

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
DOUTORADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

**JAMILE OLIVEIRA SANTOS**

Inventário das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na Embasa:  
oportunidades para o aprimoramento da gestão das emissões

SALVADOR - BA

2015

**JAMILE OLIVEIRA SANTOS**

Inventário das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na Embasa:  
oportunidades para o aprimoramento da gestão das emissões

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Industrial da  
Universidade Federal da Bahia, em cumprimento  
às exigências para obtenção do grau de Doutor

**Orientador:** José Célio Silveira Andrade

Márcia Mara de Oliveira Marinho

SALVADOR – BA

2015

---

S237 Santos, Jamile Oliveira.

Inventário das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na Embasa: oportunidades para o aprimoramento da gestão das emissões/ Jamile Oliveira Santos. – Salvador, 2015.

160 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. José Célio Silveira Andrade

Co-orientadora: Profa. Dra. Márcia Mara de Oliveira Marinho

Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2015.

1. Inventário. 2. Efeito estufa. 3. Gases - emissão. 4. Embasa. I. Andrade, José Célio Silveira. II. Marinho, Márcia Mara de Oliveira. III. Universidade Federal da Bahia. IV. Título.

CDD: 577.144

---

**INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NA  
EMBASA: OPORTUNIDADES PARA O APRIMORAMENTO DA GESTÃO DAS  
EMISSÕES**

**JAMILE OLIVEIRA SANTOS**

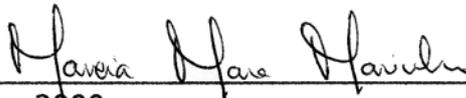
Tese submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de doutor em Engenharia Industrial.

Examinada por:

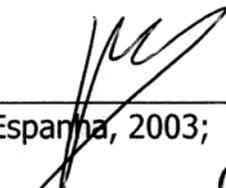
Prof. José Célio Silveira Andrade \_\_\_\_\_  
Doutor em Administração, Brasil, 2000;



Prof<sup>a</sup>. Márcia Mara de Oliveira Marinho \_\_\_\_\_  
Doutora em Ciências Ambientais, Reino Unido, 2000;



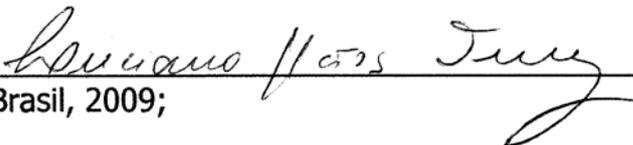
Prof. Julio Lumbreras \_\_\_\_\_  
Doutor em Qualidade do Ar, Espanha, 2003;



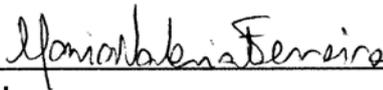
Prof<sup>a</sup>. Leonor Patricia Güereca \_\_\_\_\_  
Doutora em Engenharia Ambiental, Espanha, 2006;



Prof. Luciano Matos Queiroz \_\_\_\_\_  
Doutor em Engenharia Civil, Brasil, 2009;



Prof<sup>a</sup>. Maria Valéria Gaspar Ferreira \_\_\_\_\_  
Doutora em Administração, Brasil, 2006;



Salvador, BA - BRASIL  
Setembro/2015

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores José Célio Andrade e Márcia Marinho pela confiança e pelas contribuições que viabilizaram a construção desta tese. Agradeço, também, aos orientadores do doutorado sanduíche, Adalberto Noyola Robles, Leonor Guereca e Francisco Ferreira. Gratidão também aos professores Julio Lumbreras e Santiago Gassó pelo intermédio para realização das entrevistas na Espanha. Grata pelos comentários dos professores Luciano Matos e Valéria Ferreira os quais acompanharam a evolução deste trabalho desde a etapa de qualificação.

Agradeço a Embasa por ter permitido cursar as componentes curriculares do doutorado e pela concessão da licença para realização de doutorado Sanduíche. Agradecimento especial à Renata Fraga pelo apoio no processo seletivo, ao diretor técnico e de Sustentabilidade Cesar Ramos e ao gerente da unidade de Auditoria Interna pelo suporte no levantamento dos dados. Meus agradecimentos a todos que contribuíram com dados e conhecimento sobre os processos da Embasa.

Agradeço o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES), para realização de estágio de doutorado, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Agradeço as professoras Márcia Marinho e Magda Beretta pela disponibilização dos bolsistas. Grata a Aline Nogueira, Alex Gomes, Ana Coelho, Vinicius Nascimento e Lucas Câmara, pelo auxílio na sistematização dos dados.

Agradeço a toda minha família pela compreensão e apoio recebido ao longo desse período. Obrigada a Maria Paredes e Alejandro Padilla pela troca de experiências acadêmicas e pela companhia durante o período que estive no México. Por fim, agradeço a todos que contribuíram para o alcance de mais uma meta em minha vida.

““Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar ao contrário.””

**Albert Einstein**

## RESUMO

A elaboração de inventários de gases de efeito estufa (GEE) constitui-se em elemento essencial para uma adequada gestão de emissões. A partir do conhecimento obtido ao utilizar esse instrumento, uma empresa possui subsídios para contribuir na resolução da problemática do aquecimento global e uma economia de baixo carbono. Essa pesquisa teve como objetivo avaliar as emissões de uma concessionária de água e esgoto situada no Nordeste do Brasil, a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. A metodologia empregada envolveu análise da literatura a fim de identificar o método mais apropriado para elaboração do inventário, a coleta de dados em diversas unidades da empresa, contato com fornecedores, entrevista com gestores e contabilização dos GEE. Também foram realizadas entrevistas em outras organizações da área de água e esgoto com vistas ao levantamento da posição estratégica frente à temática das mudanças climáticas. A metodologia utilizada para estimativa foi a indicada pelo Programa Brasileiro GHG Protocol, complementada com as orientações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para o caso do tratamento de esgotos. Resultados do inventário apontaram que a principal fonte de emissão da Embasa refere-se ao tratamento de esgoto, em especial no interior do estado. Como principal medida mitigadora para reduzir as emissões da empresa, foi sugerida uma análise do potencial de aproveitamento do biogás oriundo das estações de tratamento de esgoto. Os resultados foram similares aos relatados por outras concessionárias indicando coerência da quantificação, apesar das limitações. Além disso, foram identificadas oportunidades de melhoria para aperfeiçoamento do inventário elaborado e apontadas medidas para um gerenciamento mais efetivo das emissões.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inventário, saneamento, mitigação, GEE

## **ABSTRACT**

The preparation of greenhouse gas (GHG) inventories forms an essential element for appropriate emission management. From the knowledge acquired using this instrument, a company has data to contribute to alleviating the problem of global warming and for a low carbon economy. The aim of this research is to evaluate the emissions at Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A (Embasa), a water and sewage concessionaire located in the northeast of Brazil. The methodology used involved the analysis of literature in order to identify the most appropriate method to prepare the inventory, for data collection at a number of the company's units, contact with suppliers, interviews with managers and GHG accounting. Interviews were also held at other organizations in the water and waste sector, in order to report on the strategic position regarding the theme of climate change. The methodology used for the estimate was indicated by the Brazilian GHG Protocol Programme and complemented by guidance from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) on sewage treatment. The inventory results indicated that the main source of Embasa's emissions was related to sewage treatment, especially in the state countryside. As the principal mitigating measure to reduce the company's emissions, an analysis of the potential of making use of the biogas originating from the waste treatment stations was suggested. The results were similar to those related by other concessionaires, indicating coherence of the quantification, despite limitations. In addition, opportunities to improve the inventory were identified and measures put forward for more effective emission management.

**KEYWORDS:** Inventory, water and wastewater company, GHG, mitigation

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas GHG Protocol.....	32
Figura 2- Evolução dos inventários elaborados no programa GHG Protocol Brasil ..	33
Figura 3 - Tipologia de empresas com inventários publicados no GHG Protocol e quantidade.....	34
Figura 4 - Perfil das emissões nos anos de 2008 e 2009 de acordo com o escopo GHG Protocol.....	35
Figura 5 - Perfil das emissões no ano de 2010 de acordo com o escopo GHG Protocol.....	35
Figura 6 - Perfil das emissões nos anos de 2011 e 2012 de acordo com o escopo GHG Protocol.....	36
Figura 7 - Frequência das categorias de escopo 1 no ano de 2008.....	37
Figura 8 - Frequência das categorias de escopo 3 no ano de 2008.....	37
Figura 9 - Frequência das categorias de escopo 3 no ano de 2012.....	38
Figura 10 - Fontes de emissão de GEE em empresas de água e esgoto .....	39
Figura 11 - Proporção das emissões de GEE por escopo em inventários de empresas de água nos Estados Unidos em 2011 e 2012 .....	54
Figura 12 - Mapa Estratégico da Embasa .....	58
Figura 13 - Estrutura da gestão ambiental em empresas de saneamento .....	59
Figura 14 - Etapas da metodologia da pesquisa .....	63
Figura 15 - Organograma da EMBASA* .....	64
Figura 16 - Trajeto parque Lobato.....	90
Figura 17 - Trajeto Parque Castelo Branco .....	90
Figura 18 - Trajeto Sistema principal (Lauro de Freitas – Rio Vermelho).....	91
Figura 19 - Percentual de DBO de entrada por Superintendência .....	109
Figura 20 - Percentual de DBO removida por Superintendência.....	110
Figura 21 - Percentual de DBO não removida por Superintendência.....	110
Figura 22 - Evolução das emissões de GEE devido ao consumo de energia de 2007 a 2014 em tCO <sub>2</sub> e na Embasa .....	114
Figura 23 - Representatividade do manejo de esgotos no inventário de empresas de saneamento.....	119
Figura 24 - Emissão devido ao esgoto tratado e não tratado na Embasa em 2012	120
Figura 25 - Sugestões de melhoria para aprimoramento da gestão de emissões de GEE.....	129

