Quadro 10: Características dos reportes dos inventários de emissões de GEE municipais brasileiros.....	148
Quadro 11: Critérios de referência para o reporte de inventários de emissões de gases de efeito estufa municipais brasileiros.....	149



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Desagregação por escopos GPC.....	46
Tabela 2: Comparativo da desagregação de setores das metodologias IPCC e GPC. ....	48
Tabela 3: Ano de publicação dos inventários municipais e estaduais de GEE no Brasil ....	60
Tabela 4: Perfil geral dos inventários municipais brasileiros .....	62
Tabela 5: Resultado do Inventário de Emissões de GEE de Fortaleza para o ano de 2012 .....	65
Tabela 6: Resultado do Inventário de Emissões de GEE de Recife para o ano 2012 .....	73
Tabela 7: Resultado do Inventário de Emissões de GEE de Salvador para o ano 2013. ...	79
Tabela 8: Resultado do inventário de Emissões de GEE do Rio de Janeiro para o ano 2012. ....	85
Tabela 9: Comparativo das emissões dos inventários que utilizam metodologia GPC .....	90
Tabela 10: Emissões do setor energia estacionária para os inventários GPC .....	92
Tabela 11: Emissões do setor de transportes para os inventários GPC .....	93
Tabela 12: Emissões do setor de resíduos dos inventários GPC.....	94
Tabela 13: Resultado do inventário de Emissões de GEE de Belo Horizonte para os anos 2000 a 2007 .....	100
Tabela 14: Resultado do inventário de Emissões de GEE de Curitiba para o ano 2008 ..	104
Tabela 15: Emissões dos setores Energia e Efluentes para os anos 2005 a 2008 .....	105
Tabela 16: Resultado do 1º inventário de Emissões de GEE do Rio de Janeiro .....	108
Tabela 17: Resultado do 2º inventário de Emissões de GEE do Rio de Janeiro .....	109
Tabela 18: Resultado do 1º inventário de Emissões de GEE de São Paulo para o ano 2003 .....	112
Tabela 19: TCO2e por setor e combustível consumido em São Paulo, em 2003.....	114
Tabela 20: Resultado do 2º Inventário de Emissões de GEE de São Paulo .....	116
Tabela 21: Resultado do inventário de Emissões de GEE de Sorocaba para o ano 2012	121
Tabela 22: Previsão de emissões futuras de Sorocaba .....	122
Tabela 23: Consolidação das emissões dos inventários municipais brasileiros .....	132
Tabela 24: Fontes de dados de consumo e geração utilizadas nos inventários municipais .....	135
Tabela 25: Sobre a função do inventário .....	138
Tabela 26: Sobre a contribuição do inventário para proposição de políticas e planos de ação .....	139
Tabela 27: Sobre as dificuldades encontradas para a elaboração de inventários.....	141
Tabela 28: Sobre a dificuldade encontrada para definição do limite do inventário .....	142
Tabela 29: Sobre a existência da comparabilidade entre os inventários.....	143
Tabela 30: Sobre o que seria um bom inventário municipal de GEE .....	144
Tabela 31: Sobre a definição de uma metodologia padrão para inventários municipal ....	145
Tabela 32: Sobre a desagregação das emissões entre governo e comunidade .....	146





## LISTA DE SIGLAS

AFOLU - Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra  
ANP – Agência Nacional de Petróleo  
AR5 – Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas  
BAHIAGÁS – Companhia de Gás da Bahia  
BATTRE – Bahia Transferência e Tratamento de Resíduos  
CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará  
CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral de São Paulo  
CEGÁS – Companhia de Gás do Ceará  
CELPE – Companhia Energética de Pernambuco  
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
COELCE – Companhia Elétrica do Ceará  
CH<sub>4</sub> – Metano  
CO<sub>2</sub> – Gás Carbônico  
COELBA – Companhia de Eletricidade da Bahia  
COMGÁS – Companhia de Gás de São Paulo  
COMLURB - Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro  
COMPAGÁS – Companhia Paranaense de Gás  
COP – Conferência das Partes  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
COPEL – Companhia Paranaense de Energia  
COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia  
CTTU – Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife  
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito  
EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento  
EMLURB – Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana de Recife  
FE – Fator de Emissão  
GAV – Gasolina de Aviação  
GASMIG – Companhia de Gás de Minas Gerais  
GEE – Gases de Efeito Estufa  
GLP – Gás Liquefeito de Petróleo  
GNV – Gás Natural Veicular  
GPC – Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Escala de Comunidade  
GWP – Potencial de Aquecimento Global  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICLEI – Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais  
IEA – Instituto de Economia Agrícola de São Paulo

IMT – Instituto Mauá de Tecnologia  
iNDC – Contribuição Pretendida Nacionalmente Determinada  
INEA – Instituto Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas  
IPPU – Processos Industriais e Uso de Produtos  
ISO – Organização Internacional para a Normalização  
LIMPURB – Empresa de Limpeza Urbana  
N<sub>2</sub>O – Óxido Nitroso  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas  
PMMC – Política Municipal sobre Mudança Climática  
PNMC – Política Nacional sobre Mudança do Clima  
PRODABEL – Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte  
QAV – Querosene de Aviação  
SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sorocaba  
SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná  
SECIS – Secretaria Cidade Sustentável da Prefeitura de Salvador  
SEUMA – Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de Fortaleza  
SMMA – Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental de Curitiba  
TRANSALVADOR – Superintendência de Trânsito do Salvador  
UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima  
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
WMO – Organização Meteorológica Mundial  
WRI – Instituto de Recursos Mundiais

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.1	EFEITO ESTUFA, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GOVERNANÇA GLOBAL .....	24
2.2	O INVENTÁRIO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA .....	29
2.3	INVENTÁRIOS LOCAIS: POR QUE INVENTARIAR CIDADES? .....	31
2.4	METODOLOGIAS PARA INVENTARIAR GEE MUNICIPAIS, DESAFIOS E COMPARABILIDADE.....	37
2.5	METODOLOGIA 2006 IPCC GUIDELINES .....	41
2.6	METODOLOGIA GLOBAL PROTOCOL FOR COMMUNITIES – GPC .....	44
2.7	COMPARAÇÃO GPC VERSUS IPCC .....	48
2.8	QUALIDADE DOS INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE GEE .....	49
2.9	SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	52
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>53</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>57</b>
4.1	PANORAMA DOS INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NO BRASIL 57	
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DE FORTALEZA .....	64
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DE RECIFE.....	70
4.4	CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DE SALVADOR .....	78
4.5	CARACTERIZAÇÃO DO TERCEIRO INVENTÁRIO DO RIO DE JANEIRO.....	84
4.6	COMPARANDO OS INVENTÁRIOS COM METODOLOGIA GPC .....	89
4.7	CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DE BELO HORIZONTE .....	97
4.8	CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DE CURITIBA.....	104
4.9	CARACTERIZAÇÃO DO 1º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DO RIO DE JANEIRO .....	107
4.10	CARACTERIZAÇÃO DO 2º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DO RIO DE JANEIRO .....	108
4.11	CARACTERIZAÇÃO DO 1º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DE SÃO PAULO .....	111
4.12	CARACTERIZAÇÃO DO 2º INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE DE SÃO PAULO .....	115
4.13	CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE SOROCABA.....	120
4.14	COMPARANDO A ESTRUTURA DOS INVENTÁRIOS IPCC .....	122
4.15	COMPARANDO OS INVENTÁRIOS MUNICIPAIS BRASILEIROS.....	131
4.16	DISCUTINDO O PAPEL DO INVENTÁRIO MUNICIPAL NO BRASIL E AS DIFICULDADES SOB PONTO DE VISTA DE GESTORES E CONSULTORES .....	137
4.17	QUALIDADE DOS INVENTÁRIOS MUNICIPAIS BRASILEIROS .....	146
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>149</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....</b>	<b>155</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>157</b>
<b>8</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>163</b>
<b>9</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>164</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O século XXI constitui um marco na história da humanidade. Pela primeira vez, é reconhecida a magnitude da sua interferência no planeta, através da convergência do conhecimento científico acerca do aquecimento global provocado pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) de origem antrópica, e as consequentes mudanças climáticas.

O modelo de desenvolvimento humano se baseia em um sistema de produção sustentado pela exploração crescente da natureza, a qual é degradada sem significativa compensação. A natureza passa a ser unificada pela história, em benefício de firmas, estados e classes hegemônicas (SANTOS, 1992). Como resultado, tem-se uma interferência na dinâmica dos ecossistemas de forma tão significativa a ponto de sugerir-se a emergência de uma nova era geológica: o Antropoceno, desencadeado pela modificação profunda e pelo domínio da humanidade sobre os processos químicos, biológicos e geológicos.

A diminuição da resiliência do planeta, ou seja, da sua capacidade de reestabelecer suas funções apesar das alterações que lhe são impostas, resulta nas alterações climáticas já confirmadas pelos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). O último relatório, *Climate Change 2014*, confirma pela primeira vez na história, com alto grau de confiabilidade, o aquecimento global de origem antrópica e as mudanças climáticas que lhe são decorrentes (IPCC, 2014).

Modificar o ecossistema significa alterar as condições básicas que sustentam as funções indispensáveis à todas as formas de vida. A dependência humana da queima de combustíveis fósseis, do aumento da produção agropecuária, bem como a geração crescente de resíduos, tem provocado recordes anuais de emissão de GEE, sendo os principais gases emitidos: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. O aumento da concentração desses gases na atmosfera aprisiona calor na Terra, aumentando a sua temperatura média global.

Os impactos sociais deste aquecimento já se mostram evidentes: crises hídricas e crises no abastecimento de alimentos, impactos na saúde, refugiados do clima como os de Kiribati e Tuvalu.

O consenso da comunidade científica global reafirma a necessidade de diminuir o aquecimento provocado pela emissão desenfreada de gases de efeito estufa (GEE),

estimulada pelas facilidades emergentes, principalmente a partir da Revolução Industrial, com o incentivo à produção e à queima de combustíveis fósseis, e o crescimento da atividade agrícola. Mitigar o impacto humano sobre o clima e se adaptar aos efeitos das mudanças que já se encontram em curso constitui uma questão de sobrevivência. Ao longo deste período de dominação humana, diversas espécies já foram extintas.

No Brasil, estudo semelhante ao do IPCC foi realizado para o contexto nacional pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). Divulgado em 2015, o relatório do PBMC aponta impactos em todos os biomas e regiões brasileiras. Dentre as consequências para o meio urbano, são citadas intensificação de inundações e tempestades, redução da produtividade agrícola, secas, aumento da incidência de doenças infecciosas, de asma, alergias e redução da qualidade do ar (PBMC, 2014). A vulnerabilidade potencial é ainda maior nas cidades litorâneas, em função da previsão de aumento do nível do mar.

É importante ressaltar que o Brasil, país anfitrião, foi o primeiro a assinar ao acordo da Convenção-Quadro da ONU, criada para promover a estabilização das emissões de GEE na atmosfera, de modo a reduzir os danos associados à interferência humana no clima. Para promover a implementação dos objetivos acordados na convenção, um dos instrumentos é a Conferência das Partes (COP), encontro anual dos países signatários da convenção para acompanhar e revisar o acordo (ONU, 1992). A COP 21, encontro realizado em dezembro de 2015, em Paris, se constituiu um grande acordo internacional, assinado por 195 nações que se comprometeram evitar que o aumento de temperatura da terra chegue a 2°C acima da temperatura da era pré-industrial, com esforços para limitá-lo a 1,5°C. Para isto, estão previstas a atualização periódica das metas individuais de cada país e a cooperação entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos; além da manutenção do reporte dos inventários nacionais. A COP22, em Marraquexe, reafirmou os compromissos assumidos no Acordo de Paris; e a COP 23, realizada em 2017, em Bonn, definiu elementos para a construção do “livro de regras” que irá guiar implementação do Acordo de Paris.

No Acordo de Paris (COP21), o Brasil apresentou como meta (chamada iNDC – *Intended Nationally Determined Contribution*) a redução de 37% de suas emissões de GEE até 2025 e redução de 45% até 2030; com relação ao ano base de 2005. Entre a primeira e a última COP foram publicadas as primeiras contabilizações das emissões

brasileiras de GEE, através da 1ª, 2ª e 3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (em 2004, 2010 e 2016, respectivamente). Neste intervalo de tempo, o Brasil também apresentou, em 2008, seu Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – revisado e submetido à consulta pública em 2015 – e instituiu a Política Nacional Sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187, de 2009). O país mostra, portanto, alguma iniciativa em relação à questão climática.

Para agir de modo a enfrentar os problemas decorrentes da intensificação do efeito estufa, é necessário mensurá-los. Inventariar, mitigar e adaptar tem sido as palavras de ordem da questão climática. O inventário de emissões de gases de efeito estufa é um instrumento necessário para orientar e acompanhar as estratégias mitigatórias e adaptativas de impacto. Não é, portanto, uma ferramenta isolada, que finda em si mesma, mas sim uma ponte entre o problema e a solução. Isto significa que inventariar não é suficiente para reduzir o aquecimento global. Existe um ideal de desenvolvimento que precisa ser revisto e as políticas de desenvolvimento social e econômico não podem mais prescindir da discussão ecológica. As pressões resultantes da exploração do meio ambiente estão guiando a humanidade em uma nova direção ainda pouco conhecida e quantificar GEE é importante para a compreensão das condições reais enfrentadas; uma ação, portanto, a ser estimulada em todas as escalas: nacional, regional/ local/urbana, corporativa.

O Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa é o instrumento que tem como objetivo primordial calcular e relatar as emissões de GEE provenientes das atividades humanas. O primeiro método para este cálculo foi desenvolvido pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) para guiar a elaboração de inventários nacionais dos países desenvolvidos signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), acordo criado em 1992 na Conferência da ONU Rio-92 (IPCC, 2006). A metodologia intitulada *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* ainda é a principal referência para a elaboração de inventários. Entretanto, outros métodos para o cálculo surgem para aprimorá-la ou melhor adequá-la a outros contextos de menor dimensão, como as localidades (nível municipal). Os inventários locais são importantes porque proporcionam maior conhecimento não apenas sobre as emissões estaduais e municipais em si, mas também sobre as nacionais, onde convergem.

A urbanização é uma tendência crescente em todo o planeta. Os centros urbanos, especialmente, são regiões de concentração de pessoas que demandam o desenvolvimento de atividades que satisfaçam suas necessidades e desejos, uma boa parte das quais emite gases de efeito estufa. Isto torna importante a participação das cidades no enfrentamento às alterações do clima. A discussão sobre a relação entre as cidades e as mudanças climáticas se torna mais expressiva a partir de 1990's (BULKELEY, 2010), e os inventários urbanos têm se destacado como ferramenta importante para auxiliar neste processo.

Entretanto, elaborar inventários de GEE de cidades ainda é uma prática restrita no Brasil. Com base nisto, este projeto de pesquisa se desenvolve a partir das seguintes **questões de pesquisa**: Qual o perfil da prática da elaboração de inventários municipais de GEE no Brasil? Em que estas práticas se diferenciam? E quais as dificuldades e desafios que ainda são encontrados para inventariar as cidades brasileiras, 14 anos após a publicação do primeiro inventário municipal?

Destes questionamentos, emerge também a discussão sobre a função que os inventários municipais de GEE tem tido no Brasil. Haja vista que a produção científica existente até o momento sobre o assunto, se limita, quase que exclusivamente, aos inventários do Rio de Janeiro e São Paulo, as duas maiores metrópoles brasileiras, a pesquisa pretende ampliar a discussão para a prática nos demais municípios, analisando outros contextos e os desafios que outras localidades enfrentam para inventariar suas emissões de GEE. Os objetivos da pesquisa estão organizados da seguinte forma:

**Objetivo geral:** Analisar comparativamente a prática da elaboração dos inventários municipais de emissões antrópicas de gases de efeito estufa no Brasil, e os desafios encontrados para a sua elaboração.

**Objetivos específicos:**

- a. Discutir a prática da elaboração de inventários municipais de emissões de GEE no Brasil, bem como o seu papel enquanto instrumento de apoio às políticas climáticas.
- b. Caracterizar, analisar comparativamente os inventários municipais brasileiros, discutir a comparabilidade entre as metodologias adotadas e as formas de reporte.



- c. Identificar critérios de referência para a elaboração de inventários relevantes, que estimulem a sua contribuição enquanto instrumento de gestão e político, considerando o contexto das cidades brasileiras.
- d. A partir das experiências pesquisadas, identificar os desafios para a elaboração de inventários municipais de gases de efeito estufa no Brasil

Esta pesquisa pretende trazer contribuições para a comunidade científica através de uma revisão e discussão sobre os inventários municipais de emissões gases de efeito estufa brasileiros, utilizando-se de análise comparativa, metodologia ainda pouco abordada, em função das recentes publicações dos inventários municipais brasileiros.

A partir da análise crítica desenvolvida, este trabalho intenciona estimular a manutenção da discussão e o aprimoramento da elaboração dos inventários municipais de GEE no Brasil. Para a sociedade de modo geral e as gestões municipais, a pesquisa se coloca como uma avaliação propositiva para melhoria da qualidade de um instrumento importante para gestão climática.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Efeito estufa, mudanças climáticas e governança global**

O efeito estufa é um fenômeno natural que regula o clima, sem o qual estima-se que a temperatura da Terra seria até 40 °C mais fria (TIEZZI, 1988). É, portanto, fator condicionante das formas de vida no planeta. Entretanto, o aumento contínuo da concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera tem provocado o aumento indesejado da temperatura média global.

Uma parte da radiação térmica solar é refletida e a outra absorvida pela atmosfera e superfície terrestres. A energia absorvida pela matéria é reemitida na forma de radiação infravermelha e possui comprimento de onda maior que o comprimento da radiação solar que chega. Assim, alguns gases atmosféricos que não absorvem a radiação solar incidente no planeta (de menor comprimento) podem absorver radiação infravermelha devolvida (de maior comprimento) e emití-la novamente para a Terra, aprisionando-a (TIEZZI, 1988). Ao aquecimento decorrente deste aprisionamento de radiação infravermelha dá-se o nome de efeito estufa, que é ocasionado pela presença de vapor d'água e demais gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. O

vapor d'água, embora seja o maior contribuinte do efeito estufa, apresenta concentração atmosférica estável, não contribuindo para a intensificação do fenômeno.

Alguns GEE ocorrem naturalmente na atmosfera enquanto outros são emitidos pelas atividades humanas, através da queima de combustíveis fósseis para utilização em transporte e geração de energia, através de processos industriais, da pecuária, agricultura, uso de fertilizantes, desmatamento, geração de resíduos, dentre outras. Os principais gases emitidos são dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), em ordem decrescente de emissão e ordem crescente de potencial de aquecimento.

A especulação a respeito da influência das emissões antrópicas sobre a intensificação do efeito estufa passou a ser objeto de diversos estudos. A necessidade de reunir estes estudos para consolidar as evidências sobre o aquecimento global e as alterações do clima deu origem ao Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). O órgão foi criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (WMO) e pelo programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). Além das causas, o IPCC estuda os impactos do aquecimento global e as possibilidades de mitigação e adaptação a estes impactos, indicando caminhos estratégicos para a gestão do problema.

Em 1992, na cidade do Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92. Este encontro foi um marco na governança climática. A conferência teve como resultado a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*), tratado que tem como objetivo geral estabilizar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera de modo a mitigar a interferência humana indesejada sobre o clima. A UNFCCC entende como mudança climática:

“Mudança do clima atribuída direta ou indiretamente a atividade humana que altera a composição global da atmosfera, adicionalmente à variabilidade climática natural ao longo de períodos de tempo comparáveis.” (ONU, 1992, p.7, tradução nossa).

Em 1992, a ONU já assume, portanto, a existência da influência antrópica.

O primeiro relatório de avaliação do IPCC foi publicado em 1990 e, apesar das declarações cautelosas sobre a magnitude do aquecimento global, destaca a relevância do tema e aponta a necessidade de se estabelecer uma convenção para cooperação global sobre o assunto. Apenas no quinto relatório de avaliação (*Fifth Assessment Report – AR5*), intitulado *Climate Change 2014*, o IPCC afirma que a evidência científica para o aquecimento global é inequívoca, provocada pelas atividades humanas e sem precedentes há milênios, trazendo à tona uma série de mudanças climáticas que se mostram relacionadas ao aumento da temperatura média do planeta. Os principais riscos globais são: comprometimento da saúde e do bem estar, mortes resultantes de tempestades, aumento do nível do mar e inundações costeiras e de regiões urbanas, períodos de extremo calor, insegurança hídrica e alimentar (particularmente das populações mais pobres), risco de perda de ecossistemas, biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (IPCC, 2014). Dentre os riscos futuros já previstos para as regiões da América Central e do Sul estão: a redução da disponibilidade hídrica, o aumento de inundações e avalanches, redução da qualidade e da produção de alimentos, aumento da incidência de doenças transmitidas por insetos vetores, e outros.

Dada a sua finalidade estritamente científica e a estrutura diversa, posto que reúne cientistas e estudos de alta confiabilidade de diversas partes do mundo, os relatórios do IPCC se constituem a maior base de informações científicas sobre as mudanças climáticas. O nível de aceitação, a abrangência e a responsabilidade com os quais seu trabalho é desenvolvido torna difícil ignorá-lo ou considerar equivocada a constatação do aquecimento global e da influência antrópica sobre o mesmo.

Em relação às cidades brasileiras, o relatório especial Mudanças Climáticas e Cidades, publicado pelo Painel Brasileiro de Mudanças climáticas em 2016, menciona ainda como vulnerabilidades a perda de ecossistemas e serviços ecossistêmicos, o conforto térmico e a possibilidade de comprometimento dos serviços de saneamento e da infraestrutura urbana de modo geral (PBMC, 2016).

Um dos primeiros compromissos estabelecidos para os países membros do acordo da Convenção-Quadro assinado na Rio-92 diz respeito ao desenvolvimento, atualização e publicação de seus inventários nacionais de emissões antropogênicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (tratado de 1987 que banuiu o uso de gases

prejudiciais à camada de ozônio), com metodologia a ser acordada na Conferência das Partes (COP). A COP é o corpo da UNFCCC, através do qual os países signatários da convenção se reúnem, anualmente, para avaliar e garantir a implementação do acordo feito em 92 (ONU, 1992). A primeira Conferência das Partes foi realizada em Berlim, em 1995.

Outros compromissos acordados em 92 foram: a implementação de medidas mitigatórias das emissões de GEE, de forma obrigatória para os países desenvolvidos e de forma voluntária para os países em desenvolvimento signatários do acordo; promoção da administração sustentável e conservação dos reservatórios e sumidouros de carbono, como florestas, oceanos e demais ecossistemas; observação e geração de informações climáticas para a compreensão, redução ou eliminação das incertezas relacionadas às causas e efeitos das mudanças, suas consequências econômicas e sociais; dentre outros (ONU, 1992).

Entretanto, para estimular mais ativamente a redução das emissões de GEE, foi criado o Protocolo de Kyoto (na COP 3, em 1997) o qual estabeleceu metas bem definidas para os países desenvolvidos (países do Anexo I da Convenção-Quadro). A principal delas tratava da obrigatoriedade de reduzir, em média, 5% de suas emissões, em relação ao ano de 1990, com prazo para cumprir a meta até 2012. Isto acelerou o processo de elaboração dos inventários nacionais de GEE. As atividades que estavam no foco da redução de emissões eram as do setor energético e de mudança no uso da terra e florestas (SANTILLI *et al.*, 2002). A assinatura de Kyoto, com implementação prevista para 2005, impulsionou a movimentação dos países desenvolvidos na busca e no aprimoramento de tecnologias de baixa emissão de carbono (VIOLA, 2002).

Para mais detalhes, o artigo de Marcio Santilli e colaboradores, publicado no livro *Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós Rio-92*, discorre sobre os caminhos iniciais da discussão climática global e o papel ativo do Brasil, especialmente na negociação do protocolo de Kyoto.

Piketty e Chancel (2015), no relatório *Carbon and Inequality: from Kyoto to Paris*, constataram que as emissões globais de CO<sub>2</sub> e as desigualdades entre as emissões individuais reduziram desde o Protocolo de Kyoto, e justificam em função do aumento dos indivíduos de rendas alta e média nos países em desenvolvimento, bem como da estagnação de renda da maioria da população das economias industrializadas. Ainda assim, as emissões de CO<sub>2</sub> continuam bastante concentradas, de modo que apenas

10% dos emissores contribuem com 45% das emissões globais, sendo que um terço deles estão localizados em países emergentes (PIKETTY E CHANCEL, 2015).

O Brasil, embora sem obrigatoriedade estabelecida pela convenção, foi o primeiro país a assinar a UNFCCC, em 1992. Este fato, aliado à realização da convenção no Rio de Janeiro, foi o ponto de partida para que o país se inserisse no contexto global para o enfrentamento das mudanças do clima, incentivando algumas ações listadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Algumas iniciativas do Brasil para contribuir com o enfrentamento às mudanças climáticas

Ano	Ação
1992	Assinatura da Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima (UNFCCC)
2000	Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)
2004	Comunicação Inicial Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
2007	Instituído Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (Decreto nº6263, de 21 de novembro de 2007) para coordenar as ações do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.
2007	Publicada a norma ABNT NBR ISO 14064: 2007 – Gases de efeito estufa (GEE), versão brasileira da <i>ISO 14064 – Greenhouses gases</i> (ver item 2.6).
2008	Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.
2009	Política Nacional Sobre Mudança do Clima ( <u>Lei nº 12.187, de dezembro de 2009</u> )
2009	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC).
2010	2ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
2010	Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010: regulamenta os artigos 6º, 11 e 12 da Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências.
2015	Atualização do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.
2015	Publicação do estudo Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima
2015	INDC ( <i>Intended Nationally Determined Contribution</i> ) submetida à COP 21 - Paris assumindo a redução de 37% das emissões de GEE até 2025.
2016	Ratificação do Acordo de Paris.

Fonte: Elaboração própria.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009, havia estabelecido o compromisso nacional voluntário de adoção de

ações de mitigação para alcançar redução de 36,1% a 38,9% nas suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), em relação às emissões projetadas até 2020. O Decreto nº 7.390 (2010) define as estimativas e projeções anuais das emissões do Brasil. As emissões são indicadas através do relatório de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, o qual é gerado pelo MCTI – Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – anualmente a partir de 2012.

Em 2009 foi criado o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, fruto da PNMC, com o objetivo de reunir evidências sobre as mudanças climáticas, seus impactos, formas de adaptação e mitigação no Brasil, nos moldes do IPCC. Em 2014, foi publicado seu Primeiro Relatório de Avaliação Nacional, que aponta impactos do aquecimento global em todos os biomas e regiões brasileiras. (PBMC, 2014).

Em 2015 o Brasil apresentou à UNFCCC sua intenção de contribuição nacional ou *iNDC-Intended Nationally Determined Contribution* (Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada) para o novo acordo pretendido na COP 21. Nela, se propõe a reduzir em 37% suas emissões até 2025, com indicação de redução subsequente de 43% até 2030 – ambas em relação ao ano base de 2005 (BRASIL, 2015). No mesmo documento, o país expõe seu interesse pela incorporação de uma matriz energética renovável e em contribuir para a descarbonização da economia global. O Acordo de Paris foi ratificado em 2016, de modo que a *iNDC* passou a ser *NDC-Nationally Determined Contribution* (Contribuição Nacionalmente Determinada).

## **2.2 O inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**

A palavra inventário deriva do latim *inventarium* que significa “levantamento minucioso dos elementos de um todo” (HOUAISS, 2009). Inventariar gases de efeito estufa, portanto, significa mensurar as emissões de GEE e esta ação tem um propósito que amplia o papel do instrumento.

O inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) surge com a finalidade de comunicação e acompanhamento de emissões de GEE dos membros da Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima (UNFCCC), a qual propõe aos países a elaboração de:

Inventários de emissões antropogênicas por fontes e sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, para a extensão em

que a sua capacidade permitir, utilizando-se metodologias comparáveis a serem acordadas na Conferência das Partes. (ONU, 1992, p.23, tradução nossa).

Para possibilitar que os países pudessem fazer as suas comunicações nacionais à UNFCCC, cumprindo acordo assinado, o IPCC desenvolve uma metodologia para inventariar emissões antrópicas de GEE: *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. O documento foi publicado inicialmente em 1994, revisado em 1996 e 2006, e sistematiza a contabilização de emissões e remoções de gases de efeito estufa em território nacional e regiões offshore sob jurisdição de um país (IPCC, 1996).

Em 1998, o Protocolo de Kyoto estimulou a implementação dos inventários ao determinar que os países do Anexo I pusessem em vigor, até um ano antes do início da vigência do acordo, um sistema para estimar suas emissões. Estabelece também, dentre outras medidas, que todos os membros desenvolvam programas nacionais, e até mesmo regionais, para aumentar a qualidade dos fatores nacionais de emissão e das informações necessárias para preparar e atualizar seus inventários, de modo que eles reflitam suas condições socioeconômicas. As emissões devem ser estimadas através das metodologias aceitas pelo IPCC, assim como os potenciais de aquecimento global dos gases considerados. São definidos os seguintes gases de efeito estufa a serem inventariados (ONU, 1998): dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>).

O inventário de GEE é sintetizado na forma de um relatório que inclui tabelas com dados de todos os gases relevantes, categorias e anos e parte escrita que documenta metodologias e dados utilizados para realizar as estimativas (IPCC, 2006). Podem ser classificados em três tipos: nacionais, corporativos e locais. Os inventários corporativos contabilizam emissões de empresas, e os inventários locais correspondem às emissões de divisões subnacionais, como cidades e estados.

Segundo Wilbanks e Kates (1999) as mudanças globais convergem nas localidades, sejam elas mudanças no clima, na economia, nas instituições, ou na cultura. Há um interesse crescente em compreender as contribuições locais para a mudança global do clima, visto que as inter-relações entre as diferentes escalas são importantes e influenciam a forma como o mundo funciona (WILBANKS E KATES,1999). A elaboração de inventários locais é um dos fatores que amplia o propósito inicial do inventário de GEE, que passa a ir além de comunicar emissões nacionais à ONU.

## 2.3 Inventários locais: por que inventariar cidades?

Diversos autores destacam a importância da dimensão urbana no enfrentamento das mudanças climáticas. Hoornweg, Sugar e Gomez (2011), por exemplo, trazem as cidades como principal foco e justificam pela sua maior facilidade em dialogar umas com as outras quando comparadas a níveis superiores de governo:

Por natureza, enquanto governos nacionais lidam com questões geopolíticas mais insociáveis, as cidades muitas vezes se mostram mais capazes de cooperar umas com as outras do que seus países-nação. As cidades frequentemente expressam as aspirações dos seus cidadãos de forma mais sucinta e rápida do que os níveis governamentais mais altos e, quando estas vozes em ascensão são bem articuladas, seu impacto global é considerável. (HOORNWEG, SUGAR E GOMEZ, 2011, p. 11, tradução nossa).

Em termos de impacto ecológico, Shepherd e colaboradores afirmam, em artigo de 2013, que a urbanização é uma das mais significativas e duradouras formas de transformação do solo, embora em extensão corresponda a uma menor parcela da ocupação global. Com relação especificamente aos impactos climáticos, a contribuição urbana se manifesta através das seguintes alterações no meio físico: redução da cobertura vegetal e, conseqüentemente, da fotossíntese e evapotranspiração; redução da infiltração do solo, impactando o abastecimento dos lençóis freáticos; modificação da rugosidade da superfície e, portanto, dos fluxos turbulentos de água e energia que alteram o clima (SHEPHERD *et al.*, 2013).

Outro estudo publicado em 2015 por diversos pesquisadores, incluindo alguns da NASA, analisa o impacto da urbanização sobre o clima nos Estados Unidos e observa que a vegetação é um fator condicionante da temperatura das cidades, com diferenças de até 3°C entre as temperaturas das regiões com mais ou menos vegetação (BOUNOUA *et al.*, 2015). É importante ressaltar que a vegetação terrestre é um dos principais sumidouros naturais de CO<sub>2</sub> do qual a humanidade pode dispor. E, embora não se possa comparar ao aporte de uma floresta como a Amazônica, a cobertura vegetal urbana tem sua parcela de contribuição para a redução da poluição provocada pelas emissões de GEE locais.

Segundo dados do relatório *World Urbanization Prospects* – do departamento de Economia e Assuntos Sociais da ONU – publicado em 2014, a tendência a rápida formação de centros urbanos aumenta os desafios para o desenvolvimento sustentável. Os dados desse documento revelam que 54% da população mundial reside em áreas urbanas, com previsão de aumento para 66% em 2050. Foi no ano



2007 que a população urbana ultrapassou a rural pela primeira vez na história. As regiões mais urbanizadas são a América do Norte (82%), América Latina e Caribe (80%), e Europa (73%). Desde 1950 as regiões urbanas dos países de rendas média e baixa começam a crescer e hoje, África e a Ásia são os continentes que apresentam as maiores taxas de urbanização (ONU, 2014). No mesmo relatório, o Brasil ocupa a quarta posição entre os países com maior população urbana, ficando atrás dos Estados Unidos, Índia e China, respectivamente. Em relação às cidades, três brasileiras fazem parte do ranking das 71 maiores cidades do mundo: São Paulo ocupa a 5ª posição, Rio de Janeiro a 17ª, e Belo Horizonte a 59ª (ONU, 2014).

Aproximadamente 84% (IBGE, 2010) da população brasileira é urbana. Segundo Milton Santos, a inversão do lugar de residência da população brasileira ocorre entre 1940 e 1980, e há uma tendência à urbanização ainda maior. A configuração territorial atual é consequência do rápido desenvolvimento dos sistemas de transporte, telecomunicações e de produção de energia. Em 1980, o Sudeste se configura como a região mais urbanizada (82,79%) e o Nordeste a menos urbanizada (50,44%), enquanto a taxa de urbanização nacional era de 65,57% (SANTOS, 2008). O autor ressalta ainda que todas as cidades brasileiras apresentam problemáticas parecidas, variando apenas em grau e intensidade, e quanto maior a aglomeração, maior sua diversidade social da cidade, mais diferenciadas são as atividades e estruturas de classe.

Marcotullio *et al.* (2013) analisam as emissões de GEE em cidades de 40 países europeus com relação a fatores socioeconômicos, perfil urbano e fatores biofísicos. Os resultados mostram que os fatores de maior influência nas emissões europeias são o tamanho populacional, a densidade, e o bem estar; e que entre 44,8% e 55,0% são provenientes das áreas urbanas (MARCOTULLIO *et al.*, 2013). Este estudo encontrou relações acima da média entre o tamanho populacional e as emissões de GEE.

Em relação aos desdobramentos políticos para lidar com as emissões, o artigo de Barbi e Ferreira publicado em 2016, analisa o desenvolvimento e implementação de políticas públicas subnacionais para a mitigação de GEE e adaptação aos riscos climáticos no Brasil. Seis cidades brasileiras possuem Políticas Municipais sobre Mudanças Climáticas (PMMC) com objetivos bem definidos. As políticas de Belo Horizonte, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo são apontadas como mais robustas,

visto que apresentam ações tanto de mitigação quanto de adaptação e objetivos concretos para a redução das emissões. A de Recife, por exemplo, estabeleceu redução de 14,9% em 2017 e 20,8% em 2020, em relação as emissões de 2002. Já a PMMC da cidade do Rio de Janeiro determinou a redução progressiva das emissões de até 8% em 2012, 16% em 2016 e 20% em 2020; em relação às emissões do ano de 2005 (BARBI E FERREIRA, 2016). São Paulo estabeleceu a redução de 30% de suas emissões até 2012, com base em 2005. O Quadro 2 resume as principais características das políticas municipais sobre mudanças climáticas no Brasil:

Quadro 2: Principais características das políticas climáticas das cidades brasileiras

Cidade	Ano de aprovação	Objetivos/ metas de redução	Estratégias de adaptação	Participação dos stakeholders no processo de elaboração	Implementação de política multisetorial	Participação de coalizões climáticas
<b>Belo Horizonte</b>	2011	30% até 2015	X	X	X	X
<b>Feira de Santana</b>	2011	não definidos	-	-	-	-
<b>Palmas</b>	2003	não definidos	-	-	-	X
<b>Recife</b>	2014	14,9% em 2017 20,8% em 2020 (base 2012)	X	X	X	X
<b>Rio de Janeiro</b>	2011	8% em 2012 16% em 2016 205 em 2020 (base 2005)	X	X	X	X
<b>São Paulo</b>	2009	30% até 2012 (base 2005)	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de Barbi e Ferreira (2015).

As autoras reforçam a importância das coalizões de cidades na aproximação do meio urbano com a questão climática, observa-se que quase todas as cidades acima pertencem a uma coalizão. Em relação ao processo participativo da política, não está definido que grupos foram considerados stakeholders, em se tratando de política climática urbana.

O trabalho de Barbi e Ferreira mostra que as iniciativas subnacionais são isoladas do contexto nacional e nem todas incluem aspectos de mitigação e adaptação; conclui que as dimensões política e social das mudanças climáticas são importantes, dada a complexidade das relações entre o conhecimento, as recomendações políticas e as mudanças nos padrões de desenvolvimento vigentes (BARBI E FERREIRA, 2016).

D'Avignon *et al.* (2009) trazem a concepção do inventário enquanto instrumento de política pública, a partir da observação de que as ações de mitigação das emissões de GEE podem e devem ser aplicadas de modo a contribuir para a redução de outros problemas locais, como o da redução da poluição atmosférica, que traz impactos na saúde. Este tipo de abordagem é ainda mais interessante do ponto de vista dos países em desenvolvimento, cujas questões referentes ao aquecimento global ainda tem pouco destaque na agenda política, podendo ser um caminho para a aceitação social e popularização de ações de mitigação de GEE nos países onde elas são vistas como barreiras para o crescimento econômico.

O crescimento da urbanização traz aumento do consumo e da demanda por atividades emissoras de gases de efeito estufa. Kennedy *et al.* (2012) consideram que a maioria das emissões antrópicas de GEE podem ser atribuídas às atividades de produção e consumo urbanas. Outros autores (DODMAN, 2009; HOORNWEG *et al.*, 2011) encontram dados que mostram que a maior parte das emissões não ocorre necessariamente nas cidades, as quais tem suas emissões per capita menores que as dos países onde estão alocadas. Hoornweg *et al.* ainda definem as cidades como o sistema mais complexo criado pela humanidade, lembrando que algumas emissões como as provenientes da geração de eletricidade, da agricultura, embora atendam demandas urbanas, podem ocorrer fora dos limites das cidades, o que significa que elas não são entidades isoladas e seus impactos vão além dos seus limites legislativos. Dodman, no mesmo artigo de 2009, afirma que ainda há poucos estudos comparativos que permitam uma conclusão fundamentada sobre a parcela de responsabilidade das cidades e que esta discussão apenas desvia a atenção do principal causador das emissões de GEE: o consumo insustentável, principalmente dos países de maior renda. Ele conclui ainda que urbanização não deve, necessariamente, implicar em altos níveis de emissão de gases de efeito estufa, desde que tenhamos cidades bem planejadas e administradas.

Embora governos subnacionais desempenhem papel importante no direcionamento do consumo urbano, de transporte, energia, uso da terra, construção, Marcotullio *et al.* (2013) lembram que alguns setores são dependentes de decisões na esfera nacional ou estadual, como é o caso das decisões relacionadas ao consumo e geração de energia e ressaltam a importância de se conhecer melhor as emissões

para melhor embasar as ações a serem tomadas, também em escalas regional e global.

Esta discussão mostra a importância dos inventários locais para a melhor identificação das fontes de emissão de GEE, não como forma de isolar a cidade, mas para compreender tanto a influência das suas emissões no contexto global quanto a projeção dos impactos globais no contexto local. O foco em uma única escala geográfica limita a compreensão de causa e efeito que está relacionada a processos que ocorrem em outras escalas, em função das complexas relações entre os processos ambientais, sociais e econômicos (WILBANKS E KATES, 1999).

Wilbanks e Kates, no mesmo artigo de 1999, sugerem que uma das formas de preencher as lacunas relacionadas às diferentes escalas de abordagem é promover o encontro das informações locais e globais, colocando as observações locais em uma estrutura que dialogue com a forma atual das pesquisas globais. Isto pode ser aplicado na elaboração dos inventários de GEE, por exemplo.

Mesmo com as dificuldades encontradas para inventariar GEE nas cidades e analisar as emissões contabilizadas, Kennedy *et al.* (2012) apontam reduções de emissão como consequência das medidas mitigatórias que já vem sendo tomadas. Isto não reduz a importância dos inventários, ao contrário, aumenta a sua demanda para que seja possível fazer o monitoramento e elevar o potencial de redução das emissões a partir do aumento do conhecimento da sua dinâmica.

Pensando nestas questões relacionadas às atribuições das diferentes escalas do poder público, Dubeaux, na sua tese publicada em 2007 – intitulada “Mitigação de emissões de gases de efeito estufa por municípios brasileiros: metodologias para elaboração de inventários setoriais e cenários de emissões como instrumentos de planejamento” –, indica os setores onde há a capacidade de interferência municipal no Brasil, com implementação de projetos de mitigação e/ou regulação das fontes de emissão (DUBEAUX, 2007). Este trabalho é sintetizado no Quadro 3 abaixo, onde, uma descrição de cada medida listada é apresentada.

Quadro 3: Principais Medidas Adotadas pelas Prefeituras Municipais Visando Projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Medida para Redução de Emissões de GEE	Aplicação Proposta								
	Frota Particular	Frota Cativa Própria ou Terceirizada para Uso da Prefeitura e Frotas Cativas Privadas	Ruas e Logradouros	Prédios Públicos (escritórios, oficinas, escolas, hospitais, etc.)	Sistemas de Tratamento de RSU e Esgotos Sanitários	Indústria / Agroindústria	Comércio	Residências	Injeção na Rede de Energia Elétrica
<b>A) Substituição de Combustíveis Convencionais (por energia de fonte renovável ou por combustíveis fósseis com menor teor de carbono)</b>									
Uso de metano produzido em estação de tratamento de esgoto ou em aterro sanitário		D / P / I		D		P	P	P	
Uso de biodiesel produzido a partir de gordura obtida em estações de tratamento de esgotos		D / P / I		D		P			
Uso de biodiesel de óleos vegetais virgens ou de animais e vegetais usados (provenientes de restaurantes e indústrias alimentícias)		D / P / I		D		P			
Uso de álcool		D / P							
Uso de combustíveis fósseis com menor conteúdo de carbono		D / P							
Uso de energia elétrica		D / P							
Uso de energia solar				D					
<b>B) Substituição de Energia Elétrica Convencional (por energia de fonte renovável)</b>									
Utilização de energia elétrica proveniente de painéis solares			D	D	D	I	I	I	
Utilização de energia elétrica proveniente de geradores a biogás e a biodiesel				D	D / P	P	P	P	
Utilização de energia elétrica produzida com RSUs			D	D	D	P	P	P	P
<b>C) Aumento da Eficiência no Uso da Energia</b>									
Uso de Veículos Híbridos		P / I							
Aperfeiçoamento de sistemas de controle de trânsito (controle de velocidade de veículos, sincronização de sinais de trânsito, etc.)			D						
Implantação de Programa de Inspeção e Manutenção Veicular (veículos leves – carros e motos - e pesados – ônibus e caminhões)	I								
Mudança de trajetos com vistas a encurtamento de distâncias e desafogamento de tráfego			D						
Otimização de itinerários		D / P							
Construção (ou ampliação) de ciclovias para substituição de modais movidos a combustíveis emissores			D						
Uso de materiais de construção e equipamentos de iluminação de acordo com critérios de eficiência energética (menos carbono intensivos)			D	D		I	I	I	
Uso de lâmpadas e luminárias de grande eficiência luminosa			D	D		I	I	I	
Uso de sistemas de refrigeração mais eficientes ou de sistemas de refrigeração natural			D	D		I	I	I	
Promoção da reciclagem						I			
Planejamento do Uso do Solo									
Reciclagem de RSU e matérias-primas e refugos									
<b>D) Seqüestro de Carbono</b>									
Reflorestamento de Áreas Degradadas			D			I			
<b>E) Eliminação de Biogás (existente ou potencial)</b>									
Queima de metano*					D / P				
Secagem de lixo					D / P				

**Legenda:**

D = medidas tomadas diretamente pela administração, nos próprios municipais.

P = medidas tomadas em parceria com a iniciativa privada ou instituições públicas de outras esferas de governo

I = medidas tomadas por intermédio de incentivos fiscais, de normas e regulamentações (inclusive paisagísticas e de construção civil)

\* Somente quando não viável para produção de energia tendo em vista a necessidade de observar o preceito do desenvolvimento sustentável

Fonte: DUBAUX (2007).

Partindo do pressuposto de que a atualização dos inventários por si só não permite avaliar apropriadamente como as políticas municipais estão caminhando para o alcance das metas de mitigação, Carloni, em sua tese publicada em 2012, intitulada “Gestão do Inventário e do Monitoramento de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Cidades: O Caso do Rio de Janeiro” propõe que, além da atualização dos inventários, haja o monitoramento das ações de mitigação.

D’ Avignon e colaboradores (2009) esclarecem que um inventário bem estruturado é útil para diversos propósitos, desde o gerenciamento de riscos até a identificação e oportunidades de redução de emissões, além de encorajar programas voluntários e aprimorar regulamentações, participação em mercado de carbono, antecipação de medidas, e também podem contribuir para o alcance das metas nacionais. (D’AVIGNON et. al., 2009)

Em artigo publicado em 2016, Sovacool e Kahn, testam a eficácia dos inventários de GEE voluntários urbanos dispostos na plataforma *Carbon-n*, e discutem a relação entre os compromissos assumidos e a redução das emissões. O resultado encontrado confirma que os compromissos assumidos pelas cidades não se traduzem necessariamente em redução das emissões. Além disto, o estudo mostra que houve uma aceleração das reduções de emissões urbanas desde a assinatura do protocolo de Kyoto em 2007, o que pode indicar a influência dos compromissos nacionais na escala subnacional. Uma das dificuldades apontadas pelo estudo foi a pouca consistência da análise comparativa das emissões, em função da variação na forma de reporte dos inventários das cidades, especialmente em relação à desagregação e contabilização dos setores inventariados (SOVACOOOL E KAHN, 2016). Isto mostra a importância da qualidade e da consistência metodológica para que os inventários possam ser utilizados como ferramenta que amplie conhecimento sobre as cidades e suas emissões.