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características das metodologias propostas para quantificação de emissões .....	26
Quadro 2- Benefícios decorrentes da elaboração de inventários corporativos de emissão de GEE .....	27
Quadro 3 - Indicadores sugeridos para incentivar produção limpa no estado da Bahia .....	29
Quadro 4 - Potenciais fontes de emissão provenientes de esgotos domésticos.....	40
Quadro 5 - Metodologia utilizada nos inventários de empresas brasileiras de água e esgoto .....	42
Quadro 6 - Fontes de emissão para aterros, combustão de resíduos e serviços de água .....	43
Quadro 7 - Ferramentas utilizadas para estimar gerenciamento de energia e emissões em empresas de água.....	45
Quadro 8 – Comparativo entre as fontes de emissão propostas pela OFWAT e pelo GHG Protocol.....	46
Quadro 9 - Centros de pesquisa do grupo Suez com linhas de concentração em mudanças climáticas .....	51
Quadro 10- Indicadores operacionais monitorados pelo Ministério das Cidades e pela AGERSA na Embasa.....	56
Quadro 11 - Correlações entre indicadores socioambientais adotadas por empresas brasileiras.....	60
Quadro 12 – Objetivos específicos e atividades da pesquisa .....	62
Quadro 13 - Macroprocessos desenvolvidos na EMBASA .....	65
Quadro 14- Fontes de emissão de GEE identificadas e situação quanto à inclusão neste inventário .....	66
Quadro 15 - Fatores de correção de CH <sub>4</sub> para cada tipo de tratamento de esgoto doméstico.....	73
Quadro 16 – Municípios atendidos conforme a unidade administrativa em sistemas periféricos da Região Metropolitana.....	94
Quadro 17 - Municípios com menos de 150mil habitantes com sistema de esgotamento sanitário operado pela Embasa .....	95
Quadro 18 - Resumo com os dados de atividade necessários na Embasa .....	96
Quadro 19 - Processo de coleta de dados na Embasa .....	97
Quadro 20 - Estimativa de emissões devido ao transporte por grupo de materiais da Embasa em 2012 .....	104
Quadro 21 - Consumo e emissão decorrente do consumo de energia no ano de 2011 .....	113
Quadro 22 - Consumo de energia na Embasa 2007- 2014.....	113
Quadro 23 - Quantidade de material transportado aos almoxarifados da Embasa .....	116
Quadro 24 - Quadro comparativo das empresas de saneamento do Brasil.....	121
Quadro 25 - Objetivos estratégicos e indicadores que podem ser associados à gestão de emissões de GEE .....	125

Quadro 26 - Indicadores da Embasa relatados nos relatórios de sustentabilidade.	127
Quadro 27 - Barreiras identificadas durante execução do inventário de GEE na Embasa .....	130
Quadro 28 - Limitações apontadas nos inventários elaborados por empresas de água e esgoto no Brasil.....	133
Quadro 29 - Estratégias de mitigação relatadas nos Relatórios de Sustentabilidade da Sabesp, Copasa e Embasa .....	137

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa do material degradável do esgoto em municípios atendidos pela Embasa .....	71
Tabela 2 - Valores de DBO relacionadas às estações de tratamento de esgoto da Embasa, 2012 .....	72
Tabela 3 - Processo de tratamento x FCM.....	74
Tabela 4 - Fatores de emissão por tipo de combustível .....	76
Tabela 5 - Fatores de emissão e consumo de energia no ano de 2012.....	77
Tabela 6 - Fatores de emissão para viagens terrestres e deslocamento de funcionários .....	80
Tabela 7 - Fatores de emissão para viagens aéreas .....	80
Tabela 8 - Viagens aéreas da Embasa por tipologia e distância correspondente (ano 2012) .....	81
Tabela 9 - Quantidade de funcionários que recebem e não recebem vale .....	83
Tabela 10 - Distância percorrida por tipo veículo para Salvador e RMS em 2012 ....	83
Tabela 11 - Distância percorrida por tipo de transporte no interior em 2012.....	84
Tabela 12 - Distâncias dos estados para Salvador .....	86
Tabela 13 - Distâncias de Salvador para almoxarifados no interior .....	86
Tabela 14 - Distâncias do fornecedor em Euclides da Cunha aos almoxarifados da Embasa .....	87
Tabela 15 - Consumo de combustível por tipo e fatores de emissão utilizados .....	88
Tabela 16 - Distâncias dos centros de armazenamento de resíduos ao Aterro Metropolitano Centro (AMC).....	91
Tabela 17 - Quantidade de resíduos gerados em 2012 .....	91
Tabela 18 - Quantidade de resíduos gerados em 2012 e número de elevatórias por parque .....	92
Tabela 19 - Consumo de combustível e fatores de emissão adotados .....	93
Tabela 20 - Distância anual e consumo de combustível para RMS .....	94
Tabela 21 - DBO gerada no ano de 2012 .....	100
Tabela 22 - Resultados das emissões por categoria de DBO .....	100
Tabela 23 – Embasa: resultado da emissão devido à frota própria de veículos 2012 .....	101
Tabela 24 – Embasa: emissão decorrente do consumo de energia no ano de 2012 .....	102
Tabela 25 - Emissão de viagens a negócios aéreas em 2012 .....	102
Tabela 26 - Emissão de viagens a negócios terrestres em 2012.....	103
Tabela 27 - Emissões devido ao deslocamento de funcionários em Salvador e RMS em 2012 .....	103
Tabela 28 - Emissões devido ao deslocamento de funcionários no interior em 2012 .....	103
Tabela 29 - Emissões de GEE associadas ao deslocamento das elevatórias até os parques para acondicionamento em 2012 .....	104

Tabela 30 - Emissões de GEE associadas ao deslocamento dos parques até o Aterro Metropolitano Centro em 2012 .....	105
Tabela 31 - Emissões por unidade na Região Metropolitana de Salvador em 2012 .....	105
Tabela 32 – Emissão em cada município com população inferior a 150 mil habitantes em 2012 .....	106
Tabela 33 – Emissão total nos municípios com população inferior a 150 mil habitantes em 2012.....	106
Tabela 34 – Embasa: categorias do Escopo 1, por emissão e percentual. ....	107
Tabela 35 – Embasa: categorias do Escopo 3, separando-as por emissão e percentual.....	108
Tabela 36 - Fatores e emissão por Superintendência.....	109
Tabela 37 – Comparativo de indicadores em empresas selecionadas em 2012.....	122

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1. QUESTÃO DE PESQUISA .....	18
1.2. OBJETIVOS.....	18
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
2.1. CONTABILIDADE DO CARBONO.....	19
2.2. METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA ELABORAÇÃO DE INVENTÁRIOS E INICIATIVAS RELACIONADAS À PUBLICIDADE DAS EMISSÕES DE GEE ...	22
<b>2.2.1. Metodologia GHG Protocol Brasil</b> .....	30
2.3. CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE ÁGUA E ESGOTO 38	
2.4. INICIATIVAS RELATIVAS À GESTÃO E INDICADORES DE EMISSÕES DE GEE EM EMPRESAS DE ÁGUA E ESGOTO .....	48
2.5. CONTEXTO DO SANEAMENTO NO BRASIL E DESAFIOS PARA OS PRESTADORES DE SERVIÇO NA ÁREA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....	54
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	62
3.1. ESTUDO DE CASO .....	63
3.1.1. Pesquisa Bibliográfica.....	67
3.1.2. Análise de Documentos corporativos.....	68
3.1.3. Observação.....	68
3.1.4. Entrevistas .....	70
3.2. METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES... 70	
<b>3.2.1. Escopo 1</b> .....	71
3.2.1.1. Tratamento de efluentes .....	71
3.2.1.2. Combustão móvel .....	75
<b>3.2.2. Escopo 2</b> .....	76
3.2.2.1. Consumo de energia.....	76
<b>3.2.3. Escopo 3</b> .....	77
3.2.3.1. Viagens a negócio .....	78
3.2.3.2. Deslocamento de funcionários da residência ao local de trabalho .....	81
3.2.3.3. Transporte e Distribuição (Upstream).....	84
3.2.3.3.1. Procedimentos para estimativa das distâncias entre fornecedores e almoxarifados.....	85