## **2.4 Metodologias para inventariar GEE municipais, desafios e comparabilidade**

Executar ações para a redução de emissão de GEE requer dos governos locais um bom conhecimento das suas fontes de emissão e potenciais de redução, sendo necessárias, portanto, ferramentas apropriadas para inventariar (BADER E

BLEISCHWITZ, 2009). A metodologia descrita no *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* é um marco na elaboração dos inventários de gases de efeito estufa. Foi desenvolvida para possibilitar o cumprimento de um dos objetivos estabelecidos na Conferência-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC) pelos os países signatários: a elaboração e atualização periódica dos inventários nacionais (IPCC, 1996). Embora tenha sido pensado para emissões nacionais, o método também passou a ser utilizado para quantificar emissões locais.

Após a publicação do guia IPCC, diversas outras metodologias foram desenvolvidas com o intuito atender às necessidades de outras estruturas organizacionais, de empresas, estados e cidades (BADER e BLEISCHWITZ, 2009; HOORNWEG *et al.*, 2011; KENNEDY *et al.*, 2012).

No caso das cidades, a ausência de um padrão globalmente determinado para a elaboração de inventários urbanos – como é o Guia IPCC para inventários nacionais – fez com que as cidades desenvolvessem seus próprios métodos (CROCI *et al.* 2011). Se, por um lado, os esforços na tentativa de se obter metodologias cada vez mais adequadas às particularidades de cada espaço urbano ampliam o conhecimento e a qualidade das informações, por outro, dificultam a sua comparabilidade.

Este tem sido um dos grandes desafios da elaboração de inventários. Bader e Bleischwitz, no artigo publicado em 2009, discorrem sobre o desafio da comparabilidade na medição das emissões urbanas, e constataam que as metodologias são desenvolvidas como iniciativas isoladas, sem conhecimento das outras, e a maior parte delas é recente. Muitas são baseadas no método IPCC, mas não se alinham completamente, diferindo quanto aos tipos de gases inventariados, às categorias e os fatores de emissão considerados. O estudo de Bader e Bleischwitz traz uma análise geral de diferentes metodologias, identificando variáveis críticas que definem a sua comparabilidade.

O Quadro 4 a seguir exhibe os critérios de análise utilizados para avaliar as metodologias escolhidas e os princípios (definidos pelo IPCC) afetados pela sua variação:

Quadro 4: Visão geral das variáveis críticas

Variável	Princípio afetado pela sua variação
Gases inventariados	Compleitude, comparabilidade, consistência
Potencial global de aquecimento (GWP)	Comparabilidade, consistência, precisão
Fronteira do inventário	Compleitude, consistência, comparabilidade
Escopo das medições (emissões diretas, indiretas, análise de ciclo de vida)	Compleitude, consistência, comparabilidade
Setores inventariados	Compleitude, consistência, comparabilidade, precisão
Cálculo das emissões (dados locais/bottom-up ou dados padrão/top-down)	Precisão
Guia de elaboração	Transparência
Função/usabilidade	Comparabilidade

Fonte: BADER E BLEICHWITZ (2009).

É interessante observar que a maior parte das variáveis tem impacto na comparabilidade. Os autores concluem que as metodologias analisadas não são comparáveis, visto que não são igualmente completas e consistentes ou possuem informações com níveis de confiabilidade diferentes (BADER E BLEISCHWITZ, 2009).

Como exemplo, para avaliar inventários de seis cidades – Berlin, Boston, Grande Área de Toronto, Londres, Nova York e Seattle –, Kennedy *et al.* transpuseram os inventários para uma única metodologia (*UNEP, UN-Habitat, World Bank*) e observam dificuldades no reporte. Algumas cidades não incluem as emissões da aviação, outras contabilizam apenas os vôos domésticos e outras incluem apenas o combustível utilizado em equipamentos. Apenas três das seis cidades contabilizam emissões de processos industriais, por ausência de atividade industrial ou por falta de dados. Com relação aos resíduos, há as que reportam apenas emissões de aterros fechados localizados dentro dos limites das cidades, excluindo o resíduo exportado, outras desconsideram o resíduo industrial, umas não contabilizam os descartes residenciais, e há ainda as que nem contabilizam as emissões deste setor (KENNEDY *et al.*, 2012).

Para além da comparabilidade, segundo Dodman (2009), analisar emissões em escala urbana gera uma série de problemas logísticos, como lacunas de informação, informações diferentes para diferentes escalas, alterações nos limites políticos.

Croci *et al.* (2011) colocam a disponibilidade de dados como um fator crítico para a elaboração dos inventários urbanos. Outra questão importante na elaboração dos



inventários de GEE é a delimitação da fronteira do inventário. As emissões podem ser contabilizadas utilizando-se o princípio do território (fronteira geográfica), onde os gases são atribuídos aos locais de emissão, ou utilizando-se o princípio da atividade (ou da responsabilidade), onde os GEE's são atribuídos ao local que induz a produção, mesmo que a emissões ocorram em outra região. Isto inclui, por exemplo, as emissões provenientes do consumo.

Emissões embutidas nos produtos e serviços, por exemplo, são incomuns de serem contabilizadas, em função da complexidade metodológica e ausência de dados. Entretanto, há alguns inventários, como o de Paris, que consideram as emissões associadas ao consumo de alimentos, ao setor de construção civil e ao transporte de mercadorias. (CROCI *et al.*, 2011).

Para Dodman (2009), uma metodologia baseada no princípio do território, falha na identificação das áreas onde as intervenções são necessárias para reduzir as emissões. Estes são fatores que comprometem a utilidade do instrumento.

Por sua vez, KENNEDY e colaboradores (2012) ao invés de comparar inventários, comparam as metodologias para analisar o seu impacto no resultado das emissões. Diferentes métodos são aplicados para inventariar três cidades e são também analisados em relação a seis critérios: limite do inventário e atribuição das emissões, setores incluídos, método de cálculo, precisão dos dados, forma de reporte, tratamento das emissões do ciclo de vida (baseadas no consumo). São encontrados valores até quatro vezes maiores entre uma metodologia e outra. Os autores mencionam também que os inventários de cidades, além das questões relacionadas à disponibilidade de dados e nível de complexidade dos fatores de emissão, envolvem questões subjetivas relacionadas a quais construções e serviços incluir, quais processos industriais e práticas agrícolas considerar, ou até onde vai o limite do inventário. Acrescentam ainda que as incertezas advindas dessas subjetividades são inevitáveis, entretanto produzem resultados significativos se tomadas medidas conservativas (KENNEDY *et al.*, 2012). O artigo conclui com as seguintes recomendações:

Quadro 5: Recomendações para as cidades em relação à elaboração de inventários urbanos.

1.	As cidades devem distinguir claramente as emissões diretas (que ocorrem dentro da fronteira), das indiretas. Uma forma de fazer isto é utilizando o método de divisão por escopos. O entendimento da diferenciação entre os escopos deve ser garantido.
2.	É aconselhável iniciar com um reporte mais completo das emissões diretas e provenientes da produção (extração, processamento e transporte) de combustíveis fósseis (“upstream emissions”), mesmo que apenas com caráter informativo.
3.	As cidades deveriam sempre reportar os dados de atividade (por exemplo, o consumo de energia) e os fatores de emissão nos inventários. Além de ajudar na verificação e na confiabilidade do inventário, estes dados promovem compreensão crítica requerida para o planejamento de ações mitigatórias. Inventários sem dados de atividade e fatores de emissão carecem de informações chave.
4.	Inventários frequentemente incluem dados com vários graus de confiabilidade. As cidades são aconselhadas a desenvolver formas de expressar a qualidade dos dados. O que pode ser através de um simples código de cores ou através do método sugerido pelo IPCC. O reporte regular das emissões, ideal anualmente, facilita o aperfeiçoamento contínuo da qualidade dos dados.
5.	Indicar quem conduziu o inventário (gestores, consultores, pesquisadores acadêmicos) e indicar as fontes de emissão incluídas (exemplo: emissões aéreas e hidroviárias).
6.	Definir claramente a fronteira espacial, haja vista as diferenças entre centros urbanos e regiões metropolitanas, por exemplo, no transporte per capita, no setor AFOLU, nos processos industriais e outras emissões.
7.	Tomar precauções para evitar dupla contagem e utilizar terminologias e fatores de emissão consistentes com os inventários nacionais IPCC.
8.	Facilitar o reporte local ou metropolitano para maximizar oportunidades de mitigação e financiamento potenciais.
9.	Garantir a consistência com inventários estaduais e nacionais de modo a facilitar a agregação de valores.

Fonte: KENNEDY *et al.* (2012). Tradução nossa.

No Brasil, as principais metodologias utilizadas para reporte das emissões de GEE são o 2006 IPCC *Guidelines* e o *Global Protocol for Communities* – GPC.

## 2.5 Metodologia 2006 IPCC Guidelines

O *IPCC Guidelines* foi desenvolvido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para contabilizar emissões nacionais, conforme já mencionado no item 2.1. A sua última versão foi publicada em 2006, mas conta com algumas revisões suplementares para setores específicos. O *2006 IPCC Guidelines* possui 5 volumes, sendo que o primeiro fornece uma visão geral da metodologia e os demais tratam do cálculo das emissões para os grandes setores definidos pelo método IPCC: Energia; Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU); Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (AFOLU); Resíduos. A metodologia IPCC é a maior e mais completa referência para a elaboração de inventários de GEE, fornecendo todas as informações

necessárias e detalhadas para a estimativa das emissões, guiando a escolha do método mais apropriado de cálculo, dos fatores de emissão, dos dados de atividade, tratando também da avaliação da incerteza das informações e do controle de qualidade e reporte do inventário.

De modo geral, as estimativas das emissões são realizadas multiplicando-se a informação da dimensão da atividade emissora (Dado de Atividade) pelo Fator de Emissão (FE) da atividade. O Fator de Emissão representa a quantidade de GEE emitida por unidade de produção da atividade emissora, e depende da tecnologia utilizada.

Após calculada, a emissão do GEE inventariado é convertida em emissão de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e), multiplicando-se pelo Potencial de Aquecimento Global (GWP), conforme expressão abaixo:

$$\text{Emissão de GEE} = \text{Dado da Atividade} \times \text{Fator de Emissão}$$

$$\text{Emissão CO}_2\text{e} = \text{Emissão de GEE} \times \text{GWP}$$

O GWP – *Global Warming Potential* representa o quanto um gás de efeito estufa é capaz de reter calor na atmosfera, em relação ao CO<sub>2</sub> (cujo GWP é igual a 1). De modo geral, são utilizados os valores de referência indicados pelo IPCC. Apesar de ser o padrão utilizado para a comparação de gases de efeito estufa, a utilização do GWP é contestada pelo Brasil nos inventários nacionais, segundo os quais o seu uso “ênfatisa a importância dos gases de efeito estufa com curtos períodos de permanência na atmosfera, como o metano”. (BRASIL, 2010).

Os dados de atividade podem ser coletados de acordo com as seguintes abordagens:

- Abordagem *top-down*: os dados são dimensionados proporcionalmente a partir das estatísticas nacionais.
- Abordagem *bottom-up*: os dados são locais, aumentando a precisão das informações.

Quanto aos Fatores de Emissão (FE), segundo o IPCC eles podem variar em nível de complexidade de acordo com as três categorias a seguir, denominadas *Tiers* (IPCC, 2006):

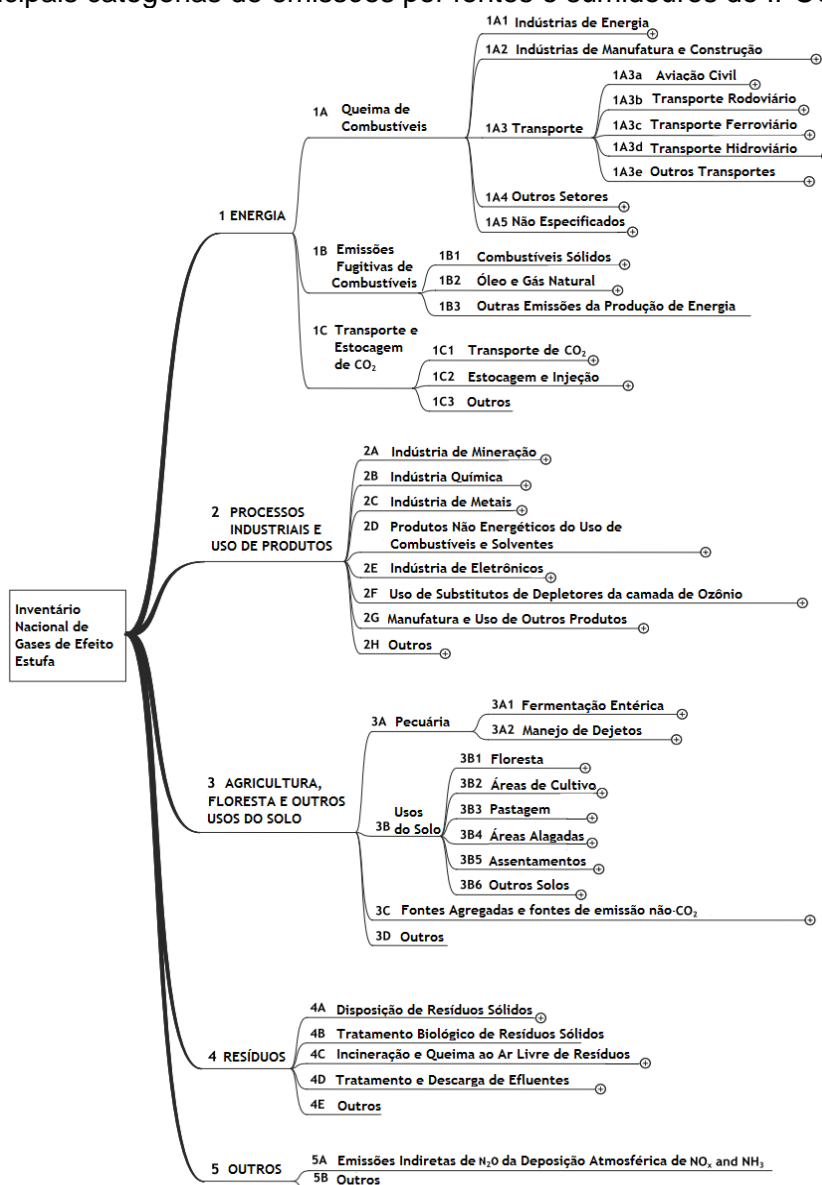
- O *Tier 1* indica um método de cálculo básico. Utiliza dados padrão: estatísticas nacionais ou internacionais combinadas com fatores de emissão padrão (*default*) e outros parâmetros adicionais gerais, aplicados a vários países.

- O *Tier 2* tem precisão intermediária. Utiliza fatores de emissão da atividade no território inventariado.
- O *Tier 3* indica um método de cálculo mais preciso. Considera informações específicas da tecnologia utilizada, como as condições de operação.

O IPCC mantém uma base de dados online de Fatores de Emissão padrão (*default*) para diversos setores de atividade.

Para a elaboração dos inventários, é proposto também o estabelecimento de um ano base, em relação ao qual as emissões dos anos subsequentes serão analisadas. A desagregação dos setores e subsetores a serem inventariados conforme IPCC é realizada conforme a figura abaixo:

Figura 1: Principais categorias de emissões por fontes e sumidouros do IPCC.



Fonte: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006). Tradução nossa.

## 2.6 Metodologia Global Protocol for Communities – GPC

O *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories* – GPC é uma ferramenta desenvolvida para o cálculo das emissões de GEE em cidades e quaisquer outros territórios subnacionais.

O GPC resulta do trabalho de especialistas de diversas organizações, governamentais e não governamentais, reunidos pelo WRI – *World Resources Institute*, C40 *Cities – Climate Leadership Group* e pelo ICLEI – *Local Governments for Sustainability*. O desenvolvimento da ferramenta teve início em São Paulo, em 2011, a partir da assinatura de Memorando de Entendimento entre o ICLEI e o C40 *Cities* (GPC, 2014). Uma versão piloto do protocolo foi lançada em 2012, tendo sido testada em algumas cidades, dentre elas Rio de Janeiro. Em seguida foi atualizada, e sua publicação final ocorreu em 2014.

Antes do desenvolvimento do GPC, o WRI em parceria com o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) havia lançado, em 2001, o *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*, metodologia desenvolvida para a elaboração de inventários corporativos; e em 2009 o ICLEI publicou o *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol* (IEAP), método para cálculo de emissões de GEE de governos locais. O Protocolo IEAP propõe que as emissões das atividades específicas do setor administrativo da cidade (governo) sejam contabilizadas separadas das emissões chamadas “da comunidade”.

Esta seção apresenta uma visão geral do método GPC. É importante ressaltar que o método GPC se diferencia do IPCC principalmente pela forma de reporte e pelo recorte das emissões. A metodologia de cálculo das emissões de GEE segue, de modo geral, diretrizes do IPCC.

A elaboração de qualquer inventário requer a definição da sua fronteira, que é o espaço que inclui as atividades cujas emissões serão contabilizadas. Para a metodologia GPC, este espaço pode ser tanto o limite administrativo do governo local, quanto uma região metropolitana ou qualquer outra região subnacional geograficamente identificável. O método prevê a contabilização das emissões que ocorrem dentro da fronteira estabelecida para o inventário e daquelas que ocorrem fora da fronteira, mas que são resultado das atividades internas à cidade.

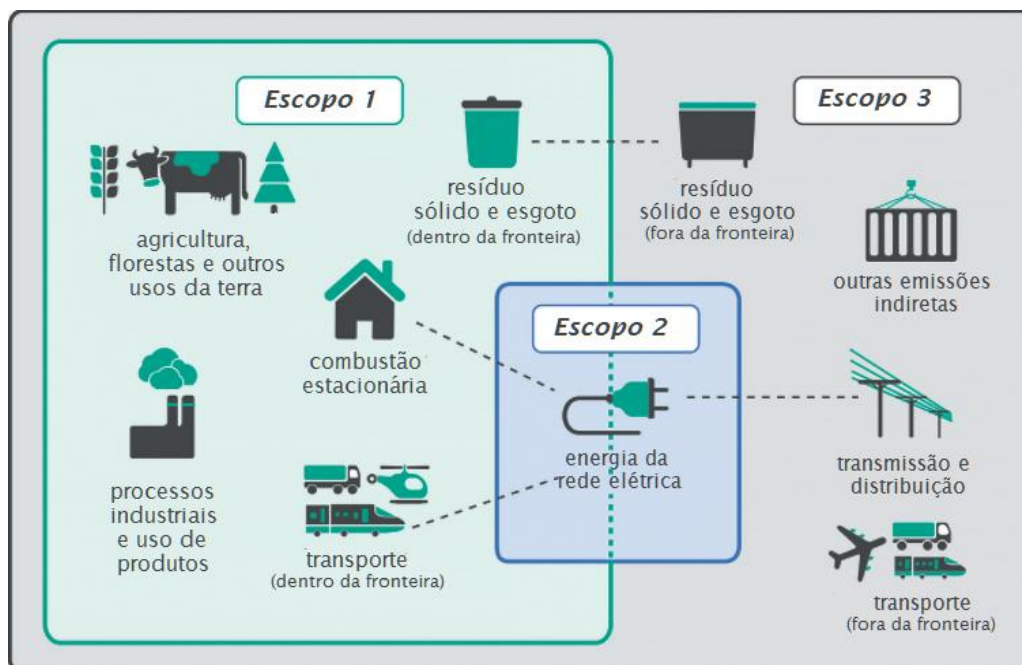
A metodologia GPC estabelece 5 grandes setores de atividade potencialmente emissores de GEE: Combustão Estacionária; Transporte; Resíduos; Agricultura, Floresta e Uso da terra; e Processos Industriais e Uso de Produtos. Estes setores ainda são desagregados em subsetores, de acordo com as atividades desenvolvidas em cada localidade.

O inventário deve agrupar as emissões através de abordagens distintas, porém complementares: emissões por escopo e emissões induzidas pela cidade.

- a) Emissões por escopo: esta abordagem distingue as emissões que ocorrem dentro da fronteira da cidade (escopo 1), das emissões que ocorrem fora da fronteira da cidade (escopo 3) e daquelas que são decorrentes do uso de energia elétrica abastecida por rede (escopo 2). Isto possibilita que inventários de diferentes cidades possam ser agregados mais facilmente, através do escopo 1, evitando-se a dupla contagem de emissões.

A figura abaixo mostra como se relacionam os escopos e os setores contabilizados em cada um deles:

Figura 2: Esquema da abordagem por escopos GPC



Fonte: GPC (2014). Tradução nossa.

- b) Emissões induzidas pela cidade: contabiliza as emissões das atividades de produção e consumo que ocorrem na cidade, incluindo algumas emissões que ocorrem fora do limite da cidade mas são decorrentes das atividades internas. A

dependem da relevância e da disponibilidade de dados, estas emissões podem ser consideradas em dois níveis:

**Nível BASIC:** Inclui emissões do escopo 1 para energia estacionária, transportes e resíduos; emissões do escopo 2 para energia estacionária e transportes; e emissões do escopo 3 para resíduos.

**Nível BASIC+:** Envolve dados e cálculos mais desafiadores, incluindo também as emissões de IPPU e AFOLU (escopo 1), bem como as emissões das perdas na distribuição da energia elétrica e do transporte interurbano (escopo 3).

A Tabela 1 abaixo, traduzida do relatório GPC, relaciona as atividades emissoras induzidas pela cidade, separadas por escopo.

Tabela 1: Desagregação por escopos GPC

Setores e Subsetores	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
<b>Energia Estacionária</b>			
Construções residenciais	✓	✓	✓
Construções residenciais e comerciais/ facilidades	✓	✓	✓
Indústrias de manufatura e construção	✓	✓	✓
Indústrias de energia	✓		
Agricultura, floresta e atividades de pesca	✓	✓	✓
Fontes não especificadas	✓	✓	✓
Emissões fugitivas da mineração, processamento, estocagem e transporte de carvão	✓		
Emissões fugitivas dos sistemas de óleo e gás natural	✓		
<b>Transporte</b>			
Transporte rodoviário	✓	✓	✓
Transporte ferroviário	✓	✓	✓
Transporte hidroviário	✓	✓	✓
Aviação	✓	✓	✓
Transporte off-road	✓		
<b>Resíduo</b>			
Disposição de resíduos sólidos gerado dentro da cidade	✓		✓
<i>Disposição de resíduos sólidos gerado fora da cidade</i>	✓		
Tratamento biológico do resíduo gerado dentro da cidade	✓		✓
<i>Tratamento biológico do resíduo gerado fora da cidade</i>	✓		
Incineração e queima a céu aberto do resíduo gerado dentro da cidade	✓		✓
<i>Incineração e queima a céu aberto do resíduo gerado fora da cidade</i>	✓		
Efluente líquido gerado dentro da cidade	✓		✓
<i>Efluente líquido gerado fora da cidade</i>	✓		
<b>Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU)</b>			
Processos Industriais	✓		
Uso de Produtos	✓		
<b>Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)</b>			
Pecuária	✓		
Agricultura	✓		
Fontes agregadas e fonte emissoras de não CO2	✓		
<b>Outros Escopo 3</b>			
Outros Escopo 3			

continua

continuação

Legenda:

- |  |  |
|--|--|
| ✓ Fontes incluídas pelo GPC                          | ● Fontes requeridas para o reporte do nível BASIC                    |
| ● + Fontes requeridas para o reporte do nível BASIC+ | ● Fontes não incluídas no reporte BASIC/BASIC+ ( <i>em itálico</i> ) |
| ● Fontes incluídas na categoria "Outros" do escopo 3 | ● Emissões não aplicáveis.   |

Fonte: GPC (2014). Tradução nossa.

As emissões devem também ser relatadas por gás inventariado. A metodologia GPC propõe que sejam inventariados os 7 gases relatados no Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e trifluoreto de nitrogênio (NF<sub>3</sub>).

Também é recomendado o reporte das emissões biogênicas separadamente. As emissões biogênicas correspondem às emissões da queima de biomassa, por exemplo, para a produção de biocombustíveis. Considera-se que estas emissões são compensadas pelo sequestro que ocorre no cultivo da biomassa. Já no método IPCC estas emissões não são contabilizadas, visto que já se considera que estejam incluídas nas emissões e remoções do setor Agricultura e Usos da Terra. No método, GPC elas são contabilizadas mas não são somadas ao total.

Por ser uma metodologia relativamente recente (a última versão do guia GPC é de 2014), há ainda poucos estudos sobre a elaboração de inventários com a metodologia GPC, principalmente no Brasil. Andrade e colaboradores, no artigo publicado em 2017 intitulado *Comparing Madrid and Salvador GHG emission inventories: implications for future researches*, comparam os resultados dos inventários de Salvador e Madrid, ambos construídos com o método GPC. Os autores encontram como resultado diferenças nas emissões do escopo 2, devido às diferenças nos fatores de emissão das fontes energéticas de cada país e aos perfis de consumo energético. São observadas também diferenças notáveis nas emissões do setor Transporte Aéreo, em função da grande movimentação do aeroporto de Madrid em relação ao de Salvador. São encontradas similaridades nas emissões do transporte terrestre, bem como nas emissões per capita, e de modo geral, apontam que as relações encontradas entre as emissões destas cidades corroboram com outros estudos (ANDRADE *et al.*, 2017).



## 2.7 Comparação GPC versus IPCC

Em relação às especificidades dos cálculos das emissões de GEE, o IPCC ainda é a maior referência mundial. O que a metodologia GPC propõe é uma forma de reporte das emissões que melhor se adequa à estrutura das cidades, reduzindo o risco de dupla contagem, e facilitando a atribuição da responsabilidade local sobre as emissões. De acordo com o guia GPC, a metodologia de reporte sugerida é compatível com o IPCC, o que pode ser observado na tabela comparativa abaixo:

Tabela 2: Comparativo da desagregação de setores das metodologias IPCC e GPC.

<b>Classificação IPCC</b>	<b>Classificação GPC (Escopo 1)</b>
<b>Energia</b>	<b>Energia Estacionária</b>
Residencial	Construções residenciais
Comercial/ institucional	Construções residenciais e comerciais
Indústrias de manufatura e construção	Indústrias de manufatura e construção
Indústria de energia	Indústrias de energia
Agricultura/floresta/pesca/fazendas de pesca	Agricultura, floresta e atividades de pesca
Atividades não especificadas	Fontes não especificadas
Emissões fugitivas de combustíveis sólidos	Emissões fugitivas da mineração,
Emissões fugitivas de óleo e gás natural	Emissões fugitivas dos sistemas de óleo e gás
	<b>Transporte</b>
Transporte rodoviário	Transporte rodoviário
Transporte ferroviário	Transporte ferroviário
Transporte hidroviário	Transporte hidroviário
Transporte aéreo civil	Aviação
Outros transportes	Transporte off-road
<b>Resíduos</b>	<b>Resíduos</b>
Disposição de resíduos sólidos	Disposição de resíduos sólidos
Tratamento biológico de resíduos sólidos	Tratamento biológico de resíduos sólidos
Incineração e queima a céu aberto	Incineração e queima a céu aberto
Tratamento e descarte de efluentes líquidos	Tratamento e descarte de efluentes líquidos
<b>IPPU</b>	<b>IPPU</b>
Indústria mineral	
Indústria química	Processos Industriais
Indústria metalúrgica	
Indústria eletrônica	
Uso de solventes e uso não energético de	
Uso de substitutos das substâncias depletoras da camada de ozônio	Uso de Produtos
Manufatura e uso de outros produtos	
Outros	
<b>AFOLU</b>	<b>AFOLU</b>
Mudança no uso do solo	Mudança no uso do solo
Pecuária	Pecuária
Agricultura	Agricultura
Fontes agregadas e fonte emissoras de não CO <sub>2</sub>	Fontes agregadas e fonte emissoras de não CO <sub>2</sub>
Outros	

Fonte: Adaptado de GPC (2014). Tradução nossa.

Observando-se a Figura 1 é possível identificar que a metodologia IPCC não inclui as emissões das construções residenciais/comerciais/institucionais explicitamente, nem as emissões provenientes da queima de combustível em atividades de agricultura e pesca. Elas estariam incluídas na categoria “outros setores”, conforme Figura 1. A Tabela 2 do GPC promove a equivalência entre as informações, explicitando as emissões de interesse para a realização de um inventário municipal.

Outro aspecto a ser observado é que o GPC é quem promove a divisão entre “energia estacionária” e “transporte”, enquanto o IPCC classifica tudo como “queima de combustível”.

## **2.8 Qualidade dos inventários municipais de GEE**

Se o que impulsiona o aquecimento global são as emissões antrópicas de gases de efeito estufa na atmosfera e o inventário é o instrumento de acompanhamento e controle destas emissões, é imprescindível pensar na sua qualidade, de modo que ele seja útil enquanto ferramenta para a proposição de ações mitigatórias das emissões de GEE.

Para D’Avignon *et al.* (2010), no caso das cidades, os inventários devem ser definidos pelas possibilidades de implementação das políticas de mitigação. Seu maior propósito é ajudar as cidades a reduzir suas emissões. Embora o critério de usabilidade do instrumento não seja explicitamente abordado pelo Guia IPCC, ele é fundamental para a disseminação do inventário entre as cidades, visto que a boa usabilidade aliada a funcionalidades específicas facilita a comparação (BADER E BLEISCHWITZ, 2009).

### **a) Qualidade de acordo com o 2006 IPCC Guidelines**

O Guia IPCC 2006 dedica um dos seus capítulos para tratar da garantia e do controle de qualidade (*quality control e quality assurance*), além da verificação, dos inventários nacionais (IPCC, 2006). Estes termos são definidos no Quadro 6 a seguir:

Quadro 6: Comparativo entre garantia, controle e verificação da qualidade de inventários de gases de efeito estufa

<b>Atividade</b>	<b>Definição</b>
Controle de Qualidade (QC)	Sistematização de atividades técnicas durante a elaboração do inventário. Inclui a utilização de procedimentos padronizados, verificação dos dados obtidos, cálculos, parâmetros e métodos utilizados.
Garantia de Qualidade (QA)	Revisão realizada após o inventário concluído, por externos à sua elaboração.
Verificação de Qualidade	Procedimento de garantia da confiabilidade do inventário, através da comparação com métodos externos e fontes de dados independentes como, por exemplo, dados de composição atmosférica. Pode ser realizada durante ou após a elaboração do inventário e fazer parte tanto dos procedimentos para controle (QC) quanto dos procedimentos para garantia de qualidade (QA).

Fonte: 2006 *IPCC Guidelines* (2006). Tradução nossa.

O guia esclarece ainda que um dos passos mais importantes em um plano de QC ou QA é a elaboração de uma lista de objetivos de qualidade da informação (*data quality objectives*) a serem alcançados. Tais objetivos devem levar a uma melhoria na qualidade do inventário, serem mensuráveis e realistas de modo a considerar as circunstâncias nacionais; devendo ser baseados nos seguintes princípios de qualidade:

Quadro 7: Princípios estabelecidos pelo IPCC para a elaboração de inventários.

<b>Transparência</b>	Informação suficiente para permitir que qualquer indivíduo possa compreender a elaboração do inventário e verificar se ele foi realizado de acordo com as melhores práticas requeridas para inventários nacionais.
<b>Completude</b>	Contabilização de todos os gases e categorias relevantes de fontes e sumidouros de GEE. A exclusão de qualquer elemento deve ser documentada e justificada.
<b>Consistência</b>	Manutenção da metodologia ao longo dos anos: setores, gases, método de cálculo, para que a variação das emissões não seja influenciada pela variação metodológica.
<b>Comparabilidade</b>	Uso apropriado de categorias chave, forma de reporte e tabelas de modo a permitir a comparação com inventários de outros países.
<b>Precisão</b>	Emissões nem superestimadas nem subestimadas.
<b>Aperfeiçoamento</b>	(não definido)

Fonte: IPCC (2006). Tradução nossa.

Vale ressaltar que o próprio guia do IPCC traz a ideia de que o controle de qualidade deve levar em consideração a relação custo-benefício e ser equilibrado com a disponibilidade de tempo e recursos (IPCC, 2006). Isto significa levar em consideração o contexto local. Se, por um lado, o inventário deve ser o mais preciso possível, por outro, a sua finalidade é contribuir para a redução das emissões de GEE, de modo que o maior esforço deve ser voltado para as ações de mitigação. Contudo, quanto menos tempo se dispõe para fazer um inventário, menor a sua confiabilidade e, portanto, menor a utilidade para a formulação de políticas (BADER E BLEISCHWITZ, 2009).

#### **b) Qualidade de acordo com a ISO 14064 – *Greenhouse gases***

Outra referência em qualidade de inventários é a *ISO 14064 – Greenhouse gases*, uma normatização internacional para regular o monitoramento, a quantificação e relato das emissões de GEE em organizações de modo geral, desenvolvida pela Organização Internacional para a Normalização (ISO) e publicada em 2006. A versão brasileira desta norma foi lançada em 2007, durante o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – NBR ISO 14064 –, e assim como a internacional é dividida em três partes (ANTUNES E QUALHARINI, 2008):

- NBR ISO 14064-1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.
- NBR ISO 14064-2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa.
- NBR ISO 14064-3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.

Para a prestação do serviço de validação e verificação de inventários, as empresas devem ser credenciadas pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. O processo de acreditação das organizações para a verificação de inventários é regulamentado pelas duas normas a seguir:

- NBR ISO 14065: Gases do efeito estufa – Requisitos para organismos de validação e verificação de gases de efeito estufa para uso em acreditação e outras formas de reconhecimento.

- NBR ISO 14066: Gases de efeito estufa – Requisitos de competência para equipes de verificação de gases de efeito estufa.

Até a publicação desta pesquisa, o site do INMETRO informava nove empresas credenciadas, das quais seis estão localizadas no estado de São Paulo, sendo quatro concentradas na própria cidade de SP, conforme Quadro 8 a seguir:

Quadro 8: Organismos de verificação de inventários (OVV) de gases de efeito estufa no Brasil

<b>Organização</b>	<b>Estado</b>	<b>Cidade</b>
Green Domus Desenvolvimento Sustentável LTDA. - EPP.	SP	São Paulo
BSI Brasil Sistemas de Gestão Ltda.	SP	São Paulo
KPMG Risk Advisory Services Ltda.	SP	São Paulo
Rina Brasil Serviços Técnicos Ltda.	MG	Belo Horizonte
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	RJ	Rio de Janeiro
SGS ICS Certificadora Ltda.	SP	Barueri
BVQI do Brasil Sociedade Certificadora Ltda.	RJ	Rio de Janeiro
Instituto Totum de Desenvolvimento e Gestão Empresarial Ltda.	SP	São Paulo
Price Water House Coopers Auditores Independentes	SP	São Paulo

Fonte: INMETRO (2018).

Com este cenário, é importante lembrar que desde 2012 a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e o Instituto Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (INEA) passaram a exigir a elaboração de inventários de emissões de GEE para fins de licenciamento de algumas atividades industriais. Esta é uma medida que incentiva a propagação dos inventários de GEE e, conseqüentemente, o aumento de fontes de informação locais para a elaboração dos inventários subnacionais.

## 2.9 Síntese do Referencial Teórico

A partir da bibliografia existente sobre inventários urbanos de GEE é possível observar que há um consenso sobre a importância da participação das cidades no enfrentamento das mudanças climáticas e do seu potencial de contribuição. E o inventário urbano de GEE é um instrumento primordial para a participação das cidades nesse processo, que deve servir como base para a formulação e o melhor direcionamento das políticas públicas urbanas com vistas a mitigar as emissões de GEE. Entretanto, para que possam ser adotados efetivamente como instrumentos de gestão, os inventários precisam apresentar qualidade e apresentar informações consistentes e relevantes para o uso pretendido. Os estudos mostram que a

comparabilidade pode ser interpretada como uma forma de aprimorar o inventário, porque permite ampliar o conhecimento a partir da identificação das diferenças e da observação de oportunidades de melhoria a partir das demais experiências.

A partir destas questões, da identificação da publicação de novos inventários municipais nos últimos anos no Brasil, da utilização de uma nova metodologia de reporte (GPC), e tendo em vista também a pouca velocidade com que o país caminha em direção a elaboração de inventários de GEE municipais, este trabalho pretende analisar comparativamente os inventários municipais brasileiros, de modo a identificar os desafios que permeiam a sua elaboração. A metodologia da pesquisa é descrita no capítulo a seguir.

### **3 METODOLOGIA**

Um dos desafios apontados pela literatura, consiste na comparabilidade dos inventários urbanos de GEE. Em relação aos inventários brasileiros, há poucas publicações científicas, quase sempre relacionadas aos inventários do Rio de Janeiro e São Paulo, municípios pioneiros na contabilização de suas emissões. Entretanto, recentemente, quatro novos municípios publicaram seus inventários entre 2012 e 2013, Rio de Janeiro e São Paulo também publicaram novos inventários, e há ainda os inventários de Curitiba e Belo Horizonte que haviam sido publicados em 2007 e 2008. Este total de onze inventários municipais brasileiros se constitui numa oportunidade interessante de análise da prática da elaboração de inventários de GEE municipais no Brasil, dada a relevância do estudo da contribuição das cidades com a questão climática.

A existência de poucos estudos comparativos sobre a prática da elaboração de inventários brasileiros solicita à pesquisa proposta um caráter exploratório e descritivo – em relação ao modo como as emissões de GEE são reportadas –, como também um caráter de análise documental, fundamentado na análise e interpretação de dados secundários.

A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento da literatura para estabelecer a fundamentação teórica, o que incluiu publicações científicas e técnicas sobre a elaboração de inventários urbanos de emissões de gases de efeito estufa. As publicações técnicas incluem, principalmente, os guias metodológicos para a

elaboração de inventários (especialmente os guias IPCC e GPC) e os próprios inventários municipais de GEE brasileiros. Foram utilizadas as publicações dos inventários disponibilizadas na internet, encontradas através da ferramenta de pesquisa Google. Os dados utilizados na pesquisa são, portanto, secundários.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na análise documental dos inventários, realizada através de caracterização (análise exploratória) e comparação. Nesta análise, os inventários municipais brasileiros foram classificados em relação à metodologia de reporte utilizada (IPCC ou GPC), foram caracterizados individualmente e em seguida analisados comparativamente. Foram comparados inicialmente os inventários que utilizam a metodologia GPC, em seguida os inventários que utilizam a metodologia IPCC e, ao final, todos os inventários de ambas as metodologias são comparados entre si. A etapa inicial de caracterização fornece um resumo das informações contidas no reporte e análise geral da prática, com destaque para a aplicação do padrão metodológico escolhido e as limitações identificadas. A análise comparativa tem como objetivo identificar as similaridades, divergências e as dificuldades encontradas para a elaboração e comparação dos inventários, confrontando a experiência nacional com a relatada pela literatura.

Como instrumento facilitador da visualização das informações, foram criados gráficos de círculos concêntricos com a distribuição das emissões por setor e escopo para os municípios que utilizam a metodologia GPC, e por setor para os municípios que utilizam a metodologia IPCC. Foi também definida a utilização de uma casa decimal para os valores apresentados, com o intuito de harmonizá-los, levando em consideração as incertezas envolvidas na obtenção dos valores estimados.

A terceira etapa da pesquisa consistiu na realização de entrevistas com gestores e técnicos responsáveis pela execução dos inventários dos municípios de São Paulo e Salvador. Foram realizadas quatro entrevistas, com dois gestores e dois técnicos/consultores, das cidades de São Paulo e Salvador. Houve tentativas de realizar entrevistas com representantes de outras cidades, mas sem sucesso. As entrevistas foram individuais, realizadas presencialmente e de forma semiestruturada em torno dos pontos de interesse. As perguntas foram formuladas com o intuito de obter informações sobre os desafios para a elaboração dos inventários municipais no Brasil, o entendimento sobre o papel do instrumento no enfrentamento às mudanças climáticas e a sua relação com as gestões municipais; com espaço também para o

surgimento de novas informações e pontos de discussão levantados a partir da experiência dos entrevistados. Foram montados dois tipos de formulários de entrevista, um para o gestor e outro para o técnico/consultor (ver APÊNDICES).

A partir da análise dos inventários, algumas das dificuldades encontradas para a sua comparação foram a carência de informação e as divergências na forma de organizar e reportar as informações, o que se pode denominar de *qualidade do reporte*. Assim, após a análise dos inventários e das entrevistas, a quarta etapa da pesquisa consistiu na identificação de critérios que podem ser utilizados como referência para o reporte de inventários urbanos brasileiros com qualidade, que colaborem para uma apresentação consistente e incentive a sua utilização enquanto instrumento de apoio à proposição de políticas de enfrentamento à questão climática. Foram identificados critérios que levam em consideração as lacunas e possibilidades encontradas dentro do contexto dos municípios brasileiros.

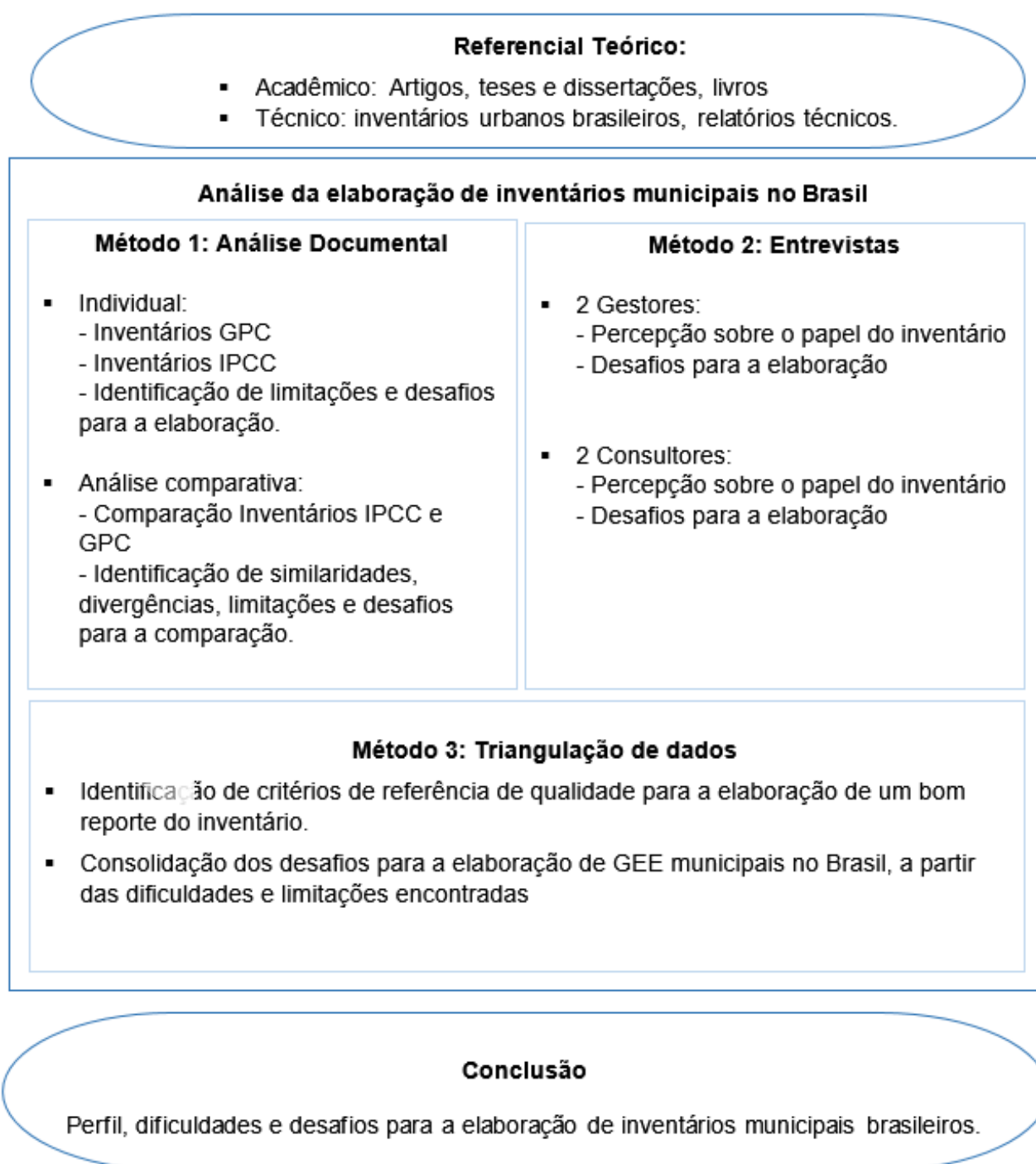
A identificação dos critérios de referência surge como resultado da triangulação das informações obtidas durante a pesquisa sobre a prática da elaboração dos inventários municipais no Brasil, a experiência relatada pela literatura, e a percepção de gestores/consultores sobre o assunto e as lacunas e oportunidades identificadas durante a comparação dos inventários.

O diálogo entre a revisão bibliográfica, análise documental e entrevistas permitiu a identificação das dificuldades, desafios que são encontrados 14 anos após a publicação do primeiro inventário municipal de GEE brasileiro; bem como a discussão sobre o seu papel enquanto instrumento de apoio ao enfrentamento das questões climáticas no Brasil.

A Figura 3 abaixo esquematiza a metodologia aplicada na pesquisa:



Figura 3: Etapas da metodologia aplicada para análise da prática da elaboração de inventários municipais no Brasil.



Fonte: Elaboração própria.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste Capítulo 4 são apresentados os resultados da pesquisa, que tem início com a construção de um panorama geral dos inventários urbanos brasileiros, onde são apresentados os inventários locais publicados até o presente momento. Nos subcapítulos seguintes têm início as análises individual e comparativa, na qual os inventários são divididos em dois grupos: inventários que utilizam a metodologia de reporte GPC (subcapítulos 4.2 a 4.6) e inventários que utilizam a metodologia IPCC (subcapítulos 4.7 a 4.14). Em cada um desses grupos, os inventários são caracterizados individualmente e em seguida comparados entre si, com o objetivo de identificar e analisar a prática da elaboração dos inventários de GEE municipais brasileiros. No subcapítulo 4.15, os inventários de ambas as metodologias são comparados. Em alguns casos, os dados foram ajustados de modo a melhor se encaixarem na metodologia padrão de reporte e facilitar a comparação. O último subcapítulo (4.16) é dedicado à discussão sobre o papel do inventário e consolidação das dificuldades para inventariar, a partir das percepções dos gestores e consultores entrevistados.

A comparação entre inventários levou, inevitavelmente, à discussão sobre a sua qualidade a partir do questionamento sobre o que seria um bom inventário municipal brasileiro. Esta questão é tratada no subcapítulo 4.17, onde são também consolidados os aspectos gerais que permeiam a discussão sobre a comparabilidade dos inventários e onde também são apresentados os critérios de referência de qualidade para o reporte.

### **4.1 Panorama dos inventários municipais de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil**

Embora 84% do território brasileiro seja urbanizado (IBGE, 2010), das 27 unidades federativas e 5570 municípios, apenas 7 estados e 8 municípios já elaboraram inventários locais abrangentes de emissões antrópicas de GEE, conforme Figura 4 a seguir. De modo geral, neste trabalho, os inventários serão referidos como inventários municipais, para abranger não apenas os centros urbanos como também as regiões rurais. Entretanto, ao longo da dissertação, de modo a harmonizar com as referências

utilizadas, as palavras “município” e “cidade” podem ser utilizadas com o mesmo sentido.

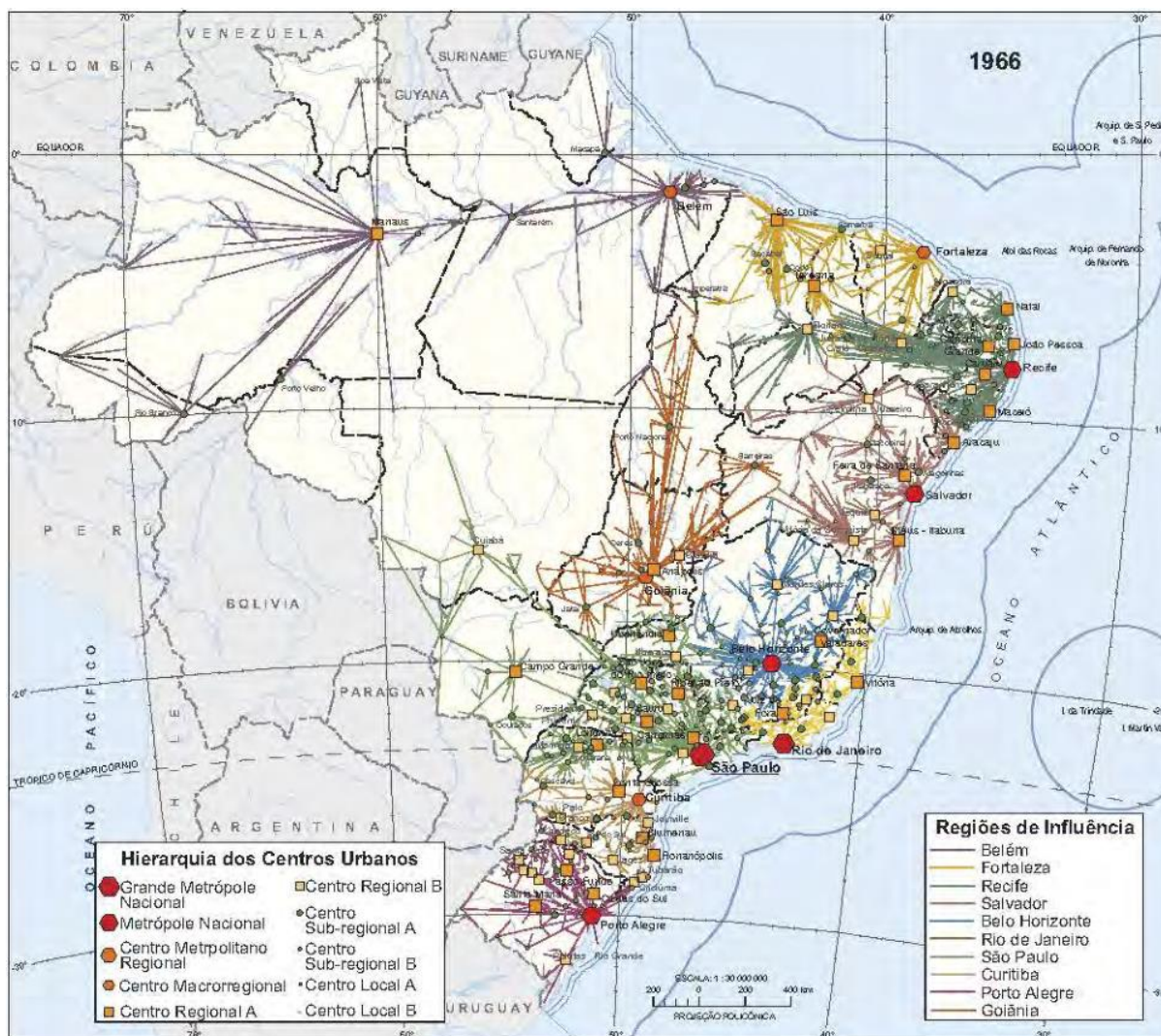
Figura 4: Estados e municípios brasileiros que publicaram inventário local de emissões antrópicas de GEE.



Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais e estaduais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; Rio de Janeiro, 2007; São Paulo, 2005; São Paulo, 2011; Sorocaba, 2013; Acre, 2010; Bahia, 2010; Minas Gerais, 2008; Paraná, 2014; Rio Grande do Sul, 2010).

As cidades apontadas no mapa correspondente à Figura 4 pertencem ao grupo das 10 mais populosas do Brasil, de onde se supõe que sejam também responsáveis por uma parcela considerável das emissões urbanas do país. A Figura 5 a seguir ilustra a hierarquia dos centros urbanos brasileiros e, ao ser comparada com a Figura 4 acima, confirma que os municípios brasileiros inventariados correspondem aos maiores centros urbanos.

Figura 5: Hierarquia dos centros urbanos no Brasil.



Fonte: Atlas Nacional do Brasil Milton Santos (2010, p.265).

Da Figura 4, o estado de São Paulo ainda é o único a apresentar dois inventários municipais, das cidades de São Paulo e de Sorocaba; enquanto o Acre e o Rio Grande do Sul possuem inventários estaduais, mas não municipais. Por sua vez, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná têm seus inventários estaduais e o inventário da capital. Já Fortaleza e Recife se destacam por pertencerem a estados que ainda não possuem inventários, Não há, portanto, um ordenamento na forma como surgem os inventários locais no Brasil.

Se analisarmos as datas de publicação, na Tabela 3 a seguir, esta aleatoriedade fica ainda mais evidente:

Tabela 3: Ano de publicação dos inventários municipais e estaduais de GEE no Brasil

<b>Estado</b>	<b>Publicação 1º Inventário de GEE</b>	<b>Cidade</b>	<b>Publicação 1º Inventário de GEE</b>
<b>Acre</b>	2012	-	-
<b>Bahia</b>	2010	Salvador	2015
<b>Ceará</b>	-	Fortaleza	2014
<b>Minas Gerais</b>	2008	Belo Horizonte	2009
<b>Paraná</b>	2014	Curitiba	2011
<b>Pernambuco</b>	-	Recife	2014
<b>Rio de Janeiro</b>	2007	Rio de Janeiro	2003
<b>Rio Grande do Sul</b>	2010	-	-
<b>São Paulo</b>	2011	São Paulo	2005
		Sorocaba	2013

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; Rio de Janeiro, 2007; São Paulo, 2005; Salvador, 2015; São Paulo, 2011; Sorocaba, 2013; Acre, 2010; Bahia, 2010; Minas Gerais, 2008; Paraná, 2014; Rio Grande do Sul, 2010).

Rio de Janeiro (capital), São Paulo (capital), Rio de Janeiro (estado), Minas gerais e Belo Horizonte publicaram seus primeiros inventários entre a primeira e a segunda Comunicações Nacional do Brasil à ONU, ocorridas em 2004 e 2010, respectivamente. O inventário de Salvador foi o último a ser elaborado. Embora a prefeitura da cidade de Salvador tenha divulgado em imprensa local a conclusão do seu inventário de GEE no segundo semestre de 2015, a publicação em seu site oficial ocorreu apenas em 2017, após o contato realizado como parte desta pesquisa.

O inventário da cidade do Rio de Janeiro foi o primeiro inventário local do país. Publicado em 2003, surge como parte da adesão da prefeitura, em 1998, à *Cities for Climate Protection (CCP)*, campanha do ICLEI – *International Council for Local Environmental Initiatives*. A elaboração foi feita por equipe da COPPE/UFRJ e relata os gases emitidos entre 1990 e 1998, com algumas estimativas para o ano de 1999 (RIO DE JANEIRO, 2003). Desde então, o Rio já publicou mais dois inventários: o segundo em 2011 com as emissões do ano de 2005, e o terceiro em 2013 com as emissões de 2012 e revisão das estimativas de 2005 (RIO DE JANEIRO, 2011; 2013). Há, portanto, uma lacuna de informações entre o período de 2006 a 2011, e entre 2004 e 1999. De acordo com Dubeaux *et al.* (2006), as aproximações metodológicas adotadas neste inventário do Rio de Janeiro são sugeridas para serem adotadas pelas

demais cidades brasileiras, visto que são condizentes com a dinâmica urbana do Brasil e sua disponibilidade de dados.

No ano de 2005 é publicado o primeiro inventário da cidade de São Paulo, a segunda a utilizar a ferramenta. Também elaborado pelo Centro Clima da COPPE/UFRJ, o relatório contém as emissões de GEE do ano de 2003 e fez parte de um contrato firmado com a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo (SVMA) que incluiu, além do inventário de gases de efeito estufa, outros estudos voltados para a criação da Política Municipal de Mudanças Climáticas (SÃO PAULO, 2005). O segundo inventário urbano paulista surge em 2014 em Sorocaba, com dados do período de 2002 a 2012 e elaborado por empresa contratada pela prefeitura através de licitação (SOROCABA, 2014).

Em Belo Horizonte, o primeiro inventário é citado como o passo mais importante na elaboração de políticas públicas relacionadas ao meio ambiente, tendo como um dos propósitos direcionar as ações do Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência, criado em 2006. Realizado por empresa contratada através de licitação e publicado em 2009 – com dados de 2000 a 2007, o documento surge como resultado da inclusão da cidade no Programa Cidades pela Proteção do Clima, do ICLEI – *Local Governments for Sustainability* (BELO HORIZONTE, 2009).

O inventário de Curitiba é o único inventário municipal da região sul do país. Produzido em 2011 por uma empresa de consultoria em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, contabiliza apenas as emissões o ano de 2008 e não fornece mais informações sobre a iniciativa (CURITIBA, 2011).

Por último, em 2014, além da já citada Sorocaba, Recife e Fortaleza publicam seus inventários, ambos com as emissões referentes ao ano de 2012. As duas cidades foram selecionadas, em 2013, como cidades-modelo do Projeto Urban-LEDS – *Urban Low Emissions Development Strategy*, do ICLEI (FORTALEZA, 2014; RECIFE, 2014). A iniciativa é financiada pela União Europeia e implementada em conjunto com a UN-Habitat e o ICLEI, tendo sido iniciada em março de 2012. O programa teve previsão de duração de 42 meses. O objetivo é promover iniciativas para a economia de baixo carbono em países emergentes, isto inclui Brasil, Índia, Indonésia e África do Sul. No Brasil, além das duas cidades-modelo, mais seis cidades, chamadas cidades-satélite, fazem parte do Urban-LEDS: Belo Horizonte, Betim, Curitiba, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Sorocaba. Isto traz a expectativa de que que Betim e Porto Alegre, as

duas cidades do grupo que ainda não possuem inventários, possam vir a tê-lo em breve.

Portanto, inventário local no Brasil surge com o inventário urbano do Rio de Janeiro, uma das cinco cidades a inventariar suas emissões, ainda antes dos seus estados-nação. A Tabela 4 a seguir mostra o número de edições dos inventários de cada município e a atribuição da elaboração:

Tabela 4: Perfil geral dos inventários municipais brasileiros

<b>Cidade</b>	<b>Edição do Inventário</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Período inventariado</b>	<b>Disponível para consulta</b>	<b>Elaboração</b>	<b>Metodologia</b>
Fortaleza	1ª	2014	2002-2012	Sim	ICLEI/ prefeitura	GPC
Recife	1ª	2014	2012	Sim	ICLEI/ prefeitura	GPC
Salvador	1ª	-	2013	Sim	Pangea Capital	GPC
Belo Horizonte	1ª	2009	2000-2007	Sim	Mundus Carbo	IPCC
Rio de Janeiro	1ª	2003	1990-1999	Sim	COPPE	IPCC
	2ª	2011	2005	Sim	COPPE	IPCC
	3ª	2013	2012	Sim	COPPE	IPCC/ GPC
São Paulo	1ª	2005	2003	Sim	COPPE	IPCC
	2ª	2013	2003-2009	Sim	Instituto EKOS e GEOKLOCK Consultoria Ambiental	IPCC
Sorocaba	1ª	2014	2002-2012	Sim	In Natura Soluções Ambientais	IPCC
Curitiba	1ª	2011	2005-2008	Sim	EcoWood Assessoria Ambiental	IPCC

Fonte: Elaboração própria a partir das publicações dos inventários locais (Belo Horizonte, 2009; Curitiba, 2011; Fortaleza, 2014; Recife, 2014; Rio de Janeiro, 2003; Salvador, 2015; São Paulo, 2005; Sorocaba, 2013).

Observa-se a existência de três principais os caminhos adotados no desenvolvimento dos inventários municipais brasileiros:

- a) A contratação de consultoria através de licitação, como nos casos do Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte;
- b) Contratação de consultoria através de parceria com Prefeitura-ICLEI, como no caso de Salvador;
- c) Elaboração direta através de parceria Prefeitura-ICLEI, como nos casos de Fortaleza e Recife.

Os inventários de Sorocaba e Curitiba não fornecem este tipo de informação.

A quinta coluna da Tabela 4 indica a acessibilidade do inventário. Embora todos os inventários estejam publicamente disponíveis, não se pode considerar que há uma organização das informações que torne os documentos acessíveis. Alguns são difíceis de serem encontrados sem a utilização de uma ferramenta de busca como o Google. Os documentos de Fortaleza e Belo Horizonte não foram encontrados pela ferramenta de busca interna dos sites da Prefeitura e nem há um link de fácil visualização. O mesmo acontece com o primeiro inventário de São Paulo, mas o segundo se encontra disponibilizado na página de publicações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O inventário de Sorocaba também tem pouca visibilidade, mas pode ser encontrado no site da administração municipal. No Rio de Janeiro, apenas o segundo e terceiro inventários estão disponibilizados no site da prefeitura, o primeiro inventário foi encontrado disponível no site do Centro Clima (COPPE).

Em relação às metodologias para inventariar GEE nos municípios brasileiros, são utilizadas basicamente duas delas: a do IPCC e a do GPC, o que não necessariamente produz uniformidade de resultados. Comparar inventários urbanos é um dos grandes desafios apontados pela literatura, em função das diversas adaptações que são realizadas nas metodologias escolhidas para inventariar.

No subcapítulo a seguir, tem início a etapa de caracterização dos inventários, a qual consiste no relato conciso do conteúdo do relatório, com foco na identificação dos seguintes aspectos:

1. Processo de mobilização;
2. Percepção sobre o instrumento;
3. Limitações e dificuldades – apontadas pelo próprio inventário e identificadas durante a pesquisa;
4. Forma de aplicação da metodologia escolhida e forma do reporte.
5. Emissões de GEE.



Ao final da caracterização, tem-se uma análise geral do inventário, tomando como base os princípios definidos pela metodologia (ver Quadro 7, p.50).

## 4.2 Caracterização do Inventário de emissões de GEE de Fortaleza

O inventário do município de Fortaleza foi publicado em 2014 e elaborado através de parceria entre a Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), e o ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, como parte do Programa Urban LEDs – *Urban Low Emission Development Strategies*, o qual tem Fortaleza e Recife como suas duas cidades modelo.

Entre fevereiro e julho de 2014, a equipe do Urban LEDs ministrou oficinas e organizou a coleta de dados para a elaboração do inventário. A coleta de dados ocorreu entre os meses de março e julho. A passagem a seguir mostra de que forma a metodologia GPC e o inventário são compreendidos por Recife:

O GPC foi criado com o intuito de promover um suporte robusto para que cidades no mundo todo possam **desenvolver inventários completos e relevantes**, consequentemente **dar bases técnicas 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. (Fortaleza, 2016, p. 22, grifo nosso).

Quanto à sua elaboração, o inventário relata como **limitações**:

- As emissões correspondem às atividades que ocorrem dentro do limite geográfico da cidade de Fortaleza. Deste modo, não estão incluídas eventuais emissões provocadas por Fortaleza em outras cidades.
- As emissões do setor Transportes são baseadas no volume comercializado de combustível em Fortaleza, sem classificação quanto à origem ou destino dos veículos. Isto implica na ausência de identificação precisa da responsabilidade sobre as emissões veiculares.
- O transporte ferroviário não foi contabilizado.
- Os setores AFOLU e IPPU não foram contabilizados.
- As emissões provenientes do efluente líquido não foram contabilizadas em função de inconsistências encontradas nos dados de volume coletado e tratado. O relatório indica que estarão presentes no próximo inventário.

A Tabela 5 a seguir exhibe as informações encontradas no Inventário de Fortaleza.

Tabela 5: Resultado do Inventário de Emissões de GEE de Fortaleza para o ano de 2012

Ano inventariado		2012				
Metodologia aplicada		GPC (abordagem BASIC)				
Gases inventariados		CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O				
Potenciais de Aquecimento Global (GWP)		CO <sub>2</sub> =1; CH <sub>4</sub> =21; N <sub>2</sub> O=310. (Fonte: 4º relatório do IPCC).				
Fatores de emissão utilizados		Tiers 1 e 2				
Setor		Emissões (tCO <sub>2</sub> e)			Fonte	
		Setor	Escopo 1	Escopo 2		Escopo 3
Energia Estacionária	Residencial					
		Energia elétrica	101.934		101.934	Coelce
		GLP	200.448	200.448		Cegas
	Comercial/ Institucional					
		Energia elétrica	94.824		94.824,09	Coelce
		Diesel	25.993,51	25.993,51		ANP
		GLP	32.473,22	32.473,22		Cegas
		Querosene iluminante	4.370,23	4.370,23		ANP
	Industrial/ Agrícola					
		Energia Elétrica	17.233,54		17.233,54	Coelce
		GLP	4.952,27	4.952,27		Cegas
		Diesel	46.660,07	46.660,07		ANP
		Querosene iluminante	157,08	157,08		ANP
		Óleo combustível	112,23	112,23		ANP
		Geração de Energia	355,00	355		Coelce
	<b>Total Energia Estacionária</b>	<b>529.513</b>				
Transportes	Terrestre	1.847.344	1.847.344		ANP	
	Aéreo	469.740		469.740	ANP/Infraero	
	Hidroviário	7.552		7.552	ANP	
	Off-road	13.625		13.625	ANP	
	<b>Total Transportes</b>	<b>2.338.261</b>				
Resíduos	Domiciliar (inclui incinerados)	434.514		434.514	Ecofor	
	Poda	35.265		35.265	Ecofor	
	Resíduos especiais	489.967		489.967	Cagece	
	<b>Total Resíduos</b>	<b>959.746</b>				
<b>Emissões Totais de CO<sub>2</sub>e de Fortaleza</b>		<b>3.827.521</b>	2.162.866	213.992	1.450.663	

Fonte: Elaboração própria a partir das informações fornecidas pelo Inventário de Emissões de GEE de Fortaleza.

GLP: Gás Liquefeito de Petróleo

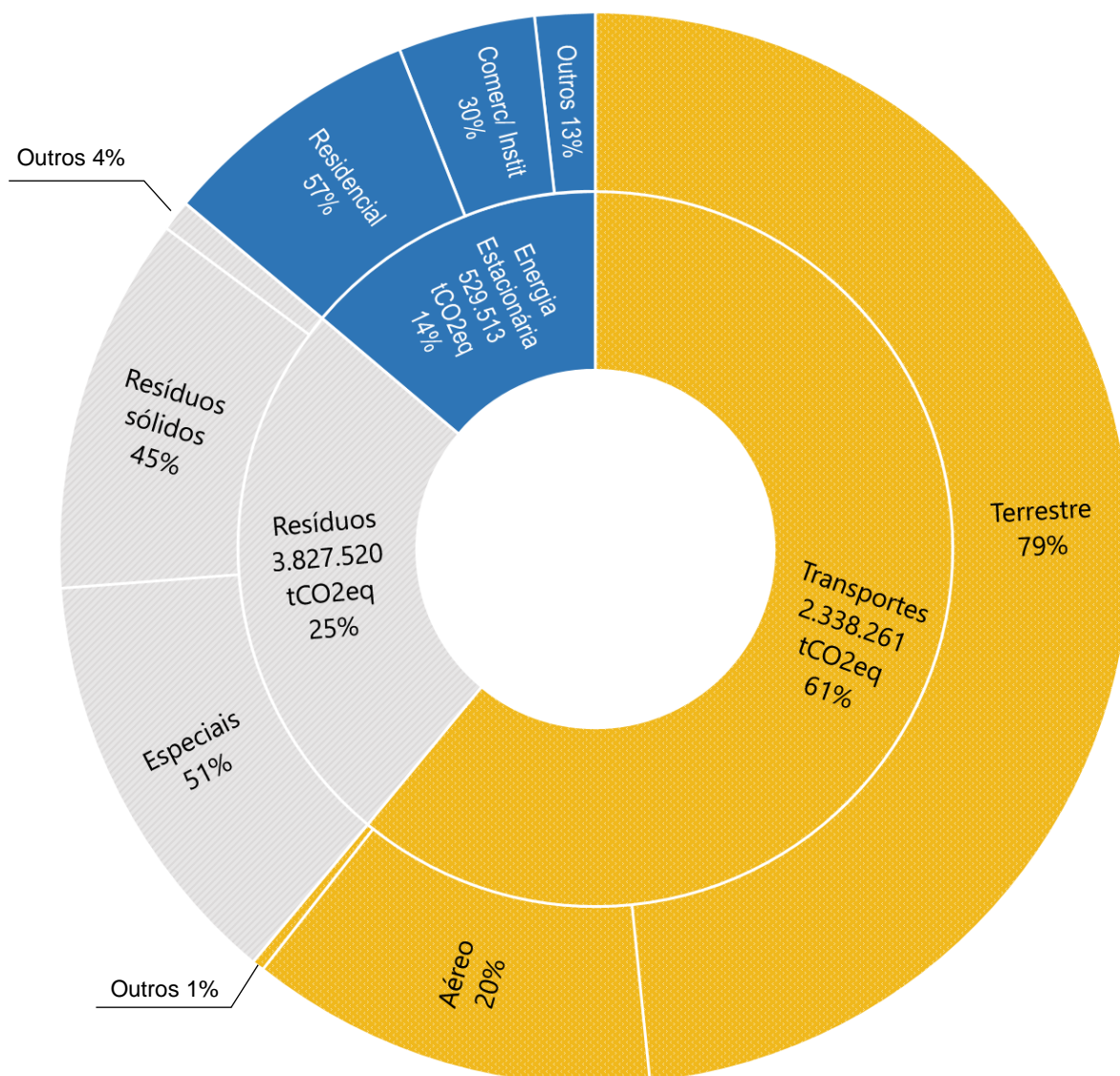
Conforme metodologia GPC, o inventário de Fortaleza contabiliza as emissões por setor e por escopo. A Tabela 5 acima permite observar que foram contabilizados três dos cinco grandes setores da metodologia GPC: Energia Estacionária, Transportes e Resíduo (ver Tabela 1, p. 46). A coluna Setor corresponde a todas as emissões de cada setor, ou seja, a soma dos três escopos.

Diferente do proposto pela metodologia GPC, tem-se que no setor energia estacionária de Fortaleza, as emissões da energia industrial são contabilizadas junto com as emissões da agricultura. A união destes subsectores não está justificada no inventário.

Quanto ao setor de transportes, as emissões de transporte aéreo, hidroviário e *off-road* são incluídas no escopo 3. Não há justificativa, mas pode-se supor que, devido a não segregação do volume comercializado de combustível, não foi possível identificar qual parcela do transporte ocorre entre fronteiras e, portanto, a equipe optou em relatar estas emissões como sendo do escopo 3 (fora do limite geográfico). Vale ressaltar que, dentre os inventários comparados nesta pesquisa, este é o único inventário que calcula emissão de transporte *off-road*, mas não há informações de como este subsector foi contabilizado.

O setor resíduos do inventário de Fortaleza corresponde apenas aos resíduos sólidos, os quais foram subdivididos em domiciliar, especial, poda. Sendo que o resíduo domiciliar inclui o resíduo incinerado, e o resíduo especial corresponde aos “volumes coletados em pontos de descartes ilegais e materiais originados em construção civil sem a destinação apropriada.” (Fortaleza, 2016; página 35). São indicados os métodos de cálculos das emissões de resíduo domiciliar/comercial e da incineração, entretanto não há informações sobre o cálculo das emissões de poda e dos resíduos especiais. Deve-se salientar que as emissões destes resíduos especiais correspondem a 51% das emissões do setor de resíduos, conforme indica o gráfico abaixo.

Gráfico 1: Emissões por setor de Fortaleza em 2012



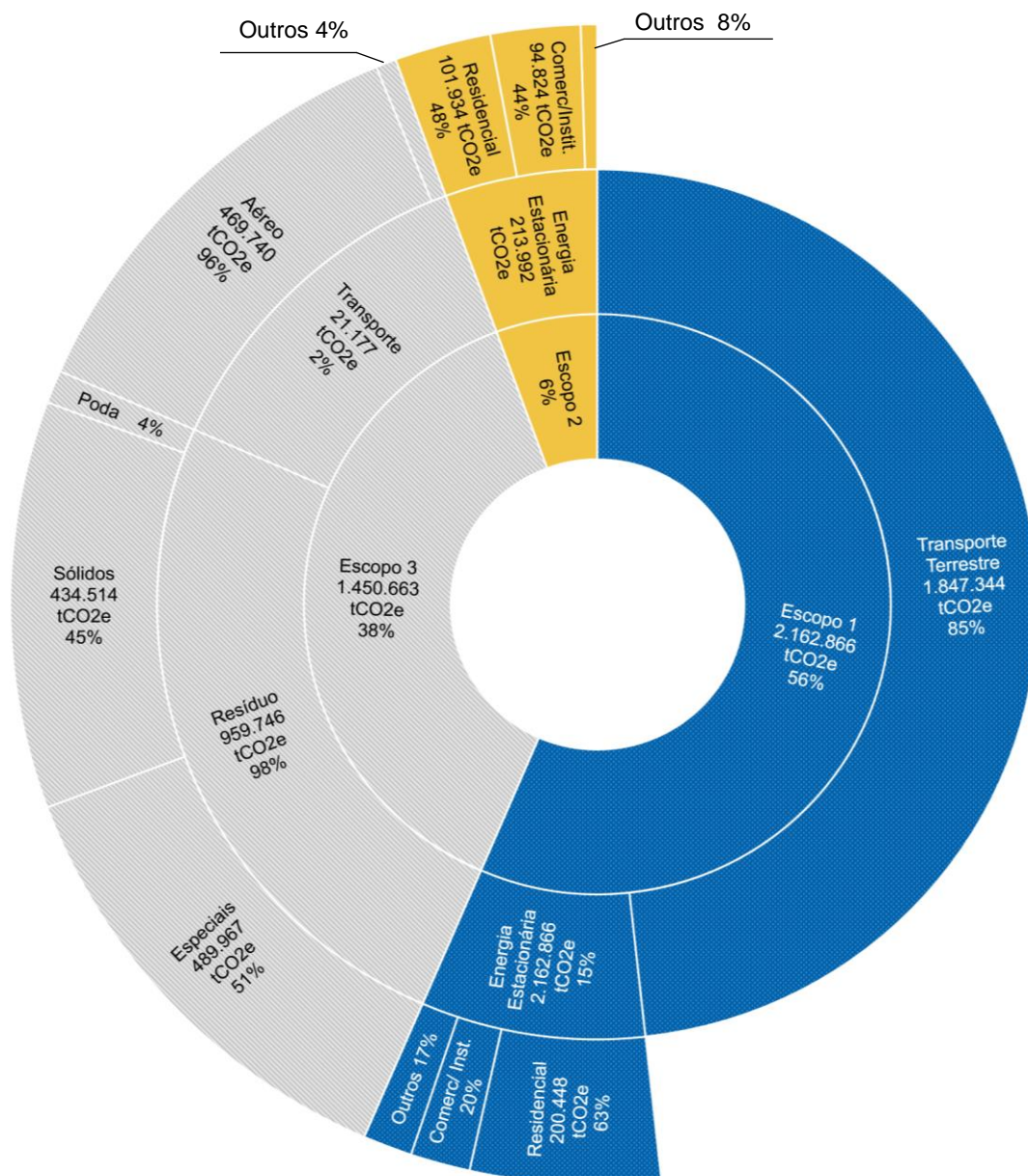
Fonte: Elaboração própria.

O gráfico de círculos concêntricos acima apresenta as emissões de GEE por setor (círculo vazado interno) e subsetor (círculo vazado externo). Cada setor corresponde a uma cor, de modo a facilitar a visualização.

Interpretando o Gráfico 1 acima, tem-se que o setor de transportes se destaca emitindo 61% do total de GEE de Fortaleza. Deste valor, 79% é devido ao transporte terrestre e 20% ao transporte aéreo. Isto significa que 48% das emissões totais de Fortaleza são decorrentes do transporte terrestre. Em segundo lugar, o setor de resíduos emite 25% do total do município, sendo 51% devido aos resíduos sólidos especiais, como já mencionado anteriormente, e 45% devido ao demais resíduos (domiciliar, incineração e poda). Por fim, o setor Energia Estacionária é o menor contribuinte para

as emissões de GEE de Fortaleza, com 14%, sendo o consumo residencial responsável por 57% deste montante. No gráfico a seguir são apresentadas as emissões por escopo.

Gráfico 2: Emissões por escopo de Fortaleza em 2012



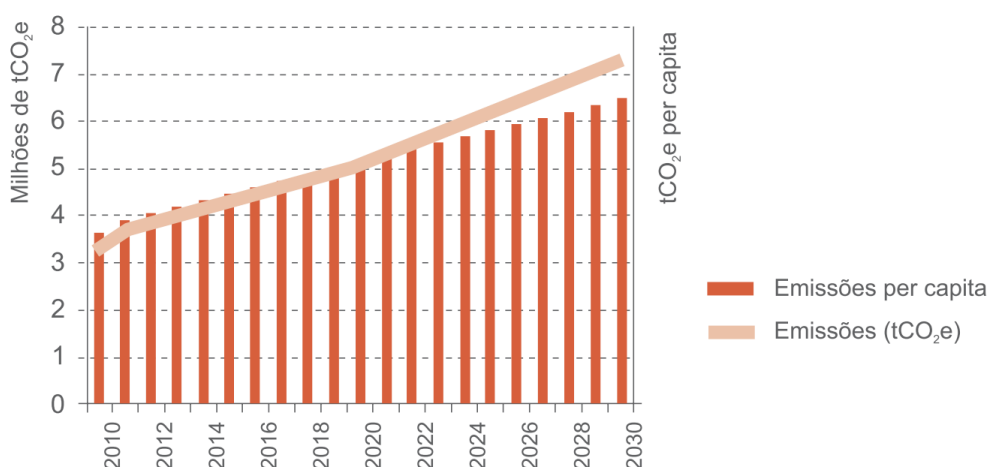
Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 1 Gráfico 2 permite identificar que o escopo 1 (em azul), o qual corresponderia às emissões que ocorrem dentro da fronteira da cidade, comporta 56% das emissões totais, sendo 85% atribuído ao transporte terrestre. O escopo 2 (em amarelo), o qual corresponde unicamente às emissões do consumo de eletricidade, representa apenas 6% das emissões totais. O escopo 3 (em cinza), o qual corresponderia às emissões

que ocorrem fora do limite da cidade, emite 38% do total. As emissões do escopo 3 incluem, majoritariamente (98%), as emissões dos resíduos; uma pequena parcela de 2% é destinada aos transportes aéreo, hidroviário e *off-road* (vale lembrar que o transporte terrestre foi contabilizado no escopo 1). A alocação dos resíduos no escopo 3 indica que eles são tratados fora dos limites do município. Entretanto, o inventário não fornece informações para a compreensão do sistema de tratamento de resíduo.

Ao final do inventário de Fortaleza são apresentadas **projeções futuras** de emissão de GEE no município. De acordo com o relatório, a estimativa segue o modelo *Business as Usual* (BAU), levando em consideração o PIB, a população e a frota de veículos. O resultado indica um crescimento nas emissões de, aproximadamente, 93% em um período de 18 anos, passando de 3.827.521 tCO<sub>2</sub>e em 2012 para, aproximadamente, 7.400.000 tCO<sub>2</sub>e em 2030.

Gráfico 3: Projeção das Emissões de CO<sub>2</sub>e per capita em Fortaleza até 2030



Fonte: Inventário de Fortaleza (2012).

Não é possível identificar com exatidão as emissões per capita por ano no gráfico apresentado acima, mas tomando-se a população declarada em 2012 no inventário – 2.500.194 habitantes –, e o total de CO<sub>2</sub> emitido estimado pelo inventário, tem-se 1,5 tCO<sub>2</sub>e per capita em 2012. Portanto, se para 2030 é previsto o valor de, aproximadamente 6,5 tCO<sub>2</sub>e, tem-se um aumento de 333% no valor das emissões per capita, entre 2012 e 2030.

### **Análise geral do Inventário de Fortaleza:**

O inventário de Fortaleza carece de informações que possibilitem a compreensão dos valores apresentados, mostrando pouca transparência. Por exemplo, como foi contabilizado o transporte *off-road*, ou o porquê de todo o transporte aéreo e hidroviário ser incluído no escopo 3. Não há uma tabela com a consolidação das emissões de cada setor, nem por escopo. São apresentados apenas gráficos, em alguns dos quais não é possível identificar valores exatos. Não há descrição da metodologia aplicada para o cálculo dos valores, nem informações sobre a origem dos fatores de emissão (embora o relatório indique que a maior parte deles são nacionais (Tier 2). A completude é um outro critério não atingido, entretanto os setores que não foram contabilizados tiveram sua ausência justificada. Não foi realizada análise de incerteza dos valores de emissão estimados, e nem contabilizadas as emissões biogênicas (ver subcapítulo 2.6).

### **4.3 Caracterização do Inventário de emissões de GEE de Recife**

O inventário da cidade de Recife, assim como o de Fortaleza, surgiu através de parceria entre a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e o ICLEI, por meio do Programa Urban LEDS, em 2014. Em sua introdução, o relatório aponta o inventário como instrumento para identificação das emissões e direcionamento de ações futuras:

O Primeiro Inventário de Emissões Gases de Efeito Estufa da Cidade do Recife servirá não apenas como ferramenta para **guiar ações futuras para promover estratégias** de desenvolvimento de baixo carbono em diversos setores da economia urbana, mas também para contribuir que a **meta nacional de redução de GEE seja alcançada**. (RECIFE, 2014, p. 12, grifo nosso).

Um grupo de trabalho específico para o inventário foi organizado, com membros do GECLIMA do Urban LEDs no Recife. O GECLIMA é definido como “o grupo executivo do Comitê de Sustentabilidade de Mudanças do Clima (COMCLIMA), formado por sete secretarias com a missão de estabelecer políticas para enfrentar o aquecimento global.” (RECIFE, 2014, p. 46).

O inventário informa que o cálculo das emissões foi realizado utilizando-se a plataforma on-line do ICLEI para a elaboração de inventários: a HEAT+, utilizada pela primeira vez em um município na América do Sul. Para o reporte, foram utilizadas as metodologias GPC e IEAP. No método IEAP, as emissões são separadas em



emissões da comunidade e emissões do governo. Sobre esta abordagem, o inventário afirma:

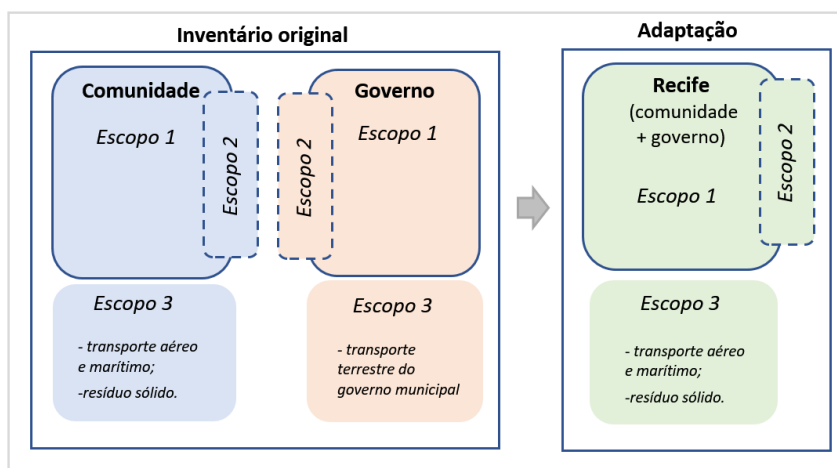
Mesmo essas emissões [do governo] sendo praticamente insignificantes em relação aos dados totais, é importante essa desagregação para fins de saber quais as emissões da Administração Pública Municipal e a possibilidade de estabelecer programas e estratégias para reduzir essas emissões, bem como servir de exemplo para estratégias de redução das emissões da Comunidade que são mais relevantes. (RECIFE, 2014, p. 36).

A utilização de metodologia padronizada é apontada no inventário de Recife como facilitadora da comparação entre diferentes cidades e do acompanhamento das emissões internas, bem como sendo um passo importante para se alcançar a redução das emissões.

Com relação à fronteira do inventário, as emissões do governo foram consideradas aquelas geradas por setores/funções “sob o controle direto do governo local”, enquanto as emissões da comunidade foram consideradas aquelas ocorridas dentro do limite geopolítico do município. Além de segregar as emissões entre comunidade e governo, o relatório apresenta as emissões por setor e por escopo. O escopo é utilizado como medida para “evitar dupla contagem e apresentações equivocadas” (RECIFE, 2014, p. 17).

Originalmente, as emissões por escopo do inventário de Recife foram apresentadas separadas em escopos da comunidade e escopos do governo. Para permitir a comparação com outros inventários nesta pesquisa, as emissões foram agrupadas de modo que haja apenas uma única fronteira para o município de Recife, conforme ilustra a Figura 6 abaixo:

Figura 6: Adaptação das emissões por escopo de Recife para fins comparativos



Fonte: Elaboração própria.



Como consequência da adaptação acima, a alocação das emissões de transporte do governo foi alterada. As emissões de transporte do governo local estavam sendo consideradas (no inventário original) como pertencentes ao escopo 3, porque o transporte do governo municipal é terceirizado e não está sob responsabilidade direta do governo. Entretanto, estas emissões são pertencentes à cidade e deve-se ter o cuidado de incluí-las no escopo 1 para comparar adequadamente aos outros inventários. Observou-se que para o cálculo das emissões do transporte do governo, foi contabilizado apenas o transporte terrestre. A segregação entre emissões do governo e da comunidade, portanto, pode induzir a existência de duas fronteiras no inventário: uma para a comunidade e outra para o governo, exigindo maior cautela na contagem das emissões por escopo do município, e na comparação com outros inventários.

O inventário de Recife não apresenta um tópico específico para expor as limitações, entretanto, a leitura do relatório permitiu identificar as seguintes:

- Acurácia do consumo de combustível por setor: os dados referentes ao consumo de óleo combustível e gás liquefeito de petróleo (GLP) foram fornecidos totalizados pela ANP, sem desagregação por setor de consumo, e acabou sendo estimados com base no inventário nacional.
- Acurácia das emissões de transporte: as emissões do setor de transporte são baseadas no volume comercializado de cada combustível. O relatório informa que é prevista para o próximo inventário a obtenção de dados da frota de veículos com o órgão da cidade responsável pelo licenciamento, com vistas a aumentar a precisão do cálculo.
- Obtenção de dados de atividade do governo: de acordo com o inventário, não foi possível contabilizar emissões específicas do governo para alguns setores como: resíduos e transporte de funcionários. Estas emissões foram incluídas no setor comunidade.
- Ausência dos setores AFOLU E IPPU: a ausência do setor de processos industriais e uso de produtos (IPPU) foi justificada pelo fato de o parque industrial se encontrar na região metropolitana. Em relação às emissões de mudança do uso do solo (AFOLU), o inventário informa que as imagens de satélite foram adquiridas porém ainda não foram tratadas.

A Tabela 6 a seguir mostra as emissões obtidas através do inventário de Recife.

Tabela 6: Resultado do Inventário de Emissões de GEE de Recife para o ano 2012

Ano inventariado		2012					
Metodologia aplicada		GPC (abordagem BASIC) / IEAP					
Potenciais de Aquecimento Global (GWP)		CO <sub>2</sub> =1; CH <sub>4</sub> =21; N <sub>2</sub> O=310.					
Fatores de emissão		Tier 2 (dados obtidos do MCTI) e Tier 1 (dados obtidos do IPCC)					
Setor		Emissões (tCO <sub>2</sub> e)			Fonte	Fator Emissão	
		Setor	Escopo 1	Escopo 2			Escopo 3
Energia Estacionária	Residencial						
		Energia elétrica	76.381		76.381	Celpe	MCTI*
		GLP	119.955	119.955		ANP	IPCC
		Gás natural	5.829	5.829		Copergás	IPCC
	Comercial/ Institucional						
		Energia elétrica comercial	101.794		101.794	Celpe	MCTI
		Energia elétrica iluminação pública	5.920		5.920	Celpe	MCTI
		Energia elétrica governo local	1.869		1.869	Celpe	MCTI
		GLP	11.995	11.995		ANP	IPCC
		Gás natural	1.329	1.329		Copergás	IPCC
		Óleo combustível	49	49		ANP	IPCC
	Indústrias e Meio Rural						
		Energia Elétrica	14.603		14.603	Celpe	MCTI
		GLP	17.993	17.993		ANP	IPCC
		Gás natural	116.090	116.090		Copergás	IPCC
		Óleo combustível	3.253	3.253		ANP	IPCC
	<b>Total Energia Estacionária</b>		<b>477.060</b>				
	Transportes	Terrestre	1.416.042	1.416.042			
		Aéreo	623.895			623.895	ANP e Copergás
Hidroviário		2.039			2.039		
<b>Total Transportes</b>		<b>2.041.976</b>					
Resíduos	Domiciliar	411.805			411.805	IPCC	
	Volumoso	180.179			180.179	IPCC	
	Poda	8.710			8.710	IPCC	
	Incineração	696	696			IPCC	
	<b>Total Resíduos Sólidos</b>	<b>601.390</b>					
<b>Emissões Totais de CO<sub>2</sub>e de Recife</b>		<b>3.120.426</b>	1.693.231	200.567	1.226.628		

Fonte: Elaboração própria a partir das informações fornecidas pelo Inventário de Emissões de GEE de Recife.

\* MCTI: Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação

\*\* 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011.

A partir da tabela acima, são identificadas aspectos do inventário de Recife que se assemelham ao inventário de Fortaleza:

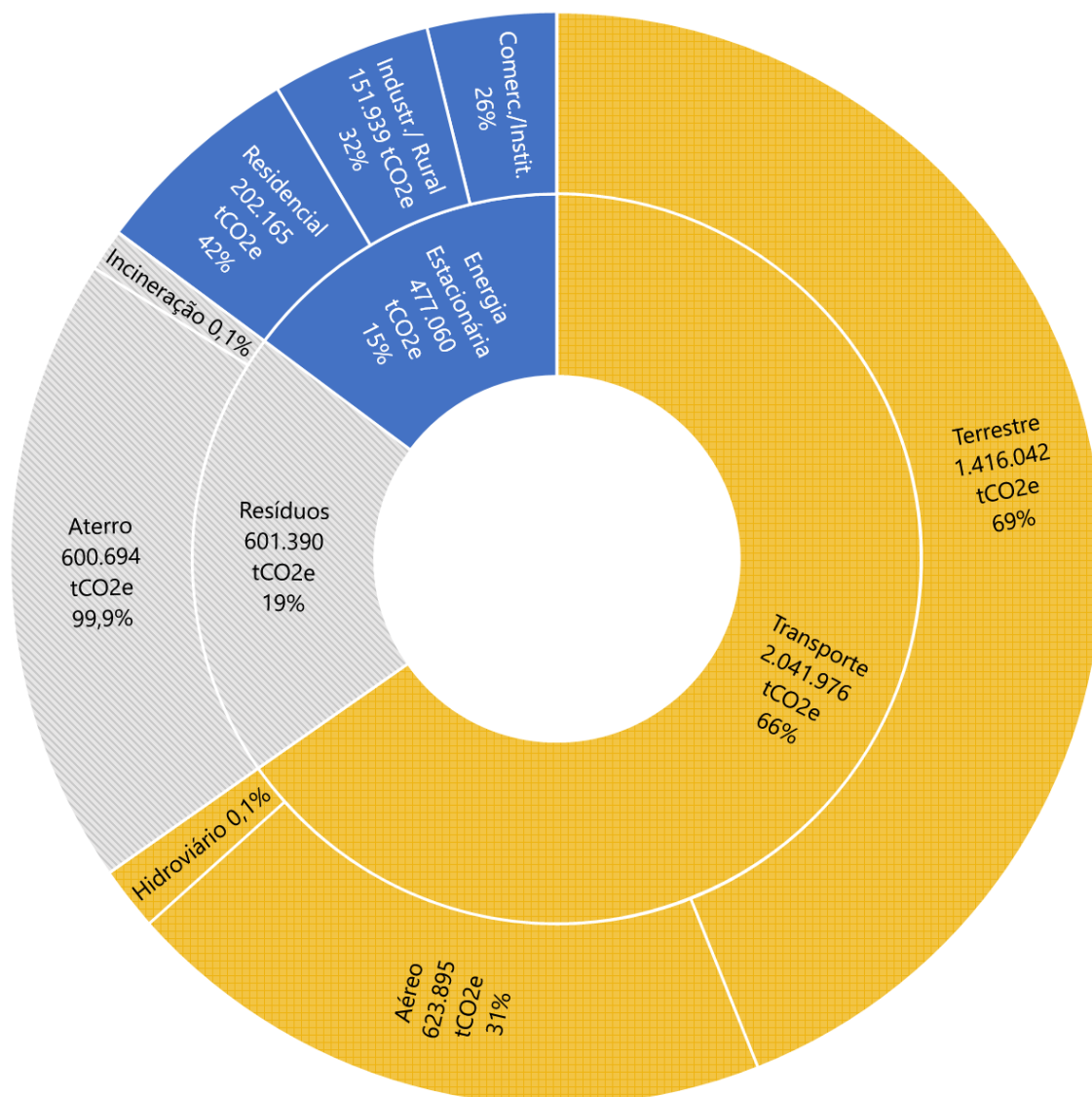
- São contabilizados apenas três dos cinco grandes setores: Energia Estacionária, Transportes e Resíduos; não sendo contabilizados os setores AFOLU nem IPPU.
- No setor Energia Estacionária, a energia elétrica industrial é contabilizada junto com as emissões do consumo agrícola, no subsetor “Indústrias e Meio Rural”, diferente do padrão GPC, onde os subsetores “indústrias” e “meio rural” não são segregados.
- As emissões de transporte aéreo e hidroviário são totalmente alocadas no escopo 3. Quanto o hidroviário, o inventário justifica que o porto de Recife é operado pelo Governo Estadual. Não há justificativa para a metodologia utilizada na alocação do transporte aéreo.