3.2.3.3.2. Procedimentos para estimativa do número de viagens e da distância total percorrida .....	87
3.2.3.4. Transporte de material retido em estações elevatórias e unidades de tratamento preliminar em estações de tratamento de esgoto em Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas .....	89
3.2.3.5. Transporte de material retido em estações elevatórias e unidades de tratamento preliminar em estações de tratamento de esgoto na Região Metropolitana de Salvador e interior .....	93
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>100</b>
4.1. ESCOPO 1 - EMISSÕES DIRETAS .....	100
4.1.1. Esgoto tratado e fração não coletada .....	100
4.1.2. Combustão móvel (frota própria de veículos) .....	100
4.2. ESCOPO 2 – EMISSÕES INDIRETAS .....	101
4.2.1. Consumo de energia.....	101
4.3. ESCOPO 3 - EMISSÕES INDIRETAS.....	102
4.3.1. Viagens a negócios aéreas.....	102
4.3.2. Viagens a negócios terrestres.....	102
4.3.3. Deslocamento de funcionários.....	103
4.3.4. Cadeia de fornecedores.....	103
4.3.5. Transporte de resíduos nas elevatórias e material retido no tratamento preliminar de esgoto em Salvador .....	104
4.3.6. Transporte de resíduos no interior.....	105
4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	107
4.4.1. ESCOPO 1 - EMISSÕES DIRETAS .....	108
4.4.1.1. Esgotos.....	108
4.4.2. ESCOPO 2 - EMISSÕES INDIRETAS.....	112
4.4.3. ESCOPO 3 - EMISSÕES INDIRETAS.....	114
4.4.3.1. Viagens terrestres.....	114
4.4.3.2. Deslocamento de funcionários.....	115
4.4.3.3. Cadeia de fornecedores.....	115
4.4.3.4. Transporte de resíduos nas elevatórias.....	117
4.4.4. COMPARATIVO DO INVENTÁRIO DA EMBASA COM OUTRAS EMPRESAS DE ÁGUA E ESGOTO .....	118
4.4.5. OPORTUNIDADES PARA APRIMORAMENTO DA GESTÃO DE EMISSÕES .....	123

4.4.6. BARREIRAS ENCONTRADAS NA EXECUÇÃO DO INVENTÁRIO E SUGESTÕES DE MELHORIAS.....	129
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>140</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE A – DOCUMENTOS CORPORATIVOS ANALISADOS.....</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICE B – MATERIAIS ADQUIRIDOS PELA EMPRESA EM 2012 POR GRUPOS.....</b>	<b>158</b>
<b>ANEXO I – RELAÇÃO DE ENTREVISTAS REALIZADAS .....</b>	<b>160</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com a recente preocupação com os efeitos das mudanças climáticas, decorrentes de emissões GEE, várias iniciativas vêm sendo propostas para a redução desses gases. Conforme o último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas-IPCC (2013) existe 95% de probabilidade do aquecimento do planeta ser oriundo de atividades antrópicas o que pode ocasionar a elevação em 4,8°C da temperatura global. Uma primeira etapa, no entanto, é conhecer e quantificar esses gases e suas fontes. Nesse sentido, estão sendo executados pelas empresas, municípios e países, inventários dessas emissões, objetivando identificá-las e estabelecer mecanismos de mitigação para as mesmas.

Embora o Brasil não possua metas compulsórias de redução, no ano de 2009, o país assumiu voluntariamente o compromisso de minimizar entre 36,1 e 38,9% suas emissões até o ano de 2020. Esses valores constam no Plano Nacional de Mudanças Climáticas conforme a Lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Em estados brasileiros como São Paulo e Rio de Janeiro a apresentação de inventários de GEE consta como um requisito para processos de licenciamento ambiental de empreendimentos (CETESB, 2012; INEA, 2012).

Uma das metodologias mais utilizadas atualmente para elaboração de inventários é a proposta pelo *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* e *World Resources Institute (WRI)*, o protocolo GHG (*Greenhouse Gas Protocol*). No Brasil, por meio do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), essa metodologia está sendo disseminada entre as empresas (GHG PROTOCOL BRASIL, 2012). Apesar do aumento de iniciativas na área das mudanças climáticas e mitigação de emissões de GEE em concessionárias de água e esgoto, verifica-se que existe um número reduzido de empresas do setor elaborando inventários.

A partir da quantificação das emissões de GEE geradas pode-se estabelecer metas de redução, as quais podem ser atingidas através da inserção de projetos no planejamento estratégico da empresa e apresentadas nos relatórios de

sustentabilidade. Por outro lado, a realização do inventário de GEE permite identificar oportunidades para a inserção nos mercados regulado e voluntário de carbono.

No setor de saneamento, diversos estudos referentes ao potencial de ingresso nesse mercado vêm sendo conduzindo no Brasil com maior ênfase para a utilização do biogás proveniente dos resíduos sólidos dispostos em aterros (PIEROBON, 2007; ROTONDARO, 2007; SATO, 2009). Em relação ao aproveitamento do biogás gerado em estações de tratamento de esgoto, não foi elaborada uma metodologia específica para implantação de projetos dessa natureza.

Na Europa, no ano de 2012, os países do EU-15 (Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia, Reino Unido) emitiram 4999 GgCO<sub>2</sub>e referente ao metano oriundo do tratamento de esgotos (EEA, 2014).

Conforme o Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação (2013) o Brasil emitiu em 2010 1.246.677 GgCO<sub>2</sub>e, sendo que o setor de resíduos foi responsável por 4% do valor mencionado. Apesar do pequeno percentual desse setor para o perfil de emissões do país, foi verificado que suas emissões aumentaram 16,4% entre os anos de 2005 e 2010. Especificamente em relação ao tratamento de esgoto, houve um incremento de 6,2%. Em 2010, essa categoria emitiu 430 GgCH<sub>4</sub> (9,030 GgCO<sub>2</sub>e). Como a cobertura de esgotos no Brasil ainda não contempla integralmente todos os municípios do país, somente 64,3% (IBGE, 2013), observa-se que pode ocorrer um aumento das emissões de GEE conforme a opção tecnológica proposta para o tratamento.

No Brasil, os inventários das concessionárias estaduais têm apontado que a maior fonte de emissão de GEE são as estações de tratamento de esgotos. Assim, verifica-se a importância das empresas brasileiras que atuam na área elaborarem inventários de GEE e traçarem estratégias para reduzir suas emissões.

A Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A (EMBASA) é a concessionária de água e esgoto do estado da Bahia. Em 2011, operava 362 municípios dos 417 situados no estado da Bahia. Eram 410 sistemas de abastecimento de água (106 integrados e 304 locais) e 73 sistemas de esgotamento sanitário (EMBASA, 2012). Dessa forma, é a maior prestadora desses serviços na Bahia. Até o presente momento, a empresa ainda não havia desenvolvido um inventário de gases de efeito estufa. De fato, esse assunto está sendo pouco discutido no estado. O próprio governo estadual não estabeleceu claramente as diretrizes para que as empresas e o setor público contribuam para a redução de emissões na Bahia em consonância com o compromisso voluntário nacional.

Além da ausência de pressão por meio da legislação ambiental, o setor de saneamento tem como prioridade a universalização do acesso dos serviços. Assim, não se observa que as empresas atuantes nesse segmento no Brasil incluam as mudanças climáticas como um tema estratégico e de risco ao negócio. Na região Nordeste o tema se agrava, pois não foram identificadas empresas que quantifiquem e reportem emissões de GEE em suas atividades. A academia também não tem priorizado essa temática, fato evidenciado pela incipiente produção científica. Não foram identificados grupos de pesquisas e trabalhos na área de estimativas de emissões de GEE nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do ponto de vista organizacional no Brasil. As pesquisas identificadas estão associadas a emissões de metano e dióxido de carbono no processo de tratamento de efluentes de esgotos domésticos em escala experimental.

Nesse contexto, a aplicação de uma metodologia de elaboração de inventário de GEE em uma concessionária estadual de água e esgoto constitui-se objeto de pesquisa de teor inovador no Nordeste do Brasil. No caso da Bahia, a estimativa das emissões da Embasa, além de contribuir para a gestão da empresa no tema, minimiza uma lacuna do inventário estadual, o qual não incluiu o tratamento de efluentes domésticos em sua comunicação (BAHIA, 2010).

## 1.1. QUESTÃO DE PESQUISA

Deste modo, formula-se o seguinte problema de pesquisa: como inventariar as emissões de GEE decorrentes das atividades da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A e identificar oportunidades para o aprimoramento de gestão das emissões de GEE na empresa?

## 1.2. OBJETIVOS

Assim, como objetivo geral, a pesquisa destina-se a avaliar as emissões de GEE decorrentes das atividades da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A-EMBASA.

Nesse sentido tem como objetivos específicos, 1) realizar um inventário de emissões de gases de efeito estufa na EMBASA tendo como ano base 2012 e 2) identificar oportunidades para aprimoramento da gestão das emissões de GEE.