Com relação ao reporte das emissões, estas são apresentadas por escopo e por setor. O setor Resíduos inclui as emissões dos aterros e as emissões da incineração dos resíduos do sistema de saúde. A incineração é realizada por empresa terceirizada e ocorre dentro dos limites do município, por isto pertence ao escopo 1.

Os demais resíduos sólidos pertencem ao escopo 3, pois são enviados para dois aterros sanitários localizados nas cidades de Jaboão e Jaguarassu, que pertencem à região metropolitana de Recife.

O Gráfico 4 a seguir apresenta as emissões de Recife por setor.

Gráfico 4: Emissões por setor de Recife em 2012.



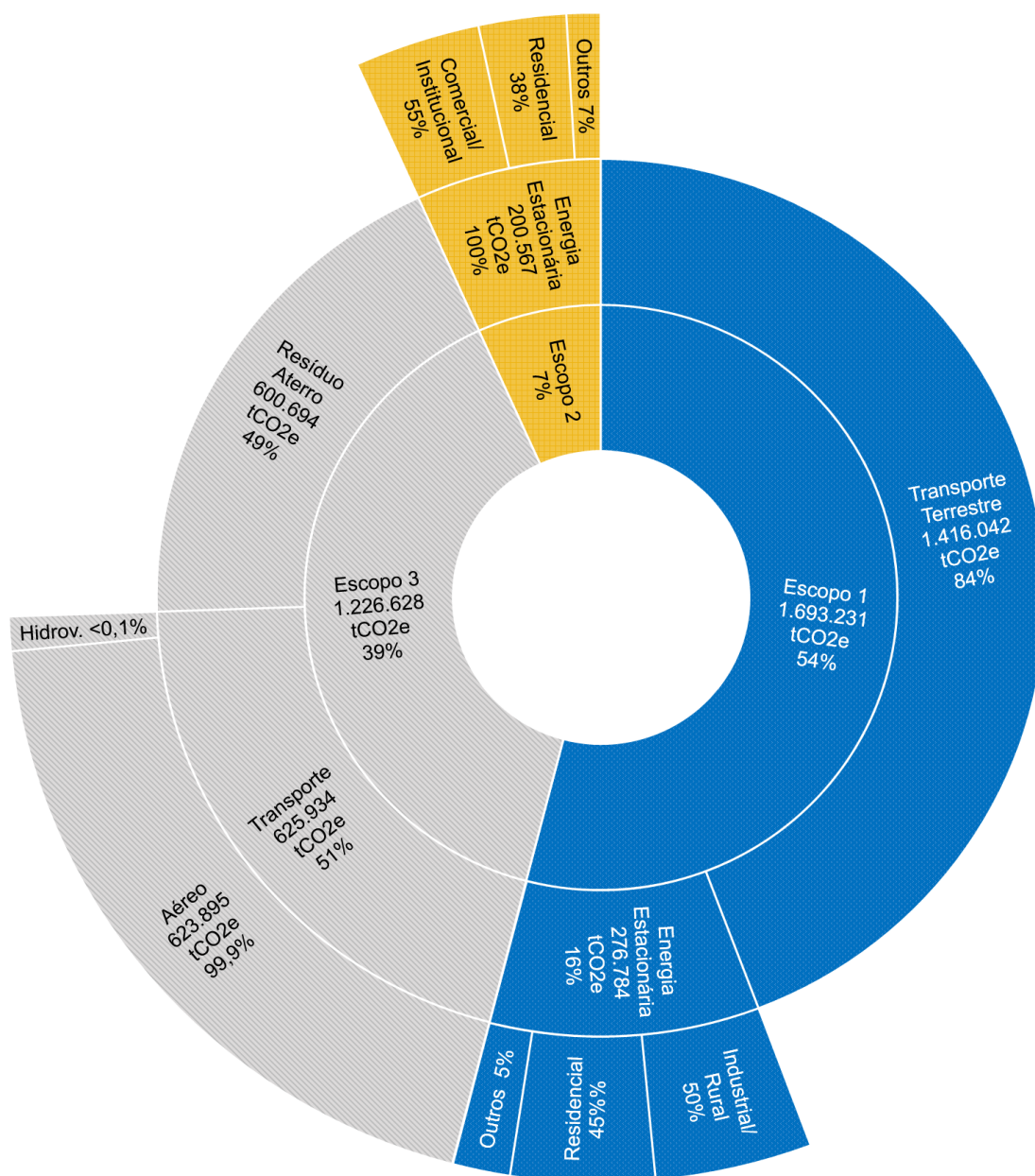
Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 4 mostra o percentual de contribuição do setor transporte, responsável por 66% das emissões totais de Recife. O setor de transporte terrestre emite 69% das emissões de transporte e, portanto, 45% das emissões totais de Recife.

O setores de energia estacionária e resíduos tem contribuições próximas: 15% e 19%, respectivamente. Para o setor Energia Estacionária, 42% de contribuição provém do consumo Residencial, 32% do consumo Industrial e Rural, e 26% de contribuição do setor Comercial e institucional.

Já o percentual de contribuição dos escopos é apresentado no gráfico abaixo.

Gráfico 5: Emissões por escopo de Recife em 2012.



Fonte: Elaboração própria.

Do Gráfico 5 acima, se observa que o escopo 1 emite 54% do total, devido ao transporte terrestre, mas as emissões do escopo 3 se mostram também expressivas (39%), sendo aproximadamente a metade devida ao transporte aéreo. Isto leva a interpretação de que quase 40% das emissões de Recife estão sendo emitidas fora do seu território.

Este inventário também apresenta projeção futura das emissões, utilizando o modelo *Business-As-Usual* (BAU), a partir das taxas de crescimento populacional, econômico e da frota de veículos. De acordo com o relatório, é observado que “os setores que

crecem mais são aqueles em que as emissões aumentam de acordo com o crescimento econômico: governo, comercial/ institucional e industrial” (RECIFE, 2014, p. 43), diferente das emissões de resíduos e energia residencial, as quais estão mais diretamente relacionadas ao crescimento populacional. Assim, no intervalo de 20 anos, entre 2020 e 2040, foi estimado para Recife um aumento de 258% nas emissões, passando de 4.662.930 tCO<sub>2</sub>eq para 16.708.821 tCO<sub>2</sub>eq.

Também são relatadas lições aprendidas durante o processo de elaboração do inventário, sendo uma delas a necessidade técnica de desenvolver mecanismos de monitoramento e verificação de modo a aumentar a qualidade dos próximos inventários. Foi observado também o interesse dos agentes em participar do processo, o qual, de acordo com o relatório, despertou a consciência quanto aos impactos das atividades cotidianas e “será divisor de águas como ferramenta de gestão para a criação de políticas públicas [...]” (RECIFE, 2014, p. 46).

#### **Análise Geral do Inventário de Recife:**

O inventário de Recife demonstra pouca transparência, apresentando poucas informações que possibilitem a compreensão dos valores apresentados. Em geral, não mostra detalhamento dos cálculos das emissões e os únicos fatores de emissão apresentados são os da energia elétrica e da emissão de N<sub>2</sub>O dos resíduos. Para o cálculo das emissões do setor Resíduos, o relatório indicou que foi considerado que toda a emissão de GEE ocorreu no ano em que o resíduo foi disposto, diferente do método de Decaimento de Primeira ordem utilizado por outros inventários. O método de Decaimento considera que as emissões continuam a ocorrer nos anos seguintes à disposição do resíduo.

A separação entre emissões do governo e da comunidade se mostra pouco consistente, visto que nem todas as emissões induzidas pela administração puderam ser contabilizadas separadamente. Ao segregar as emissões do governo local e da comunidade, deve-se levar em consideração a finalidade e o custo-benefício desta forma de reporte, visto que as emissões específicas da administração pública são sempre muito menores que as emissões da comunidade. Entretanto, no inventário de Recife, foram estimadas as emissões provenientes do consumo de eletricidade, que é uma fonte relevante das emissões administrativas. É possível que este detalhamento contribua para o controle de ações de mitigação específicas nas

instalações da administração pública, entretanto isto poderia ser obtido também através da elaboração de inventários específicos da administração pública ou outra forma que reduza o risco de equívocos no entendimento do inventário municipal, e que não dificulte a sua comparabilidade, como foi observado neste trabalho. O inventário de Recife não apresenta análise de confiabilidade dos dados, e as emissões biogênicas também não foram contabilizadas.

#### 4.4 Caracterização do Inventário de Emissões de GEE de Salvador

O inventário do município de Salvador utiliza a metodologia GPC para contabilizar as emissões do ano de 2013. Foi concluído em 2015. A elaboração do inventário foi realizada pela empresa de consultoria Pangea Capital, sediada em São Paulo, como resultado de uma parceria entre o *WRI – World Resources Institute* e a SECIS - Secretaria Cidade Sustentável da Prefeitura de Salvador. O financiamento foi obtido junto ao consulado Britânico. O processo de elaboração do inventário incluiu a realização de encontros, inicialmente envolvendo a SECIS, o WRI, o Iclei, Pangea e, posteriormente, técnicos convidados de outras instituições, conforme trecho de entrevista abaixo:

Houve dois momentos de workshop, dois dias. [...] Na primeira reunião, com o ICLEI, a Pangea e a Secis, conseguimos marcar uma data e já entrar em contato com os técnicos. Este primeiro momento foi apenas para alinhamento de informações, mas já bem evoluído. (Trecho de entrevista com representante da Prefeitura de Salvador)

O trecho acima é interessante pois fornece informações sobre o processo de gestão envolvido na implementação do inventário de Salvador, o qual ocorreu através de articulação com as redes como WRI e ICLEI, diferente do processo de licitação praticado pelos inventários do Rio de Janeiro e São Paulo, por exemplo. Sobre a utilização da metodologia GPC, o inventário afirma:

O GPC tem como objetivo ajudar cidades a desenvolver um **inventário completo e robusto**, a fim de **apoiar o planejamento de ações** climáticas através de uma compreensão completa de seus impactos de GEE e demonstrar a importância do papel desempenhado pelas cidades na luta contra as alterações climáticas. (SALVADOR, 2015, p. 6, grifo nosso.)

Como limitação, o inventário de Salvador relata apenas a ausência da contabilização das emissões dos setores AFOLU e IPPU. De acordo com a publicação, foi informado pelos pontos focais da prefeitura que estes setores apresentam pouca relevância no município devido a ausência de grandes indústrias (SALVADOR, 2015, p.6).

Tabela 7: Resultado do Inventário de Emissões de GEE de Salvador para o ano 2013.

Ano Inventariado		2013							
Metodologia Aplicada		GPC							
Gases Inventariados		CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O							
Potenciais de Aquecimento Global (GWP)		CO <sub>2</sub> =1; CH <sub>4</sub> =25; N <sub>2</sub> O=298 (Fonte: 4º relatório do IPCC).							
Fatores de Emissão Utilizados		Tier 1 (dados obtidos do IPCC) e Tier 2 (dados obtidos do MCTI)							
	<b>Setor</b>	<b>Emissões (tCO<sub>2</sub>e)</b>					<b>Fonte</b>	<b>Fator Emissão</b>	
		<b>Setor</b>	<b>BASIC</b>	<b>Escopo 1</b>	<b>Escopo 2</b>	<b>Escopo 3</b>	<b>Biogênicas</b>		
Energia Estacionária	Residencial								
		Energia elétrica	167.703	167.703		167.703		Coelba	MCTI
		GLP	253.823	253.823	253.823			ANP	MCTI/IPCC
		GN	4.058	4.058	4.058			Bahiaqás	MCTI/IPCC
	Comercial/ Institucional								
		Energia elétrica comercial	125.223	125.223		125.223		Coelba	MCTI
		Energia elétrica poder público	26.126	26.126		26.126		Coelba	MCTI
		Energia elétrica iluminação pública	12.063	12.063		12.063		Coelba	MCTI
		Energia elétrica serviço público	11.380	11.380		11.380		Coelba	MCTI
		Gás natural	5.268	5.268	5.268			Bahiaqás	MCTI/IPCC
		GN cogeração	23.648	23.648	23.648			Bahiaqás	MCTI/IPCC
	Indústria de Manufatura e Construção								
		Energia Elétrica	22.835	22.835		22.835		Coelba	MCTI
		Gás natural	16.481	16.481	16.481			Bahiaqás	MCTI/IPCC
		Diesel	439	439	439			ANP	IPCC
	Óleo combustível	17	17	17			ANP	MCTI/IPCC	
Atividade Rural		355	355		355		Coelba	MCTI	
Indústria de Energia		711	711		711		Coelba	MCTI	
	<b>Total Energia Estacionária</b>	<b>670.129</b>	<b>670.129</b>						
Transporte	Terrestre	2.022.851	2.022.851	2.022.851			832	ANP, Bahiaqás e TranSalvador	MCTI/IPCC
	Aéreo	642.754	642.754	642.754				ANP	IPCC
	Hidroviário	64.094	64.094	64.094				Infraero	MCTI/IPCC
		<b>Total Transportes</b>	<b>2.729.700</b>	<b>2.729.700</b>					
Resíduos	Resíduo sólido <i>gerado dentro</i> de Salvador	27.588	27.588	27.588			551.767	Battre	-
	Resíduo sólido <i>gerado fora</i> de Salvador	3.515	NA	3.515			70.293	Batre	-
	Incineração	90.402	90.402			90.402		Serquip	MCTI
	Tratamento de Efluentes	177.630	177.630	177.630				Embasa	-
		<b>Total Resíduos Sólidos</b>	<b>299.135</b>	<b>295.620</b>					
	<b>Emissões Totais de CO<sub>2</sub>e de Salvador</b>	<b>3.698.964</b>	<b>3.695.449</b>	3.242.166	366.395	90.402	1.475		

Fonte: Elaboração própria a partir das informações fornecidas pelo Inventário de Emissões de GEE de Salvador.

NA: Não se aplica, pois a emissão não é induzida por Salvador



Sobre a delimitação dos limites do inventário, a consultoria envolvida na elaboração do inventário de Salvador trouxe a seguinte reflexão:

O GPC tem o BASIC e o BASIC+. O BASIC+, além de resíduos, transporte e energia, considera processos industriais e mudança no uso do solo. Para alguns municípios, não faz sentido fazer o BASIC +, porque não tem impacto industrial, porque também não tem agricultura, não tem desmatamento, são cidades muito urbanizadas [...] no fim, você **tem um trabalho muito árduo de levantamento de informações, com resultado ínfimo em termo de emissões**. E, às vezes, não vale a pena. Então, isso é uma discussão estratégica, a delimitação dos limites do inventário. (Trecho de entrevista com consultoria do Inventário de Salvador, grifo nosso).

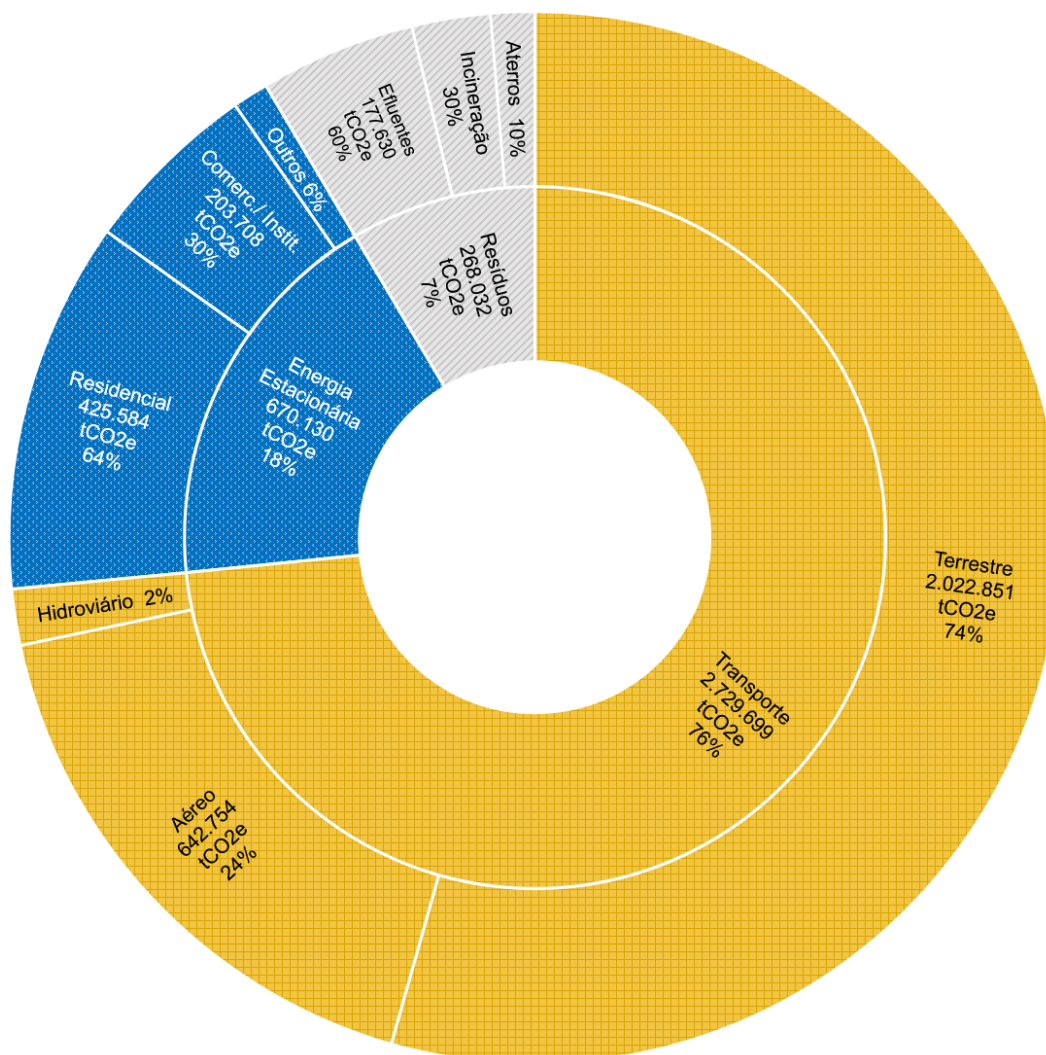
Da Tabela 7, é possível observar que Salvador contabiliza as emissões de três setores: Energia Estacionária, Transportes e Resíduos. As emissões da “indústria de energia” e da “atividade rural” são relatadas separadamente, conforme GPC. As emissões do setor transportes são todas contabilizadas no escopo 1, diferente dos inventários de Recife e Fortaleza que as contabilizaram no escopo 3. As emissões de transporte aéreo também são calculadas com base no consumo de combustível fornecido pela Infraero, sem maiores informações, de modo que não é possível identificar se correspondem apenas a vôos com origem ou destino final na cidade, ou vôos com escala.

A coluna “emissões biogênicas” da Tabela 7 corresponde às emissões que ocorrem na queima de etanol e biodiesel. Isto inclui o percentual de etanol adicionado à gasolina e o percentual de biodiesel adicionado ao diesel consumido pelos transportes e pelo setor energia estacionária. No caso do setor Resíduos, as emissões biogênicas são provenientes de carga orgânica disposta nos aterros. Vale lembrar que estas emissões são reportadas separadamente, não sendo somadas às demais.

Ao contrário de Recife, os resíduos sólidos de Salvador são tratados em aterros do município e a incineração é realizada por empresa situada fora dele. Entretanto, o aterro de Salvador também recebe resíduos de outros municípios (ver na Tabela 7 o subsetor *Resíduo sólido gerado fora de Salvador*). Estas emissões ocorrem dentro do município de Salvador, mas não são induzidas pelas suas atividades; portanto, não são incluídas no total de emissões do inventário de Salvador, o qual reporta as emissões conforme modelo BASIC (ver subcapítulo 2.6, item b). Para fins comparativos, estas emissões estão incluídas na coluna “Setor” da Tabela 7, a qual inclui todas as emissões contabilizadas para Salvador (com exceção das biogênicas). Assim, do total de 31.103 tCO<sub>2e</sub> emitidos no aterro de Salvador, 27.588,4 tCO<sub>2e</sub> é proveniente das atividades internas. As 3.5145 toneladas de CO<sub>2e</sub> restantes são

provenientes dos resíduos de outros municípios que são destinados ao aterro de Salvador. O Gráfico 6 a seguir ilustra os percentuais de contribuição de cada setor e escopo para as emissões de GEE de Salvador.

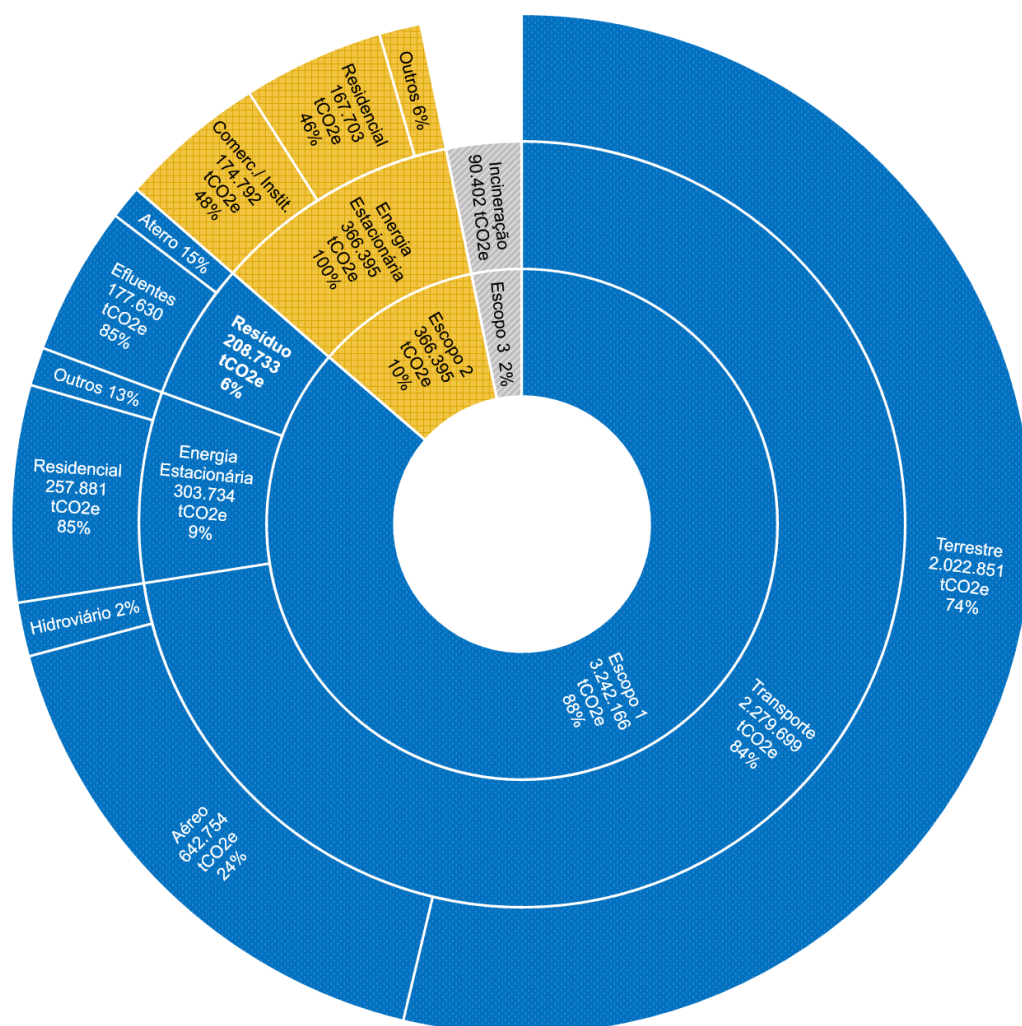
Gráfico 6: Emissões por setor de Salvador em 2013.



Fonte: Elaboração própria.

O setor transporte se destaca no gráfico acima como o maior emissor de GEE (75% das emissões) de Salvador, devido, principalmente, ao transporte terrestre (74%) e depois ao transporte aéreo (24%). Embora seja uma cidade portuária, o valor obtido para o transporte hidroviário foi pequeno: 2% das emissões totais do setor. O setor energia estacionária é o segundo maior emissor (18%), com contribuição expressiva do setor residencial (64%) e depois do comercial/institucional(30%). As emissões do setor de resíduos (7%) são devidas principalmente ao tratamento de efluentes (60%) e à incineração (31%). O Gráfico 7 abaixo exhibe as emissões por escopo.

Gráfico 7: Emissões por escopo de Salvador em 2013.



Fonte: Elaboração própria.

Quanto aos escopos, o maior emissor é o escopo 1 (88%), em função do transporte que corresponde a 84% do total. Sendo que o transporte terrestre responde por 74% das emissões e o aéreo por 24%. O escopo 3 contempla apenas as emissões da incineração, as quais correspondem a 2%. Vale lembrar que o escopo 3 corresponderia às emissões induzidas por Salvador mas emitidas fora de seu território.

Algumas das sugestões de melhoria que o primeiro inventário de Salvador apresenta para a elaboração de futuros inventários são: o aprimoramento do sistema de coleta de dados e a criação de indicadores de performance para novos projetos e programas de gestão. (Salvador, 2014, p.16).

### **Análise Geral do Inventário de Salvador:**

O relatório do Inventário de Salvador reporta as emissões de GEE dos três setores – energia estacionária, transportes e resíduos –, de modo conforme ao método GPC, utilizando a estruturação e tabelas fornecidas. Entretanto, não há detalhamento da metodologia de cálculo e disponibilidade de informações que possibilitem a qualquer leitor análise crítica dos dados, como por exemplo o que foi contabilizado nas emissões do setor transporte, ou que tipos de resíduos sólidos estão incluídos, ou ainda que forma de tratamento de efluente está sendo contabilizada, se inclui fossas sépticas ou emissões decorrentes do despejo em corpos hídricos. Também não há informações sobre a origem do gás natural da cogeração. Maiores informações puderam ser encontradas na memória de cálculo que precisou ser solicitada à Prefeitura, entretanto, seria interessante que o detalhamento estivesse disponibilizado no próprio inventário.

Quanto aos fatores de emissão, é indicada a priorização do uso do Tier 2 e, quando da ausência destes, o Tier 1 é utilizado (ver subcapítulo 2.5). Os valores específicos utilizados não são informados no relatório, mas puderam ser encontrados na memória de cálculo do inventário fornecida pela Consultora.

Ainda que em alguns casos as emissões de IPPU e AFOLU sejam consideradas pouco significativas, ao menos uma primeira contabilização (inclusão no primeiro ou segundo inventário) seria interessante de modo a confirmar o grau de relevância destes setores para as emissões do município. É importante ressaltar que as áreas verdes são os principais sumidouros de carbono das cidades e que Salvador é uma das maiores capitais brasileiras, com grande apelo turístico e com um mercado imobiliário bastante ativo. Seria interessante considerar a mudança de uso no solo da cidade que ocorre em função da expansão do setor imobiliário ou ainda de grandes obras urbanas. Salvador ainda conta com grandes áreas verdes, remanescentes de Mata Atlântica, como o Parque da Cidade, o Parque Metropolitano de Pituaçu, o Parque do Vale Encantado, o Parque São Bartolomeu, a área de restinga do Parque das Dunas e o Parque Metropolitano do Abaeté. Assim, o setor de AFOLU deve ser considerado um setor relevante para a contabilização de emissões de GEE na cidade, pelo potencial não apenas enquanto sumidouro de carbono que estas áreas representam, mas também pelo serviço ecossistêmico prestado. Inclusive, este setor pode ser considerado bastante vulnerável na cidade, quando consideramos que a Lei

de Ordenamento e Uso do Solo e o PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – da cidade, podem possibilitar a supressão das áreas verdes municipais.

#### 4.5 Caracterização do terceiro inventário do Rio de Janeiro

A cidade do Rio de Janeiro apresenta, até o momento de publicação deste estudo, três inventários de emissões de GEE, todos realizados conforme metodologia IPCC, através de parceria entre a prefeitura e a COPPE (UFRJ) através do grupo Centro Clima. Entretanto, no terceiro inventário, as emissões foram também relatadas conforme método GPC pela primeira vez. Este último inventário da cidade do Rio de Janeiro relata as emissões de 2012 e foi publicado em dezembro de 2013. É, portanto, o primeiro inventário brasileiro a utilizar a metodologia GPC. Apresenta também a revisão das estimativas realizadas anteriormente para o ano de 2005.

O inventário menciona a necessidade de adaptação metodológica para o contexto local, quando se utiliza a metodologia IPCC – visto que esta foi construída originalmente para ser aplicada na elaboração de inventários nacionais –, e que a divisão por escopos do método GPC foi aplicada “de modo a se alinhar com as melhores práticas internacionais em relação à clara definição das fronteiras e responsabilidades sobre as emissões do Município [...]”; e também como parte do teste piloto do protocolo (Rio de Janeiro, 2013, p. 5). Sobre a iniciativa e a importância do instrumento, a mensagem do Secretário de Meio Ambiente, no início do relatório, reforça o pioneirismo na utilização da metodologia GPC e a importância do inventário para orientar a política de desenvolvimento da cidade. E em relação ao objetivo do inventário no contexto local, o documento justifica e reforça a importância da comparabilidade, conforme trecho abaixo:

No caso de estados e cidades, o objetivo da realização de inventários é **subsidiar o planejamento**, mas a possibilidade de **comparação** entre estados ou cidades também é interessante para a análise e validação internacional dos resultados. Sendo assim, cuidados devem ser tomados para que as adaptações metodológicas necessárias sejam muito bem abordadas e fiquem bem esclarecidas. (Rio de Janeiro, 2013; p. 5, grifo nosso).

O inventário relata a limitação em relação aos níveis metodológicos utilizados (Tiers 1 e 2), que dependem da disponibilidade de informações, e o aperfeiçoamento do cálculo requer informações detalhadas sobre as tecnologias de combustão utilizadas pelos consumidores de energia. A tabela a seguir mostra as emissões de GEE induzidas pelos diversos setores da cidade do Rio de Janeiro:

Tabela 8: Resultado do inventário de Emissões de GEE do Rio de Janeiro para o ano 2012.

Ano inventariado		2012				
Metodologia aplicada		IPCC (setores) / GPC (subsetores e escopos)				
Gases inventariados e GWP		CO <sub>2</sub> = 1; CH <sub>4</sub> = 21; N <sub>2</sub> O = 310 *				
Fatores de emissão		Tier 1(IPCC); Tier 2 (obtidos das comunicações nacionais ou da literatura)				
Setor		Emissões (GgCO <sub>2</sub> e)				Remoções
		Setor	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3	
Energia	Energia Estacionária	Residencial	1.890	1.575	315	
		Público	563	439	123	
		Comercial/ Serviços	1.627	1.283	344	
		Indústria	2.500	2.361	139	
		Setor Energético	3.172	2.702	470	
		Agropecuária	0,68	0,54	0,14	
		Emissões Fugitivas	1.437	1.254		182
		<b>Total Energia Estacionária</b>	<b>11.189</b>			
	Transportes	Terrestre	5.394	5.374	20	
		Rodoviário	5.301	5.301		-316
Ferroviário		93	73	20		
Aéreo (civil=1.665 + internacional=1.506,5)		3.171	1.665		1.506,5	
Hidroviário (nacional=10 + internacional=125,6)		136	10		125,6	
<b>Total Transportes</b>	<b>8.702</b>					
Resíduos	Sólidos	1.707	10		1.696	
	Sólidos urbanos	1.648	10		1.638	
	Sistema de saúde	6			6	
	Incineração	0	0			
	Industriais	52			52	
	Tratamento de Efluente	624	624			
	Residencial e Comercial	527	527			
Industrial	97	97				
<b>Total Resíduos</b>	<b>2.331</b>					
IPPU	Processos Industriais	2.287	2.287			
	Uso de Produtos	69	69			
	<b>Total IPPU</b>	<b>2.355</b>				
AFOLU	Mudança no Uso do Solo	0	0		-12	
	Pecuária	10	10			
	Agricultura	10	10			
	<b>Total AFOLU</b>	<b>20</b>				
<b>Emissões/ Remoções Totais de CO<sub>2</sub>e do RJ</b>		<b>24.597</b>	19.675	1.410	3.511	-328

Fonte: Elaboração própria a partir das informações fornecidas pelo Inventário de Emissões de GEE do Rio de Janeiro.

\* Embora o inventário aponte a utilização do 4º relatório IPCC como fonte dos Potenciais de Aquecimento global, os valores utilizados correspondem àqueles apresentados no 2º relatório (SAR: *Second Assessment Report* – IPCC, 1996). Os valores do 4º relatório seriam 25 e 280, respectivamente, para o CH<sub>4</sub> e o N<sub>2</sub>O. Fonte: [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/errataserrata-errata.html#2-14table](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/errataserrata-errata.html#2-14table).

A delimitação do inventário é apontada pelo inventário do Rio de Janeiro como uma das principais questões metodológicas, sendo que o primeiro critério utilizado é a fronteira geográfica do município, mas não é suficiente para refletir adequadamente a responsabilidade sobre as emissões. Deste modo, o inventário também contabiliza emissões e remoções de carbono que ocorrem fora da sua fronteira geográfica, mas que são induzida pelas atividades do município. Isto acontece com as emissões da queima de combustíveis para a geração da energia elétrica importada, com o etanol consumido no setor Transporte, também com as emissões fugitivas do carvão mineral importado; todas ocorrendo fora da fronteira do município.

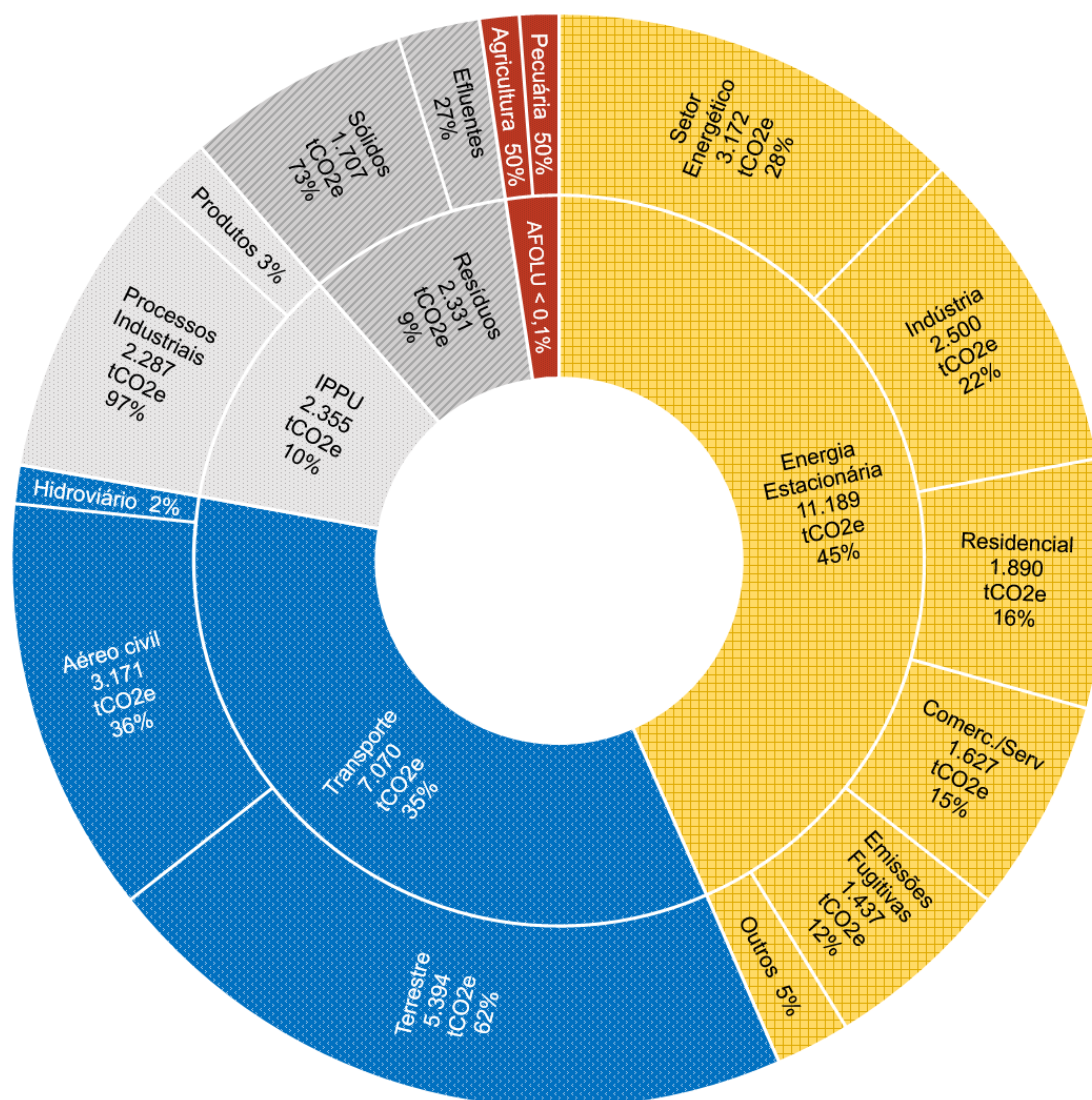
Pode se observar na Tabela 8 acima que o inventário do Rio de Janeiro contabiliza todos os setores determinados pelas metodologias IPCC e GPC. O relatório informa que a desagregação dos setores é realizada conforme IPCC e a dos subsetores conforme GPC.

Vale notar que no setor transportes, as emissões *bunker*, ou seja, relativas aos transportes aéreo e hidroviário internacional, são reportadas separadamente. De acordo com o inventário, elas correspondem às emissões do consumo de querosene de aviação em vôos internacionais e de óleo diesel em navegação internacional de longo curso. O inventário do Rio de Janeiro não inclui as emissões bunker como escopo 3. Esta adaptação foi feita neste trabalho por ser compatível com a sugestão do GPC, e para fins comparativos. O transporte terrestre considera a soma das emissões de transporte rodoviário e ferroviário.

O consumo denominado “setor energético” (do setor energia estacionária), corresponde às perdas na distribuição de energia elétrica e também às emissões da produção de coque. Por isto, o setor apresenta emissões consideráveis no Rio, em relação às demais cidades. O IPCC recomenda que a produção de coque da siderurgia seja contabilizada dentro do setor energético.

Os gráficos a seguir permitem melhor visualização da contribuição dos setores e escopos para as emissões totais.

Gráfico 8: Emissões por setor do Rio de Janeiro em 2012.



Fonte: Elaboração própria.

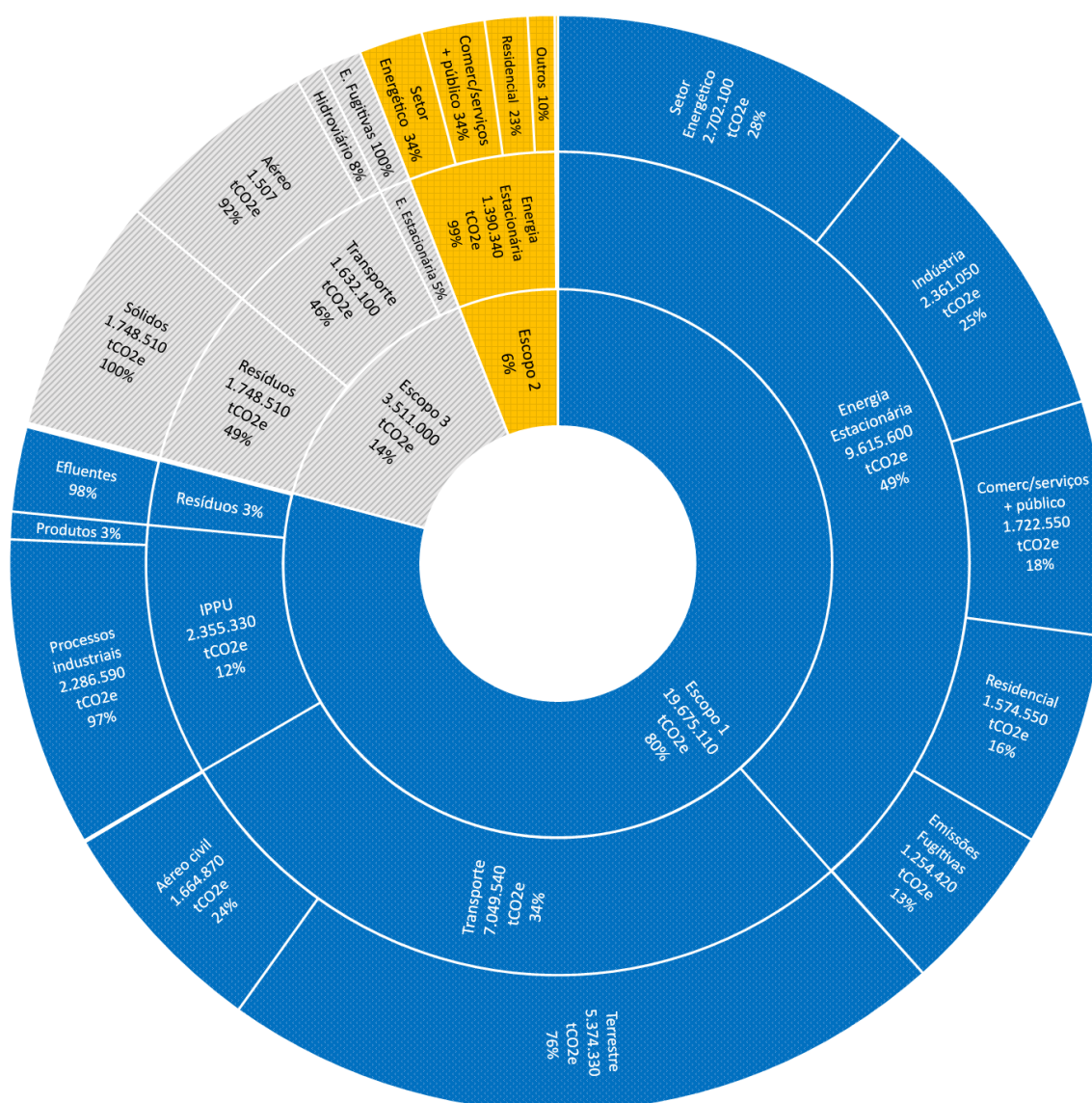
O Gráfico 8 mostra o setor energia estacionária como o maior emissor do Rio, responsável por 45% das emissões totais CO<sub>2</sub>e, e com contribuições principalmente dos subsetor energético (28%), indústria (22%) e comércio e serviços (20%). As emissões residenciais e fugitivas representam a menor parte, com 17% e 13% respectivamente. O setor transporte é o segundo grande emissor, com 35% do total, 62% devido aos modais terrestres, 36% devido ao transporte aéreo e apenas 2% ao hidroviário. Para esta pesquisa, nas emissões de transporte aéreo e hidroviário foram incluídas as emissões do deslocamento internacional, provenientes do querosene de aviação e do óleo diesel marítimo utilizado nos navios. Vale observar na as emissões do transporte aéreo internacional são quase metade das emissões do transporte aéreo, ou seja, de



acordo com os dados do inventários, a aviação internacional emite tanto quanto o setor aviação civil (nacional).

O setor AFOLU representa um pequeno percentual das emissões totais (aproximadamente 0,1%), devidas à agricultura e pecuária. As emissões de mudança do uso do solo não estão sendo contabilizadas pois tem valor negativo, indicando que houve remoção de CO<sub>2</sub>, e as remoções não são contabilizadas balanço do inventário, conforme sugerem as metodologias IPCC e GPC (ver Tabela 8). Em relação aos escopos, 80% das emissões estão alocadas no escopo 1, 6% no escopo 2 e 14% no escopo 3, conforme gráfico abaixo.

Gráfico 9: Emissões por escopo do Rio de Janeiro em 2012.



Fonte: Elaboração própria.

No escopo 1, a energia estacionária é o subsetor mais emissor, emitindo 49% do total, devido às emissões da indústria (25%) e do setor de energia (28%), que superam as emissões residenciais (16%) e (18%) e comerciais. O transporte é o segundo subsetor mais emissor (34%).

Em relação às emissões do escopo 3 – que cortam as fronteiras do território do Rio de Janeiro – as emissões de resíduos (49%) e transporte (46%) tem contribuições próximas. Vale lembrar que no escopo 3 do transporte estão sendo consideradas apenas as emissões *bunker*. Os resíduos correspondem aos resíduos sólidos urbanos que são enviados para os aterros Gramacho, Seropédica e Nova Iguaçu; o transporte do escopo 3 corresponde às emissões do transporte internacional aéreo e marítimo. Há ainda uma pequena parcela do escopo 3 correspondente às emissões fugitivas, da exploração do carvão mineral importado.

### **Análise geral do inventário do Rio de Janeiro:**

O terceiro inventário do Rio de Janeiro contabiliza as emissões dos setores e subsetores das metodologias IPCC e GPC. Em relação à desagregação GPC, o inventário pode ser classificado como de reporte em nível BASIC+ (ver subcapítulo 2.6, item b). Apresenta descrição das atividades cujas emissões estão sendo contabilizadas em cada setor e subsetor, facilitando a compreensão das emissões estimadas. Entretanto, a aplicação da metodologia GPC se restringe a desagregação dos subsetores e à apresentação dos escopos. Por exemplo, há divergências nas emissões do transporte internacional que, conforme a metodologia GPC, deveriam ser contabilizadas no total de emissões induzidas pela cidade (reporte das emissões por setor), conforme ajustado na Tabela 8 acima. Porém, o inventário reporta as emissões do transporte internacional conforme metodologia IPCC, unindo as emissões internacionais aéreas e hidroviárias na categoria *bunker*, e excluindo este valor das emissões totais.

## **4.6 Comparando os inventários com metodologia GPC**

O referencial teórico desta pesquisa mostra que umas das grandes questões apontadas pela literatura sobre inventários locais é a sua comparabilidade. A

comparação possibilita a formação de redes de informação sobre emissões de GEE, aumentando a qualidade das informações, na medida em que elas são confrontadas e melhor compreendidas quando situadas em um contexto maior. Ainda que o planejamento seja considerado o principal objetivo da elaboração de um inventário local, a comparabilidade deve ser também levada em conta.

Nesta seção, os inventários GPC são comparados em relação às emissões e metodologias aplicadas. Serão também relatadas as considerações realizadas para possibilitar a comparação entre eles. A Tabela 9 abaixo mostra as emissões das quatro cidades que aplicaram a metodologia GPC. É interessante observar que foram inventariados anos próximos (2012/2013), fato que contribui para a consistência da comparação.