A presente tese compõe-se de cinco capítulos. Neste primeiro é feita a contextualização do tema, a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa, o problema e os objetivos. No capítulo dois, são apresentados os principais conceitos e fundamentos teóricos os quais baseiam o inventário das emissões de GEE do caso de estudo. No terceiro capítulo, são apresentadas as etapas metodológicas que orientaram a condução de todo o inventário. No quarto capítulo, são apresentados e discutidos os resultados das emissões de GEE estimadas para a Embasa, também são destacadas as dificuldades encontradas para o desenvolvimento do inventário e propostas melhorias para quantificações futuras, bem como o aprimoramento da gestão. No último capítulo, são apresentadas as conclusões e limitações do presente estudo e as recomendações para trabalhos a serem desenvolvidos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão da literatura desta pesquisa compreendeu quatro grupos teóricos: 2.1) contabilidade do carbono, compreendendo o conceito de pegada de carbono; 2.2) metodologias utilizadas para elaboração de inventários e iniciativas relacionadas à publicidade das emissões de GEE; 2.3) cálculo setorial das emissões de GEE (metano, óxido nitroso) e pegada de carbono relacionada às atividades de saneamento (com ênfase nas componentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário); 2.4) gestão das emissões de GEE e indicadores de emissões e 2.5) contexto do saneamento no Brasil e desafios para os prestadores de serviço na área de mudanças climáticas.

### 2.1. CONTABILIDADE DO CARBONO

Para quantificação das emissões de GEE, a elaboração de inventários é a ferramenta mais utilizada por governos e instituições privadas. Estes compreendem a quantificação de GEE emitidos em decorrência das atividades diretas e indiretas de uma organização. Um inventário de GEE contabiliza a emissão de todas as fontes definidas em grupos de atividades associadas a uma empresa (BRASIL; SOUZA; CARVALHO, 2008). Outra terminologia utilizada é contabilidade do carbono ou *carbon accountability* (ASCUI; LOVELL, 2012; SCHAALTEGER; CSUTORA, 2012; STECHEMESSER; GUENTHER, 2012). Atualmente, as principais referências utilizadas para elaboração de inventários são: o *GHG Protocol* e relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

Wiedmann e Minx (2008) conduziram uma pesquisa na base de dados SCOPUS e SCIENCE DIRECT com os termos *carbon footprint* encontrando 42 artigos. Uma parcela significativa dos artigos referia-se quanto às emissões de CO<sub>2</sub> podiam ser atribuídas a empresas, organizações ou produtos (destacando que nenhum destes artigos faz uma revisão de literatura sobre o tema). A academia não construiu um conceito referente à pegada de carbono, as definições encontradas são propostas pela “*grey literature*”. (WIEDMANN; MINX, 2008). No contexto utilizado a “*grey literature*” refere-se às publicações elaboradas por órgãos de governo, associações

profissionais, universidades e outras, as quais não passaram pelo processo de revisão por pares.

Ainda conforme Wiedmann e Minx (2008), não havia uma definição na literatura sobre o termo e nem um consenso sobre como mensurar ou estimar a pegada de carbono. Dentre as diversas questões a serem respondidas na elaboração do conceito refere-se quais gases devem ser contemplados no cálculo da pegada: apenas o CO<sub>2</sub> ou incorpora-se outros gases. Outra discussão apontada é a unidade na qual deve ser expressa a pegada de carbono, como a pegada ecológica (*ecological footprint*) é expressa em hectares existe a discussão se a pegada de carbono também deveria ser expressa em unidade de área (m<sup>2</sup>, ha).

Respondendo aos questionamentos motivadores do texto, Wiedmann e Minx (2008) definem a pegada de carbono como uma medida da quantidade total de emissões de CO<sub>2</sub>, exclusivamente, que está direta ou indiretamente associada a uma atividade ou é acumulada ao longo da vida de um produto. Nesse ponto de vista, a pegada de carbono deve incluir apenas o CO<sub>2</sub>. Ao considerar todos os GEE o conceito é mais abrangente e incorporado pela "*climate footprint*" (pegada climática). No que se refere à expressão dos resultados, os autores também não consideram apropriado adotar a pegada como um indicador de área. De modo geral, a pegada de carbono vem sendo expressa em unidades de massa (kg, t, etc) e não há conversão para unidades de área. Assim, a representação em toneladas de dióxido de carbono parece mais apropriada.

A pegada de carbono é uma categoria de impacto da Análise de Ciclo de Vida-ACV, ou seja, é uma ACV restrita à categoria de impacto: mudanças climáticas. Na percepção de Estrela (2011), a pegada de carbono quantifica os diferentes gases com efeito de estufa que estão direta ou indiretamente associados a uma determinada atividade ou que são acumulados ao longo do ciclo de vida de um produto, indivíduo ou organização, possibilitando, deste modo, a avaliação da contribuição desses para as alterações climáticas.

Além de considerar no cálculo da pegada de carbono do produto a abordagem do “berço ao cliente”, deve ser feita a análise “do berço à cova” a qual se inclui as emissões associadas ao consumo e cenários de fim de vida do produto (SILVA, 2011).

Com entendimento similar, Andrade e Mattos (2011) consideram que a pegada de carbono inclui as emissões de todo o ciclo de vida produtivo de produtos e processos, da extração da matéria-prima até a distribuição do produto final e descarte. De acordo com outra iniciativa, o *Carbon Trust* (2008), a pegada de carbono totaliza os gases de efeito estufa oriundos das atividades diretas e indiretas de um indivíduo, organização, evento ou produto.

Com visão mais abrangente Galli *et al* (2012) define *Footprint Family* como um conjunto de indicadores os quais objetivam acompanhar as pressões humanas no planeta sob distintos aspectos de análise. Desta forma, os autores consideram importante a análise conjunta da pegada ecológica (*ecological footprint*), pegada hídrica (*water footprint*) e da pegada de carbono (*carbon footprint*). Os autores destacam que a pegada de carbono mede o total de emissão de GEE oriundos direta e indiretamente de uma atividade ou estágios do ciclo de vida de um produto. Apesar da importância deste indicador, Galli *et al* (2012) destacam que atualmente as mudanças climáticas são o maior foco da problemática ambiental, contudo, a busca do desenvolvimento sustentável considerando apenas o ponto de vista climático camufla outros perigos.

A principal diferença entre o conceito de pegada de carbono e o inventário corporativo de GEE está na abordagem de ciclo de vida. A pegada baseia-se em protocolos que consideram todo o ciclo do produto (como explicitado, compreende desde a produção da matéria-prima até a disposição final), enquanto os inventários de GEE limitam-se as emissões diretas e indiretas associadas a um processo produtivo.

A pegada de carbono pode ser aplicada em diferentes níveis: indivíduo, produtos, organizacional, cidades e países (STECHEMESSER; GUENTHER, 2012; GAO; LIU;

WANG, 2013). O primeiro está relacionado a todas as atividades do cotidiano, compreendendo alimentação, transporte, vestuário, consumo de energia residencial, dentre outros. O segundo possui uma correlação com o conceito de análise de ciclo de vida associado a um produto. O terceiro nível considera além do processo produtivo de uma organização, o consumo energético em seus escritórios e de combustível em sua frota de veículos. No último nível, o qual se inclui, municípios, estados e países são consideradas todas as emissões geradas pelo consumo de materiais e energia, mudanças no uso da terra e manejo de resíduos.

A distinção entre os níveis de aplicação torna-se essencial para definir o método de cálculo mais adequado a cada realidade. Observa-se na literatura, a existência de metodologias “*Input-Output analysis*” (IOA), *Life Cycle Assessment* (LCA) e o conceito de IO e LCA (híbrido). Conforme as próprias características da pegada de carbono de produtos, o segundo método é mais aplicado a esse tipo de estimativa (GAO; LIU; WANG, 2013).

Para exemplificar, pode-se indicar o trabalho conduzido na cidade de Beijing por Wang *et al* (2013), no qual os autores fazem uso da IOA ao passo que Leis *et al* (2015) aplicam LCA ao avaliar a pegada de carbono da produção de leite no Brasil.

Nessa pesquisa, será adotado o conceito de inventário, pois será aplicado em uma organização. Em termos metodológicos, verifica-se que a abordagem IOA é mais adequada para a estimativa de emissões de inventários empresariais, já que a utilização da análise de ciclo de vida seria mais apropriada para cálculo da pegada de carbono de produtos.

## 2.2. METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA ELABORAÇÃO DE INVENTÁRIOS E INICIATIVAS RELACIONADAS À PUBLICIDADE DAS EMISSÕES DE GEE

Conforme levantamento, elaborado pela Comissão Europeia (2010), existem mais de 80 métodos e iniciativas relacionadas ao registro e publicidade de emissões de GEE globalmente. O estudo identifica 30 métodos e iniciativas mais representativas e realiza uma análise comparativa. Os critérios de relevância para seleção foram: a)

frequência de adoção (foram priorizados os mais amplamente utilizados); b) pioneirismo; c) estágio de desenvolvimento. O estudo da Comissão Europeia enfatiza que, apesar de sobreposições, existem diferenças entre métodos e iniciativas. O método refere-se a uma maneira de calcular um valor de emissões de GEE em tCO<sub>2</sub>e e deve fornecer orientações sobre limites de relatórios, escolhendo os fatores de emissão. Por sua vez, a iniciativa define o formato do relatório de GEE e seus conteúdos e pode cobrir aspectos como: a divulgação pública, a definição de metas, a redução de emissões medidas, a verificação de requisitos, benchmarking, etc.

A *River Network* possui uma série de publicações voltadas à conservação da água. Dentre essas, a pegada de carbono da água faz a correlação entre a quantidade de energia necessária para produção e distribuição de água para abastecimento humano e as emissões correlatas (RIVER NETWORK, 2013). No Brasil, os inventários das concessionárias estaduais têm apontado que a maior fonte de emissão de GEE são as estações de tratamento de esgotos (GIRONDOLI, 2009; SABESP, 2007; RENNÓ, 2011; COPASA, 2013; SANEPAR, 2010; SABESP, 2011; SABESP, 2012; SABESP, 2013; SABESP, 2014; COPASA, 2014). Em países desenvolvidos, a preocupação está voltada justamente para otimização do uso de energia no processo de produção da água, a qual vem se revelando como a maior fonte de emissão de GEE no setor de água desses países (FRIJNS, 2011).

A *UK Water Industry Research* (UKWIR) no Reino Unido, vem desenvolvendo uma série de pesquisas com vistas ao desenvolvimento de guias que orientam a quantificação e publicidade das emissões de gases de GEE em companhias que atuam na indústria da água (UKWIR, 2010; UKWIR, 2012; UKWIR, 2015). A metodologia de elaboração de inventário na Holanda, proposta e aplicada por Frinjs (2011), utiliza um dos *guidelines* da UKWIR como referência. Com vistas à avaliação da pegada de carbono das diferentes alternativas para tratamento do lodo oriundo de tratamento de efluentes Barber (2009) também optou pela referida metodologia. As publicações desta instituição são gratuitas apenas aos associados e são comercializadas aos demais interessados.

Com a proposta de reduzir as emissões de metano, a *Global Methane Initiative (GMI)*, possui uma rede de parceiros, englobando atores do setor privado, organizações não governamentais e academia. Uma das linhas de ação é a proposição de projetos que utilizem o metano como fonte energética compreendendo desde o aproveitamento decorrente de resíduos sólidos em aterros sanitários ao biogás gerado nas estações de tratamento de efluentes (GMI, 2013).

O “*GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*” (GHG Protocol Corporate Standard) e foi publicado no ano de 2001 sendo mundialmente utilizado por diversas empresas e organizações ambientais. O guia fornece subsídios para elaboração de inventários de emissões de GEE em empresas e organizações diversas. Os gases considerados em seu escopo são os constantes no Protocolo de Quioto: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs). O método é compatível com as normas ISO e com as metodologias do IPCC.

Outro aspecto positivo do protocolo GHG refere-se ao aproveitamento das informações geradas em iniciativas como o relatório do GRI (*Global Reporting Initiative*) e questionários do CDP (*Carbon Disclosure Project*) e ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial).

A metodologia considera três escopos para aferição das emissões: a) escopo 1 - emissões diretas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização; b) escopo 2 - emissões indiretas decorrentes do consumo de energia e c) escopo 3 – emissões indiretas de GEE, considerado de relato opcional, são decorrentes das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela empresa. O GHG dispõe também de uma série de ferramentas para cálculo das emissões (GHG PROTOCOL, 2010).

Outra metodologia que pode ser utilizada como referência na elaboração do inventário é a ISO 14064-1 a qual orienta a adoção de medidas com vistas à redução ou eliminação de potenciais fontes de emissão. A ISO 14064:2006 está dividida em três partes (ISO, 2006):

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

Com o escopo mais abrangente a pegada de carbono “*carbon footprint*” das organizações considera as emissões relacionadas ao ciclo de vida do produto, ou seja, compreende desde a produção das matérias primas até a disposição final. As metodologias de referência são baseadas na Análise de Ciclo de Vida- ACV, *Life Cycle Assessment- LCA*, dentre as quais podemos mencionar a PAS 2050 (BSI, 2011). De modo sintético, o inventário considera as emissões oriundas de determinadas etapas de um processo produtivo; enquanto a pegada de carbono do produto inclui as emissões de todo o seu ciclo de vida.

A metodologia PAS 2050 foi elaborada pelo BSI (*British Standards Institute*) e patrocinada pelo *CarbonTrust* e DEFRA (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*). O DEFRA também possui uma metodologia para elaboração de inventários apresentando fatores de emissão específicos para o Reino Unido, no que refere ao CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O para diferentes atividades (consumo de combustíveis e eletricidade, transporte de passageiros e de mercadorias e utilização de água, biomassa e biocombustíveis) (DEFRA, 2012).

As metodologias mencionadas (GHG PROTOCOL, ISO 14.064, PAS 2050) possuem aspectos similares: são de aplicação internacional, tem previsão de verificação por meio de organismo externo e não contém medidas de compensação. Para contemplar esse último aspecto, o BSI lançou em 2010 a PAS 2060. Em relação à verificação externa, a ISO publicou norma específica para o tema, a ISO 14066/11. Essa dispõe sobre as exigências necessárias aos responsáveis pela análise e validação dos dados constantes em relatórios de GEE.

Em relação à aplicabilidade, a GHG PROTOCOL e a ISO são voltadas a elaboração de inventários enquanto as demais estão focadas no cálculo da pegada de carbono.

Uma das principais diferenças entre as metodologias refere-se à cobertura dos gases. De modo geral, estas abrangem os constantes no protocolo de Quioto (CO<sub>2</sub>), (CH<sub>4</sub>), (N<sub>2</sub>O), (SF<sub>6</sub>), (HFCs) e (PFCs). A ISO 14.064 e a PAS 2050 possuem escopo mais abrangente e consideram todos os gases com poder de aquecimento global.

A metodologia *Bilan Carbone*, da ADEME (*L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie*), possui características similares às outras, entretanto sua aplicação restringe-se a França. Voltada à quantificação sob uma abordagem de ciclo de vida, possui como singularidade a ausência de verificação por organismo externo. A própria ADEME responsabiliza-se pela verificação da qualidade (ADEME, 2010). No Quadro 1 são sintetizadas as principais características das metodologias apresentadas e também constam três iniciativas desenvolvidas nos Estados Unidos.

Quadro 1 - Características das metodologias propostas para quantificação de emissões

<b>Metodologia</b>	<b>Abrangência</b>	<b>Criação</b>	<b>Verificação externa</b>	<b>Escopos</b>	<b>Nível de aplicação</b>
WBCSD/WRI GHG Protocol Corporate Standard	Internacional	2004 (edição revisada)	Fornecer orientação básica	1; 2 e 3 (opcional)	Organizacional (grandes empresas)
IPCC 2006 GHG Workbook	Internacional	2006	Verificado pelos requisitos do UNFCCC	1; 2 e 3 (dentro da fronteira nacional)	Inventário nacional/ Processos industriais
ISO 14064: 2006 (Parts 1 and 3)	Internacional	2006	Parte 3 especifica requisitos	1; 2 e 3 (não esta claro)	Organizacional (grandes organizações)
WBCSD/WRI GHG Protocol Scope 3 Reporting Standard	Internacional	2009 (rascunho)	Usa o termo "Assurance" e dá detalhada orientação.	3 (detalhado)	Organizacional (Setor privado)
French Bilan Carbone	Nacional (França)	2007 (versão 5.0)	Não prescrito	1; 2 e 3 (cobre vasta gama de atributos)	Organizacional (grandes empresas)
UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)	Europa - UK (Inglaterra)	2009	Suporta garantia independentemente	1; 2 e 3 (cobertura limitada)	Organizacional (Setor público e privado)

Guidelines					
USEPA GHG Rule	América do Norte - EUA	2009	EPA	1	Organizacional (setor público e privado)
US EPA Climate Leaders Inventory Guidance	América do Norte - EUA	2005	Verificação independente recomendada	1; 2 e 3 (opcional)	Organizacional (Setor privado)
US GHG Protocol Public Sector Standard	América do Norte - EUA	2010 (rascunho)	Verificação recomendada	1; 2 ; 3 (opcional)	Organizacional (Setor público)

Fonte: Baseado em European Comission (2010)

A elaboração de um inventário corporativo de gases de GEE compreende uma série de dificuldades. A necessidade de obter dados de diversas áreas da organização e disponibilidade de funcionários foram fatores elencados por Nagal (2010) durante o desenvolvimento de um inventário de GEE em uma fábrica de computadores.