Tabela 9: Comparativo das emissões dos inventários que utilizam metodologia GPC

	<b>Recife</b>	<b>Salvador</b>	<b>Fortaleza</b>	<b>Rio de Janeiro</b>
Ano inventariado	2012	2013	2012	2012
Emissão total (tCO <sub>2</sub> eq)	3.120.426	3.698.964	3.827.521	24.597.000
Emissão/capita (tCO <sub>2</sub> eq/hab.)	1,56	1,27	1,49	3,58
Escopo 1	1.693.231	3.242.166	2.162.866	19.675.110
Escopo 2	200.567	366.395	213.992	1.410.340
Escopo 3	1.226.628	90.402	1.450.663	3.511.000
Energia Estacionária	477.060	670.130	529.513	11.188.640
Transporte	2.041.976	2.729.699	2.338.261	8.701.640
Resíduos	601.390	268.032	959.746	2.330.820
IPPU	-	-	-	2.355.330
AFOLU	-	-	-	20.230
Remoções	-	-1.475	-	-327.520

Fonte: Elaboração própria a partir das informações dos inventários.

Em relação às emissões, o Rio de Janeiro é quem apresenta maiores valores em todos os escopos, de modo que sua emissão total ultrapassa em 6,4 vezes a emissão de Fortaleza, que é o segundo maior emissor da lista. O inventário do Rio é também o único, dentre os quatro, que contabiliza todos os setores, incluindo IPPU e AFOLU.

Já Fortaleza, Recife e Salvador são cidades com perfil semelhante, como indicam as emissões, por exemplo, do setor transporte ou o consumo de energia elétrica da rede, representado pelas emissões do escopo 2. Com relação aos setores energia estacionária e transporte, Salvador é quem apresenta maiores emissões,

dentre as três. Por outro lado, apresenta também a menor emissão do setor Resíduos. Chama atenção o fato de que embora Fortaleza e Salvador possuam, respectivamente, maiores emissões totais, é em Recife que está a maior emissão per capita.

Em relação à aplicação da divisão por escopos, a definição do limite do inventário é de grande importância e representa a diferença entre alocar emissões no escopo 1 ou no escopo 3. Fortaleza, Salvador e Rio de Janeiro utilizam o limite geográfico do município como o limite do inventário. Já em Recife, são definidos dois limites, um para as emissões diretas da administração local, chamado limite organizacional, e o outro limite é o limite geográfico, utilizado para contabilizar as emissões da comunidade. Por exemplo, as emissões portuárias são definidas como escopo 3, por serem atribuídas ao governo estadual (ver página 72). Conforme já mencionado na seção de caracterização do inventário de Recife, foi feita uma adaptação para considerar apenas um limite, geográfico, de todo o município. Em suma, as emissões de todo o transporte aéreo e hidroviário de Recife e Fortaleza foram contabilizadas como escopo 3, enquanto em Salvador, estas emissões foram alocadas no escopo 1. No Rio, os transportes aéreo e marítimo também foram considerados parte do escopo 1, entretanto, foram descontadas as emissões internacionais (bunker). Estas diferenças não possibilitam a comparação direta entre os valores dos escopos e diminuem a relevância da utilização da divisão por escopo.

Dada estas e outras diferenças na aplicação metodológica, a comparação numérica pode parecer vazia de sentido, o que implica na necessidade de se analisar o que está sendo contabilizado em cada um dos setores.

#### **a) Setor Energia Estacionária**

Para comparar as emissões da energia estacionária, foi necessário incluir as emissões do subsetor “público” do Rio de Janeiro no subsetor “comercial/institucional”, de modo a adequar aos demais inventários e à metodologia GPC. Além disto, deve-se considerar que o Rio contabiliza as emissões fugitivas e as perdas da geração de energia elétrica (contabilizadas no subsetor indústria de energia), as quais não estão incluídas nos demais

inventários. Deste modo, temos os valores apresentados na Tabela 10 a seguir:

Tabela 10: Emissões do setor energia estacionária para os inventários GPC

<b>Sub-setores de Energia Estacionária</b>	<b>Fortaleza (tCO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>Recife (tCO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>Salvador (tCO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>RJ (tCO<sub>2</sub>eq)</b>
Residencial	302.382	202.164	425.538	1.890.000
<i>Residencial por habitante*</i>	0,12	0,13	0,15	0,30
Comercial/Institucional	157.661	122.957	203.709	2.190.000
Indústria	69.115	151.939	39.772	2.499.790
Agricultura ou meio rural			355	680
Geração/Indústria de energia	355	-	711	3.172.000
Emissões fugitivas	-	-	-	1.436.910
<b>TOTAL</b>	<b>529.513</b>	<b>477.060</b>	<b>670.129</b>	<b>24.597.000</b>

Fonte: Elaboração própria.

\*Número de habitantes para os anos inventariados: Fortaleza-2.551.806 hab.; Recife-1.537.704 hab.; Salvador-2.902.927 hab.; Rio de Janeiro-6.390.290 hab.

Enquanto no Rio de Janeiro, o subsetor mais emissor é a indústria, seguida do comércio, nas demais cidades é o consumo residencial que pesa nas emissões da energia estacionária. Ainda assim, a demanda residencial por habitante do Rio de Janeiro é, aproximadamente, o dobro de Fortaleza, Salvador e Recife, as quais apresentam entre si valor muito próximos. A emissão residencial por habitante permite observar o consumo direto da população.

Ainda entre Fortaleza, Recife e Salvador, as emissões do consumo de energia industrial em Recife se mostram mais expressivas, seguidas de Fortaleza e, por fim de Salvador, indicando maior atividade nesta ordem.

As emissões induzidas pela indústria de energia do Rio de Janeiro são bastante expressivas (3.172.000 tCO<sub>2</sub>e), sendo 2.084.400 tCO<sub>2</sub>e provenientes das perdas na distribuição de energia. Somando-se às emissões fugitivas do carvão, refino e da distribuição de gás (1.436.910 tCO<sub>2</sub>e), tem-se um total de 3.521.310 tCO<sub>2</sub>e perdidas. Este valor é mais que o dobro das emissões de Fortaleza, Recife e Salvador somadas (1.676.702 tCO<sub>2</sub>e x 2=3.353.404 tCO<sub>2</sub>e).

As emissões fugitivas foram contabilizadas apenas no Rio de Janeiro.

## b) Setor Transporte

As emissões do setor de transporte foram calculadas a partir da quantidade de combustível comercializado. São apresentadas na Tabela 11 a seguir:

Tabela 11: Emissões do setor de transportes para os inventários GPC

Subsetores Transporte	Fortaleza (tCO <sub>2</sub> eq)		Recife (tCO <sub>2</sub> eq)		Salvador (tCO <sub>2</sub> eq)		Rio de Janeiro (tCO <sub>2</sub> eq)	
Terrestre	1.847.344	79,5%	1.421.191	69,4%	2.022.851	74,2%	5.394.000	62%
Aéreo	469.740	20,2%	624.845	30,5%	642.754	23,5%	1.665.000	19%
Hidroviário	7.552	0,3%	2.042	0,1%	64.094	2,3%	10.000	1%
<i>bunker</i>	-		-		-		1.632.000	18%
<b>TOTAL</b>	<b>2.324.261</b>	100%	<b>2.045.078</b>	100%	<b>2.729.699</b>	100%	<b>8.701.640</b>	100%
<b>Total/capita</b>	0,91		1,33		0,94		1,36	
<b>PIB/capita</b>	20*		21,6		13,7		47	

Fonte: Elaboração própria.

\* Valor aproximado com base no gráfico fornecido pelo inventário de Fortaleza.

Para compor a tabela acima, as emissões do governo de Recife foram somadas às emissões terrestres da comunidade, para gerar o total da emissões de transporte do município. Deve-se considerar que em Fortaleza, Recife e Salvador não houve identificação de origem/destino do transporte aéreo, justificada pela ausência de dados. Não se sabe, portanto, sobre a presença dos vôos internacionais no valor fornecido. O mesmo para o transporte hidroviário. O Rio de Janeiro contabiliza estas emissões separadamente no subsetor *bunker*; as emissões dos outros subsectores correspondem, portanto, ao transporte nacional. Fortaleza não inclui transporte ferroviário, embora as emissões deste modal tendem a ser muito pequenas; além disto, contabiliza emissões de transporte *off-road* (prevista no GPC, ver Tabela 1), cuja origem nem o método de cálculo não foram explicados, mas que foram incluídas aqui nas emissões do transporte terrestre.

Quanto aos valores, chama a atenção que as emissões per capita de Recife se aproximam das emissões do Rio de Janeiro, enquanto Fortaleza e Salvador apresentam valores semelhantes entre si, as quais têm também um número de habitantes maior que Recife. Por outro lado, Recife possui PIB mais alto que Salvador e Fortaleza nos anos inventariados.

De modo geral, depois do Rio, Salvador é quem apresenta maiores emissões totais do Transporte, com maior contribuição do transporte terrestre, porém

com contribuição expressiva do transporte hidroviário. Embora a emissão do transporte marítimo em Salvador supere a do Rio, não há informações quanto à participação das embarcações internacionais neste valor, nem maiores detalhes que possam sugerir uma explicação.

### c) Setor Resíduos

A comparação das emissões de resíduos não exigiu grandes adaptações. Recife e Fortaleza contabilizam apenas os resíduos sólidos urbanos, incluindo os incinerados. Salvador contabiliza, além disto, as emissões do tratamento de efluentes líquidos, sem detalhamento das informações. Já no Rio de Janeiro, as emissões dos resíduos sólidos e do tratamento de efluentes incluem também os resíduos industriais.

Tabela 12: Emissões do setor de resíduos dos inventários GPC

<b>Setores de Resíduos</b>	<b>Fortaleza (tCO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>Recife (tCO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>Salvador (tCO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>Rio de Janeiro (tCO<sub>2</sub>eq)</b>
Resíduos sólidos	959.746	601.390	121.505	1.706.570
Efluentes líquidos	-	-	177.630	624.250
<b>TOTAL</b>	<b>959.746</b>	<b>601.390</b>	<b>299.135</b>	<b>2.330.820</b>
<b>Total per capita</b>	0,38	0,34	0,10	0,36

Fonte: Elaboração própria.

As emissões do tratamento de efluentes líquidos em Salvador superam as emissões dos resíduos sólidos, mostrando a importância de serem contabilizadas; o que não ocorreu em Fortaleza nem em Recife. É notável o fato de que as emissões por habitante são ligeiramente maiores em Fortaleza do que no Rio de Janeiro. O inventário de Fortaleza não fornece detalhes sobre a quantificação destas emissões para ajudar na compreensão do valor relativamente alto.

Para Fortaleza, Recife e Salvador, não são contabilizadas as emissões fugitivas, nem dos setores AFOLU e IPPU. Entretanto, o inventário de Recife informa que reconhece as emissões de uso da terra como relevantes e pretende incluí-las no próximo inventário. Já em Salvador considerou-se que estas emissões não são relevantes na cidade. Estas emissões, assim como as emissões biogênicas, serão mais discutidas com os demais inventários que utilizam a metodologia IPCC.

A comparação acima dos inventários que utilizam metodologia GPC permite as seguintes conclusões:

1. Três dos quatro inventários elaborados conforme metodologia GPC não contabilizam as emissões dos setores AFOLU, IPPU, justificando com ausência de dados ou pouca relevância; também não contabilizam emissões fugitivas nem as perdas na distribuição de eletricidade. A ausência destas emissões está de acordo com o nível de reporte BASIC do GPC. A formalização desta forma de reporte (BASIC) pode gerar um certo comodismo e tendência para o reporte mínimo. O protocolo GPC também diz que a escolha do nível BASIC+ só deve ocorrer caso todas as emissões do nível BASIC sejam estimadas (GPC, 2014, p. 35). Este pode ser também um fator de desencorajamento.
2. Para estes inventários que apresentam o reporte das emissões no nível BASIC, há divergências em relação à forma de apresentação das emissões consolidadas. De acordo com o GPC, o reporte BASIC corresponde às emissões dos escopos 1 e 2 para a energia estacionária e transporte, mais todo o resíduo gerado internamente (GPC, p. 35). Isto exclui as demais emissões do escopo 3, e as emissões daquele resíduo que é gerado fora mas tratado dentro do município. Esta indicação não tem sido bem aplicada nem mencionada nos inventários, especialmente em relação aos setores de resíduos e transportes. Também acaba gerando confusão no setor de transporte, por exemplo, visto que as emissões que são alocadas no escopo 3 acabariam tendo de ser excluídas do reporte BASIC.
3. É interessante que mesmo as emissões contabilizadas no reporte nível BASIC apresentem a diferenciação entre o que é induzido ou não pelo município, através da divisão por escopos. Ou seja, as emissões do escopo 3 não seriam excluídas, aumentando o grau de completude e entendimento do inventário.
4. O inventário do Rio de Janeiro é mais robusto, contabilizando emissões de mais subsetores e apresenta maior transparência, entretanto, a aplicação da



metodologia GPC apresenta inconsistência na alocação das emissões do setor transportes e do escopo 3.

5. Pode-se dizer que Salvador, Fortaleza e Recife apresentam inventários pouco transparentes, com carência de informações que possibilitem ao leitor compreender de que forma aquelas emissões foram contabilizadas, e o que elas representam em realidade. Estes relatórios se assemelham pela simplicidade do relato. De modo geral, apresentam apenas o valor final calculado. Suas emissões totais apresentam valores bem próximos, sendo Fortaleza a maior emissora de GEE. Se distanciam mais quando comparados os valores de emissão per capita. A emissão por habitante é um parâmetro interessante, pois traz as noções de poder de consumo e de responsabilidade individual pelas emissões, lembrando a relação com a desigualdade social estabelecida por Piketty e Chancel (PIKETTY E CHANCEL, 2015).
6. Apenas Salvador e Rio de Janeiro contabilizam as remoções de CO<sub>2</sub>.
7. A desagregação adotada pelos municípios não é uniforme e isto dificulta a comparabilidade. A comparação exige ajustes para equiparar as divisões dos setores de acordo com a metodologia padrão. Há divergências em relação à alocação das emissões do setor público, da agricultura, da alocação do transporte entre os escopos. A análise comparativa por subsetor torna a comparação mais coerente porque permite observar melhor a compatibilidade dentre as metodologias e o significado dos dados calculados.
8. A desagregação por escopos é importante porque explicita as emissões que são induzidas pelo município, mas que ocorrem fora do seu território, limitando o sua possibilidade de atuação. Alguns inventários IPCC utilizam o termo “responsabilidade sobre as emissões”, que ainda assim é um termo que evoca dubiedade, porque possibilita o entendimento de que a responsabilidade sobre as emissões é tanto de quem consome quanto de quem produz a atividade que emite diretamente. O modelo GPC dilui estas questões, ao introduzir os escopos 1, 2 e 3. Entretanto, se os limites

utilizados para o inventário (os limites que definem cada escopo) são distintos, esta divisão perde sua função.

9. As emissões do escopo 2 podem ser consideradas mais diretamente comparáveis, por haver pouca variação na sua contabilização. É também o escopo que apresenta menor valor de emissão.
10. Outra sugestão para os inventários que aplicam a metodologia GPC é que as emissões induzidas por atividades externas (células rosas da Tabela 1) sejam explicitadas, de modo a facilitar o cruzamento de informações e a atribuição da responsabilidade sobre as emissões.
11. Dentre os setores inventariados, as emissões de transporte apresentam o desafio da identificação da origem/ destino. Apenas o Rio de Janeiro consegue desagregar as emissões de transporte internacional. Pode-se considerar que este subsetor apresenta maior complexidade na comparação.
12. Ao segregar as emissões do governo local e da comunidade, deve-se levar em consideração a finalidade e custo-benefício desta forma de reporte, visto que as emissões específicas da administração pública são sempre muito menores que as emissões da comunidade.

Nos subcapítulos a seguir serão caracterizados os inventários que utilizam a metodologia IPCC.

#### **4.7 Caracterização do Inventário de emissões de GEE de Belo Horizonte**

O inventário de Belo Horizonte (BH) foi elaborado através de parceria entre a prefeitura e o ICLEI, sendo coordenado pela empresa de consultoria MundusCarbo, contratada através de licitação. O processo incluiu a formação de grupos temáticos incluindo a participação de servidores municipais, federais e estaduais (BELO HORIZONTE, 2009).

A mensagem do Secretário do Meio Ambiente, e também coordenador do Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência (CMMCE), contida no inventário, afirma que o instrumento é a etapa mais importante para a elaboração

de políticas ambientais e irá contribuir para a formulação das políticas públicas mitigatórias a serem promovidas pelo Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas. De acordo com o relatório, este é o principal objetivo do inventário de Belo Horizonte.

De acordo com o relatório, o ICLEI, através do Programa “Cidades pela Proteção do Clima”, fornece assessoria técnica para a adoção de medidas mitigatórias das emissões de GEE. Sendo o inventário de BH uma das etapas deste processo, que inclui também: a adoção de metas de redução, o desenvolvimento de Plano de Ação e o monitoramento dos resultados.

O inventário de Belo Horizonte foi construído como uma série histórica entre os anos 2000 a 2007. Quando possível, as emissões foram também calculadas para o ano 1990, com a justificativa, de ter sido este o ano utilizado pela UNFCCC para estabelecer as metas de redução. A metodologia aplicada segue as diretrizes do IPCC e do protocolo do ICLEI – *International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol* (ICLEI, 2009).

As emissões foram desagregadas por setores – conforme IPCC, e também divididas em emissões do governo e da comunidade – conforme metodologia do protocolo utilizado do ICLEI. Sobre a metodologia aplicada, o relatório mostra preocupação com a compatibilidade do inventário, como mostra o trecho abaixo:

O amparo metodológico e a padronização internacional asseguram ao inventário total transparência e permitem a **comparação** deste com outros produzidos no Brasil e no exterior. No intuito de assegurar a **comparabilidade do Inventário Municipal com o Inventário Estadual**, foi realizado encontro com a Coordenação Técnica do Inventário Estadual de Emissões de GEE para certificar que a origem dos dados de entrada são as mesmas para ambos.” (Belo Horizonte, 2009, p.38, grifo nosso).

Quanto à definição de fronteiras, o inventário menciona que uma das adaptações da metodologia IPCC ocorre na inclusão de emissões que ocorrem fora do território de Belo Horizonte, como as do consumo de eletricidade ou do transporte aéreo, e disposição de resíduos sólidos; onde utiliza-se o chamado critério de responsabilidade sobre as emissões.

Ao longo do inventário é possível identificar as seguintes limitações:

- O setor IPPU não foi contabilizado em função da dificuldade de acesso aos dados industriais, que tem caráter restrito. O relatório aponta que não houve maiores dificuldades para contabilizar os demais setores.
- Os valores do consumo de gás natural tiveram que ser estimados pois não estavam disponíveis para o período inventariado.
- Houve dificuldade para contabilizar as emissões de geração e tratamento de resíduos sólidos industriais e de efluentes líquidos industriais, as quais foram excluídas do inventário.

Sobre a desagregação dos setores, é importante observar (ver Figura 1) que as emissões do setor “combustão estacionária” não estão desagregadas por setor socioeconômico, o que dificulta a comparação com outros inventários. O inventário informa que este setor inclui apenas o consumo de combustível para a geração de energia térmica.

Para a composição da Tabela 13, a divisão entre governo e comunidade foi suprimida, tendo sido estas emissões somadas em cada setor, com o objetivo de obter um valor único para todo o município de Belo Horizonte. Em função de arredondamentos matemáticos, os valores da Tabela 13 podem diferir ligeiramente dos valores apresentados nas tabelas do inventário original.

Os resíduos do governo correspondem a resíduo de podas, capinas e varrição dos espaços públicos (dispostos em aterros); enquanto os resíduos da comunidade incluem os resíduos domiciliares (dispostos em aterros) e o tratamento biológico de efluentes sanitários. O cálculo considera o método de decaimento, sendo o passivo das emissões contabilizado e somado ao total das emissões anuais.

No setor Mudança do Uso do Solo (AFOLU), de acordo com o inventário, não foram encontradas alterações significativas no uso do solo, mas houve aumento na área de vegetação arbórea da cidade. O valor de - 6.487 tCO<sub>2</sub> é consequência deste acréscimo e representa uma média anual do saldo acumulativo de remoções estimado (51.896 tCO<sub>2</sub>) entre os anos 2000 e 2007. Assim, a Tabela 13 exhibe as emissões totais e o balanço das emissões e remoções de CO<sub>2</sub>e de Belo Horizonte.

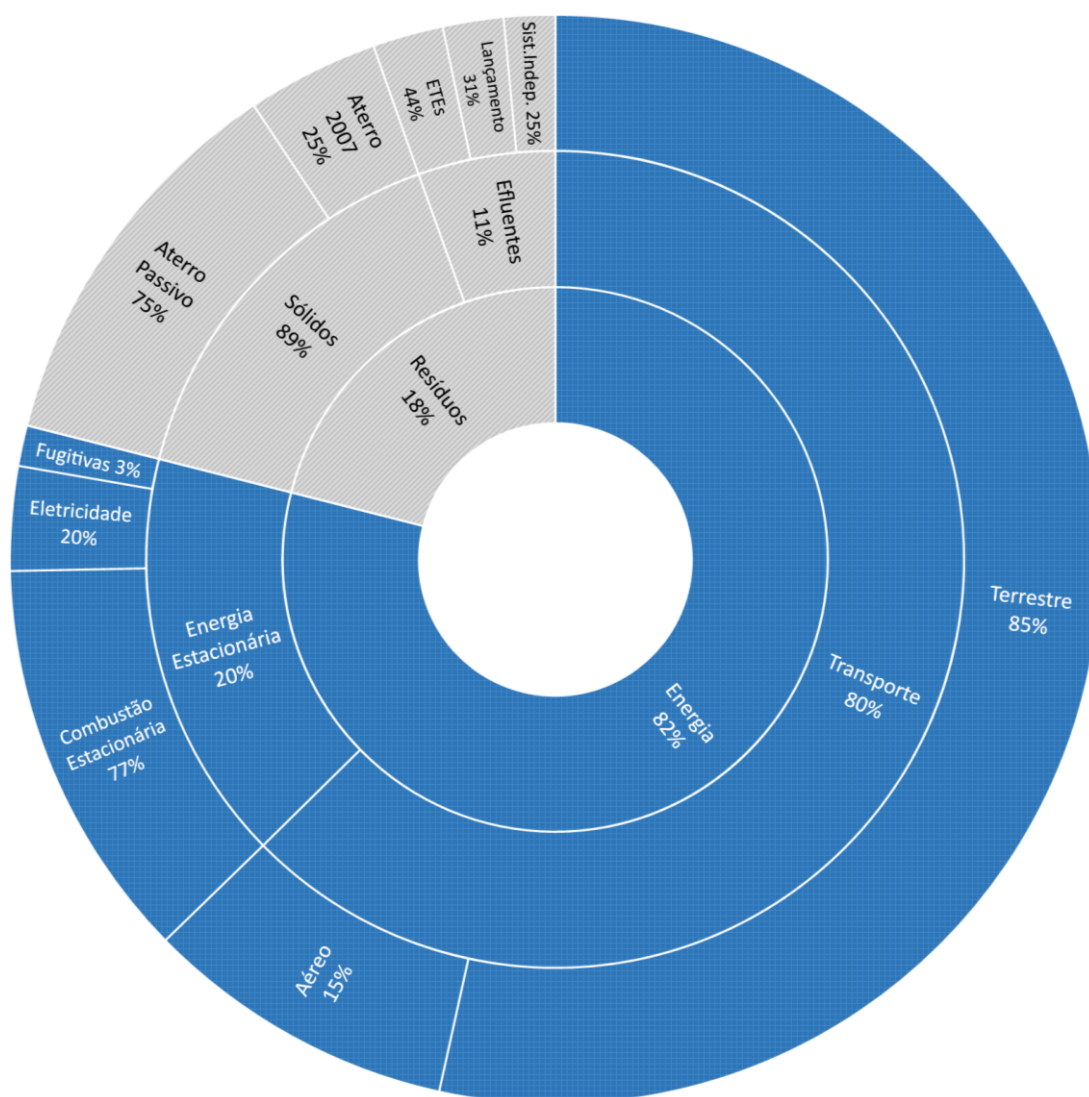
Tabela 13: Resultado do inventário de Emissões de GEE de Belo Horizonte para os anos 2000 a 2007

Anos inventariados		2000 a 2007										
Metodologia aplicada		IPCC/ Protocolo ICLEI 2009										
Emissão total		3.178.511 tCO <sub>2</sub> eq (2007)										
Gases inventariados e GWP		CO <sub>2</sub> =1; CH <sub>4</sub> =21; N <sub>2</sub> O=310										
Fatores de emissão:		Tier 1 (IPCC) e Tier 2 (MCT ou MundusCarbo)										
	Setor	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Fonte		
Energia	<b>Eletricidade:</b>											
	Energia Estacionária	Residencial	67.334	64.710	52.166	48.178	46.972	46.414	43.158	39.240	Cemig	
		Comercial	46.417	48.998	40.406	37.797	39.122	41.274	38.988	36.605	Cemig	
		Indústria	25.513	26.957	23.051	22.219	19.712	19.491	20.728	17.848	Cemig	
		Rural	16	17	7	3	4	3	3	3	Cemig	
		Governo	11.859	11.953	10.298	10.273	10.255	10.191	9.909	9.472	Cemig	
		<b>Combustão estacionária</b>	<b>368.156</b>	<b>381.842</b>	<b>399.566</b>	<b>388.581</b>	<b>388.236</b>	<b>391.485</b>	<b>385.020</b>	<b>398.574</b>	ANP e Gasmig	
		Emissões fugitivas comunidade	7.502	9.107	10.471	11.706	12.680	12.745	13.315	14.011	Gasmig	
		Emissões fugitivas governo	1.546	1.546	1.546	1.546	1.546	1.546	1.546	1.546	Gasmig	
		<b>Total Emissões fugitivas</b>	<b>9.048</b>	<b>10.653</b>	<b>12.017</b>	<b>13.252</b>	<b>14.226</b>	<b>14.291</b>	<b>14.861</b>	<b>15.55</b>		
	<b>Total energia estacionária</b>	<b>528.343</b>	<b>545.130</b>	<b>537.511</b>	<b>520.303</b>	<b>518.527</b>	<b>523.149</b>	<b>512.667</b>	<b>517.299</b>			
Transp.	transporte	1.730.847	1.755.492	1.774.308	1.730.472	1.742.418	1.735.978	1.793.14	1.777.170	ANP e Gasmig		
	transporte aéreo	154.361	178.054	200.257	212.140	244.791	251.255	273.977	308.157	ANP		
	<b>Total transportes</b>	<b>1.885.208</b>	<b>1.933.546</b>	<b>1.974.565</b>	<b>1.942.612</b>	<b>1.987.209</b>	<b>1.987.233</b>	<b>2.067.11</b>	<b>2.085.327</b>			
	<b>Total energia</b>	<b>2.413.551</b>	<b>2.478.676</b>	<b>2.512.076</b>	<b>2.462.915</b>	<b>2.505.736</b>	<b>2.510.382</b>	<b>2.579.78</b>	<b>2.602.626</b>			
Resíduos	<b>Sólidos:</b>											
		aterro (governo)	38.638	38.629	46.233	43.653	35.525	33.162	40.361	41.662	SLU	
		passivo (governo)	0	32.598	60.091	89.702	112.507	124.890	133.343	146.548	SLU	
		aterro (comunidade)	82.510	84.394	86.397	80.670	81.230	82.623	86.707	88.443	SLU	
		passivo (comunidade)	0	64.258	115.770	157.448	185.447	207.689	226.095	243.611	SLU	
		<b>Tratamento de efluentes</b>										
		Estações de tratamento (ETEs)	0	8.791	9.328	7.165	7.894	19.974	24.422	27.050	Copasa	
		Lançamento em corpos hídricos	40.881	27.856	29.165	29.281	27.661	27.090	23.515	19.315	Copasa	
		Sistemas independentes	26.061	18.253	18.557	18.251	17.641	16.043	14.922	15.743	Copasa	
		<b>Total resíduos</b>	<b>188.090</b>	<b>274.779</b>	<b>365.541</b>	<b>426.170</b>	<b>467.905</b>	<b>511.471</b>	<b>549.365</b>	<b>582.372</b>		
	<b>Emissões Totais de CO<sub>2</sub>e de BH</b>	<b>2.601.641</b>	<b>2.753.455</b>	<b>2.877.617</b>	<b>2.889.085</b>	<b>2.973.641</b>	<b>3.021.853</b>	<b>3.129.150</b>	<b>3.184.998</b>			
	AFOLU (Uso do solo)	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	-6.487	INPE/ Prodabel		
	<b>Balanco de Emissões de CO<sub>2</sub>e de BH</b>	<b>2.595.154</b>	<b>2.746.968</b>	<b>2.871.130</b>	<b>2.882.598</b>	<b>2.967.154</b>	<b>3.015.366</b>	<b>3.122.663</b>	<b>3.178.511</b>			

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo inventário de Belo Horizonte.

A emissões do transporte são baseadas na venda de combustíveis e não diferenciam entre origem e destino. Assim, as emissões do Aeroporto Internacional de Confins, situado fora do município, foram totalmente incluídas em Belo Horizonte. As emissões são divididas por combustível e não por tipo de modal, como visto nos inventários que utilizam a metodologia GPC, de modo que também não foi possível identificar completamente as emissões terrestres, aéreas ou hidroviárias. Com fins comparativos, nesta pesquisa considerou-se para o subsetor “transporte aéreo” as emissões de gasolina de aviação e querosene de aviação, com base na experiência dos outros inventários analisados. O setor “transporte” corresponde ao consumo de gasolina automotiva, diesel, GNV e álcool. O gráfico a seguir exhibe os percentuais de contribuição das emissões, sem as remoções.

Gráfico 10: Emissões por setor de Belo Horizonte para o ano 2007.

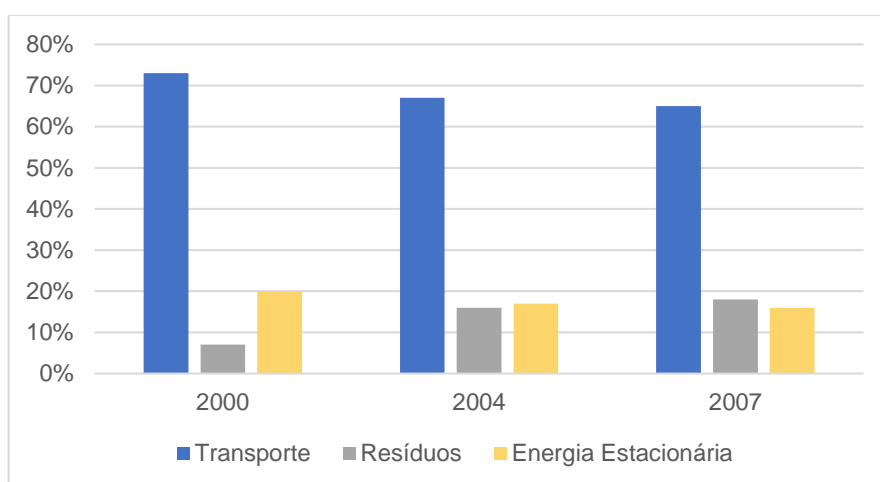


Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 10 permite visualizar que o setor energia é o maior emissor (82%), devido ao transporte terrestre. O setor resíduos tem maior contribuição proveniente dos resíduos sólidos dispostos em aterros. As emissões passivas dos aterros se mostram bastante expressivas, com 75% das emissões dos resíduos sólidos. As emissões referentes ao resíduo despejado no aterro, apenas no ano de 2007, representam apenas 25% da emissão anual.

O Gráfico 11 a seguir possibilita a análise das emissões ao longo dos anos. São exibidas as emissões de três anos inventariados de modo a representar uma média das emissões de BH.

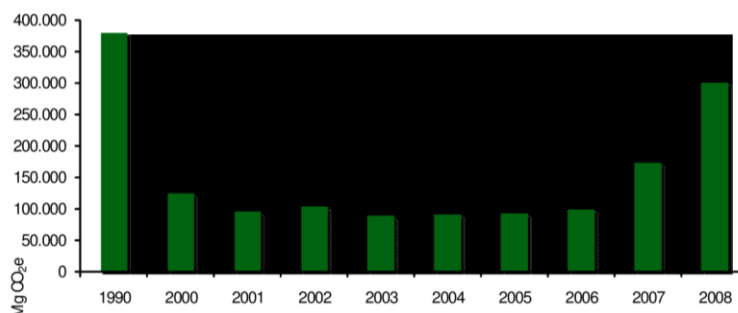
Gráfico 11: Emissões por setor de Belo Horizonte para os anos 2000, 2004 e 2007.



Fonte: Elaboração própria.

Do gráfico acima é possível observar que as emissões do setor resíduo exibem um aumento expressivo entre os anos 2000 e 2004. Em função disto, as emissões do setor transporte, embora aumentem ao longo dos anos, conforme Tabela 13, tem seu percentual de contribuição reduzido entre 2000 e 2007. O setor energia estacionária apresenta menores oscilações.

As emissões biogênicas de Belo Horizonte foram relatadas separadamente e não incluídas no somatório total das emissões do município, conforme recomendação do IPCC. São exibidas no gráfico que segue:

Gráfico 12: Emissões de CO<sub>2</sub> da queima de etanol hidratado em Belo Horizonte

Fonte: Belo Horizonte (2009, fig. 45, p. 89).

### **Análise geral do inventário de Belo Horizonte:**

O inventário de Belo Horizonte apresenta informações relevantes para a compreensão das emissões encontradas, se mostrando um reporte transparente. Apresenta também análise de incerteza e relato detalhado dos cálculos, com as equações e fatores de emissão utilizados. Há ausência de informação sobre as fontes de alguns destes fatores de emissão. O relatório apresenta no início um Sumário Executivo que facilita a comunicação ao condensar as informações do inventário. Ao final, é incluída também uma avaliação de oportunidades de redução de emissões e análise de incerteza das estimativas. Entretanto, as incertezas são calculadas para todo o ano, não sendo apresentadas por setor. Seria interessante que elas indicassem quais setores precisam aprimorar os seus dados. O resultado mostra um aumento da incerteza total das emissões inventário ao longo dos anos.

O setor AFOLU contabiliza apenas a Mudança no Uso do Solo, excluindo os subsetores pecuária e agricultura. Para o setor de transporte não são relatados os modais utilizados. As emissões do consumo para geração de energia (energia estacionária) consideram apenas a geração de energia térmica. Não há comentários sobre o consumo para geração de energia elétrica.

Foi notado que, de forma equivocada, as emissões do consumo de eletricidade do governo acabaram sendo somadas às emissões da comunidade. Ou seja, na Tabela 17 do inventário de Belo Horizonte, a soma dos valores individuais da energia elétrica da comunidade (93.696 tCO<sub>2</sub>eq) não corresponde ao valor totalizado (103.168 tCO<sub>2</sub>eq), pois este inclui, erroneamente, as emissões do consumo de eletricidade do governo. Os valores foram ajustados na Tabela 13 apresentada acima.



## 4.8 Caracterização do Inventário de emissões de GEE de Curitiba

O inventário de Curitiba foi elaborado pela empresa de Consultoria Ecwood em parceria com a Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba (SMMA). O ano de 2008 foi escolhido como ano base em função da disponibilidade de dados para todos os setores, entretanto, foram coletadas informações a partir do ano de 2005, de modo a se obter um perfil da dinâmica das emissões do município. Em relação aos objetivos do inventário, o relatório afirma que:

[...] servirá para promover a elaboração de **políticas públicas** em futuros projetos de mitigação das emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera. Também poderá subsidiar outros **projetos** para a conscientização da população sobre os reais e mais significativos impactos dessas emissões dentro do município, estado, país e também em escala global. (CURITIBA, 2011, p.2, grifo nosso).

O inventário afirma a existência de dificuldades na coleta de dados. Quanto às limitações, a sua leitura permitiu identificar diretamente as seguintes:

- As emissões do setor Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU), não foram contabilizadas sob a justificativa de que a maioria das indústrias se encontra fora do limite do município e, portanto, as emissões industriais que ocorrem em Curitiba não seriam significativas.
- As emissões fugitivas não foram contabilizadas.

A Tabela 14 abaixo exhibe as informações consolidadas do inventário.

Tabela 14: Resultado do inventário de Emissões de GEE de Curitiba para o ano 2008

Ano inventariado		2008 (ano base)		
Metodologia aplicada		IPCC		
Gases Inventariados e GWP		CO <sub>2</sub> =1; CH <sub>4</sub> =21; N <sub>2</sub> O=310		
Fatores de emissão		Tier 1 (IPCC) e Tier 2 (MCT)		
	<b>Setor</b>	<b>Emissões (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Fonte</b>	
<b>Energia</b>	<b>Energia Estacionária</b>	Residencial	253.531	
		Comercial	121.814	
		Industrial	223.078	ANP, Compagás, Copel
		Agrícola	45	
		Governo	16.431	
		Indústria de energia	471	
	<b>Total energia estacionária</b>		<b>615.370</b>	
	<b>Transporte</b>	aéreo	276.897	Infraero
		rodoviário	1.998.444	ANP
		ferroviário	137.589	ANP
<b>Total Transportes</b>		<b>2.412.930</b>		
<b>Total Energia</b>		<b>3.028.300</b>		

*continua*

continuação

<b>Resíduos</b>	<b>Resíduos sólidos:</b>		
	urbanos	416.359	SMMA
	incineração	67	Serquip
	<b>Tratamento de efluentes:</b>		
	residencial e comercial	39.703	Sanepar
	lançamento em corpos d'água industriais	27.422	Sanepar empresas
	<b>Total resíduos</b>	<b>483.661</b>	
<b>AFOLU</b>	Mudança no uso do solo	2.382	SMMA
	Pecuária	1.521	IBGE
	Agricultura	27	IBGE
	<b>Total AFOLU</b>	<b>3.929</b>	
<b>Emissões Totais de Curitiba (tCO<sub>2</sub>e)</b>		<b>3.515.890</b>	
Fixação de carbono pelas áreas florestais		93.084	
<b>Balanço das emissões de Curitiba (tCO<sub>2</sub>e)</b>		<b>3.422.806</b>	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo inventário de Curitiba.

A Tabela 14 acima permite identificar o setor transporte como o maior emissor de Curitiba. O inventário chama atenção para superdimensionamento das emissões do transporte aéreo pois elas consideram o Aeroporto Internacional Afonso Pena (além do Aeroporto Bacacheri), situado fora na fronteira do município; da mesma forma como fez Belo Horizonte. Ainda assim, o transporte terrestre é quem mais contribui para as emissões do setor. Em relação às emissões do setor resíduos, o inventário relata que os dados de atividade para os efluentes industriais foram obtidos através de questionários enviados para as empresas, devido à ausência de banco de dados. É utilizado o método de decaimento de primeira ordem.

Curitiba calcula também as remoções decorrentes da fixação de carbono pelas áreas florestais, que corresponde a 93.083 tCO<sub>2</sub>e. De acordo com o inventário, este valor amortiza apenas 2,65% das emissões totais do ano inventariado. É possível encontrar emissões de alguns setores para outros anos, conforme tabela abaixo:

Tabela 15: Emissões dos setores Energia e Efluentes para os anos 2005 a 2008

<b>Setor</b>	<b>Emissões (tCO<sub>2</sub>e)</b>			
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Energia Estacionária	359 980	361 890	518 224	615 370
Transportes	2 239 172	2 171 971	2 336 098	2 412 930
<b>Total setor energia</b>	<b>2 599 152</b>	<b>2 533 861</b>	<b>2 854 322</b>	<b>3 028 300</b>
<b>Resíduos sólidos urbanos</b>	<b>357.161</b>	<b>374.334</b>	<b>394.677</b>	<b>426.359</b>
<b>Tratamento de efluentes</b>	<b>52 933</b>	<b>56.735</b>	<b>59.788</b>	<b>67.125</b>

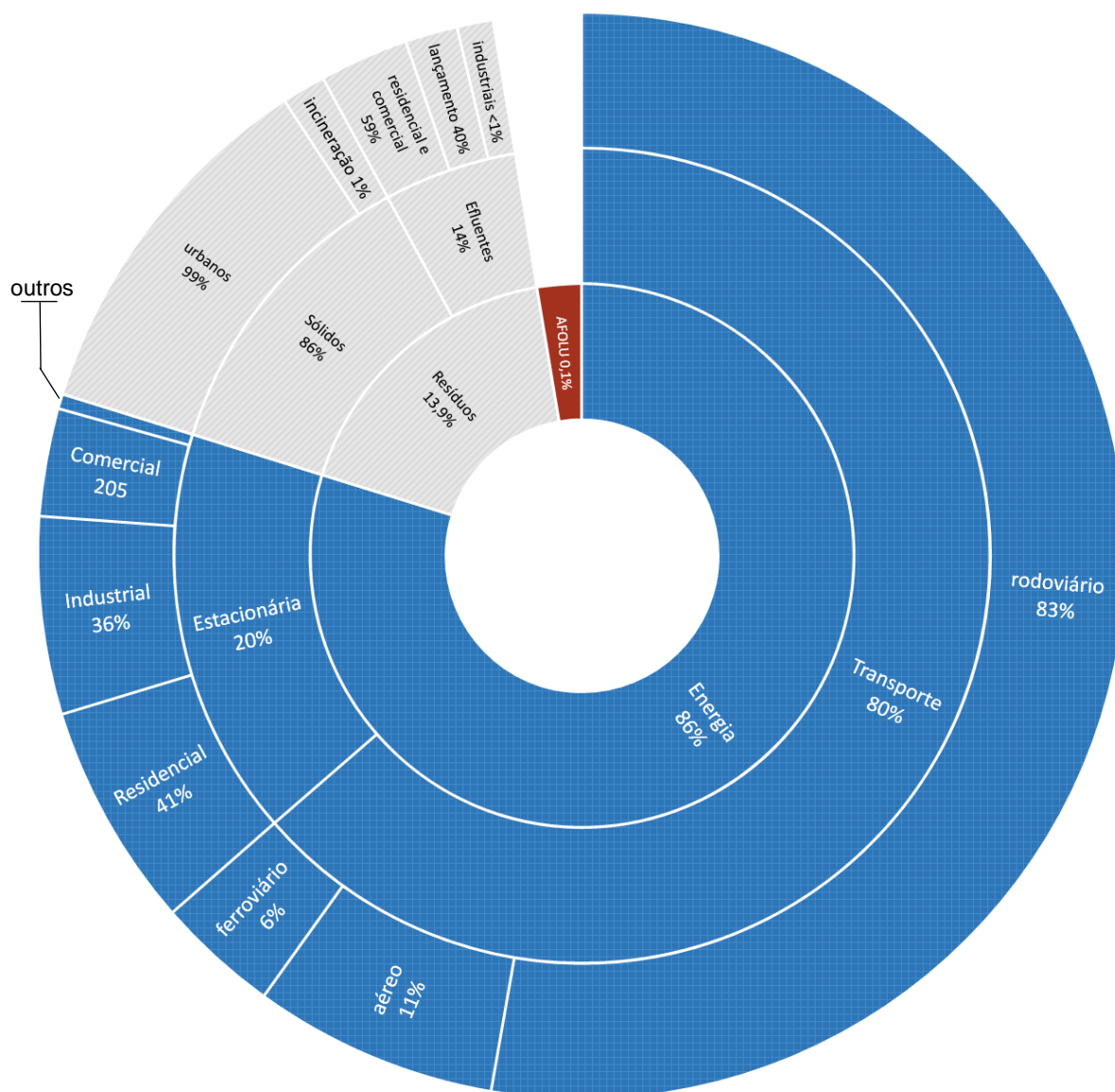
Fonte: Elaboração própria a partir do inventário de Curitiba.

A Tabela 15 acima mostra o aumento das emissões para todos os setores, com destaque para o setor energia estacionária. Ainda que nem todos os setores tenham sido contabilizados, o esforço para a obtenção de valores de emissão para outros anos aumenta o conhecimento sobre as emissões do município.

Quanto ao aumento observado nas emissões do tratamento de efluentes, o inventário justifica com base no aumento da população atendida pelo sistema de saneamento.

Os resíduos sólidos urbanos apresentam percentual de contribuição expressivo, conforme se observa no Gráfico 13 abaixo.

Gráfico 13: Emissões por setor de Curitiba para o ano 2008



Fonte: Elaboração própria.

### **Análise geral do Inventário de Curitiba:**

O Inventário de Curitiba apresenta o relato das etapas que envolveram seu processo de elaboração e explica o funcionamento das atividades geradoras de GEE no município. Pode ser considerado um inventário transparente. Em relação à sua completude, comparando-se a

Tabela 14 com a coluna da metodologia IPCC na Tabela 2, se observa que os grandes setores e subsetores previstos pela metodologia estão incluídos, com exceção das emissões fugitivas e do transporte hidroviário, sobre as quais o inventário não trata. Houve um esforço no sentido de inventariar emissões de outros anos, além de 2008, para alguns setores, como o setor energia, tratamento de efluentes – inventariados de 2005 a 2008 –, e o setor resíduos sólidos urbanos – inventariado de 1990 a 2008. Entretanto, o inventário de Curitiba não apresenta estimativa de incerteza dos dados, nem projeções futuras.

### **4.9 Caracterização do 1º Inventário de emissões de GEE do Rio de Janeiro**

O primeiro Inventário do Rio de Janeiro foi também o primeiro inventário municipal realizado no Brasil, como resultado da adesão da prefeitura ao programa *Cities for Climate Protection* (1998), promovida pelo ICLEI. O inventário foi executado pela COPPE (UFRJ) e contabiliza as emissões de GEE do município entre 1990 e 1998, e mais alguns setores para o ano de 1999. A iniciativa pioneira exigiu esforço para adaptar a metodologia IPCC de inventário nacionais para a realidade municipal brasileira. Um dos principais desafios metodológicos apontados pelo inventário foi a delimitação do limite do inventário. A delimitação político-administrativa foi considerada insuficiente, visto que exclui, por exemplo, as emissões dos aterros situados fora do município mas cujas emissões são responsabilidade deste. Assim, o inventário do Rio de Janeiro foi realizado utilizando-se a delimitação político-administrativa junto com o critério de responsabilidade pelas emissões induzidas pelo município. Diversas estimativas foram necessárias em função da ausência de dados, como a estimativa da venda de gás natural do setor industrial. Apresenta com detalhes as fórmulas utilizadas, os fatores de conversão e emissão e as considerações feitas na realização dos cálculos. A tabela a seguir resume as informações deste primeiro inventário.