Embora envolva uma série de obstáculos, a construção desses documentos propicia diversos benefícios às organizações como pode ser visualizado no

## Quadro 2:

Quadro 2- Benefícios decorrentes da elaboração de inventários corporativos de emissão de GEE

AUTOR	MOTIVAÇÃO
<b>NAGAL (2010)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. manutenção da empresa no mercado (muitas vezes estes inventários são condições para atendimento de requisitos de concorrências/licitações);</li> <li>2. transparência para a sociedade;</li> <li>3. atendimento a requisitos legais;</li> <li>4. marketing verde;</li> <li>5. posicionar a empresa em relação a referenciais;</li> <li>6. inventariar e criar cenários de emissão;</li> <li>7. contribuir para a ecoeficiência dos processos;</li> <li>8. garantir a confiabilidade ambiental da quantificação de GEE;</li> <li>9. aumentar a credibilidade, a consistência e a transparência da quantificação, do monitoramento e da elaboração de relatórios de GEE sobre reduções de emissões e melhorias de remoções de projetos de GEE;</li> <li>10. auxiliar no desenvolvimento e a implementação de planos e estratégias de gerenciamento de GEE de uma organização;</li> <li>11. auxiliar o desenvolvimento e a implementação de projetos de GEE;</li> <li>12. auxiliar a capacidade de acompanhar o desempenho e o progresso na redução de emissões de GEE e/ou aumento nas remoções de GEE;</li> <li>13. auxiliar na concessão de créditos de carbono originados de reduções de emissão ou melhorias de remoção de GEE e sua negociação.</li> </ol>
<b>GHG PROTOCOL (2010)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. gerir riscos do GEE e identificar oportunidades de redução: dentre outros o estabelecimento de metas e comunicação dos progressos;</li> <li>2. relatórios públicos e participação em programas de GEE voluntários;</li> <li>3. participação em programas de relatórios obrigatórios;</li> </ol>

- |   |
|---|
| 4. participação em mercados de GEE;                 |
| 5. reconhecimento de ações voluntárias antecipadas. |

**Fonte:** Nagal (2010) e GHG PROTOCOL (2010)

Uma análise das estratégias climáticas de uma empresa de referência em responsabilidade socioambiental do setor elétrico, realizada por Abreu *et al* (2014), constatou que apesar dos benefícios para execução dos inventários, não há estímulos para implantar medidas mitigadoras. Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas nas seguintes áreas: presidência, planejamento, marketing, regulação, meio ambiente, responsabilidade social e P&D. Os resultados apontaram que não existem incentivos econômicos para implantação de medidas de mitigação. O único incentivo para as empresas do setor elétrico é a lei 10.295/01 a qual estimula a aplicação de 1% da receita em pesquisa e desenvolvimento. A empresa já realizou inventário de GEE, porém verificou que faltam protocolos orientando como proceder após a quantificação, ou seja, como efetivamente mitigar emissões. Em relação às partes interessadas, a empresa não percebe pressão da sociedade para que a mesma tenha uma postura antecipatória em relação às questões climáticas; a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) não enfatiza aspectos ambientais e o Instituto ETHOS também poderia reforçar as estratégias de mitigação. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) não demanda ações fiscalizatórias nesse tema. Em resumo, para os autores, não existe pressão regulatória e políticas públicas que incentivem postura antecipatória e também inexistem pressões de *stakeholders* nesse sentido. Como a empresa definiu o investimento em projetos que tragam ganhos de imagem ou financeiros, os relacionados à área climática não são priorizados (ABREU *et al*, 2014).

Em relação à obrigatoriedade de realização de inventários de GEE no Brasil, pode-se mencionar a Resolução do Instituto Estadual do Ambiente-INEA do Rio de Janeiro de número 43 datada de 16/11/11, a qual dispõe sobre a apresentação de questionário referente aos gases de GEE para fins de licenciamento. Em seu art 3º, a referida Resolução estabelece as atividades sujeitas à apresentação da declaração de GEE incluindo estações de tratamento de esgotos urbanos e industriais (INEA, 2011). Em 12 de dezembro de 2012, o INEA publica a Resolução nº 64 revogando a de nº 43. Esta nova Resolução determina apresentação de

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) para fins de Licenciamento Ambiental no Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2012).

Ainda fazendo referência a essas resoluções, cabe destacar que dentre os empreendimentos atingidos por essas diretrizes, constam aterros sanitários e estações de tratamento de esgotos urbanos e industriais. Além disso, aplicável a atividades a serem licenciadas e em processo de renovação (INEA, 2012). No mesmo sentido e em consonância com a Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB publicou em 22 de agosto de 2012 a decisão de diretoria nº 254/12 com o objetivo de regulamentar a elaboração de inventários de GEE no Estado de São Paulo (CETESB, 2012).

No estado da Bahia, apesar de existir uma Política de Mudança do Clima, Lei nº 12.050 de 07/01/11, não existe a obrigatoriedade de elaboração de inventários (BAHIA, 2011). Em relação a Política de Meio Ambiente, estimula-se que as empresas implantem medidas e apresentem indicadores relacionados a Produção Limpa quando da renovação da Licença de Operação (BAHIA, 2012). Contudo, as características dos indicadores sugeridos (ver Quadro 3) estão relacionados a determinada tipologia produtiva o que pode limitar sua aplicação.

Quadro 3 - Indicadores sugeridos para incentivar produção limpa no estado da Bahia

I - consumo mensal de matérias primas por tonelada de produto produzido;

**II - consumo mensal de energia elétrica por tonelada de produto produzido;**

**III - consumo mensal de combustível por tonelada de produto produzido;**

IV - consumo mensal de água por tonelada de produto produzido;

V - geração mensal de efluentes líquidos por tonelada de produto produzido;

**VI - geração mensal de emissões atmosféricas por tonelada de produto produzido;**

VII - geração mensal de resíduos sólidos por tonelada de produto produzido;

VIII - geração mensal de resíduos sólidos perigosos por tonelada de produto produzido.

**Fonte:** Bahia (2012)

Considerando as metas nacionais para redução de gases de GEE e os marcos regulatórios de mudanças climáticas estaduais, constata-se que há uma tendência dos demais órgãos ambientais no Brasil solicitarem a apresentação de inventários de GEE para obtenção de Licenças Ambientais.

Em outros países, diversas áreas estão estimando a pegada de carbono e propondo medidas para sua redução, contribuindo com os compromissos propostos por seus países. Dentre as mais ativas, com diversas publicações, destacamos a área acadêmica (ALVAREZ *et al*, 2014; KLEIN-BANAI e THEIS, 2013; GÜERECA *et al*, 2013; LARSEN *et al*, 2013; LI *et al*, 2015; OZAWA-MEIDA *et al*, 2013;) seguido pela estimativa feita em nível nacional (HERTWICH AND PETERS, 2009, WIEDMANN *et al.*, 2010), municipal (LARSEN AND HERTWICH, 2010) entre outros segmentos da indústria (DORMER *et al*, 2013; FIGUEIREDO *et al*, 2013; VÁZQUEZ- ROWE, *et al*, 2013; ZAKKOUR *et al*, 2014; ZHAI *et al*, 2014).

Considerando as metodologias existentes para elaboração de inventários, optou-se pela adoção nesta tese do Protocolo GHG. Essa escolha justifica-se por que, além de ser o método mais utilizado atualmente para elaboração de inventários em organizações, essa metodologia possui uma versão adaptada ao cenário nacional. A iniciativa foi implantada no Brasil pelo Centro de Estudo em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e *World Resources Institute* (WRI), contando com apoio do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), WBCSD e Ministério do Meio Ambiente (MMA) (GHG PROTOCOL BRASIL, 2012). Além disso, resoluções estaduais de meio ambiente que exigem a apresentação de inventários no processo de licenciamento indicam que o documento seja elaborado conforme as indicações do método. Os inventários elaborados por outras concessionárias estaduais do setor de saneamento também utilizaram o GHG Protocol, um fator que pode viabilizar a comparabilidade entre as fontes relatadas. Por outro lado, devido à complexidade de quantificação da pegada de carbono do produto, a escala utilizada neste trabalho foi a organizacional. A seleção justifica-se porque o objetivo da pesquisa consiste na avaliação das emissões de GEE em uma empresa, no caso a Empresa Baiana de Águas e Saneamento-Embasa.

### **2.2.1. Metodologia GHG Protocol Brasil**

A metodologia GHG Protocol Brasil adaptada ao contexto nacional constitui-se de sete passos para a sua aplicação de acordo com a FGV (2012). No que se refere à

definição dos limites organizacionais, existem duas possibilidades de análise: a abordagem de controle operacional (situação na qual a empresa possui autoridade para introduzir políticas na operação em questão) e a abordagem de participação societária.