Tabela 16: Resultado do 1º inventário de Emissões de GEE do Rio de Janeiro

Setor	1990	1996	1998
Geração Elétrica	217	878	1.056
Refino de Petróleo	105	105	107
Residencial + comercial	664	584	596
Industrial	1.467	827	793
Transporte rodoviário individual	1.287	2.032	2.011
Transporte rodoviário coletivo e de cargas	1.687	1.418	1.795
Transporte Aeroviário	1.649	840	857
Resíduos Sólidos	2.919	4.622	4.694
Efluentes Domésticos e Comerciais	45	46	46
Efluentes Industriais	174	174	174
Uso do solo	90	191	256
Agropecuária	22	11	13
Emissões fugitivas	578	734	400
Outros (lubrificantes e asfalto)	67	73	-
<b>Emissão Total (GgCO<sub>2</sub>e) do Rio de Janeiro</b>	<b>12.894</b>	<b>14.458</b>	<b>14.796</b>

Fonte: Rio de Janeiro (2005)

O primeiro inventário do Rio de Janeiro apresenta alto nível de detalhamento dos cálculos e riqueza de informações necessárias para a compreensão dos dados. Ainda não apresenta projeções futuras nem análise de incerteza. Em função de sua magnitude, os valores são exibidos em giga gramas de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### 4.10 Caracterização do 2º Inventário de emissões de GEE do Rio de Janeiro

O segundo inventário do Rio de Janeiro é considerado a primeira atualização de um inventário municipal da América Latina. É também executado pelo Centro Clima da COPPE (UFRJ), e contempla as emissões de 2005. Sobre o papel e a importância do inventário, o relatório aponta:

“O inventário consiste em uma **etapa do processo de planejamento** que revela o estado atual dos níveis de emissão e respectivas fontes. [...] Um inventário de GEE bem estruturado e gerido serve a vários objetivos, desde a **gestão de riscos** de emissões de GEE até a **identificação de oportunidades de redução**, passando por estímulo a programas voluntários de redução ou remoção de GEE, aprimoramento regulatório, reconhecimento de pioneirismo e antecipação de medidas.” (Rio de Janeiro, 2011, p.1, grifo nosso)

Nesta 2ª edição, o limite do inventário é definido como a principal “questão metodológica” e também se adota o princípio da responsabilidade, de modo que são incluídas emissões como as que ocorrem no ciclo de produção do álcool importado,

as emissões de resíduos destinado ao aterro de Gramacho. Quanto ao setor de transportes é adotada a medida conservadora de atribuir as emissões de todo o volume de combustível comercializado o Rio de Janeiro, em função da alta indução de deslocamentos provocadas pela cidade. O inventário informa ainda que, de acordo com a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro (Lei 5.248 de 27 de Janeiro de 2011), as emissões do complexo siderúrgico localizado na cidade são contabilizadas separadamente das demais emissões do município. (RIO DE JANEIRO, 2011)

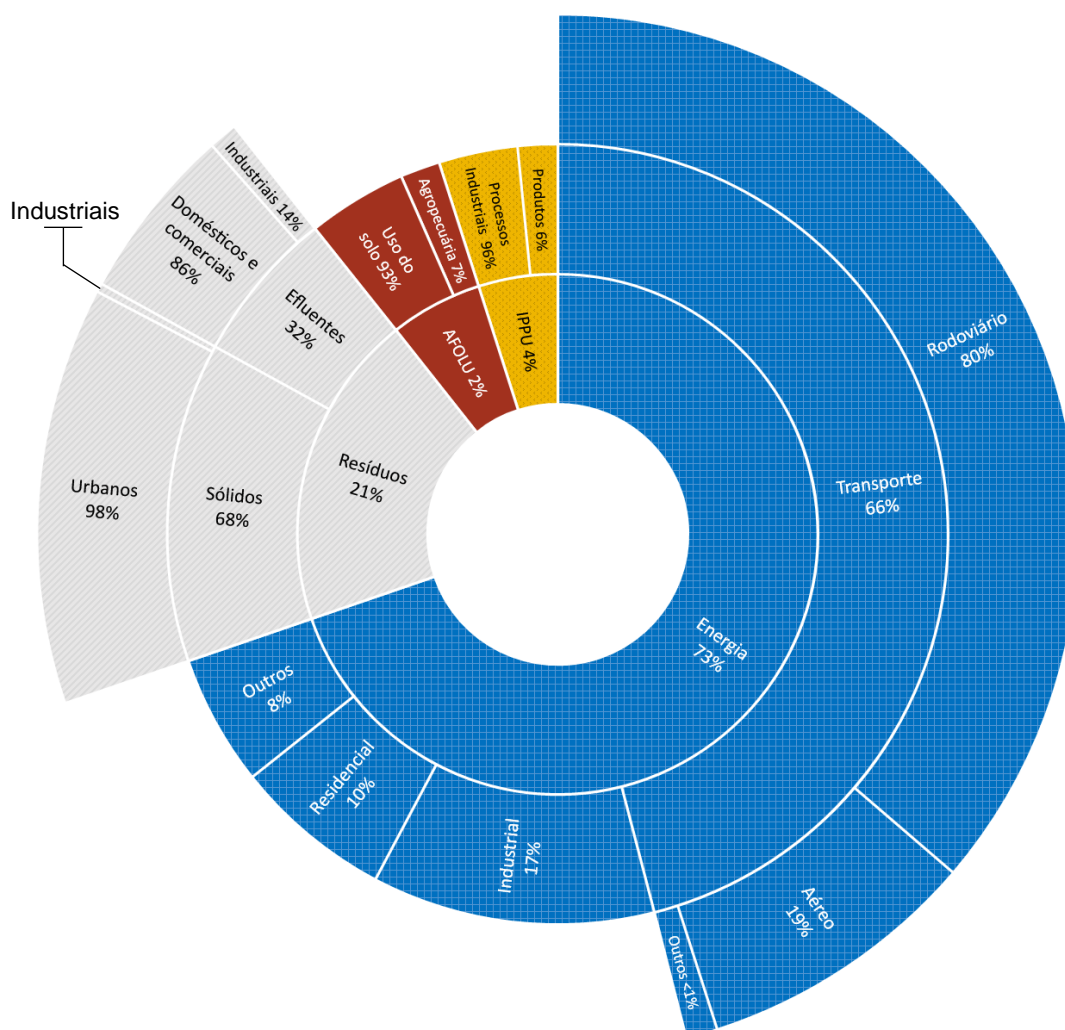
Tabela 17: Resultado do 2º inventário de Emissões de GEE do Rio de Janeiro

Ano inventariado	2005			
Metodologia aplicada	IPCC			
Gases Inventariados e GWP	CO <sub>2</sub> =1; CH <sub>4</sub> =21; N <sub>2</sub> O=310			
Fatores de emissão	Tier 1 (IPCC) e Tier 2 (MCT)			
	<b>Setores</b>	<b>Emissões (GgCO<sub>2e</sub>)</b>	<b>Remoções (GgCO<sub>2e</sub>)</b>	
Energia	Residencial	795.600		
	Comercial	319.200		
	Público e Outros	210.900		
	Industrial	1.416.410		
	Transporte	6.009.300		
		rodoviário	4.391.300	
		aéreo	1.062.900	
		ferroviário	13.400	
		hidroviário	10.600	
		Bunker ( <i>não incluído no total</i> )	531.100	
		Refino	75.000	
	Emissões fugitivas	53.600		
	<b>Total Energia</b>	<b>8.348.910</b>		
IPPU	Processos Industriais	393.020		
	Uso de Produtos	16.770		
	<b>Total IPPU</b>	<b>409.790</b>		
AFOLU	Uso do solo	254.800	51.400	
	Agrícolas	2.540		
	Pecuária	14.680		
	<b>Total AFOLU</b>	<b>272.020</b>		
Resíduos	Sólidos	1.604.600		
		Sólidos Urbanos	1.574.200	
		Sólidos Industriais	30.400	
	Efluentes	767.910		
		Esgotos domésticos e comerciais	659.100	
	Efluentes Industriais	108.810		
	<b>Total Resíduos</b>	<b>2.372.510</b>		
	<b>Emissões Totais em do Rio de Janeiro</b>	<b>11.403.230</b>		
	<b>Balço das emissões (com remoções)</b>	<b>11.351.830</b>		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo inventário do Rio de Janeiro.

A Tabela 17 mostra a contabilização de todos os grandes setores e subsetores da metodologia IPCC, incluindo as emissões do transporte internacional (*bunker*), que caso fossem inseridas no total seriam equivalentes a 9% das emissões do setor transportes. O Gráfico 14 a seguir exhibe os percentuais de contribuição.

Gráfico 14: Emissões por setor do Rio de Janeiro para o ano 2005



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico mostra o setor de energia como maior emissor devido ao transporte e, no setor de resíduos alta contribuição dos resíduos sólidos urbanos (98%) com parcela de contribuição muito pequena das emissões provenientes dos sólidos industriais. O inventario ressalta que no setor AFOLU, a maior contribuição é da mudança no uso do solo (cobertura vegetal). É possível verificar acima que este subsector corresponde a 93% das emissões do AFOLU. Adicionalmente, o relatório informa que a remoção de CO<sub>2</sub> provocada por este setor corresponde a uma compensação de 19% das emissões totais calculadas para o município.

## **Análise do 2º Inventário do Rio de Janeiro**

O segundo Inventário do Rio de Janeiro descreve de forma objetiva as atividades emissoras de GEE contabilizadas, as adaptações metodológicas feitas para cada setor, e exibe o resultado do cálculo das emissões. Não há detalhamento do cálculo, não mostra fatores de emissão, nem dados de atividade. Entretanto, em relação à primeira edição, este inventário mostra maior confiabilidade das informações.

Analisando a Tabela 17 acima e comparando-a com a Tabela 16, é possível verificar maior consistência e melhor organização da estrutura de desagregação dos setores no que diz respeito à metodologia IPCC e maior completude. Nesta edição foram inseridas as emissões do setor IPPU, dos resíduos sólidos industriais, do transporte internacional e hidroviário, e também as remoções.

### **4.11 Caracterização do 1º Inventário de emissões de GEE de São Paulo**

O primeiro inventário do município de São Paulo é o segundo inventário municipal brasileiro. Foi um dos produtos de contrato realizado entre o Centro Clima – Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, da COPPE/UFRJ – e a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo, para a realização de estudos visando o desenvolvimento de uma Política Pública sobre redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Município. A gestora entrevistada na pesquisa conta um pouco do processo que culminou neste inventário, no trecho abaixo:

[...] Houve treinamento. A COPPE ofereceu o curso. Isto era tão mega estratosférico que eu imagino que as pessoas que não continuaram trabalhando com esse tema mal se lembram do que é que foi tratado, porque é muito distante do cotidiano das pessoas. Foi feito um trabalho muito sério do antigo secretário Adriano Diogo. E continuou depois quando veio a gestão Serra/Kassab, que foram oito anos. O secretário Eduardo Jorge, médico-sanitarista, mal chegou, percebeu a relevância e ele deu toda a continuidade. E mais... Ele conseguiu pautar o prefeito, que no começo não tinha ideia. (Trecho de entrevista realizada com representante da gestão de São Paulo).

Em relação ao papel do inventário, o relatório informa que a sua elaboração junto com a construção de cenários possibilita o direcionamento de projetos MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. A metodologia aplicada é a do IPCC para o ano de 2003. A desagregação dos setores levou em consideração também a estruturação das



fontes de dados. O inventário relata também as emissões provenientes das instalações da administração municipal, tanto do consumo de combustíveis fósseis quanto de eletricidade. Traz a informação de que o consumo de eletricidade da prefeitura corresponde ao de uma cidade de 95 mil habitantes. (SÃO PAULO, 2005; p.31) As emissões se encontram agregadas na Tabela 18 a seguir.

Tabela 18: Resultado do 1º inventário de Emissões de GEE de São Paulo para o ano 2003

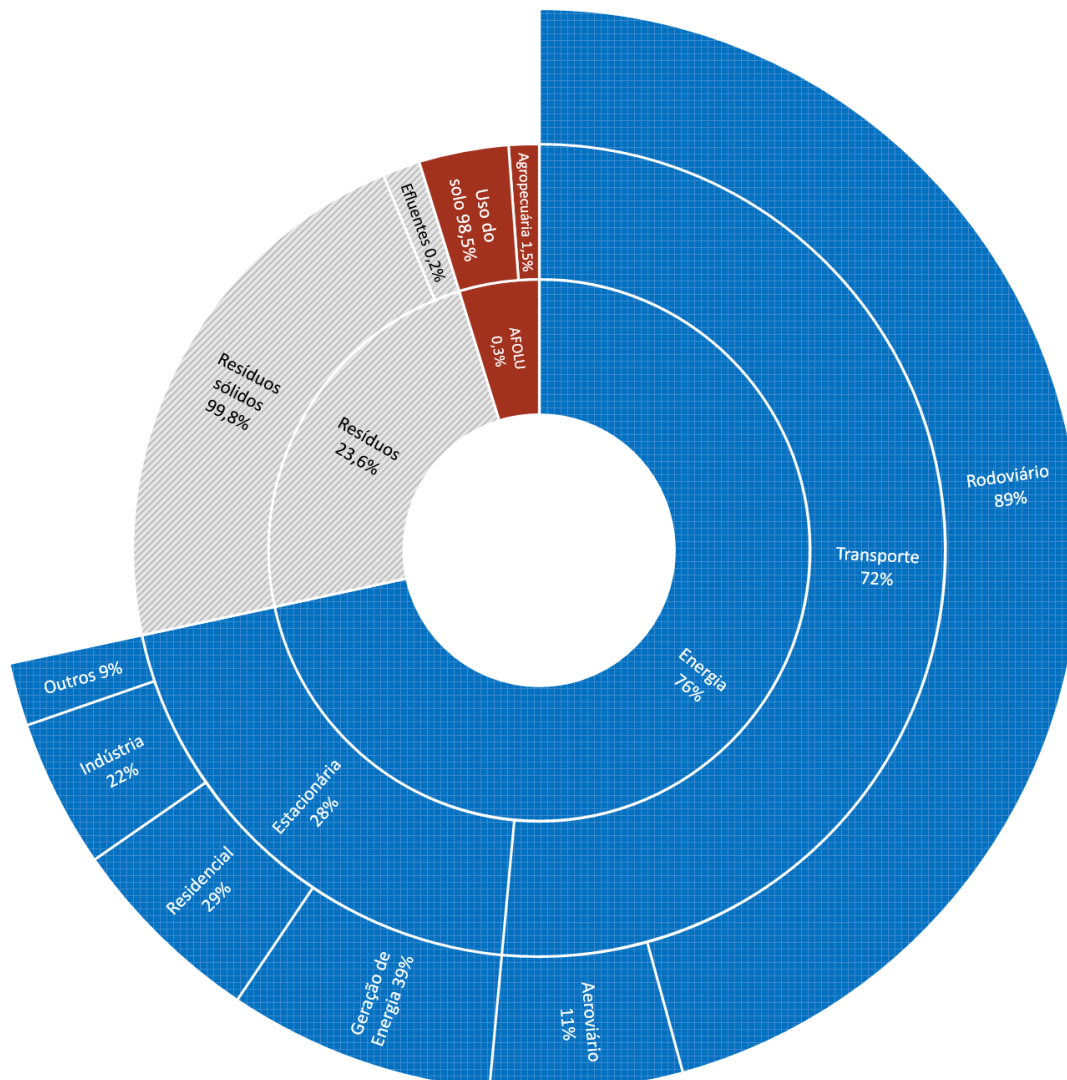
Ano inventariado		2003	
Metodologia aplicada		IPCC	
Gases Inventariados e GWP		CO <sub>2</sub> =1; CH <sub>4</sub> =21	
<b>Energia</b>	<b>Energia Estacionária</b>	<b>Setor</b>	<b>Emissões (tCO<sub>2</sub>e)</b>
		Residencial	988.530
		Comercial	264.220
		Indústria	745.630
		Agrícola	2.840
		Geração de Energia Elétrica	1.326.520
		Uso não energético (lubrificantes)	44.850
	<b>Total energia estacionária</b>		<b>3.372.590</b>
	<b>Transporte</b>	Rodoviário	7.648.840
		Aeroviário	964.100
		<b>Total transportes</b>	<b>8.612.940</b>
	<b>Total energia</b>		<b>11.985.530</b>
	<b>Resíduos</b>	Resíduos sólidos	3.696.000
		Tratamento de efluentes	7.400
<b>Total resíduos</b>		<b>3.703.400</b>	
<b>AFOLU</b>	Mudança no uso do solo e florestas	51.380	
	Agropecuária	780	
	<b>Total AFOLU</b>	<b>52.160</b>	
<b>Emissões Totais de CO<sub>2</sub>e de São Paulo</b>		<b>15.741.090</b>	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo inventário de São Paulo.

Uma das primeiras observações que podem ser feitas em relação à tabela acima é a ausência do setor IPPU – Processos Industriais e Uso de Produtos, não mencionada pelo inventário. Apenas as emissões do consumo energético da indústria (energia estacionária) são contabilizadas. Quanto às emissões fugitivas, de acordo com o inventário, a Comgás – Companhia de gás de São Paulo, informou na época que não

havia emissões fugitivas na distribuição do gás natural. (SÃO PAULO, 2003). O Gráfico 15 a seguir ilustra os percentuais de contribuição de cada setor inventariado.

Gráfico 15: Emissões por setor de São Paulo para o ano 2003.



Fonte: Elaboração própria.

Interpretando o gráfico acima, tem-se o setor energia também como o maior emissor de São Paulo. O transporte rodoviário é o responsável pela maior parcela destas emissões. No subsector energia estacionária, a emissão residencial (29%) é um pouco maior que a industrial (22%); e chama atenção o alto valor da emissão da Geração de Energia Elétrica (39%). Na Tabela 19 a seguir, as emissões do consumo de combustível são desagregadas por setor e por combustível e é possível identificar o gás natural como o combustível responsável pelo alto valor das emissões da Geração de Energia Elétrica mostradas acima. A gasolina automotiva e o diesel são os combustíveis com maior contribuição para as emissões.

Tabela 19: TCO<sub>2e</sub> por setor e combustível consumido em São Paulo, em 2003

Combustíveis	Industrial	Transporte	Residencial	Comercial	Geração Elétrica	Uso não energético	Agrícola	Total
Álcool etílico hidratado	-	-	-	-	-	-	-	-
Asfaltos	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasolina automotiva	-	3.833.230	-	-	-	-	-	3.833.230
Gás natural	426.135	264.054	124.082	100.070	162.285	-	-	1.076.626
Gasolina de Aviação	-	9.409	-	-	-	-	-	9.409
GLP	80.298	-	914.193	177.847	-	-	149	1.172.487
Óleo combustível	139.129	-	-	31	-	-	-	139.160
Óleo diesel	123.508	3.373.192	-	-	693	-	2.630	3.500.022
Óleos lubrificantes	-	-	-	-	-	50.761	-	50.761
Querosene de aviação	-	942.926	-	-	-	-	-	942.926
<b>Total</b>	<b>769.070</b>	<b>8.422.810</b>	<b>1.038.274</b>	<b>277.949</b>	<b>162.978</b>	<b>50.761</b>	<b>2.779</b>	<b>10.724.621</b>

Fonte: São Paulo (2005, tabela 13).

\*GLV: gás liquefeito de petróleo

Com base nesta tabela, o inventário de São Paulo ressalta que o alto valor das emissões do setor transportes é devido ao fato de que além de ser o maior consumidor de combustível, o setor utiliza os combustíveis com maior fator de emissão, comparado aos demais setores. Como exemplo, a gasolina e o óleo diesel tem fatores de emissão 18,9 e 20,2 TC/TJ, respectivamente, enquanto o GLP tem fator igual a 17,2 TC/TJ e o gás natural 15,3 TC/TJ. (SÃO PAULO, 2005; p. 48)

#### **Análise Geral do Inventário de São Paulo:**

Como primeira experiência do município, o inventário de São Paulo se mostra bastante transparente e didático, relatando detalhadamente todo o processo de cálculo das emissões, informando os métodos aplicados, as adaptações metodológicas, dados de atividade, fatores de emissão, e também as dificuldades encontradas e sugestões para aperfeiçoamento da ferramenta. Pôde-se perceber que a coleta de dados foi um dos maiores desafios enfrentados para a elaboração do inventário. Como exemplo, para o setor de energia estacionária, foi relatado que os

dados de energia elétrica fornecidos pela secretaria do estado de São Paulo são agregados de modo diferente dos dados de combustíveis fornecidos pela ANP. Já no setor AFOLU algumas emissões deixaram de ser contabilizadas pela ausência de dados. Este inventário não inclui emissões do transporte hidroviário nem apresenta justificativa para esta ausência.

#### **4.12 Caracterização do 2º Inventário de emissões de GEE de São Paulo**

O segundo inventário do município de São Paulo foi publicado em 2013, sete anos após o primeiro. Contabiliza as emissões entre os anos 2003 e 2009, com atualização para 2010 e 2011 do setores energia e resíduos. Elaborado pela Geoklock Consultoria e Engenharia Ambiental e o Instituto Ekos Brasil, através da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo. A extensão para os anos 2010 e 2011, surgiu em função do atraso administrativo que fez com que a elaboração do inventário tivesse início apenas em 2011.

Um dos primeiros tópicos deste inventário de São Paulo trata da dificuldade da etapa de coleta de dados, a qual implica na utilização de premissas e estimativas:

Para diminuir as incertezas e possibilitar o desenvolvimento de projetos, programas e ações de minimização de emissões, será necessário que os órgãos públicos e as organizações privadas passem a **monitorar e registrar** suas fontes de emissão e remoção de GEE. Assim, compor-se-á, ao longo do tempo, a base informacional que subsidiará ações mais concretas de combate às mudanças do clima. (São Paulo, 2013; p.25, grifo nosso).

Em função da ausência de dados, por exemplo, as emissões atribuídas aos resíduos sólidos industriais não puderam ser contabilizadas.

Com relação à fronteira do inventário, foram contabilizadas as emissões induzidas pelas atividades que ocorrem dentro do município, utilizando-se o chamado “princípio da responsabilidade sobre as emissões.” Assim, estão incluídas as emissões da energia elétrica importada e dos resíduos dispostos em aterros fora do município. O resultado do segundo inventário de São Paulo é mostrado Tabela 20 a seguir.

Tabela 20: Resultado do 2º Inventário de Emissões de GEE de São Paulo

Metodologia aplicada		IPCC								
Gases Inventariados e GWP		CO <sub>2</sub> =1;	CH <sub>4</sub> =21	N <sub>2</sub> O=310	HFC-134a=1300	CFC-11=3800	CFC-12=8100	HCFC-141b=725		
Setores		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ENERGIA	<b>Queima de Fósseis</b>									
	<b>Indústria de Transformação/</b>	<b>3.000.852</b>	<b>3.059.185</b>	<b>2.554.809</b>	<b>2.553.419</b>	<b>2.566.149</b>	<b>2.651.625</b>	<b>2.436.555</b>	<b>2.425.520</b>	<b>2.477.034</b>
	residencial	1.116.313	1.070.226	1.090.360	1.126.593	1.153.468	1.200.116	1.173.301	1.133.008	1.178.557
	comercial	330.979	331.821	338.095	338.722	311.360	357.008	328.006	321.320	331.139
	Indústria	761.824,00	849.364	893.338	965.978	960.385	967.230	824.587	838.272	866.786
	cogeração	474.693	531.942	6.072	5.328	5.158	5.424	8.179	13.040	10.163
	querosene iluminação	28.362	10.812	2.813	2.361	1.960	1.236	825	933	659
	óleo combustível	288.681,00	265.020	224.131	114.437	133.818	120.611	101.657	118.947	89.730
	<b>Geração energia</b>	<b>864.694</b>	<b>889.358</b>	<b>844.845</b>	<b>781.494</b>	<b>739.463</b>	<b>1.264.405</b>	<b>650.211</b>	1.399.083	830.317
	<b>Transporte</b>									
Terrest/hidrov.	8.044.854	8.144.179	8.405.346	8.190.546	8.204.404	9.071.548	8.521.229	9.008.056	9.810.491	
Aéreo	943.907	972.532	884.324	988.167	974.309	750.497	717.490	777.974	778.259	
<b>Total transportes</b>	<b>8.988.761</b>	<b>9.116.711</b>	<b>9.289.670</b>	<b>9.178.713</b>	<b>9.178.713</b>	<b>9.822.045</b>	<b>9.238.719</b>	9.786.030	10.588.750	
<b>Total queima de fósseis</b>	<b>12.854.307</b>	<b>13.065.254</b>	<b>12.689.324</b>	<b>12.513.626</b>	<b>12.484.325</b>	<b>13.738.075</b>	<b>12.325.485</b>	<b>13.610.633</b>	<b>13.896.101</b>	
	<b>Emissões fugitivas</b>	<b>56.719</b>	-	-	<b>30.455</b>	<b>29.470</b>	<b>122.342</b>	<b>58.790</b>	31.245	93.747
	<b>Total Energia</b>	<b>12.911.026</b>	<b>13.065.254</b>	<b>12.689.324</b>	<b>12.544.081</b>	<b>12.513.795</b>	<b>13.860.417</b>	<b>12.384.275</b>	<b>13.641.878</b>	<b>13.989.848</b>
RESÍDUOS	<b>Sólidos</b>									
	aterro	1.853.066	1.887.891	1.986.754	2.150.151	2.347.858	2.015.215	2.106.162	2.252.591	2.247.355
	tratamento	59.192	34.178	-	-	-	-	-	-	-
	incineração	274	278,1	228	656,5	462,2	405	295,5	371,1	371,1
	<b>Efluentes líquidos</b>	286.537	337.226	348.507	323.000	309.235	291.047	256.881	190.998	191.907
	<b>Total resíduos</b>	<b>2.199.069</b>	<b>2.259.573</b>	<b>2.335.489</b>	<b>2.473.808</b>	<b>2.657.555</b>	<b>2.306.667</b>	<b>2.363.339</b>	<b>2.443.960</b>	<b>2.439.633</b>
IPPU	Processos industriais	32.995	31.672	32.839	31.109	32.082	29.954	30.204	-	-
	Uso de solventes	60.862	61.071	66.313	58.870	60.167	74.814	56.914	-	-
	<b>Total IPPU</b>	<b>206</b>	<b>224</b>	<b>251</b>	<b>268</b>	<b>301</b>	<b>350</b>	<b>359</b>	-	-
AFOLU	Mudança no uso do solo	<b>5.781</b>	<b>5.781</b>	<b>5.781</b>	<b>5.781</b>	<b>5.781</b>	<b>5.781</b>	<b>5.781</b>	-	-
	Pecuária	<b>993</b>	1.515	1.122	1.250	1.749	1.180	431	-	-
	Solos agrícolas	<b>2.750</b>	2.390	2.321	2.672	2.770	1.945	1.946	-	-
	<b>Total AFOLU</b>	<b>9.524</b>	<b>9.686</b>	<b>9.224</b>	<b>9.703</b>	<b>10.300</b>	<b>8.906</b>	<b>8.158</b>	-	-
<b>Emissões Totais de CO<sub>2</sub>e (tCO<sub>2</sub>e)</b>		<b>15.110.301</b>	<b>15.325.051</b>	<b>15.025.064</b>	<b>15.018.157</b>	<b>15.171.651</b>	<b>16.167.434</b>	<b>14.747.973</b>	<b>16.085.838</b>	<b>16.429.481</b>

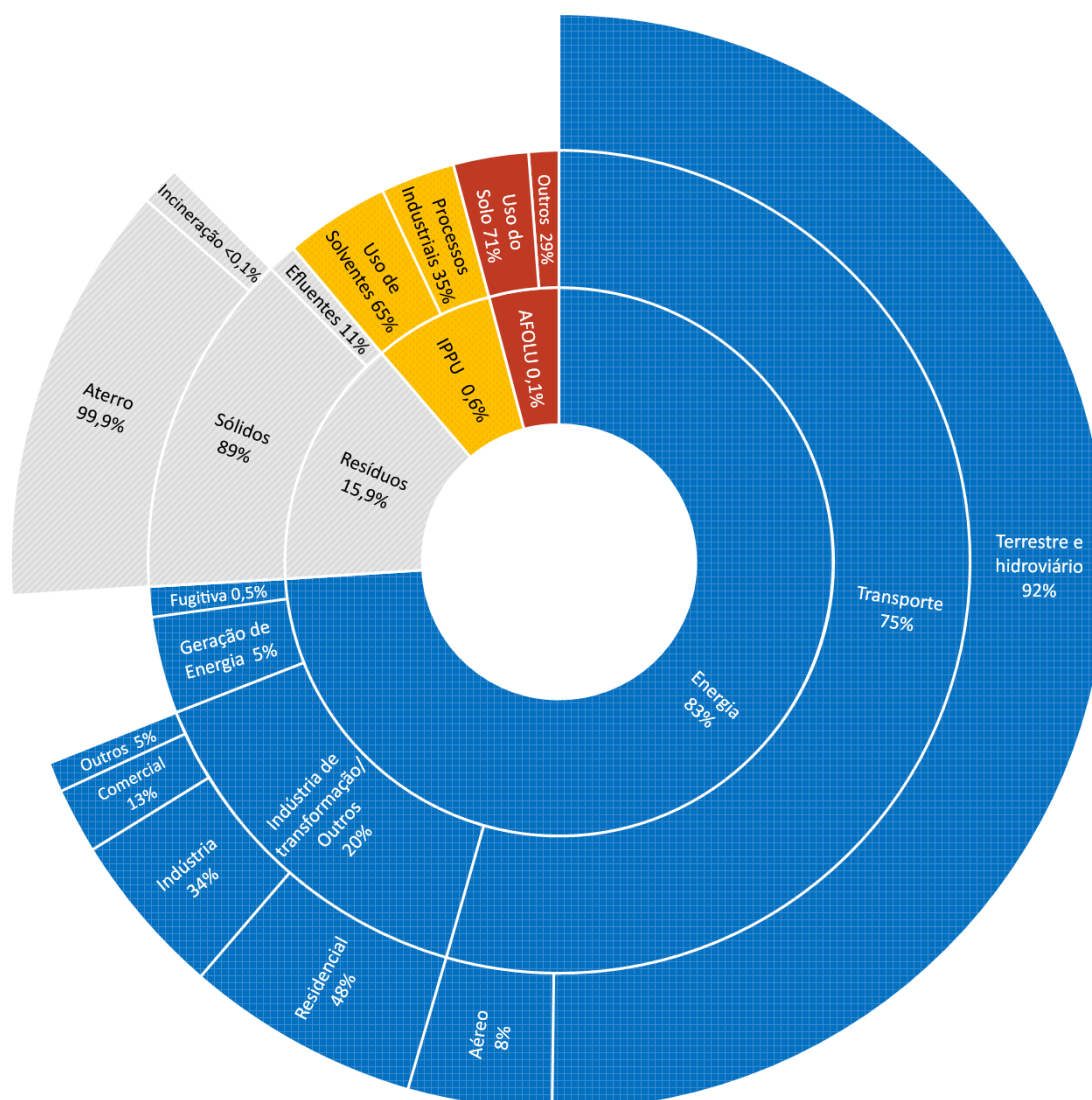
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do inventário de São Paulo.

As emissões foram convertidas em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente para facilitar a comparação com os outros inventários. Originalmente são apresentadas em Gigagrama (Gg) de CO<sub>2</sub> equivalente, sendo 1 gigagrama de CO<sub>2</sub>e = 1000 toneladas de CO<sub>2</sub>e.

Diferente de alguns inventários vistos anteriormente, este inventário não contabiliza as emissões da aviação internacional com a justificativa de que o Aeroporto Internacional de Congonhas fica situado fora dos limites do município e não é possível identificar a parcela das emissões induzidas pelo município de São Paulo. Ainda em relação às dificuldades apresentadas pelo setor de transportes, as emissões de transporte ferroviário e hidroviário estão incluídas no setor transporte rodoviário, devido à falta de dados suficientemente segregados.

Comparando-se a Tabela 20 acima com a Tabela 2 e a Figura 1 que exibem a desagregação proposta pelo IPCC, pode-se notar que o segundo inventário de São Paulo agrega as emissões de forma bastante compatível com a proposta pelo IPCC. O setor energia desagrega as emissões entre queima de fósseis e emissões fugitivas, diferente dos demais inventários que utilizam a denominação de energia estacionária. No subsetor indústrias de transformação se observa a ausência do consumo de energia do setor agrícola. E se observa também que as emissões de querosene de iluminação e óleo combustível não puderam ser desagregadas entre os setores socioeconômicos (residencial, comercial, industrial). No setor resíduos sólidos, o tratamento biológico corresponde ao processo de compostagem e o subsetor efluente líquido corresponde ao tratamento dos efluentes domésticos, de acordo com o inventário. O Gráfico 16 abaixo permite visualizar o percentual de contribuição de cada setor pra o ano de 2009, que foi escolhido por ser o último ano que contempla todos os grandes setores.

Gráfico 16: Emissões por setor de São Paulo para o ano 2009

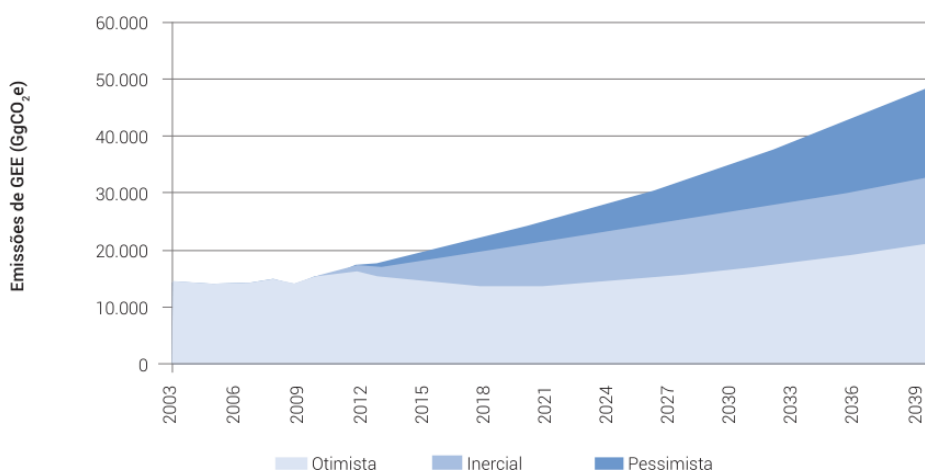


Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 16 mostra que 83% das emissões de São Paulo são originárias do setor energético, sendo o transporte terrestre o maior contribuinte. Quanto ao subsetor indústria de transformação, as emissões residenciais contribuem com quase a metade deste subsetor (48%), mais do que a indústria (34%). O setor resíduos tem 89% das emissões devidas ao resíduos sólidos dos aterros. Os setores IPPU e AFOLU mostram contribuições muito pouco expressivas. O inventário contabiliza também as emissões biogênicas e as emissões provenientes dos corpos hídricos do município, mas estas não foram incluídas na Tabela 20 porque não são contabilizadas no total do município. A análise de incerteza mostra que o setor energia apresenta maior confiabilidade (7% de incerteza) e o setor IPPU (85% de incerteza) é o setor com menor confiabilidade.

Os cenários são apresentados na figura abaixo, sendo que o cenário otimista considera a adoção de medidas mitigatórias, o cenário pessimista a adoção de medidas que induzam mais emissões e o cenário inercial considera a manutenção do estado atual do município.

Figura 7: Cenários de Emissões de GEE do Município de São Paulo



Fonte: São Paulo (2013).

De acordo com o gráfico acima, o cenário pessimista indica um aumento de, aproximadamente, 150% nas emissões entre 2015 e 2039, enquanto o cenário inercial mostra aumento de, aproximadamente, 90% nas emissões entre 2015 e 2039.

### **Análise do 2º Inventário de São Paulo:**

O Segundo Inventário de São Paulo exibe um reporte bastante organizado e transparente, com detalhamento de todas as etapas da contabilização das emissões, incluindo um apêndice com todos os fatores de emissão utilizados. Todos os grandes setores e subsetores definidos pelo IPCC são contabilizados, ainda que com algumas diferenças na desagregação. Apresenta desagregação das emissões por setores e por gases, realiza análise de incerteza, propõe cenários de emissão e compara com as emissões de outras cidades. Se mostra, portanto, uma ferramenta bastante completa, dentro das limitações que o Brasil apresenta em termos de disponibilidade de informações.



#### **4.13 Caracterização do Inventário de Sorocaba**

O inventário de Sorocaba foi elaborado por empresa de consultoria In Natura Soluções Ambientais e contabiliza uma séria histórica das emissões, a partir de 2002 até 2012. O ano de 2005 é definido como o ano base por ser o ano de referência utilizado na lei estadual para o estabelecimento das metas de redução das emissões.

O inventário informa que o cálculo das emissões teve como referências os guias do IPCC, na ABNT NBR ISO 14064 e o guia GPC 2012. Porém, o que se observa é a aplicação a abordagem IPCC, conforme Tabela 21 abaixo. Apesar disto, a desagregação dos setores e subsetores apresentadas diverge da metodologia IPCC em função da forma de como os dados de atividade estão agregados para o município. Por exemplo, no setor energia estacionária, as emissões do consumo de gás natural não puderam ser alocadas entre os setores socioeconômicos e são mostradas separadamente. O mesmo ocorreu com as emissões do setor transporte, que não puderam ser contabilizadas para os diferente modais. As emissões são apresentadas por combustível consumido. Houve também contabilização das emissões específicas da prefeitura para os subsetores energia elétrica e transportes, mas não foi informado se está incluído no valor das emissões totais do município, e também não há detalhes sobre que tipos de transporte estão sendo contabilizados.

Ao invés de apresentar os totais anuais por setor, o inventário de Sorocaba apresenta o somatório de todos os anos inventariados, ou seja, de 2002 a 2012. Não há justificativa para esta forma de apresentar as emissões, ou alguma indicação da relevância de somar as emissões anuais. Para esta pesquisa, foram consideradas apenas as emissões do último ano inventariado, 2012.

Foram apontadas dificuldades para inventariar o setor agrícola, em função da dificuldade de obtenção de dados municipais. O mesmo foi informado para o setor IPPU, que não foi incluído em função da ausência de dados consistentes, como mostra a Tabela 21 seguir.

A Tabela 21 mostra que as emissões de transporte são as mais expressivas de Sorocaba, representando aproximadamente 50% das emissões totais. O segundo setor mais emissor é energia estacionária, com contribuições próximas dos subsetores residencial e industrial.

Tabela 21: Resultado do inventário de Emissões de GEE de Sorocaba para o ano 2012

Ano inventariado		2012			
Metodologia aplicada		IPCC			
Gases inventariados e Potenciais de Aquecimento Global (GWP)		CO <sub>2</sub> =1, CH <sub>4</sub> =21, N <sub>2</sub> O=310, NO <sub>x</sub> (Fonte: 2º relatório IPCC,1995)			
Fatores de emissão		Tier 1(IPCC); Tier 2 (MCT)			
	Setor	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Fonte	Fator Emissão	
Energia	Energia Estacionária	Residencial (combustível + eletricidade)	127.760		Tier 1
		Comercial/ Serviços (combustível + eletricidade)	43.211		Tier 1
		Industrial (combustível + eletricidade)	100.828		Tier 1
		Rural (eletricidade)	1		Tier 1
		Energia Elétrica prefeitura	3.851	Ministério da Fazenda	MCT/ Munduscarbo
		Gás natural	9.046	Companhia de gás natural Fenosa	Tier 1
		<b>Total Energia Estacionária</b>	<b>284.697</b>		
Energia	Combustão móvel	Combustão móvel			Tier 1
		Combustão móvel prefeitura			Tier 1
		<b>Total Transportes</b>	<b>624.679</b>	ANP	Tier 1
Resíduos	Disposição de resíduos sólidos em aterros	143.710	ConestogaRovers	Tier 2	
	Tratamento de Efluente	18.935	SAAE	Tier 1	
	<b>Total Resíduos</b>	<b>162.645</b>			
AFOLU	Mudança no Uso do Solo	2.873	INPE		
	Pecuária	calagem	268	CATI EDR	Tier 1
		manejo de dejetos	1196	CATI EDR/IBGE	Tier1 e Tier 2
		fermentação entérica	20622		Tier1 e Tier
	Agricultura	uso de fertilizantes	3.534	CATI EDR	Tier 1
		queima de resíduos agrícolas	22	Inventário Estadual de SP e Literatura nacional	Tier 1
<b>Total AFOLU</b>		<b>28.515</b>			
<b>Emissões Totais de CO<sub>2</sub>e de Sorocaba</b>		<b>1.100.536</b>			

Fonte: Elaboração própria a partir das informações fornecidas pelo Inventário de Emissões de GEE de Sorocaba.

O inventário mostra também uma previsão das emissões para os anos seguintes e avaliação da incerteza das estimativas de emissão. Um resumo é exibido na tabela abaixo:

Tabela 22: Previsão de emissões futuras de Sorocaba

	<b>Emissões em 2013 (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Emissões em 2029 (tCO<sub>2</sub>e)</b>
<b>Setor Energia</b>	821.746	168.551
<b>Setor Agricultura</b>	26.834	38.229
<b>Setor Resíduos</b>	180.157	163.275

Fonte: Sorocaba (2014).

Da tabela acima se observa a projeção de redução das emissões do setor resíduos, o que é explicado pelo fechamento do aterro São João de Sorocaba que ocorreu em 2010. Quanto à avaliação da incerteza, o inventário indica incerteza geral de 28%, calculada conforme metodologia IPCC, sendo os setores de Transporte e Combustão estacionária aqueles que apresentam menor percentual e incerteza.

#### **Análise geral do inventário de Sorocaba:**

O inventário de Sorocaba apresenta uma forma de reporte pouco comum, através do somatório das emissões ao longo dos anos, ao invés do reporte das emissões anuais. Entretanto, as tabelas anexadas ao inventário mostram valores de emissão anual para os grandes setores, sem muitos detalhes. Por outro lado, todas as etapas do cálculo das emissões são explicadas, com indicação dos dados de atividade, as fontes e mesmo os fatores de emissão utilizados, sejam eles do IPCC (Tier 1) ou os calculados pela equipe (Tier 2). O inventário se mostra bastante transparente, apesar porém com algumas lacunas, como as emissões fugitivas que não são calculadas e sua ausência não é justificada.

#### **4.14 Comparando a estrutura dos inventários IPCC**

Diversos inventários apontaram as dificuldades provenientes da aplicação da metodologia IPCC, construída para inventários nacionais, na estrutura municipal. A divergência do modelo de divisão de setores proposto pelo IPCC é decorrente da forma como os dados estão agregados nas fontes de dados brasileiras. O Quadro 9 a seguir reúne a estrutura de desagregação dos setores aplicadas para cada inventário.

Quadro 9: Comparativo da divisão por setores dos inventários que utilizam metodologia IPCC

		IPCC						GPC/IPCC
		Belo Horizonte	Curitiba	São Paulo (1º)	São Paulo (2º)	Rio de Janeiro (1º)	Rio de Janeiro (2º)	Rio de Janeiro (3º)
ENERGIA	ESTACIONÁRIA	<b>Eletricidade:</b> - Residencial - Comercial - Industrial - Rural - Governo <b>Combustão Estacionária</b>	Residencial Comercial Industrial Agrícola Governos Indústria de energia	Residencial Comercial e Serviços Indústria Agropecuário Público Indústria de energia Outros	<b>Indústrias de transformação e outros setores:</b> - Residencial - Comercial - Indústria - Cogeração - Querosene - Óleo combustível <b>Geração de Energia</b>	Residencial e comercial Indústria Geração de Energia Refino de petróleo Outros	<b>Outros setores:</b> - Residencial - Comercial <b>Indústria</b> <b>Público e Outros</b> <b>Refino de petróleo</b>  Emissões biogênicas	Residencial Comercial e Serviços Indústria Público Agropecuário Setor Energético
	TRANSPORTE	Terrestre e hidroviário  Aéreo	Aéreo Rodoviário Ferroviário	Transporte		Terrestre e hidroviário Transporte Aéreo	Rodoviário Individual Transporte Aéreo	Rodoviário Ferroviário Hidroviário Aéreo civil Bunker
	<b>Emissões fugitivas</b>			<b>Emissões fugitivas</b>		<b>Emissões fugitivas</b>	<b>Emissões Fugitivas</b>	<b>Emissões fugitivas</b>
RESÍDUO	<b>Resíduos sólidos:</b> - para aterro - para aterro - passivo (governo) - passivo <b>Efluentes:</b> - Tratamento efluente - Lançamento em corpos hídricos - Sist. independentes	<b>Resíduos sólidos:</b> - Sólido urbano - Incineração  <b>Efluentes:</b> - Efluente resid. e - Lançamento em corpos hídricos - Industrial	Resíduos sólidos  Efluente residencial e comercial	<b>Resíduos sólidos</b> - Resíduo para aterro - Tratamento biológico - Incineração  <b>Efluentes</b>	<b>Resíduos sólidos</b> - Sólido urbano - resíduos de saúde - resíduos industriais  <b>Efluentes:</b> - residencial e - efluentes industriais	<b>Resíduos sólidos</b> - Sólido urbano - resíduos industriais  <b>Efluentes:</b> - residencial e comercial - efluentes industriais	<b>Resíduos sólidos</b> - Resíduo sólido urbano - Resíduo de saúde - Incineração  <b>Efluentes:</b> - residencial e - efluentes industriais	
AFOLU	Mudança no uso do solo	Mudança no uso do solo Pecuária Agricultura	Mudança no uso do solo Agropecuária	Mudança no uso do solo Pecuária Solos agrícolas	Mudança no uso do solo Agropecuária Sequestro de Carbono	Mudança no uso do solo Pecuária Solos agrícolas	Mudança no uso do solo Pecuária Agricultura	
IPPU				Processos industriais Uso de solventes e não energéticos	Processos Industriais Uso de produtos	Processos industriais Uso de Produtos	Processos Industriais Uso de produtos	

Fonte: Elaboração própria.

Comparando-se o quadro acima com a estrutura do IPCC mostrada no subcapítulo 2.5 (ver Figura 1), é possível afirmar que os inventários acima não conseguem corresponder exatamente à desagregação de setores e subsetores do IPCC. A necessidade de adaptar a metodologia promove esta diversidade de formas de desagregação dos setores, dificultando a comparabilidade das emissões e o diálogo entre os inventários. Podemos analisar comparativamente alguns dos principais pontos que envolvem os grandes setores e os subsetores, visto que as demais subdivisões dependem do perfil de cada município. Por exemplo, nem todos apresentam consumo de gás natural das residências.

#### **a) Setor Energia – Queima de Combustíveis**

No modelo IPCC, as emissões de GEE provenientes da geração de energia elétrica são apresentadas no setor Indústria de Energia (ver Figura 1). As emissões provenientes da queima de combustível em residência/ comércio/ indústria/ agricultura são apresentadas no subsetor “outros setores”. Como o IPCC é voltado para inventários nacionais, é provável que ele utilize esta classificação porque o consumo energético industrial tem maior peso nos inventários nacionais, em comparação com o consumo energético residencial, comercial, ou da agricultura.