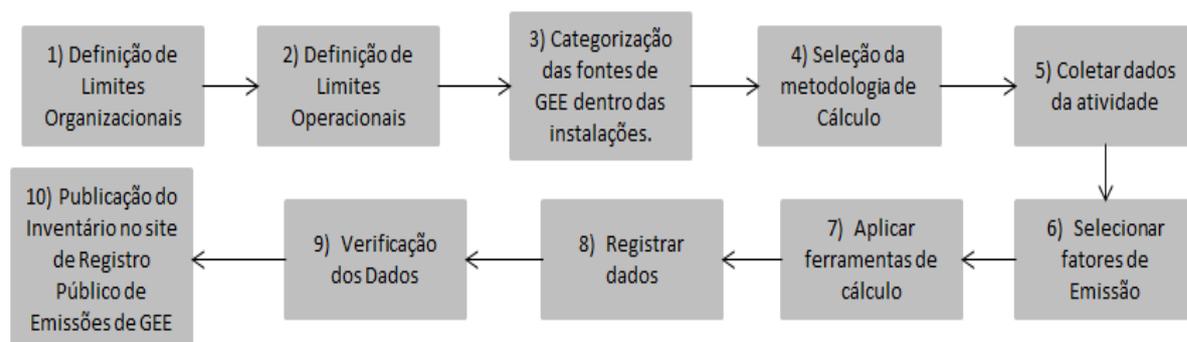
O segundo passo, definição dos limites operacionais, envolve a identificação das fontes associadas às operações da empresa e a classificação em emissões diretas e indiretas. Assim, o *GHG protocol* estabelece 3 escopos: a) escopo 1 – emissões diretas relacionadas ao processo produtivo de uma organização e cujas fontes podem ser controladas por essa. Nesta categoria inclui-se frota própria de veículos e emissões fugitivas devido à utilização de aparelhos de ar condicionado e extintores de incêndio; b) escopo 2 – emissões indiretas de GEE devido ao consumo de eletricidade e c) escopo 3 – fontes indiretas as quais estão relacionadas à operação da empresa, porém essa não possui controle. Nesse grupo, pode-se mencionar o deslocamento de funcionários da residência ao local de trabalho utilizando transporte público ou veículo próprio. A contabilização desse grupo é opcional.

A metodologia de cálculo pode compreender o monitoramento direto das emissões ou a utilização de fatores padronizados para determinada atividade. No geral, a segunda abordagem aplica-se à maioria das organizações, principalmente devido ao custo para execução do monitoramento direto das emissões.

A etapa de coleta de dados de atividades constitui-se em uma das mais críticas para o sucesso e a qualidade do inventário. Determinados elementos podem contribuir para uma adequada condução do processo, como um sistema de informações bem estruturado e a participação de gestores de diversas áreas da empresa participante.

A seleção dos fatores de emissão varia conforme a área de atuação da empresa. A área de petróleo, a indústria do cimento e do alumínio, por exemplo, possuem valores específicos. Quanto às ferramentas de cálculo, tem-se a alternativa de utilizar métodos próprios ou as propostas pela metodologia. Nesse caso, existem dois tipos de ferramentas a serem aplicadas: intersetoriais e as setoriais específicas. No primeiro caso, as informações podem ser aplicadas a qualquer tipo de

organização e o segundo direciona-se a setores determinados. A última etapa engloba a produção do documento. A Figura 1 sintetiza as etapas da referida metodologia e inclui a confecção do documento e sua publicação.



**Figura 1 - Etapas GHG Protocol**

Fonte: baseado em FGV (2012)

Um dos aspectos positivos de utilizar a referida metodologia está relacionada à produção de informações que podem alimentar outras iniciativas voltadas a gestão do carbono tais como *Carbon Disclosure Project*, Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE), Índice de Carbono Eficiente-ICO<sub>2</sub> (BM & FBOVESPA e BNDES) e *Global Reporting Initiative* (GRI). Em termos de limitação cabe ressaltar o não desenvolvimento de ferramentas específicas para todos os setores de atividade. Outro fator crucial refere-se à dificuldade para coleta de dados necessários para aplicação das ferramentas uma vez que de modo geral as empresas não possuem a prática de monitoramento desses gases por elas gerados.

Analisando-se o banco de dados do *GHG Protocol* Brasil, verifica-se que foram elaborados desde o ano de 2008 até o ano de 2012, um total de 342 inventários. No primeiro ano foram elaborados 23 documentos, número que foi aumentando progressivamente até alcançar a marca de 104 em 2012 conforme Figura 2.

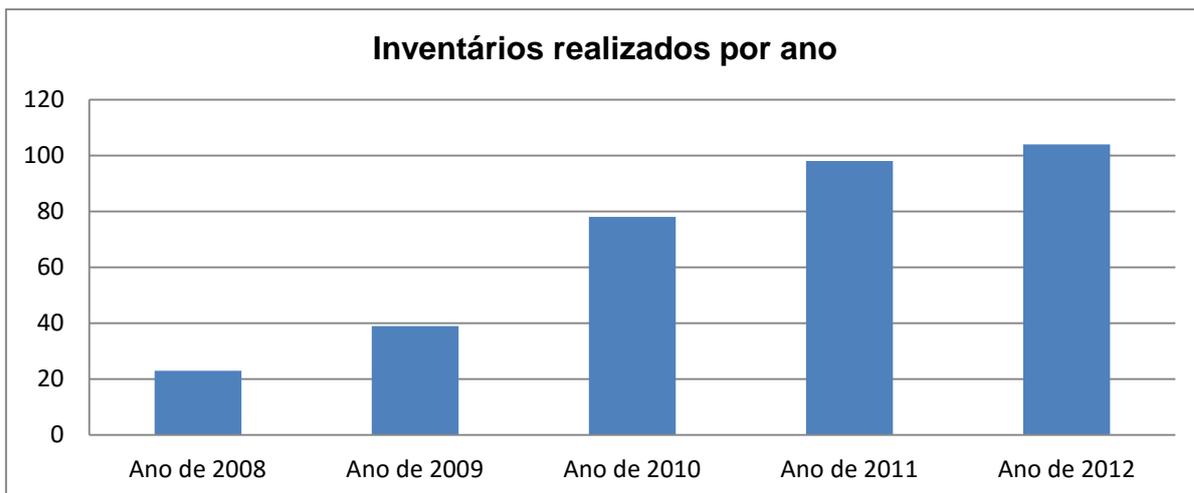


Figura 2- Evolução dos inventários elaborados no programa GHG Protocol Brasil

**Fonte:** Baseado em GHG Protocol (2013)

Em relação aos setores das empresas participantes, observa-se que a maior parcela pertence ao grupo de indústrias de transformação. As empresas de água e esgoto estão agrupadas em “Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação”. Verifica-se que no ano de 2012 e ao longo dos demais, apenas uma organização estava cadastrada nesse grupo. Cabe ressaltar que a referida empresa publicou o inventário apenas durante 1 ano base, assim não existe uma periodicidade na aferição e publicidade de emissões. Essa questão da regularidade na elaboração do inventário foi verificada em outras empresas. Na Figura 3 pode-se observar todos os setores participantes do registro público de emissões do GHG Protocol Brasil e o número de empresas integrantes.

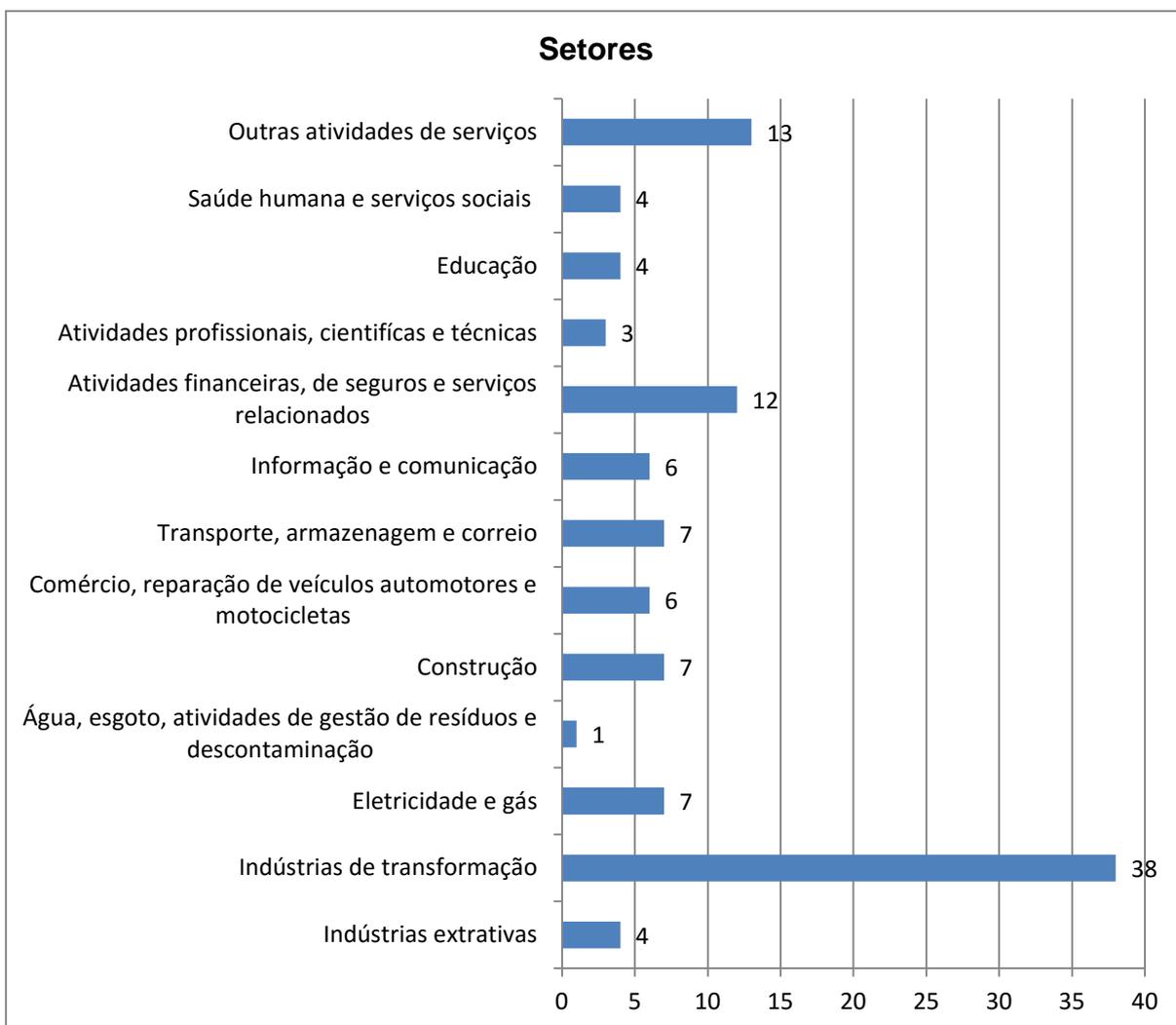


Figura 3 - Tipologia de empresas com inventários publicados no GHG Protocol e quantidade