Entretanto, nos inventários municipais, estes setores (residencial, comercial, industrial) podem ser considerados igualmente relevantes. Deste modo, nos inventários municipais brasileiros identifica-se a tendência em apresentar tanto as emissões da energia elétrica quanto as outras emissões da combustão divididas por cada subsetor da comunidade (residencial, comercial, agrícola, governo etc.). No Quadro 9 acima observa-se que no inventário de Belo Horizonte as emissões de GEE provenientes do consumo de eletricidade são apresentadas para cada setor: residencial, comercial, industrial e rural. Entretanto, as demais emissões da combustão estacionária não são apresentadas da mesma forma. São apresentados por tipo de combustível consumido (GLP, gás natural, óleo combustível, querosene).

Já em Curitiba, as emissões tanto da geração de energia elétrica quanto das outras emissões de combustão são apresentadas para cada subsetor da sociedade (residencial, comercial, industrial, agrícola e governo). As emissões da Indústria de energia correspondem apenas ao consumo próprio das

concessionárias de energia. Esta desagregação do inventário de Curitiba, publicado em 2011, é a mesma encontrada no primeiro inventário de São Paulo, publicado em 2005.

Já no segundo inventário do município de São Paulo, embora o consumo de energia elétrica seja apresentado para cada subsetor consumidor (residencial, comercial, industrial etc.), as emissões são totalizadas no setor Geração de Energia, conforme Quadro 9 acima. As emissões provenientes da queima direta de GLP e gás natural são somadas para cada setor consumidor, com exceção do querosene de iluminação e óleo combustível, os quais são apresentados separadamente. O inventário de Sorocaba segue o mesmo modelo.

O primeiro inventário do Rio de Janeiro – também o primeiro inventário municipal brasileiro – exhibe as emissões da queima de combustível por subsetor, e as emissões da geração de eletricidades são totalizadas. É a única cidade que apresenta emissões provenientes da queima de combustíveis no refino do petróleo, as quais devem ser inseridas no setor de energia, de acordo com o IPCC. No segundo inventário da cidade do Rio de Janeiro, as emissões provenientes do uso de energia elétrica são segregadas por setor socioeconômico. Na tabela acima estão, portanto, somadas às emissões da queima direta dos combustíveis. Não há maiores informações sobre o que está incluído no subsetor “público e outros”. O terceiro e último inventário do Rio de Janeiro também agrega as emissões da energia elétrica com as da queima direta. Este inventário passa a incluir nas emissões fugitivas, as emissões decorrentes da exploração de carvão importado pelo município, as quais são somadas às emissões fugitivas de gás, que já estavam sendo contabilizadas no inventário anterior. As emissões referentes ao setor energético correspondem às perdas na distribuição de eletricidade e à produção de coque que ocorre no município.

A segregação das emissões da eletricidade e da queima direta de combustíveis por setor socioeconômico é interessante pois permite a identificação das emissões totais de cada setor consumidor, e portanto, dos setores com maior emissão total de GEE.

#### **b) Setor Energia – Transporte**

As emissões do subsetor de transportes são baseadas no consumo de combustíveis. Assume-se, portanto, que a combustão ocorre em todo o

combustível comprado, tendo em vista a ausência de bancos de dados com origem e destino dos deslocamentos.

Em Belo Horizonte são incluídos os veículos rodoviários leves e pesados, e o transporte aéreo. Para o transporte aéreo, foram contabilizadas as emissões do combustível vendido para os aeroportos Carlos Drummond de Andrade (Aeroporto da Pampulha), Carlos Prates e Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Aeroporto de Confins). Este último não está situado dentro dos limites de BH, mas pelo princípio da responsabilidade sobre as emissões, estas foram atribuídas a Belo Horizonte, pela sua influência no fluxo do aeroporto.

Em Curitiba, o transporte terrestre inclui veículos individuais, coletivos e de carga. São contabilizadas também as emissões do transporte ferroviário e do aéreo. No aéreo estão as emissões do Aeroporto Bacacheri e do Aeroporto Internacional Afonso Pena. Assim como em Belo Horizonte, este último aeroporto se encontra fora dos limites geográficos de Curitiba mas foi incluído considerando o princípio das responsabilidade sobre as emissões. As emissões de Sorocaba incluem transporte rodoviário e aéreo, sem fornecimento de mais informações.

Em São Paulo, o primeiro inventário indica que estão sendo contabilizadas as emissões dos transportes individual, coletivo e de carga, e aeroviário, entretanto, a emissão de GEE não é desagregada por modal, e sim totalizada. O documento afirma que as emissões dos vôos internacionais (chamados *bunkers*) não foram contabilizadas pois o Aeroporto de Congonhas, situado dentro dos limites do município não faz conexão internacional, de modo que os vôos internacionais sempre fazem escala em outros aeroportos. São feitas as seguintes sugestões para aprimorar o inventário:

Para o aprimoramento de inventários futuros, seria necessária a elaboração de um banco de dados que consolidasse os dados de vendas internas, importações e exportações e variações de estoques de combustíveis fósseis dentro do Município. [...] A ausência de dados de quilometragem média percorrida, fatores de emissão e consumos específicos para veículos de uso intensivo como ônibus, vans e caminhões, além dos comerciais leves e trens impede a realização de um cálculo bottom-up que permita fazer uma análise mais detalhada do setor Transportes. (São Paulo, 2005, p. 50/51).

O segundo inventário de São Paulo também contabiliza apenas as emissões do transporte rodoviário e aeroviário, de modo que as emissões dos modais ferroviários e hidroviários se encontram incorporadas às emissões do transporte terrestre, em função da ausência de dados suficientemente segregados. Pelo

mesmo motivo, todo o óleo diesel foi atribuído ao setor de transportes. No transporte aéreo as emissões correspondem ao Aeroporto Campo de Marte e ao Aeroporto de Congonhas. As emissões do Aeroporto de Guarulhos também não foram contabilizadas neste segundo relatório. As emissões biogênicas dos biocombustíveis (etanol e biodiesel) foram contabilizadas separadamente e não estão incluídas no balanço de emissões, conforme sugestão do IPCC.

Para o Rio de Janeiro, o primeiro inventário indica a contabilização das emissões de transporte rodoviário individual, coletivo e de cargas, querosene de aviação utilizado em vôos domésticos e gasolina de aviação consumida no município. A querosene de aviação utilizada em vôos internacionais (bunkers) é contabilizada separadamente e excluída do total de emissões. Os bunkers correspondem aos transporte aéreo ou marítimo internacional e o IPCC recomenda que estas emissões sejam contabilizadas como emissões locais. No segundo inventário, as emissões são segregadas para os modais rodoviário, ferroviário, navegação e aéreo, sendo o transporte internacional (bunker) contabilizado separadamente. O mesmo ocorre no terceiro inventário.

**c) Setor Energia – Emissões fugitivas**

Os inventários de Curitiba, Sorocaba e o primeiro inventário de São Paulo não contabilizam emissões fugitivas. Os inventários de São Paulo e Belo Horizonte relatam as emissões do vazamento de metano da rede de distribuição de gás da cidade. O primeiro inventário do Rio de Janeiro inclui emissões fugitivas de CO<sub>2</sub> da Refinaria de Manguinhos se emissões fugitivas de CH<sub>4</sub> das redes de gás natural e gás manufacturado. No segundo inventário são contabilizadas as emissões da rede de distribuição de gás natural para consumidores finais. O terceiro inventário inclui não apenas as emissões da rede distribuição de gás natural, mas também as emissões fugitivas da refinaria e as emissões da importação de carvão.

**d) Setor Resíduos**

Para o cálculo das emissões dos aterros (subsetor resíduos sólidos) os inventários utilizaram o método de decaimento de primeira ordem, de acordo com a qual a emissão de metano é distribuída de forma decrescente a longo dos anos.



Em Belo Horizonte, no caso do resíduo sólido encaminhado para aterro, o passivo das emissões de anos anteriores é mostrado separadamente das emissões do ano inventariado, mas é somado ao total emitido. O inventário de BH é o único que apresenta as emissões do passivo desagregadas. As emissões dos esgotos sanitários não coletados são calculadas assumindo-se o tratamento destes resíduos por fossa séptica (chamado tratamento em sistema independente). Todas as fórmulas utilizadas no cálculo do setor de resíduos são exibidas no inventário.

Curitiba segrega as emissões do resíduo sólido urbano das emissões do resíduo de saúde, o qual é incinerado. Quanto ao tratamento de efluentes, considera os efluentes residenciais e comerciais, os efluentes industriais/ e o lançamento de efluente em corpos d'água. Sorocaba considera as emissões dos aterros e do tratamento nas estações de tratamento de efluente.

São Paulo calcula as emissões provenientes da disposição dos resíduos sólidos urbanos em aterros, do tratamento de esgoto residencial e comercial (que inclui as fossas sépticas mas não inclui o despejo direto em corpos d'água), e o tratamento de fluente industrial.

No segundo inventário apresenta as emissões da disposição dos resíduos sólidos urbanos em aterro, do tratamento biológico dos resíduos sólidos através de compostagem, da incineração dos resíduos sólidos de saúde e tratamento de efluentes líquidos (que engloba os efluentes domésticos e industriais, não segregados).

No Rio de Janeiro, o primeiro inventário desagrega as emissões em resíduos sólidos urbanos, tratamento de efluente doméstico e comercial, e tratamento de efluentes industriais. O segundo apresenta as emissões por resíduos sólidos urbanos, resíduos sólidos industriais, tratamento de efluente doméstico e comercial (ETE, fossa e outros não especificados) e tratamento de efluente industrial. No terceiro e mais recente inventário do Rio de Janeiro são incluídas as emissões dos resíduos sólidos urbanos (que incluem aterros e compostagem), resíduos de saúde, resíduos incinerados, tratamento de efluente residencial e comercial e tratamento de efluente industrial.

**e) Setor AFOLU**

Em Belo Horizonte foram contabilizadas as emissões da mudança no uso do solo. A área das imagens de satélite foi classificada em: malha urbana, vegetação rasteira e gramíneas, e vegetação arbórea. Foi identificado um aumento da cobertura de vegetação arbórea. Não há estimativa para emissões da agricultura ou pecuária.

Curitiba estimou as emissões de Mudança no uso do solo provocadas pela supressão de vegetação florestal. As áreas foram identificadas em Mata nativa com araucária, mata nativa sem araucária, Bracatingal, Reflorestamento, Mata ciliar. Além do subsetor Mudança no uso do solo, foram estimadas também as emissões dos subsetores Pecuária e Agricultura. As emissões da agricultura correspondem ao cultivo de feijão, mandioca, milho, uva.

O inventário de Sorocaba inclui no subsetor Agricultura as emissões provenientes da calagem do solo, manejo de solo agrícola e queima de resíduo agrícola. São contabilizadas também as emissões do subsetor Pecuária e do subsetor Mudança no uso do solo. Neste último, as áreas de uso do solo são classificadas em Área urbana, vegetação arbórea, vegetação rasteira. Foi considerado um aumento na área de vegetação arbórea. O inventário também estimou as remoções de CO<sub>2</sub>, sem fornecer maiores informações sobre o cálculo.

São Paulo, em seu primeiro inventário, considera para o setor AFOLU dois subsetores: Mudança no uso do solo e florestas, e Agropecuária. Para o subsetor de Mudança no uso do solo e florestas, são contabilizadas as emissões decorrentes da calagem do solo e as emissões decorrentes da redução da cobertura vegetal das seguintes classes de uso do solo: formação florestal, campo, reflorestamento. As emissões do subsetor denominado Agropecuária correspondem às emissões da pecuária (fermentação entérica e manejo de dejetos). As remoções de CO<sub>2</sub> do setor não foram contabilizadas. Já no segundo inventário, o setor é denominado Agricultura, floresta e outros usos da terra, e é subdividido em: subsetor Uso da terra, que contabiliza as emissões/remoções de cada categoria de uso do solo (Agricultura, Área alagada, Urbanização, Campo antrópico, Floresta, Outras áreas); subsetor Pecuária, que corresponde à fermentação entérica e manejo de dejetos; e subsetor Solos Agrícolas, o qual inclui as emissões da calagem, da aplicação de fertilizantes e da aplicação de ureia no solo.

O primeiro inventário do Rio contabiliza as emissões do subsetor Mudança no uso do solo e florestas, através da variação da cobertura vegetal das diversas categorias de uso do solo e contabiliza também as emissões da calagem. No subsetor Agropecuário, entram a fermentação entérica, manejo de estrume e plantação de arroz. No segundo inventário são estimadas as emissões para os subsetores Uso do solo, Pecuária, e Atividades Agrícolas. Este último inclui as emissões da queima da cana de açúcar, as emissões da calagem, do uso de fertilizantes nitrogenado e do uso de ureia. O terceiro inventário também contabiliza as emissões de Uso do solo, da Pecuária e da Agricultura. A agricultura inclui apenas as emissões da calagem, da ureia do uso de fertilizantes nitrogenados. Nota-se que as emissões da calagem estavam incluídas no subsetor de Uso do solo no primeiro inventário e foram transferidas para o subsetor de Agricultura, nas últimas edições. O mesmo ocorreu nos inventários de São Paulo.

**f) Setor IPPU**

Apenas o segundo inventário de São Paulo e os dois últimos inventários do Rio de Janeiro contabilizam as emissões de processos industriais e uso de produtos. Em São Paulo, o segundo inventário considera nos processos industriais as emissões da produção de vidro (indústria mineral). Para o subsetor de uso de produtos (chamado “Uso de Solventes e Usos Não Energéticos de Combustíveis”) são calculadas as emissões do uso de parafinas, do uso de lubrificantes, e do uso de substâncias substitutas das Substâncias Depletoras da Camada de Ozônio (SDO) . No Rio de Janeiro, o segundo inventário inclui as emissões da produção de vidro, metanol, aço e alumínio (processos industriais); lubrificantes e parafinas (uso de produtos). O terceiro inclui além destas, as emissões do uso de óxido nitroso ( $N_2O$ ).

As variações na desagregação dos setores vistas acima mostram as diversas possibilidades de adaptação da metodologia para inventários nacionais do IPCC para a aplicação dos municípios. Se observam variações não apenas entre as diferentes cidades, como também entre as diferentes edições das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, indicando aprimoramento e melhor apropriação da metodologia com o passar do tempo.

#### 4.15 Comparando os inventários municipais brasileiros

Neste subcapítulo, serão comparadas as emissões de todos os inventários discutidos anteriormente, tanto os que utilizam a metodologia IPCC quanto os que utilizam a metodologia GPC. Para cada cidade, foi considerado o ano mais recente inventariado no último inventário publicado.

Nos subcapítulos anteriores observou-se que a comparação entre inventários requer a desagregação dos seus setores, de modo a identificar a compatibilidade entre as emissões contabilizadas. Entretanto, em se tratando da comparação de inventários com diferentes metodologias, após a desagregação, os setores precisam ser agregados de modo a encaixar os dados de emissão e torná-los compatíveis na medida do possível. O resultado se encontra Tabela 23 abaixo, e mostra compatibilidade entre as divisões por setor das metodologias GPC e IPCC.

Deve-se, portanto, levar em consideração as divergências relatadas anteriormente. E que limitam a comparabilidade. Por exemplo, na Tabela 23, no setor Energia, se observa que as emissões da combustão estacionária não puderam ser apresentadas para cada subsetor econômico porque nem todos os inventários apresentam esta informação, como o inventário de Belo Horizonte, por exemplo, no qual apenas as emissões da eletricidade são desagregadas (ver Quadro 9 acima). Fortaleza, um outro exemplo, considera as emissões rurais industriais juntas. Há divergências também na forma como são relatadas as emissões do consumo próprio das concessionárias de energia.

Tabela 23: Consolidação das emissões dos inventários municipais brasileiros

Setor	BH (2007) [IPCC]	Curitiba (2008) [IPCC]	Sorocaba (2012) [IPCC]	SP (2009) [IPCC]	RJ (2012) [IPCC/GPC]	Fortaleza (2012) [GPC]	Recife (2012) [GPC]	Salvador (2013) [GPC]
<b>ENERGIA</b>								
Combustão Estacionária	517.299	615.370	156.328	3.086.766	9.751.730	529.513	477.060	670.129
Transporte:	2.085.327	2.412.930	624.679	9.238.719	8.701.640	2.338.261	2.041.976	2.729.699
Terrestre	1.777.170	2.136.033	-	8.521.229	5.394.330	1.860.969	1.416.042	2.022.851
Hidroviário		-	-	-	10.340	7.552	2.039	64.094
Aéreo	308.157	276.897	-	717.490	1.664.870	469.740	623.895	642.754
Bunker	-	-	-	-	1.632.100	-	-	-
Emissões fugitivas	15.557			58.790	1.436.910			
<b>Total Energia</b>	<b>2.618.183</b>	<b>3.028.300</b>	<b>781.007</b>	<b>12.384.275</b>	<b>19.890.280</b>	<b>2.867.774</b>	<b>2.519.036</b>	<b>3.399.828</b>
<b>RESÍDUOS</b>								
Resíduos sólidos	520.264	416.426	143.710	2.106.458	1.706.570	959.746	601.390	117.990
Tratamento de efluentes	62.108	67.235	18.942	256.881	624.250	-	-	177.630
<b>Total Resíduos</b>	<b>582.372</b>	<b>483.661</b>	<b>162.652</b>	<b>2.363.339</b>	<b>2.330.820</b>	<b>959.746</b>	<b>601.390</b>	<b>295.620</b>
<b>AFOLU</b>								
Mudança no uso do solo	remoção	2.382	-	5.781	remoção	-	-	-
Pecuária		1.521	21.231	431	10.110	-	-	-
Agricultura		27	3.802	1.946	10.110	-	-	-
<b>Total AFOLU</b>		<b>3.929</b>	<b>25.033</b>	<b>8.158</b>	<b>20.220</b>			
<b>IPPU</b>								
Processos Industriais	-	-	-	30.204	2.286.590	-	-	-
Uso de Produtos	-	-	-	56.914	68.740	-	-	-
Substitutos das SDO	-	-	-	272.000	-	-	-	-
<b>Total IPPU</b>				<b>359.118</b>	<b>2.355.330</b>			
<b>Emissão Total (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>3.200.555</b>	<b>3.515.890</b>	<b>968.692</b>	<b>15.114.890</b>	<b>24.596.650</b>	<b>3.827.520</b>	<b>3.120.426</b>	<b>3.695.448</b>
<b>Emissões/capita (tCO<sub>2</sub>e/hab.)</b>	<b>1,33</b>	<b>1,9</b>	<b>1,37</b>	<b>1,37</b>	<b>3,58</b>	<b>1,49</b>	<b>1,56</b>	<b>1,27</b>
<b>Nº habitantes (milhões hab.)</b>	<b>2,41</b>	<b>1,8</b>	<b>0,59</b>	<b>11</b>	<b>6,32</b>	<b>2,55</b>	<b>1,54</b>	<b>2,90</b>
<b>PIB (bilhões R\$)</b>	<b>32,7</b>	<b>43*</b>	<b>19</b>	<b>389*</b>	<b>242</b>	<b>43*</b>	<b>33</b>	<b>39</b>

Fonte: Elaboração própria com base nas informações dos inventários.

\* Fonte: IBGE, 2010.

A tabela acima permite observar que a cidade do Rio de Janeiro é que apresenta maior valor de emissão total de CO<sub>2</sub> equivalente, com aproximadamente 24.600 GgCO<sub>2e</sub>, seguida por São Paulo. Sorocaba apresenta a menor emissão total. As demais cidades apresentam emissões próximas. Em ordem decrescente, tem-se:

Figura 8: Ordem decrescente dos municípios por emissão de CO<sub>2</sub>e



Fonte: Elaboração própria.

Entretanto, comparando-se as emissões por setor, se observam variações nesta ordem. No setor de Resíduos, por exemplo, depois de Rio de Janeiro e São Paulo, Fortaleza apresenta maior emissão de GEE, sendo que não inclui as emissões do tratamento de efluentes. No setor Energia, depois do RJ e SP, Salvador é a cidade que apresenta maior valor. Neste caso, as emissões de transporte de Salvador produzem esta diferença. O transporte, no geral, é conhecido como o vilão das emissões de GEE. Contudo, analisando Rio de Janeiro e São Paulo, embora as emissões totais do Rio de Janeiro sejam 63% maiores que as de São Paulo, é o setor de combustão estacionária (ou queima de combustíveis) que proporciona maior diferença, com o Rio de Janeiro apresentando mais do que o dobro das emissões de São Paulo: 9.751.730 tCO<sub>2e</sub>. Olhando a tabela de emissões do Rio de Janeiro, observa-se que o maior consumidor de energia estacionária é a indústria, seguida do subsetor residencial. Do mesmo modo, as emissões do subsetor processos industriais (IPPU) do Rio de Janeiro são muito maiores do que as de São Paulo.

É interessante o fato de que as emissões per capita de São Paulo e Sorocaba, pertencentes ao mesmo estado, apresentem valores equivalentes. E que as emissões do subsetor Pecuária (AFOLU) de Sorocaba sejam o dobro das emissões do Rio.

Pode-se dizer, portanto, que a comparação entre os inventários também permite: a identificação das diversas possibilidades de aplicação/interpretação metodológica; a identificação do perfil da agregação dos bancos de dados municipais; e a análise da coerência dos valores estimados, especialmente quando não se tem atribuição da incerteza da informação.

Sobre a **análise de incerteza**, o inventário de Belo Horizonte apresenta contabilização total da incerteza do inventário de cada ano, a qual se mostra crescente com o passar

dos anos, correspondendo a 11% em 2007. Em Sorocaba a análise de incertezas é feita por setores e segue a ordem: Efluentes(48%) > Resíduos(28%) > Energia Elétrica(28%) > Transporte (8,5%) > Combustão Estacionária (7%). O segundo inventário de SP também estima a incerteza para cada setor e subsetor, sendo: IPPU (85%) > AFOLU (82%) > Resíduos (40%) > Energia (7%). A incerteza geral do Inventário é 9%, influenciada pela alta contribuição das emissões de energia, que tem baixa incerteza. A incerteza mostrada nestes inventários foi estimada conforme método e parâmetros do IPCC, e é atribuída ao modelo matemático utilizado para contabilizar as emissões. Portanto, esta estimativa não considera a incerteza associada a ausência da contabilização de alguns setores/subsetores, ou seja a completude/ incompletude do inventário.

O Rio de Janeiro apresenta a incerteza do inventário de forma qualitativa para cada setor e gás inventariados nos seus dois últimos relatórios. A incerteza é classificada em alta, média e baixa. No inventário mais recente, de modo geral, tem-se que os setores AFOLU e Resíduos apresentam maior incerteza (entre alta e média, a depender do gás); em seguida está o setor IPPU (alta a baixa); finalmente o setor Energia apresenta menor incerteza (entre média e baixa). Se observa que a análise de incerteza qualitativa apresentada pelo RJ corrobora com a análise quantitativa apresentada nos inventários anteriores.

Curitiba, Fortaleza, Salvador, Recife, o primeiro inventário de SP e o primeiro inventário do RJ não apresentam nenhuma forma de análise de incerteza.

As **fontes de dados** de consumo/geração utilizados nos inventários são uma das fontes de incerteza e influenciam também a forma como as emissões são desagregadas. Algumas das principais fontes são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 24: Fontes de dados de consumo e geração utilizadas nos inventários municipais

	Setor	BH (2007) [IPCC]	Curitiba (2008) [IPCC]	Sorocaba (2012) [IPCC]	SP (2009) [IPCC]	RJ (2012) [IPCC/GPC]	Fortaleza (2012) [GPC]	Recife (2012) [GPC]	Salvador (2013) [GPC]
ENERGIA	Combustão Estacionária	GASMIG (GN)/ ANP/ CEMIG	COMPAGAS/ ANP/ COPEL	ANP, Ministério da Fazenda	INFOCIDADE/ ANP	LIGHT	COELCE, CEGAS, ANP	Celpe, Companhia pernambucana de gás, ANP	Coelba, Bahiagás, ANP
	Transporte	GASMIG (GNV)/ ANP	COMPAGAS/ ANP	ANP	ANP		ANP, INFRAERO	CTTU	ANP, Infraero, TranSalvador
	Emissões fugitivas	GASMIG	COMPAGAS		COMGÁS	Light	-	-	-
RESÍDUOS	Resíduos sólidos	Superintendência de Limpeza Urbana (SLU)	SMMA/Serquip	ConestogaRovers	SNIS/ LIMPURB	Comlurb	Ecofor/ Cagece	Emlurb	Battre, Serquip
	Tratamento de efluentes	COPASA	SANEPAR	SAAE	IBGE	CEDAE	-	-	Embasa
AFOLU	Mudança no uso do solo		SMMA/ SPVS	INPE	INPE	SMAC			
	Pecuária	INPE (imagens)/ PRODABEL (layers)	IBGE	IBGE	IEA	IBGE	-	-	-
	Agricultura			IBGE, CETESB, 'CATI EDR	IEA				
IPPU	Processos Industriais								
	Uso de Produtos	-	-	-	CETESB, ANP, DENATRAN, IMT	ANP	-	-	-
	Substitutos das SDO								

Fonte: Elaboração própria.



A Tabela 24 acima mostra instituições nacionais como ANP, INFRAERO, como fontes de consumo de combustível (setor ENERGIA) e uso de produtos (IPPU); e o INPE e o IBGE como principal fonte de dados do setor AFOLU. Os organismos estaduais que fazem a distribuição de energia elétrica e gás, e os responsáveis pelo saneamento, em geral, fornecem os dados para os setores de Energia e Resíduos, respectivamente. São poucas as instituições municipais que participam do fornecimento de dados, como a TranSalvador, por exemplo.

Tal fato se relaciona com a aplicação preferencial pelo método de cálculo *top-down* e indica a ausência de bases de dados municipais satisfatórias. Por outro lado, a utilização de bancos de dados nacionais e estaduais nos leva a concluir que a elaboração de mais inventários de GEE, de outros municípios, e não apenas dos grandes centros urbanos, é possível.

A Tabela 24 também leva à sugestão de que o engajamento destas instituições nacionais e estaduais no aprimoramento dos seus bancos de dados, tendo em vista a urgência da questão climática, e tendo em vista que o investimento em bancos de dados de instituições nacionais e estaduais, dado o contexto brasileiro, parece ser mais viável do que o investimento em bancos de dados de pequenos municípios.

Sobre a opção pelas **metodologias IPCC ou GPC**, é importante lembrar que a diferença está na forma de reporte ou apresentação metodológica, pois os métodos de cálculo de emissões apresentados pelo GPC são os mesmos do IPCC. Há a tendência recente de aplicação do formato GPC em função da conveniência da segregação de setores proposta para o contexto municipal, e da solução aplicada para o problema do limite do inventário e da responsabilidade sob as emissões, com a criação da segregação por escopos. Vale lembrar que a definição da fronteira foi o maior problema apontado especialmente pelos primeiros inventários, que utilizam a metodologia GPC. Por exemplo, os inventários IPCC contabilizam as emissões de todo resíduo gerado nas emissões internas, enquanto os inventários GPC segregam os resíduos a depender se eles tratados dentro e fora do limite do município. Já no setor de transportes, o IPCC sugere a contabilização separada das emissões do transporte internacional; da mesma forma o GPC as insere separadamente no escopo 3, das emissões que tem responsabilidade compartilhada.

A utilização do GPC tem sido, portanto, incentivada pelos organismos internacionais e a utilização de um padrão facilita a comparabilidade. A próxima edição do inventário

de São Paulo, irá aplicar o protocolo GPC, conforme foi informado pelo representante da prefeitura entrevistado.

O que se observa nos inventários municipais brasileiros é que, com exceção do 3º inventário do Rio de Janeiro (GPC e IPCC), os relatórios dos inventários realizados conforme metodologia GPC são menos transparentes, apresentam menos informações, e portanto, não permitem ao leitor a compreensão do cálculo e das considerações metodológicas feitas para a obtenção dos valores das emissões. A transparência dos inventários é um dos princípios apresentados pelo IPCC e replicados pelo GPC. Além disto, pode-se acrescentar que a transparência contribui não apenas para o desenvolvimento de estudos e a melhor comparabilidade entre inventários, como também contribui para a elaboração de outros inventários, como fonte de informação, indicação de bases de dados. O inventário tem o potencial de ser uma ferramenta bastante rica para o planejamento local, porque identifica e reúne a estrutura que dá suporte ao desenvolvimento das atividades humanas. A escolha por um reporte mais objetivo como o GPC não deve impactar na transparência ou na qualidade da contabilização das emissões. Comparar emissões, portanto, ainda pode ser considerado um desafio, visto que os inventários não podem ser considerados completos, cada um com lacunas e dificuldades específicas. Em todos eles há emissões ausentes em função da indisponibilidade de dados para a estimativa. Disto, podemos concluir que os inventários mais completos devem apresentar maior valor de emissões, considerando-se cidades com perfis próximos, como Rio de Janeiro e São Paulo, ou então Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte e Curitiba.

#### **4.16 Discutindo o papel do inventário municipal no Brasil e as dificuldades sob ponto de vista de gestores e consultores**

Conforme já mencionado no referencial teórico, para D'Avignon et al. (2010), os inventários de cidades devem ser definidos pelas possibilidades de implementação das políticas mitigatórias, ou seja, os inventários devem ser elaborados levando-se em consideração o seu propósito, o qual o autor define como a implementação de políticas mitigatórias. Bader e Bleischwitz (2009) reafirmam que o maior propósito do inventário está em ajudar as cidades a reduzir as suas emissões. Já Carloni (2012) observa que a maioria das cidades em desenvolvimento não possui uma estrutura de

recursos e organizacional que permita a realização de inventários comparáveis entre si e com qualidade para fundamentar iniciativas de mitigação.

Com base nisto, cabe a investigação sobre a percepção do papel do inventário de GEE para os municípios brasileiros e o cumprimento desta função. Dada a carência de publicações sobre os inventários municipais brasileiros, estas informações podem ser obtidas apenas através de entrevistas com gestores e técnicos. Para este trabalho, foram entrevistados dois gestores municipais e dois consultores envolvidos na elaboração de inventários no Brasil. Embora não seja um número expressivo de entrevistados, fazem parte da pesquisa profissionais envolvidos no processo elaboração do inventário da cidade de São Paulo, que é uma das maiores metrópoles do mundo, e produziu o seu segundo inventário, o qual utiliza tanto a metodologia IPCC quanto GPC. A gestora entrevistada possui vasta experiência no assunto, tendo integrando as equipes envolvidas nas duas edições do inventários, desde a elaboração do termo de referência. Já a consultoria responsável pela elaboração do inventário de Salvador tem bastante experiência da elaboração de inventários utilizando a metodologia GPC. Pode-se dizer que os inventários de São Paulo e o de Salvador representam, de modo geral, as duas diferentes formas de se elaborar inventários municipais no Brasil; e estas pessoas apresentam uma diversidade de experiências que contribuiu para a compreensão de diversos aspectos que permeiam a elaboração dos inventários.

Além da sua percepção em relação ao papel do inventário, os gestores e consultores foram questionados sobre outros aspectos relacionados ao processo de elaboração do inventário, dada a diversidade de informações encontradas nos reportes. Os recortes das entrevistas são mostrados abaixo, categorizados por assunto tratado. A primeira tabela a seguir mostra a percepção dos entrevistados em relação ao papel do inventário municipal de GEE.

Tabela 25: Sobre a função do inventário

<p>“É o conhecimento mesmo. Conhecer essas emissões, o que você poderia fazer para melhorar, para reduzir... e depois você vai monitorando. Então, o inventário é contínuo. Ele serve para você <b>conhecer</b> e depois pra você <b>verificar</b> se está realmente conseguindo reduzir as suas emissões.”</p>	<p>Consultoria São Paulo</p>
<p>“A ideia é que ele possa servir como uma <b>ferramenta de gestão</b>. Então, ele é um <b>diagnóstico</b> que possa guiar a tomada de decisão e que essa tomada de decisão, seja na gestão pública ou privada, leve também em consideração a variável emissões. Não só o custo de implementação, não só todas as questões sociais intrínsecas da</p>	<p>Consultoria Salvador</p>

tomada de decisão da gestão pública, por exemplo, mas que <b>a variável emissões possa ser também considerada</b> . E que possa ser um mapa. Porque ele destrincha quais são as fontes de emissão, então ele é um <b>mapa</b> das emissões que ajuda na tomada de decisão.	
“[...] ele é um <b>instrumento político de convencimento e visualização, e dimensionamento</b> .” “ O inventário é relevante para você conhecer o problema, e ele é relevante porque <b>ele qualifica tecnicamente</b> o processo de elaboração das contas. E quando eu vou fazer o processo de adaptação, se eu não tenho as contas prévias do inventário, eu não vou poder dizer quanto aquilo está me ajudando no processo de adaptação.”	Gestão São Paulo
“O inventário é mais um <b>norteador</b> . Para a gente identificar realmente onde está o foco. Como nesse primeiro a gente já identificou as emissões de transporte... Isto vai servir como parâmetro para a gente fazer as medidas mitigadoras.”	Gestão Salvador

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas. Grifo nosso.

Da tabela acima, pode-se observar que o inventário é percebido inicialmente enquanto instrumento para diagnóstico das emissões de GEE. Em dois trechos acima ele é vinculado à redução das emissões (mitigação), e nos outros dois o inventário é visto de forma mais ampla, enquanto instrumento político e de gestão que fundamenta tecnicamente a tomada de decisões. Um dos entrevistados aponta a importância do inventário também para o planejamento de ações de adaptação.

Na tabela abaixo, os entrevistados respondem ao questionamento sobre efetivação do cumprimento da função.

Tabela 26: Sobre a contribuição do inventário para proposição de políticas e planos de ação

“Acho que eles são importantes, mas não sei informar se eles estão já sendo usados para isso. Acho que está se pensando mas ainda não há nenhuma ação. Acho que é só um projeto: ‘vamos fazer, vamos’, ‘o que a gente consegue tirar disso daí de informação pra propor medidas pra reduzir as emissões?’”. Acho que ainda está nesse caminho.”	<i>Consultoria SP</i>
“É tudo bem novo. Mas acredito sim que os inventários estão contribuindo bastante para o plano de ação, principalmente quando você coloca uma outra variável, que é a variável financeira. O inventário é importante porque ele faz um diagnóstico, mas ele, por si só, ainda é fraco para uma tomada de decisão. É importante que junto com o inventário seja feita uma projeção de cenários. Se nada for feito, o que vai ser emitido, daqui a cinco anos, daqui a dez anos, numa dada cidade? [...] Você sabe quanto vai custar cada tonelada de carbono reduzida, dependendo da sua tomada de decisão e do cenário que você quer traçar pro futuro da cidade. E aí sim, isso é muito robusto. E agrega argumentos muito fortes para outras políticas públicas que são até priorizadas, com razão, que são políticas públicas relacionadas a mobilidade, a saúde pública, a gestão de resíduos, a saneamento básico e assim por diante. Então, a mudança climática e as ferramentas de identificação do impacto climático ou da vulnerabilidade na cidade, elas agregam argumentos muito fortes em prol de outras políticas que são corretamente tratadas como prioridades. São essas que eu falei pra você: mobilidade é uma das principais.”	<i>Consultoria Salvador</i>

*continua*

*continuando*

<p>“Sim [sobre o inventário ser útil para a proposição de políticas públicas]. Para mitigar, mas a mitigação que a gente, enquanto poder local, é capaz de fazer, é muito pouca frente a potência do controlador da matéria, que no caso é o governo federal. Em outros países pode ser diferente. Eu estou falando da nossa estrutura de administração pública que a gente tem no Brasil”</p> <p>“O plano de ação em nível local tem pouco a ver com a emissão. E a emissão em nível local tem relevância de caráter político para as cidades. Porque para o planeta inteiro, não interessa o que você está fazendo pra segurar a sua chuva. Interessa o que você está deixando de emitir, para o planeta. Então, tem relevância política supra-municipal, mas dentro, pro cidadão que não quer saber se deixou de emitir, só quer que não inunde a casa dele. E o inventário se presta a um pouco disso”</p> <p>“Você tem outros produtos anteriores a isso [para a elaboração do plano]. Que é um conhecimento mais específico sobre os impactos ocorrentes no nosso território. E não adianta fazer plano, se você não tem um conhecimento objetivo da sua realidade. Por que? Porque aí tem o problema também da licitação.”</p>	<p>Gestão São Paulo</p>
<p>“A partir do primeiro documento gente já identificou a questão do transporte, e a gente já fazia a questão do plantio, desde o início da gestão. Esse primeiro documento foi importante pra gente dar continuidade e fazer comparativos do lugar onde a gente deve atuar nas políticas públicas relacionadas ao tema.”</p>	<p>Gestão Salvador</p>

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas.

São observadas diferentes opiniões em relação a este tópico. Para um dos entrevistados, o inventário contribui para a elaboração de planos de ação, embora seja um instrumento mais robusto se vinculado a outros como, por exemplo, a projeção de cenários; e destaca o seu impacto no direcionamento político. Outro entrevistado não consegue identificar a existência de ações decorrentes da elaboração de inventários. Há ainda a terceira opinião, que expõe a complexidade da elaboração de planos de ação. A primeira questão colocada é o pouco poder dos municípios em relação às ações de mitigação. Em segundo lugar, no que diz respeito à adaptação, há um longo caminho a ser percorrido entre o diagnóstico das emissões e um plano de ação de adaptação, conforme trecho abaixo:

[...] basta o governo federal achar alguma coisa diferente que muda o nosso perfil de emissão, por causa de uma decisão que não é nossa. Então, o inventário não é suficiente para fazer um plano de ação. Ele é útil para você saber onde mais emite. Mas pra você cortar emissão, claro, na hora em que você faz uma faixa de ônibus, você diminui emissão, certo? Mas para fazer essas coisas, você não precisa fazer um plano. (Trecho de entrevista com gestora de São Paulo)

As opiniões não apontam um consenso quanto à implementação do inventário enquanto instrumento de suporte a tomadas de decisão e elaboração de planos de ação. Os entrevistados foram também questionados em relação aos aspectos que dificultam a elaboração dos inventários, conforme segue:

Tabela 27: Sobre as dificuldades encontradas para a elaboração de inventários

<p>“A coleta de <b>dados</b>. É a base para o inventário. É a parte mais complicada de você ter certeza de que aquele dado é confiável. [...] Às vezes tem a nível Brasil [o dado disponível], mas não está quebrado por município. Tem a informação, mas não tem no nível em que a gente precisaria.”</p> <p>“Tem muito vai e volta na coleta de dados. A gente recebe informação, questiona, eles devolvem o questionamento, daí a gente levanta mais algumas dúvidas. Então, até consolidar a informação, leva um tempo. Muitas vezes vem a informação, a gente pega algum detalhe e até levantar esse detalhe, o que comprova aquela informação... O mais difícil é você ter o dado consolidado.”</p> <p>“Acho que tanto para empresas quanto para o município, às vezes você vê que tem o dado, só que você não conhece muito bem onde é que estão esses dados, tem que ir atrás, procurar mesmo. Às vezes os dados existem, mas não tem esse conhecimento, não tem uma gestão mesmo da informação.”</p> <p><b>Sobre os setores que apresentam mais dificuldades para inventariar:</b></p> <p>“No município, acho que a parte de processos industriais foi mais difícil pra conseguir os dados, é uma coisa mais fechada, não tem tanta informação pública.”</p>	<p><i>Consultoria São Paulo</i></p>
<p>“Bom, tem uma barreira que é recurso pra isso. <b>Recurso financeiro</b>. E tem outra barreira que é justamente o grau de organização dos <b>dados</b> necessários para elaborar o inventário. Então, o grande desafio é a coleta de informações... que estão totalmente desorganizadas. É um caos. Às vezes quando tem uma prefeitura que tem um software de gestão desses dados, é muito mais simples.”</p> <p><b>Sobre os setores que apresentam mais dificuldades para inventariar:</b></p> <p>“Os mais complexos, eu diria mudança no uso do solo e agropecuária. Emissão de processos industriais algumas vezes também, porque são particulares e já não é mais só CO<sub>2</sub>, metano e N<sub>2</sub>O, os principais gases. Às vezes você entra em CFCs, em SO<sub>2</sub> e alguns outros gases de efeito estufa que são minoria, mas tem um GWP bem alto, então... eu diria que são os dois complexos.”</p>	<p><i>Consultoria Salvador</i></p>
<p>“Ignorância nossa em primeiro lugar. <b>Ignorância</b>. A gente não sabe. Isso só aconteceu porque a gente tinha aqui na secretaria profissionais com ousadia para enfrentar o problema. Porque se não, não tinha saído. Você tem que estudar muito pra entender esse negócio.”</p> <p>“[...] o primeiro desconhecimento que eu me referi [no trecho anterior] é o <b>conhecimento técnico</b> de quem está diretamente envolvido com a elaboração do inventário. A segunda ignorância que é muito importante é a ignorância dos <b>demais setores da prefeitura</b>. Por exemplo, os procuradores. Os procuradores tem medo de fazer uma licitação, eles não entendem nada.. [...]. E a gente só partiu para o dinheiro do GEF [financiamento internacional] porque as atividades internas administrativas, para usar o nosso recurso próprio, foram insuperáveis. Foi mais fácil [...], do que convencer os colegas de que eles podiam assinar, que não dava problema”.</p> <p>“[...] E eu até entendo que os procuradores tenham medo. Eles não entendem. Se pra mim é difícil... imagine pro cara que é advogado, o outro que é contador? Eu entendo, mas o fato de achar pioneiro, não significa que eles possam dizer, como disseram pra mim, que isso era problema meu, que eu é que devia tomar as providências necessárias. Como se eu tivesse que fazer o inventário do município. Tenho isso por escrito.”</p>	<p><i>Gestão SP</i></p>
<p>“Eu acho que o desafio é pro próximo a gente esmiuçar mais, detalhar mais, buscar mais informações para ficar o mais próximo possível da realidade.”</p>	<p><i>Gestão Salvador</i></p>

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas. Grifo nosso.

Um gestor e um consultor relatam a ignorância e o outro a questão financeira como barreiras para a elaboração de inventários mais relacionadas à gestão. Quanto aos aspectos técnicos, a coleta de dados foi identificada como fator de maior dificuldade, assim como a contabilização das emissões dos setores Processos Industriais e Mudança no uso do solo e agropecuária (AFOLU). Embora o consultor do inventário de São Paulo não tenha inicialmente identificado a contabilização do setor AFOLU como uma dificuldade, ao ser questionado diretamente, apontou que é um setor trabalhoso, conforme trecho a seguir:

Essa parte a gente pegou imagens de dois anos diferentes. Então teve todo o trabalho de tratar a imagem, fazer o levantamento de quanto que era de área urbana, de quanto que era de vegetação nativa. Essa parte é bem trabalhosa. E depois ainda identificar o fator de emissão pra cada mudança desse uso. (Trecho de entrevista com consultor do inventário de São Paulo)

Estes depoimentos se alinham com o apresentado pela literatura, e também com o observado na análise anterior dos inventários, no que diz respeito a dificuldade da coleta de dados e dos setores IPPU e AFOLU. A vantagem das entrevistas é que, dada a experiência prática dos entrevistados, o relato permite uma compreensão mais abrangente dos fatores que influenciam, por exemplo, a ausência destas emissões em alguns inventários. Um outro aspecto apontado pela literatura é a dificuldade para a definição do limite do inventário. Questionados sobre ao assunto, os entrevistados forneceram as respostas abaixo:

Tabela 28: Sobre a dificuldade encontrada para definição do limite do inventário

<p>“Isso é uma questão que no inventário a gente quebrou bastante a cabeça pra definir. A gente vai contabilizar até aonde? É só o que está dentro do município? Mas tem viagem aérea... como você contabiliza? O avião sai, mas ele não vai ficar só aqui dentro do município. [...] O GPC já tem várias formas de contabilização. Na época, a gente não tinha muito. O carro que abastece aqui mas anda fora do município. A gente considerou que era o que abastecia aqui. Agora, se ele rodava dentro ou fora, a gente não tinha como saber. Então, tem algumas premissas que você vai tendo que adotar para poder fechar a sua fronteira. Isso no inventário do município a gente discutiu bastante. Foi um ponto que agregou bastante valor.”</p> <p>“[...] Você tem essa discussão para tentar se adequar, até onde eu tenho controle, ou até onde eu posso contabilizar mesmo. É uma parte muito importante do inventário. Tem que estar bem claro, porque de um inventário pro outro acabam dando essas diferenças, de um município pro outro. Um conta uma coisa, outro conta outra. Então, o GPC veio pra tentar padronizar.”</p> <p>“O que acontece quando mudam um pouco essas premissas, esses conceitos básicos, é que às vezes tem que revisar os anteriores. Então, isso é importante, se tem alguma alteração de premissa, ou de limite, os inventários anteriores tem que ser revisados. [...] Se não, você não consegue comparar.”</p>	<p><i>Consultoria São Paulo</i></p>
--	---

*continua*

*continuação*

<p>“A definição de fronteira é algo relativamente simples, porque é fronteira geográfica. Tem discussões interessantes, por exemplo... Salvador tem o aeroporto dentro da sua fronteira e o grande aterro sanitário está em Lauro de Freitas. Só que boa parte do resíduo que Lauro de Freitas recebe, vem de Salvador. Mas para tudo isso o GPC define regras, então isso ajuda muito. Então, todo o restante é só você realmente conseguir se aprofundar na metodologia, saber como ela se aplica no contexto da cidade, ter conversas transparentes, muito stakeholder, é importante. Não vejo grandes dificuldades. E aí tem os fatores de emissão, que evoluem conforme a ciência do clima. Importante buscar fatores, pelo menos tier 2, que são regionalizados. Os tier 1 são fatores default, que muitas vezes não se aplicam, principalmente quando se fala de resíduos ou de mudança do uso do solo, são fontes não mecânicas. Então, tem que tomar esses cuidados. Acho que esses são os principais entraves.”</p>	<p>Consultoria Salvador</p>
---	---------------------------------

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas.

As opiniões nitidamente divergentes acima poderiam ser explicadas pela diferentes metodologias utilizadas. Embora o segundo inventário de São Paulo tenha sido realizado conforme metodologias IPCC e GPC, a definição do limite segue as diretrizes do IPCC e não está, portanto, organizada conforme o guia GPC. De modo geral, a metodologia GPC em São Paulo é aplicada apenas no reporte das emissões por escopo. Já o inventário de Salvador utiliza apenas o método GPC, o qual guia melhor a definição dos limites. Deste modo, os consultores possuem diferentes experiências com a definição dos limites do inventário.

A comparabilidade é um dos principais focos desta pesquisa e também uma das questões apontadas pela literatura no que diz respeito à elaboração dos inventários, como já visto anteriormente. Foram confrontadas aqui as percepções dos dois consultores, que exibem opiniões opostas:

Tabela 29: Sobre a existência da comparabilidade entre os inventários

<p>“Acho que sim. Talvez você não consiga pegar o valor total e comparar só esse número, da emissão. Você tem que olhar um pouco mais a fundo. Então, ver : ‘ah, no setor de energia eu consigo realmente pegar o número e comparar certinho’. Agora, no outro setor, talvez não. Eles são comparáveis mas você tem que olhar um pouquinho no detalhe para poder comparar mesmo.”</p>	<p>Consultoria SP</p>
<p>“A comparabilidade hoje não existe, não existe ainda. E eu acho absolutamente importante para a gestão climática global.”</p>	<p>Consultoria Salvador</p>

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas.

A análise comparativa desencadeada por esta pesquisa nos subcapítulos anteriores mostra que os inventários, de modo geral, não apresentam forma de reporte das



emissões compatível, não sendo, portanto, diretamente comparáveis. Entretanto, alguma compatibilização foi possível através da manipulação das informações em menor escala, num processo que demanda tempo e apresenta muitas ressalvas e limitações.

A tabela abaixo mostra a percepção dos entrevistados sobre o que seria considerado um bom inventário municipal de GEE.

Tabela 30: Sobre o que seria um bom inventário municipal de GEE

<p>“Eu acho que em um bom inventário tem que estar bem <b>consolidado</b> o que você está contabilizando. Esse é o principal. Além dos dados de confiança, ter <b>bem definido</b> o que você está contabilizando, o que você deixou de fora e porquê. Acho que você tendo isso bem definido, já te leva a um bom número, uma boa informação.”</p> <p>“E essas definições são importantes para o próximo, porque mais importante do que a comparação entre as cidades é a <b>comparação da própria cidade ao longo do tempo</b>, e se as premissas mudarem, essa comparação não é válida. Então, essa <b>definição e o cumprimento dela nos próximos inventários</b> é importante.”</p>	<p><i>Consultoria SP</i></p>
<p>“Primeiro, se ele puder ser BASIC +. <b>Que ele englobe todas as fontes</b>, deixe de forma <b>transparente</b> os fatores de emissão utilizados, os dados de atividade coletados e utilizados pro cálculo também. Essa transparência acho que agrega muito. Ele conseguir relatar os dados não só agregados mas desagregados. <b>Quanto maior o nível de desagregação nas fontes de informação, melhor é o inventário</b>. Ele deixar claro a análise de incerteza, é importante porque sempre há. Então, fazer esta análise é importante também. E você pode ir além. No inventário de emissões você pode apontar possibilidades de melhoria pros próximos anos, você pode já apontar possíveis caminhos pra mitigação. Mas aí você já está ultrapassando a barreira do que <b>o inventário se propõe a ser, que é apenas um diagnóstico</b>. Você já está apontando um caminho pra melhoria, um plano de gestão, um plano de ação.</p>	<p><i>Consultoria Salvador</i></p>
<p>“Ele traz as contas, os valores globais dos setores emissores. Quando você fala do inventário, você está falando de <b>emissão</b> e de <b>sequestro de carbono</b>. Você faz essas contas, você tem toda uma metodologia, então você qualifica tecnicamente esse número. Esse número não saiu à toa. Ele tem uma razão de ser. E tudo aquilo que você fizer que se refira a isso, você tem uma referência, você tem uma hipótese de melhoria. Então, você começa a botar foco nas coisas. Essa é a grande relevância do inventário. Agora, tem que ter clareza de que o grande problema do governo local é adaptação. Por que? Porque quando acontece o problema ele cai na cabeça de quem? Do presidente da república ou do prefeito?”</p> <p>“Normalmente você vê os inventários, é uma sopa de letrinha. Você tem que acreditar no que está escrito ali, você não vê a conta. O nosso não. Entra no site, está tudo lá. Todas as equações, todos os fatores. Absoluta <b>transparência</b> no nosso. E a gente queria isso desse jeito. E mais! O <b>máximo</b> que fosse possível. Então, apesar dos conflitos iniciais que houve, no final, houve uma tal profundidade e dedicação de todo mundo, que foi triste quando acabou o projeto. Porque a gente viu que a gente avançou. A gente construiu algo que pode ser muito <b>útil pra sociedade em geral</b>.”</p>	<p><i>Gestão São Paulo</i></p>

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas. Grifo nosso.

Os relatos acima trazem diversos aspectos do inventário que se complementam e que valem a pena serem destacados: consolidação, clareza de definição, confiabilidade, transparência, completude, alto nível de desagregação, contabilização de emissões e sequestros. Se observa que estes aspectos corroboram com os princípios propostos pelo IPCC para a elaboração de inventários.

Sobre a existência de uma metodologia padrão, os relatos a seguir mostram que para um dos entrevistados é visto como um caminho especulativo, e para o outro há uma clara tendência em se padronizar com o uso da metodologia GPC:

Tabela 31: Sobre a definição de uma metodologia padrão para inventários municipal

<p>“Hoje é praticamente uma unanimidade fazer conforme GHG Protocol. Para municípios é mais recente, mas eu percebo uma padronização e uma tendência muito, muito clara de todos os municípios fazerem conforme o GPC.”</p>	<p><i>Consultoria Salvador</i></p>
<p>“É necessário ter uma metodologia pra poder comparar, senão cada um faz a conta de um jeito, não dá para comparar. Mas se é melhor a GPC ou a IPCC, eu não sei. Agora, o C40, e outras... o ICLEI, as redes de cidades, elas dizem, elas querem pelo GPC. Esse querer pode mudar. E, por exemplo, um exercício como esse que a gente pretende fazer, de fazer as duas metodologias pra ver qual é a adequada, pode levar a conclusões diferentes. [...] A gente pretende continuar fazendo pela metodologia do IPCC e também fazer pela metodologia GPC, pra que a própria cidade possa concluir se pra ela vai ser melhor continuar GPC ou continuar IPCC. “</p> <p>“[...] A metodologia GPC permite uma apropriação mais fácil pro comum das pessoas visualizar... ela trabalha com conceitos mais próximos do dia a dia das pessoas.”</p> <p>Então, é mais fácil pras pessoas visualizarem as emissões. Agora, no caso do Brasil, na metodologia do IPCC, a comparabilidade do nosso inventário, com o estado de São Paulo e do Brasil é direta. Na metodologia GPC já.. [expressão sonora de negação]. Então, eu acho que ambas oferecem vantagens e desvantagens. E mais, considerando a transformação econômica... Em realidade, o que nós estamos falando aqui é de business. É transformação do modo de produção e do modo de consumo. Então, a gente tem que ter muita clareza dessas coisas, e conseguir enxergar como é que esses processos econômicos vão acontecer é muito importante. Eu acho que... eu não tenho opinião.. Só talvez depois de já ter feito pelo menos um, de ver os resultados, o quanto a gente pode usar o resultado ou não, é que a gente de fato vai saber se é melhor de um jeito ou de outro.”</p>	<p><i>Gestão São Paulo</i></p>

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas.

Pode-se dizer, portanto, que há uma tendência de padronização, mas que ainda está em fase de estudos. Vale lembrar que a última versão do guia GPC foi publicada no ano 2014, o que a torna uma ferramenta recente. Por fim, os consultores foram questionados quanto sua percepção a respeito da diferenciação entre as emissões do governo e da comunidade realizada em alguns inventários e discutida nos capítulos anteriores.

Tabela 32: Sobre a desagregação das emissões entre governo e comunidade

<p>“Eu acho que é uma forma interessante de contabilização, porque é uma forma que você tem de conhecer as emissões que são suas, da administração do município, por exemplo, e onde é mais fácil de você atuar.”</p> <p>“Às vezes tem que fazer mais estimativas. Às vezes não tem um dado certinho, às vezes tem que fazer algum estudo para poder quebrar estas informações. Mas tem algumas que você já tem separado. Por exemplo, a parte de energia, tem algumas que já estavam quebradas da parte pública. Mas é uma questão também de trabalhar os dados. Gerenciar seus dados pra você ter uma informação confiável. Então, tudo é uma questão de você começar um passo antes. Eu quero o inventário dessa forma, então eu vou começar a coletar meus dados de outra maneira.”</p>	<p><i>Consultoria SP</i></p>
<p>“Acho desnecessário esse recorte. Eu acho que se o governo quer saber quais são as suas emissões, ele pode muito bem utilizar o Corporate Standard que é como se fosse a estrutura de uma organização qualquer, pode ser uma empresa e no caso, poder público. O Corporate Standard se aplica perfeitamente, se o governo quiser inventariar apenas as emissões das suas estruturas, sejam eles veículos, estruturas físicas, prédios, equipe etc. E se aplica perfeitamente. Então, eu não vejo o motivo de fazer esse recorte como o IEAP fazia, acho que ele causava mais complicação do que clareza sobre o resultado. Eu fico feliz de ver que eles alinharam, o ICLEI com o WRI, o CDP, com o C40. Acho que está todo mundo muito bem alinhado, então eu vejo um caminho bom assim, com relação a isso.”</p>	<p><i>Consultoria Salvador</i></p>

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas realizadas.

Se observarmos os trechos destacados nos inventários, bem como na literatura, os inventários municipais tem sua importância diretamente vinculada à elaboração de planos de mitigação e adaptação. Entretanto, as entrevistas se mostram interessantes quando ampliam esta visão, com a perspectiva mais abrangente do inventário enquanto instrumento de convencimento e suporte à tomada de decisões políticas. Vêm à tona também questões que não cabem nos inventários e também não são muito discutidas pela literatura como o papel dos governos municipais, estaduais e federais nas ações de mitigação e adaptação, bem como a possibilidade futura de transferência das metas nacionais para as administrações locais.

#### **4.17 Qualidade dos inventários municipais brasileiros**

A qualidade dos inventários é um assunto pouco encontrado na literatura, talvez porque a comparabilidade ainda seja vista como distante e sem comparação é difícil discutir qualidade. Outro argumento que pode ser utilizado é a ideia de a elaboração do inventário municipal é uma experiência recente. Entretanto, o primeiro inventário municipal, do Rio de Janeiro, foi publicado em 2003; o segundo inventário, de São Paulo, foi publicado em 2005; mais dois anos se passaram até a publicação do

inventário de BH (2007), outro ano até o surgimento do inventário de Curitiba em 2008, e mais quatro anos até que um novo município inventariasse suas emissões em 2012. O que há, portanto, é pouca velocidade na disseminação do instrumento, o que reflete a velocidade com que a questão climática é internalizada pelos municípios, visto que o inventário é o primeiro passo utilizado como demonstração de preocupação com o aquecimento global e suas consequências. O artigo de Barbi e Ferreira (2015) mostra o ano de aprovação das políticas climáticas de algumas cidades e pode-se observar que para Belo Horizonte, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo as políticas climáticas realmente surgem após a publicação dos inventários.

Conforme já discutido no referencial teórico, Bader e Bleischwitz (2009) afirmam que a boa usabilidade aliada a funcionalidades específicas facilitam as comparações. Entretanto, Carloni (2012) afirma que para o caso de cidades de países em desenvolvimento, não há estrutura de recursos e organizacional para a elaboração de inventários comparáveis e como qualidade para fundamentar iniciativas de mitigação, isto corrobora com as declarações dos entrevistados relatadas no item anterior.

A análise dos inventários neste trabalho mostrou que a comparabilidade direta dos inventários municipais brasileiros ainda não é possível. É necessário detalhar os setores e subsetores inventariados para identificar onde estão as emissões compatíveis, o que requer transparência do reporte. Este trabalho seria facilitado caso os inventários tivessem um reporte organizado e transparente.

Nas entrevistas do subcapítulo anterior, a gestora de São Paulo expõe em um dos trechos a falta de transparência encontrada em alguns inventários e compara com o de São Paulo:

Normalmente você vê os inventários e é uma sopa de letrinha. Você tem que acreditar no que está escrito ali, você não vê a conta. O nosso não. Entra no site, está tudo lá. Todas as equações, todos os fatores. Então, há absoluta transparência no nosso. (Trecho de entrevista realizada com gestora de São Paulo)

O Quadro 10 a seguir consolida a análise dos inventários a partir da identificação objetiva das características relevantes ou que aumentam a relevância do inventário. Estas foram identificadas ao longo da pesquisa, apontadas pela literatura, pelos entrevistados, pelos guias GPC e IPCC ou ainda também pelos próprios inventários.

Quadro 10: Características dos reportes dos inventários de emissões de GEE municipais brasileiros

<b>Características dos reportes dos inventários de emissões de GEE municipais brasileiros</b>	BH	Curitiba	Fortaleza	Recife	RJ 1º	RJ 2º	RJ 3º	Salvador	SP 1º	SP 2º	Sorocaba
Descrição da metodologia e reporte (desagregação de setores/subsetores) utilizada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Descrição da metodologia de cálculo utilizada e nível metodológico (tier) para cada setor	x	x			x		x		x	x	x
Apresentação de dados socioeconômicos e ambientais (população, densidade demográfica, pib, área)	x		x		x	x		x	x	x	x
Identificação do limite do inventário	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Compleitude (inclusão de todos grandes setores/subsetores)						x	x		x	x	
Identificação das fontes de dados de atividade	x	x		x	x		x	x	x	x	x
Identificação dos fatores de emissão	x				x		x		x	x	x
Identificação das limitações e/ou justificativa das emissões não contabilizadas	x	x	x		x			x	x	x	x
Tabela resumo com todas as emissões de cada setor e subsetor para o ano inventariado		x		x	x	x	x	x			
Tabela com emissões dos escopos (quando aplicada a metodologia GPC)				x				x	x	x	
Tabela com emissões por tipo de combustível	x				x				x	x	x
Apresentação da emissão per capita		x	x	x	x		x	x		x	x
Sugestão de melhorias para os próximos inventários					x					x	
Avaliação da incerteza	x				x	x	x			x	x
Análise da evolução das emissões com base nos inventários de anos anteriores						x	x			x	
Análise de tendências futuras/ cenários futuros	x		x	x		x	x			x	x
Apresentação de sumário executivo	x	x									x
Implementação através de licitação	x				x	x	x		x	x	
Implementação através acordos entre instituições e a prefeitura			x	x				x			

Fonte: Elaboração própria.

A partir da consolidação das variáveis acima, foram selecionadas aquelas que são importantes para que o reporte das emissões dos inventário seja considerado satisfatório, com qualidade mínima que propicie a compreensão das emissões reportadas, que facilite a sua comparabilidade e a sua utilização enquanto instrumento para a discussão de políticas públicas ou mesmo do setor privado. Esta etapa teve como ponto de partida a identificação, a partir da comparação, de divergências e carência de informações no reporte das emissões e GEE. A escolha destes critérios de qualidade do reporte considera os princípios estabelecidos pelo IPCC e GPC para a elaboração de inventários. Assim, os critérios sugeridos para o reporte de inventários de GEE municipais com qualidade são:

Quadro 11: Critérios de referência para o reporte de inventários de emissões de gases de efeito estufa municipais brasileiros

1.Descrição da metodologia de reporte aplicada para desagregação de setores/subsetores.
2.Descrição da metodologia de cálculo utilizada e nível metodológico (tier) para cada setor.
3.Identificação da fronteira do inventário.
4.Completude (inclusão dos principais setores/subsetores).
5.Identificação das fontes de dados e dos dados de atividade utilizados.
6.Identificação dos fatores de emissão utilizados.
7.Tabelas com emissões dos setores, subsetores e escopos.
8.Avaliação da incerteza.
9.Análise da evolução das emissões com base nos inventários de anos anteriores.
10.Identificação de limitações e sugestão de melhorias para os próximos inventários.
11.Elaboração de análise de tendências e cenários futuros de emissão.

Fonte: Elaboração própria.

Embora a inclusão de cenários futuros possa se estender um pouco além da função do inventário enquanto instrumento para diagnóstico, ela é interessante para compreender o quanto a manutenção do nível atual de emissões representa a longo prazo.

## 5 CONCLUSÃO

A elaboração de inventários municipais pode ser considerada uma atividade que adquiriu maior impulso recentemente, com o crescimento das coalizões de cidades e da ampliação do discurso sobre a importância da contribuição do modo de vida e

consumo urbano para o aumento das emissões de GEE globais. No Brasil, o primeiro inventário municipal surgiu em 2003 e até o momento desta pesquisa foram identificados publicamente disponíveis os inventários de apenas oito municípios brasileiros, fato que nos leva a concluir pela lenta propagação do instrumento em território nacional. Dentre os fatores que influenciam este cenário, foram identificados através desta pesquisa: a disponibilidade de recursos financeiros, o conhecimento e a disponibilidade política dos gestores, o que torna os inventários vulneráveis às variações da gestão municipal; e ausência de bancos de dados satisfatórios. Assim, tem-se também poucos estudos brasileiros sobre a elaboração de inventários municipais, especialmente estudos comparativos.

Os resultados obtidos neste trabalho nos levam a concluir que:

A **comparabilidade** é ainda um desafio dentre os inventários municipais brasileiros. As comparações realizadas pela pesquisa mostram que os inventários não são diretamente comparáveis, mas a comparação se torna possível quando se desagregam os dados em busca de compatibilidade. Isto requer um trabalho minucioso de análise das emissões de cada subsetor, o qual se torna mais difícil quando os inventários não apresentam informações detalhadas (transparência). Mesmo entre inventários que utilizam mesma metodologia há dificuldade de comparar os conteúdos, visto que eles divergem nas interpretações e adaptações metodológicas realizadas, na forma de agregar os dados e também apresentam lacunas diversas.

Em relação às **metodologias**, dos onze inventários municipais identificados, oito deles utilizaram metodologia IPCC e quatro utilizaram a metodologia GPC, sendo que o último inventário do Rio de Janeiro passeia por entre as duas metodologias. Entretanto, se observa uma tendência a elaboração de inventários municipais conforme o GPC, visto que o protocolo tem sido incentivado e assumido como padrão internacional. São exemplos o último inventário do Rio de Janeiro e o próximo inventário de São Paulo, para o qual está prevista a utilização da metodologia GPC.

As duas metodologias utilizadas (IPCC e GPC) acabam por também definir dois principais perfis de inventários brasileiros. Os inventários que utilizam a metodologia IPCC são, de modo geral, mais completos e transparentes, apresentam diversas informações relevantes e possibilitam ao leitor compreender o contexto em que se inserem os valores de emissão calculados. Por outro lado, os inventários que utilizam a metodologia GPC, de modo geral, são mais simples, resumidos, sem transparência, o que reduz o seu potencial de uso. De modo geral, os inventários GPC não incluíram emissões dos setores AFOLU nem IPPU, nem as emissões fugitivas.

O setor Energia (que inclui energia estacionária e transportes) é o que apresenta maiores dificuldades para a comparação, em função das diferentes formas aplicadas para a desagregação do setor, com destaque para as divergências encontradas na alocação das emissões do setor público, da agricultura e do transporte aéreo ou entre fronteiras. Para ambas as metodologias.

A metodologia GPC se mostrou facilitadora da elaboração de inventários municipais, especialmente em relação à definição dos limites do inventário. A abordagem por escopos que o GPC oferece permite diferenciar as emissões que ocorrem dentro ou fora do território, ajudando a reduzir a variação de interpretações quanto à responsabilidade sobre as emissões e quanto aos limites do inventário, que é uma problemática nos inventários que utilizam o método IPCC.

Entretanto, a metodologia GPC precisa ser aplicada com mais consistência. É importante que os inventários municipais tenham a mesma definição de limite do inventário para que a metodologia possa ser útil. Há divergências em relação a quais emissões devem ser alocadas no reporte de nível BASIC e divergências no entendimento do escopo 3, com grandes impactos nos valores das emissões. O escopo 2 é o que apresenta melhor comparabilidade. As emissões induzidas por atividades externas também podem ser melhor explicitadas. A utilização das tabelas fornecidas pelo próprio guia GPC pode ajudar a uniformizar os reportes.



A forma como as fontes de dados dos municípios estão organizadas tem papel crucial na estrutura de desagregação dos inventários. Em diversos casos, os inventários apontaram que não foi possível encontrar dados desagregados de forma compatível com a metodologia utilizada.

A transparência precisa ser levada em consideração na elaboração dos inventários. Ela é um fator importante não apenas para a compreensão das informações reportadas ou para comparação, mas contribui também como fonte de informações seja para estudos, planejamentos ou para a elaboração de outros inventários. Em relação aos demais critérios de qualidade apresentados pelo IPCC, a completude é outro desafio, dada a experiência recente e a dificuldade de obtenção de dados confiáveis e organizados. É difícil contabilizar todas as emissões, porém, o esforço em incluir todos os grandes setores e subsetores das metodologias já pode ser considerado um alcance de completude. O conceito de completude para os inventários municipais brasileiros pode ser aplicado com esta flexibilidade, dada a carência dos bancos de dados. Em relação aos demais critérios: precisão e aperfeiçoamento, ainda não podem ser analisados em função dos poucos reportes com análise de confiabilidade e das poucas atualizações.

Quanto às emissões, o Rio de Janeiro é o município que mais emite GEE, apesar de São Paulo ser a maior metrópole brasileira. Esta ocupa o segundo lugar. Alinhadas com as suas posições de maiores metrópoles, estas duas apresentam emissões muito acima dos outros seis municípios inventariados. As atualizações dos inventários mostram um perfil crescente das emissões ao longo dos anos.

Para além de Rio de Janeiro e São Paulo: Fortaleza apresenta as maiores emissões do setor de resíduos e Sorocaba o menor valor; Salvador apresenta as maiores emissões do setor energia, seguida de Curitiba, enquanto Sorocaba novamente apresenta o menor valor.

O setor de energia é o maior emissor de GEE em todas as cidades, responsável por, em média, 80% das emissões municipais, devido principalmente ao consumo

dos transportes. Apenas no Rio de Janeiro (no último inventário) as emissões da combustão estacionária são maiores que as emissões do transporte.

Poucos inventários apresentam análise de incerteza dos dados. O setor de energia foi identificado como o setor com a maior confiabilidade dos dados, com base nas análises de incerteza realizadas nos inventários de São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba. Os setores IPPU e AFOLU são os que apresentaram menor grau de confiabilidade das emissões, fato esperado dada a dificuldade de obtenção das informações.

Alguns inventários que apresentam projeções futuras, como Recife ou Fortaleza, exibem cenários alarmantes. Todos eles mostram que o setor de energia tende a aumentar expressivamente o seu percentual de contribuição nas emissões com o passar dos anos.

Com relação aos desafios, há um consenso sobre a dificuldade da coleta de dados. E esta é uma das etapas cruciais para a elaboração do inventário. Para aqueles que utilizam a metodologia GPC este é apontado como o maior desafio. Uma boa parte das informações provêm de bancos de dados nacionais e estaduais. Este pode ser um fator interessante para encorajar a elaboração de mais inventários municipais, mesmo de cidades com menos recursos. O engajamento de instituições nacionais e estaduais, como ANP, Infraero, INPE, IBGE, e as distribuidoras estaduais, pode contribuir para uma maior disponibilidade de informações que fomente a elaboração dos inventários de GEE. Os municípios também precisam investir na geração de informações e manutenção de bancos de dados.

Os inventários IPCC, apesar de também considerarem a coleta de dados desafiadora, apontam de forma consensual a definição do limite do inventário como sendo o maior desafio.

O setores com maior dificuldade de contabilização são IPPU e AFOLU, também as emissões fugitivas, em função da dificuldade de se obter dados. Geralmente não estão incluídos nos primeiros inventários e sua contabilização é descartada com a justificativa de que as emissões industriais e a perda de cobertura vegetal são pouco expressivas nas cidades. Embora não seja apontado como dificuldade pelos inventários ou entrevistados, foram identificadas muitas divergências na contabilização do setor de transportes. Isto ocorre principalmente em função da forma como os dados são disponibilizados. No caso dos inventários brasileiros, algumas cidades apresentaram dificuldade em contabilizar as emissões do tratamento de efluentes líquidos também por falta de dados.

Quanto aos fatores de emissão, os inventários municipais brasileiros mesclam fatores locais (tier 2) com fatores padrão (tier 1), não houve utilização de tier 3.

Em relação à qualidade do reporte, pôde-se observar que os inventários que utilizam a metodologia IPCC são mais detalhados, mais transparentes e completos, enquanto os inventários que utilizam a metodologia GPC são bastante simples, se resumem a apresentação das emissões totais, não fornecendo maiores informações para o entendimento das emissões e a exploração dos dados. A apresentação dos critérios de qualidade apresentados pela pesquisa tem o intuito de contribuir para o aumento da relevância do inventário. A atualização dos inventários do Rio de Janeiro e São Paulo mostram melhoria da qualidade do inventários, com aumento da consistência e da completude. A transparência pode diminuir com a tendência a apresentar reportes mais objetivos, como mostra o 3º Inventário do Rio de Janeiro.

Quanto à função, foi identificado o consenso em relação ao inventário enquanto um importante instrumento de diagnóstico de emissões de GEE e importante para a definição de políticas públicas mitigatórias. A comparação é interessante na identificação de cidades com perfis de emissões e/ou consumo similares, com vistas a replicar ações mitigatórias bem sucedidas e acompanhá-las através de indicadores. Entretanto, os municípios tendem a ser mais atuantes em relação às

política de adaptação, em função da sua possibilidade de ação, visto que as ações mitigatórias estão sob controle principalmente das esferas estadual e nacional. A discussão sobre o papel do município na mitigação é extensa. Portanto, não há ainda um caminho direto entre a elaboração de inventários e a elaboração de planos de mitigação ou adaptação municipais. Porém, com a dificuldade do Brasil em cumprir os compromissos de redução assumidos na COP21, e com a necessidade de esforços cada vez maiores dada a constatação do aumento da criticidade da questão climática, é possível que estas metas em algum momento sejam distribuídas entre os municípios, dando maior sentido prático à contabilização das emissões municipais.

A comparação, utilizada como metodologia de análise da situação atual do Brasil em relação à elaboração de inventários municipais de GEE, foi defendida neste trabalho como um propósito importante do relato destas emissões, porque contribui não apenas para o aumento da qualidade dos inventários – na medida em que permite a identificação de deficiências, desafios e oportunidades de melhorias na quantificação de emissões –, mas também com o aumento de conhecimento a respeito da estrutura dos municípios brasileiros.

## **6 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS**

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, o leque de possibilidades investigativas sobre os inventários municipais brasileiros foi se ampliando, mas elas não puderam ser desenvolvidas durante o período deste trabalho e ficam como sugestão para a realização de estudos futuros que fomentem a discussão sobre a contabilização das emissões municipais brasileiras. Foram identificadas oportunidades de desenvolvimento dos seguintes tópicos:

- A realização de entrevistas com mais gestores e consultores com o objetivo de ampliar a discussão e obter informações sobre os processos que envolvem os outros inventários, além de Salvador e São Paulo. Neste trabalho não foi possível realizar entrevistas com mais gestores e consultores devido a limitações de tempo, espaço e disponibilidade pessoal. Entretanto, as opiniões dos entrevistados se mostraram de extrema

contribuição para a pesquisa, trazendo informações e fomentando discussões que não estão documentadas e vão muito além das informações contidas nos inventários.

- A comparação da prática do Brasil com a experiência de outros países na elaboração de inventários municipais, especialmente países com cidades com realidade próxima às cidades brasileiras.
- Numa perspectiva ideal, as emissões municipais, estaduais e nacionais devem dialogar. Alguns autores apontam que os inventários municipais devem ser elaborados de modo que possam ser comparados aos estaduais e nacionais. Portanto, a comparação dos inventários municipais com os inventários estaduais e o inventário nacional pode ser interessante não apenas para verificar a compatibilidade metodológica, como também o grau de participação dos municípios no montante das emissões setoriais estaduais e, futuramente, o impacto que as ações em uma escala produz na outra.
- Análise das políticas e planos de ação desenvolvidos pelos municípios brasileiros e a sua relação com as informações fornecidas pelos inventários de GEE de modo a analisar a usabilidade e relevância do inventário municipal.

## 7 REFERÊNCIAS

ACRE (2012). Inventário de Emissões Antrópicas e Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Estado do Acre. Disponível em: < [http://www.acrebioclima.net/cd\\_inventario\\_120612.pdf](http://www.acrebioclima.net/cd_inventario_120612.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

ANDRADE *et. al.* Comparing Madrid and Salvador GHG Emission Inventories: Implication for Future Researches. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, v. 10, n. 1, mar. 2017.

ANTUNES, G. R., QUALHARINI, L. E. A Norma Brasileira de Mudanças Climáticas - ABNT NBR ISO 14064. IV Congresso Nacional de excelência em Gestão, 2008.  
BAHIA (2010). Primeiro Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Estado da Bahia. Disponível em: < [http://www.semarrh.ba.gov.br/pdf/20100915\\_inventario\\_emissoes.pdf](http://www.semarrh.ba.gov.br/pdf/20100915_inventario_emissoes.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

BADER, N., BLEISCHWITZ, R. Measuring Urban Greenhouse Gas Emissions: The Challenge of Comparability. *Sapiens*, v. 2, n. 3, dez. 2009.

BAHIA (2010). Primeiro Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Estado da Bahia. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/2010/10/20/primeiro-inventario-de-emissoes-antropicas-de-gases-do-efeito-estufa-do-estado-da-bahia/> >. Acesso em: setembro de 2015.

BARBI, F., FERREIRA, L. Governing Climate Change Risks: Subnational Climate Policies in Brazil. Julho, 2016.

BELO HORIZONTE (2009). Inventário Municipal de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Relatório Final. Disponível em: < [http://www.pbh.gov.br/smpl/PUB\\_P015/Relat%C3%B3rio+Final+Gases+Estufa.pdf](http://www.pbh.gov.br/smpl/PUB_P015/Relat%C3%B3rio+Final+Gases+Estufa.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

BOUNOUA, L. *et. al.* Impact of Urbanization on US Surface Climate. *Environmental Research Letters*, v. 10, ago. 2015.

BRASIL (2016). Terceira Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. Disponível em: < [http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706739/MCTI\\_TCN\\_SUMARIO+EXECUTIVO\\_port.pdf/7aad0f1d-332b-45b4-9fda-88e9efb049fd](http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706739/MCTI_TCN_SUMARIO+EXECUTIVO_port.pdf/7aad0f1d-332b-45b4-9fda-88e9efb049fd) >. Acesso em: setembro de 2017.

\_\_\_\_\_(2010). Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: < [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0215/215070.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215070.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_(2004). Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das

Nações Unidas Sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: < [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0005/5586.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5586.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_(2009). Lei Federal nº 12.187: Política Nacional sobre Mudança do Clima, de 29 de dezembro de 2009.

\_\_\_\_\_(2008). Plano Nacional sobre Mudança Do Clima – PNMC.

BULKELEY, H. Cities and the Governing of Climate Change. *The Annual Review of Environment and Resources*, v. 35, p. 229-253, jun. 2010.

CARLONI, F. Gestão do Inventário e do Monitoramento de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Cidades: O Caso do Rio de Janeiro. 180 p. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

CROCI, E., MELANDRI, S., MOLTENI, T. Determinants of Cities' GHG Emissions: a Comparison of Seven Global Cities. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, v.3, n.3, p. 275-301, abr. 2011.

CURITIBA (2011). Inventário e Balanço de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Município de Curitiba. Relatório Síntese. Disponível em: < <http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2012/00118446.pdf> >. Acesso em: setembro de 2015.

D'AVIGNON, A., CARLONI, F.A., ROVERE, E. L., DUBEAUX, C.B.S. Emission Inventory : An Urban Public Policy Instrument and Benchmark. *Energy Policy*, n. 38, p. 4838-4847, nov. 2009.

DODMAN, D. Blaming for Climate Change? An Analysis of Urban Greenhouse Gas Inventories. *Environment&Urbanization*, v. 21, n. 1, abr. 2009.

DUBEAUX, C.B.S et al. Local Perspectives in the Control of Greenhouse Gas Emissions – The Case of Rio de Janeiro. *Cities*, v. 24, n. 5, p. 353-364, mai. 2007.

FORTALEZA (2014). Inventário de Emissões de GEE do Município de Fortaleza. Disponível em: < [http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/inventario\\_da\\_emissao\\_dos\\_gases\\_do\\_efeito\\_estufa.pdf](http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/inventario_da_emissao_dos_gases_do_efeito_estufa.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

HOORNWEG, D., SUGAR, L., GOMEZ, C.L.T. Cities and Greenhouse Gas Emissions: Moving Forward. *Environment&Urbanization*, v. xx, n. x, abr. 2011.

GPC (2014). Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories. World Resources Institute. Disponível em: < [http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP\\_GPC.pdf](http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

KENNEDY, C., HOORNWEG, D., SUGAR, L., IBRAHIM, N. Greenhouse Gas Emissions from Cities: Comparison of International Inventory Frameworks. Local

Environment, v. 17, n. 2, p. 223-241, fev. 2012.

IBGE. Atlas Nacional do Brasil Milton Santos. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE (2010). Resultados do Universo do Censo demográfico 2010. Tabela 1.1.1. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> >. Acesso em: setembro de 2015.

INMETRO. Organismos de Verificação de Inventários de Gases de Efeito Estufa – OVV. Disponível em: < [http://www.inmetro.gov.br/organismos/resultado\\_consulta.asp](http://www.inmetro.gov.br/organismos/resultado_consulta.asp) >. Acesso em: jan 2018.

ICLEI (2009). International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol. Disponível em: < [http://archive.iclei.org/documents/Global/Programs/GHG/LGGHGEmissionsProtocol\\_01.pdf](http://archive.iclei.org/documents/Global/Programs/GHG/LGGHGEmissionsProtocol_01.pdf) >. Acesso em: janeiro de 2018.

IPCC (2014). Climate Change 2014 – Synthesis Report Summary for Policymakers. Disponível em: < [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (1996). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html> >. Acesso em: setembro de 2015.

KENNEDY, C., DEMOULLIN, S., MOHAREB, E. Cities Reducing Their Greenhouse Gas Emissions. Energy Policy, n. 49, p. 774-777, 2012.

MARCOTULLIO, P. A Top-Down Regional Assessment of Urban Greenhouse Gas Emissions in Europe. AMBIO, n. 43:957-968, 2013.

MINAS GERAIS (2008). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufado Estado de Minas Gerais. Disponível em: < [http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventario\\_de\\_emissoes\\_de\\_gases\\_-\\_feam\\_versao\\_para\\_internet.pdf](http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventario_de_emissoes_de_gases_-_feam_versao_para_internet.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

ONU (2014). World Urbanization Prospects. Disponível em: < <http://esa.un.org/unpd/wup/highlights/wup2014-highlights.pdf> >. Acesso em: novembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (1998). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: < <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> >. Acesso em: setembro de 2015.



\_\_\_\_\_ (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: < <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> >. Acesso em: setembro de 2015.

PARANÁ (2014). Inventário de Emissões de GEE do Paraná. Disponível em: < [http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/ResumoExecutivo\\_PR.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/ResumoExecutivo_PR.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

PBMC (2016). Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro. 116p. Disponível em: < [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio\\_UM\\_v10-2017-1.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf) >. Acesso em: março de 2017.

PBMC (2014). Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Disponível em: < [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1\\_completo\\_vol1.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1_completo_vol1.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

PIKETTY, T., CHANCEL, L. Carbon and Inequality: from Kyoto to Paris –Trends in the global inequality of carbon emissions (1998-2013) & prospects for an equitable adaptation fund. Paris School of Economics, nov. 2015.

RECIFE (2014). 1º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa para a Cidade do Recife. Disponível em: [http://carbonn.org/uploads/tx\\_carbonndata/anexo%201%20Invent%C3%A1rioRecife\\_DS\\_20mar14\\_Luiz.pdf](http://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/anexo%201%20Invent%C3%A1rioRecife_DS_20mar14_Luiz.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

RIO DE JANEIRO (2003). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: < [http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/ccpdf/inventario\\_rj.1.pdf](http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/ccpdf/inventario_rj.1.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2007). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://inventariogeosp.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/30/2014/04/3-inventario-gee-RJ.pdf> >. Acesso em setembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2011). Inventário e Cenários de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: < [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/DLFE-222982.pdf/NelsonSINVENTARIOFINALMAC\\_Resumo\\_Geral\\_Inv\\_e\\_Cenario\\_v05abr\\_E.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/DLFE-222982.pdf/NelsonSINVENTARIOFINALMAC_Resumo_Geral_Inv_e_Cenario_v05abr_E.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2013). Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro em 2012 e Atualização do Plano de Ação Municipal para Redução das Emissões. Disponível em: < [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/4114528/CRJ\\_InventarioGEE2012\\_resumo\\_tecnicoPORTUGUESFINAL.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/4114528/CRJ_InventarioGEE2012_resumo_tecnicoPORTUGUESFINAL.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

RIO GRANDE DO SUL (2010). Inventário das de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Rio Grande do Sul. Disponível em: < [http://www.fepam.rs.gov.br/Documentos\\_e\\_PDFs/Inventario\\_GEE\\_RS\\_2005\\_PACE\\_RS\\_2010.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/Documentos_e_PDFs/Inventario_GEE_RS_2005_PACE_RS_2010.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, n. 24. 2009.

SALVADOR (2016). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade de Salvador. Disponível em: < <http://www.sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/inventario-de-emissoes-de-gases-final-compressed.pdf?download=1> >. Acesso em: janeiro de 2016.

SANTILLI, M., CARVALHO, G., NEPSTAD, D. O Brasil e as Mudanças Climáticas Globais. *In: Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós Rio-92*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002. Parte II, p. 57-68.

SANTOS, MILTON. *A Urbanização Brasileira*. 5 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

\_\_\_\_\_ A Redescoberta da Natureza. *Estudos Avançados*, v. 06, n. 14. 1992.

SHEPHERD, J. M., et al. Urban Climate Archipelagos: A New Framework for Urban Impacts on Climate. *Earthzine*, nov. 2013.

SÃO PAULO (2005). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo. Disponível em: < [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/sinteseinventario\\_1250796710.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/sinteseinventario_1250796710.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2011): 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Disponível em: < [http://inventariogeosp.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/30/2014/01/Primeiro\\_Inventario\\_GEE\\_WEB\\_Segunda-Edicao-v1.pdf](http://inventariogeosp.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/30/2014/01/Primeiro_Inventario_GEE_WEB_Segunda-Edicao-v1.pdf) >. Acesso em: setembro de 2015.

\_\_\_\_\_ (2013). Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo de 2003 a 2009, com atualização para 2010 e 2011 nos setores Energia e Resíduos. Disponível em: < [http://issuu.com/svmasp/docs/caderno\\_t\\_cnico\\_invent\\_rio\\_gee](http://issuu.com/svmasp/docs/caderno_t_cnico_invent_rio_gee) >. Acesso em: setembro de 2015.

SOROCABA (2014). Inventário de Gases do Efeito Estufa do Município de Sorocaba. Relatório Final. Disponível em: < <http://meioambientesorocaba.com.br/sema/Userfiles/file/Licenciamento%202014/RELAT%3%93RIO%20FINAL%20INVENT%3%81RIO%20DE%20EMISS%3%95ES%20DE%20GEE%20SOROCABA%20revisado.pdf> >. Acesso em: setembro de 2015.

SOVACOOOL, B., KAHN, F. Testing the efficacy of voluntary urban greenhouse gas emissions inventories. *Climatic Change*, v. 139, p.141-154, nov. 2016.

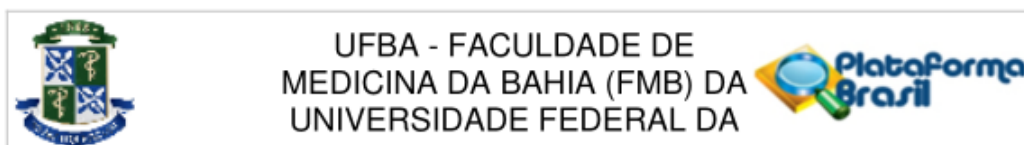
TIEZZI, E. *Tempos Históricos, Tempos Biológicos. A Terra ou a morte: os problemas da nova ecologia*. 1ª Edição. São Paulo: Nobel, 1988.

VIOLA, E. O regime internacional de mudança climática e o Brasil. *RBCS*, v. 17, n. 50. 2002.

WILBANKS, T. J.; KATES, R. W. Global Change in Local Places: How Scale Matters. *Climatic Change*, v. 43, pp.601-628, nov. 1999.

## 8 ANEXO

## ANEXO A – Parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética



Continuação do Parecer: 2.049.994

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_690376.pdf	04/05/2017 04:27:08		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	04/05/2017 04:23:28	Marcia Mara de Oliveira Marinho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	04/05/2017 04:04:52	Marcia Mara de Oliveira Marinho	Aceito
Outros	RoteiroEntrevista.pdf	04/05/2017 03:40:00	Marcia Mara de Oliveira Marinho	Aceito
Outros	TermodeCompromisso.pdf	04/05/2017 03:22:37	Marcia Mara de Oliveira Marinho	Aceito
Outros	Termodeanuencia.pdf	04/05/2017 03:21:36	Marcia Mara de Oliveira Marinho	Aceito
Outros	NotificacaodoCEP.pdf	07/04/2017 08:05:09	Eduardo Martins Netto	Aceito
Outros	SolicitacaoassinadapeloCoordCEP.pdf	07/04/2017 08:05:09	Eduardo Martins Netto	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Alteracao_pesquisador_responsavel.pdf	05/04/2017 20:29:48	Gilsâmara Catarina Alves Conceição	Aceito
Outros	ALTERACAO_DE_PESQUISADOR_PRINCIPAL.PDF	07/06/2016 20:37:53	Eduardo Martins Netto	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Alteracao_pesquisador_responsavel.pdf	03/06/2016 01:10:50	Gilsâmara Catarina Alves Conceição	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_confidencialidade.pdf	03/06/2016 01:09:43	Gilsâmara Catarina Alves Conceição	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Contrapartida_institucional.pdf	03/06/2016 01:08:00	Gilsâmara Catarina Alves Conceição	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	20/05/2016 11:43:05	Gilsâmara Catarina Alves Conceição	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Largo do Terreiro de Jesus, s/n  
 Bairro: PELOURINHO CEP: 40.026-010  
 UF: BA Município: SALVADOR  
 Telefone: (71)3283-5564 Fax: (71)3283-5567 E-mail: cepfmb@ufba.br

## 9 APÊNDICES

### APÊNDICE A – Roteiro de entrevista para os gestores



#### ROTEIRO DE ENTREVISTA

##### Inventários Urbanos de Emissões de GEE

1. Você tem experiência com a realização de inventários urbanos?
2. Na sua opinião, qual o papel do inventário urbano de GEE?
3. Você poderia contar um pouco como ocorre o processo de execução do inventário?
4. Houve algum tipo de capacitação de funcionários da administração municipal sobre a inventários de GEE?
5. Qual a fonte de financiamento do(s) inventário(s)?
6. A cidade inventariada estava/está vinculada a alguma coalizão do clima? De que forma a coalizão tem contribuído para a cidade?
7. Existe previsão para a elaboração do próximo inventário?
8. Quanto tempo, em média, dura o processo total de realização de um inventário até a sua publicação oficial?
9. Quais foram as barreiras encontradas para a realização do inventário de GEE da cidade?
10. Com base nestas dificuldades, você acha que as cidades brasileiras, de modo geral, têm potencial para elaborar bons inventários de GEE?
11. A cidade possui Política e Plano Municipal sobre Mudança do Clima? Quais os desdobramentos destes instrumentos?
12. Quais são as políticas mitigatórias de GEE que vem sendo adotadas pela cidade?
13. Como você avalia a atuação desta cidade com relação à mitigação das suas emissões de GEE?
14. Na sua percepção, o que seria um bom inventário urbano brasileiro de GEE?
15. Na sua opinião, o(s) inventário(s) elaborados tem sido úteis para a proposição de políticas para mitigar a emissão de GEE?
16. Na sua percepção, o que poderia ser aprimorado no processo de execução dos inventários urbanos?
17. Na sua percepção, que medidas que poderiam estimular a elaboração de inventários urbanos no Brasil?
18. Na sua percepção, o compromisso de redução de emissões assumido pelo Brasil na COP21 deve ampliar a participação das cidades na questão climática e estimular a elaboração de mais inventários urbanos de GEE?

## APÊNDICE B – Roteiro de entrevista para os consultores



### ROTEIRO DE ENTREVISTA

#### Inventários Urbanos de Emissões de GEE

1. Você tem experiência com elaboração de inventários?
2. Na sua opinião, qual o papel do inventário urbano de GEE?
3. Você poderia contar um pouco como ocorre o processo de elaboração do inventário?
4. Quais metodologias para inventariar GEE você conhece? Qual(is) utiliza e por quê?
5. Você acha possível que seja estabelecida uma metodologia padrão global para inventariar cidades?
6. Você tem algum conhecimento sobre as metodologias GPC e IPCC?
7. Alguns inventários contabilizam as emissões da administração pública separadas das emissões totais da sociedade (método IEAP). Qual a sua opinião sobre esta separação das emissões?
8. Como ocorre a coleta de dados do inventário?
9. Quanto tempo, em média, dura o processo de elaboração de um inventário urbano? Qual a etapa mais longa do processo?
10. Quais são as barreiras encontradas para inventariar GEE em cidades no Brasil?
11. Quais são os setores com maior dificuldade para serem inventariados? Por que?
12. Na sua opinião, a utilização de dados e fatores de emissão não locais têm grande impacto no valor final das emissões?
13. No(s) inventário(s) que você elaborou, houve algum processo de verificação das informações?
14. Você possui algum conhecimento sobre os inventários de outras cidades? Você os considera bons inventários?
15. Para você, o que seria um bom inventário urbano brasileiro de GEE?
16. Na sua opinião, os inventários urbanos brasileiros têm sido úteis para a proposição de políticas para mitigar a emissão de GEE? Você observa resultados de municípios que já elaboraram inventários?
17. Você tem alguma sugestão de melhoria para o processo de elaboração dos inventários urbanos brasileiros?



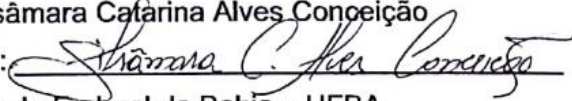




## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Nome da Autora: Gilsâmara Catarina Alves Conceição

Assinatura da Autora: 

Instituição: Universidade Federal da Bahia – UFBA

Local: Salvador, Bahia

Endereço: Rua Aristides Novis, 02 Escola Politécnica, Federação

Email: [gil.smra@gmail.com](mailto:gil.smra@gmail.com)