**Fonte:** GHG Protocol (2013)

Um aspecto interessante dos documentos analisados refere-se ao perfil das emissões ao longo do período considerando. Nos primeiros anos de implementação da iniciativa, as emissões diretas (escopo 1) totalizavam mais de 96% do total. Esse quadro reflete o fato das emissões indiretas de escopo 3 serem opcionais e também a maior complexidade para sua quantificação. Na Figura 4 são apresentados os percentuais por escopo durante os anos de 2008 e 2009.

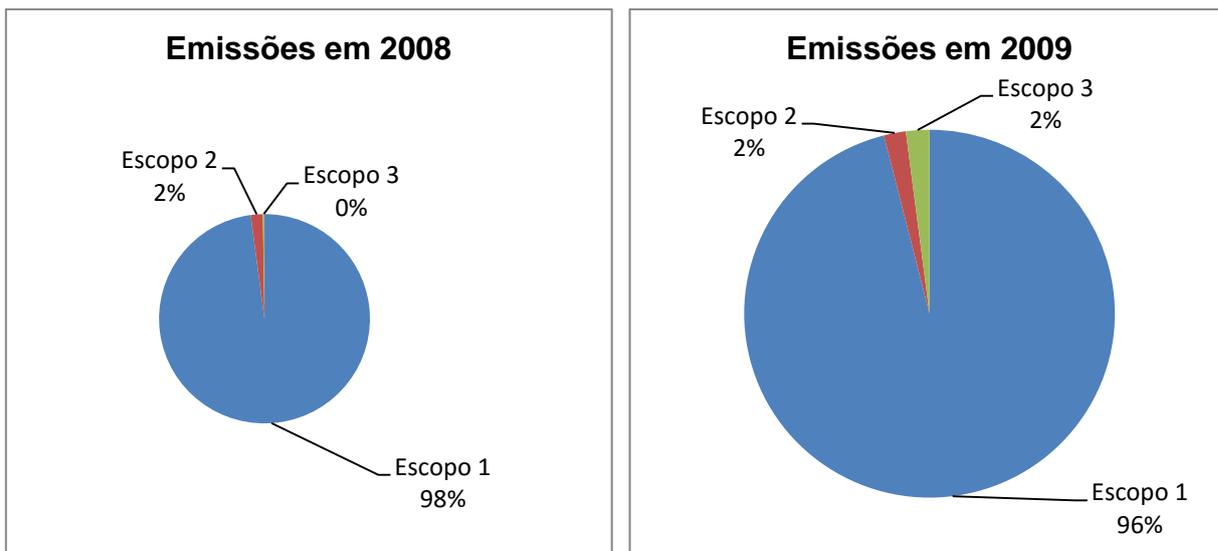


Figura 4 - Perfil das emissões nos anos de 2008 e 2009 de acordo com o escopo GHG Protocol

**Fonte:** Baseado em GHG Protocol (2013)

O ano de 2010 se diferencia pelo aumento no montante das emissões, motivado pelo acréscimo do número de empresas participantes do programa. Além disso, constata-se uma alteração nos percentuais identificados nos anos anteriores. Este fato indica uma maior maturidade das empresas na aplicação da metodologia e a inclusão do escopo 3 em parcela significativa dos documentos. As alterações mencionadas podem ser verificadas na Figura 5:

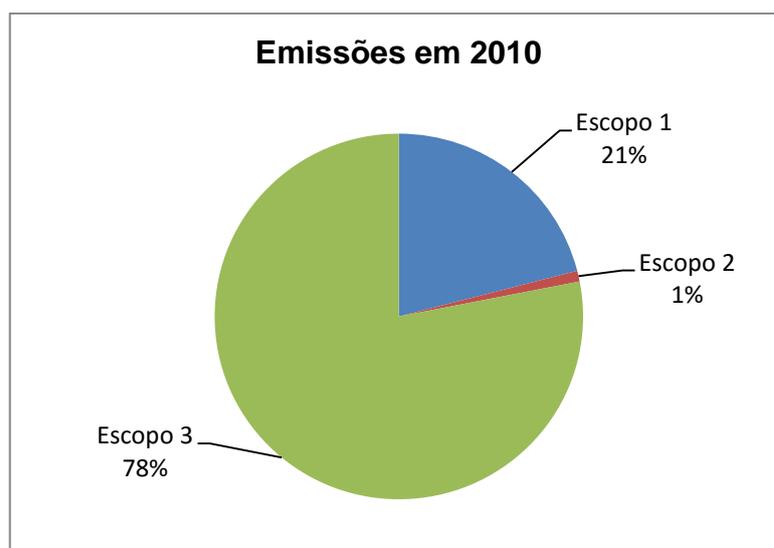


Figura 5 - Perfil das emissões no ano de 2010 de acordo com o escopo GHG Protocol

**Fonte:** Baseado em GHG Protocol (2013)

O ano de 2011 mantém a tendência de alta das emissões, enquanto o de 2012 sofre uma redução retornando ao patamar de 2010. Essa redução pode ter ocorrido em função do número de empresas que não reportaram emissões indiretas ou pode indicar o resultado da adoção de medidas minimizadoras. Os dados apresentados objetivam ratificar constatações encontradas na literatura referente à relevância de inclusão do escopo 3 nas quantificações (DOWNIE e STUBBS, 2013). A Figura 6 apresenta o perfil das emissões nos anos de 2011 e 2012.

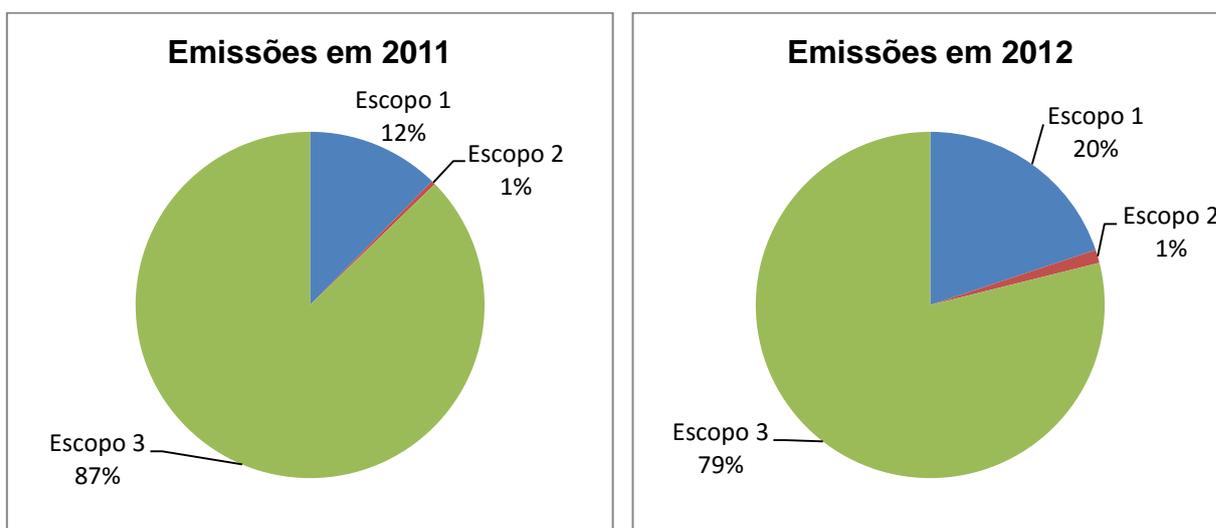


Figura 6 - Perfil das emissões nos anos de 2011 e 2012 de acordo com o escopo GHG Protocol  
Fonte: Baseado em GHG Protocol (2013)

Ainda com base nos inventários disponíveis no registro público, verificou-se a frequência das categorias presentes nos relatórios. No ano de 2008 a categoria de escopo 1 mais frequente nos relatórios foi a combustão estacionária. Na Figura 7 a seguir são exibidas esta e as demais frequências constantes nos documentos no referido ano.

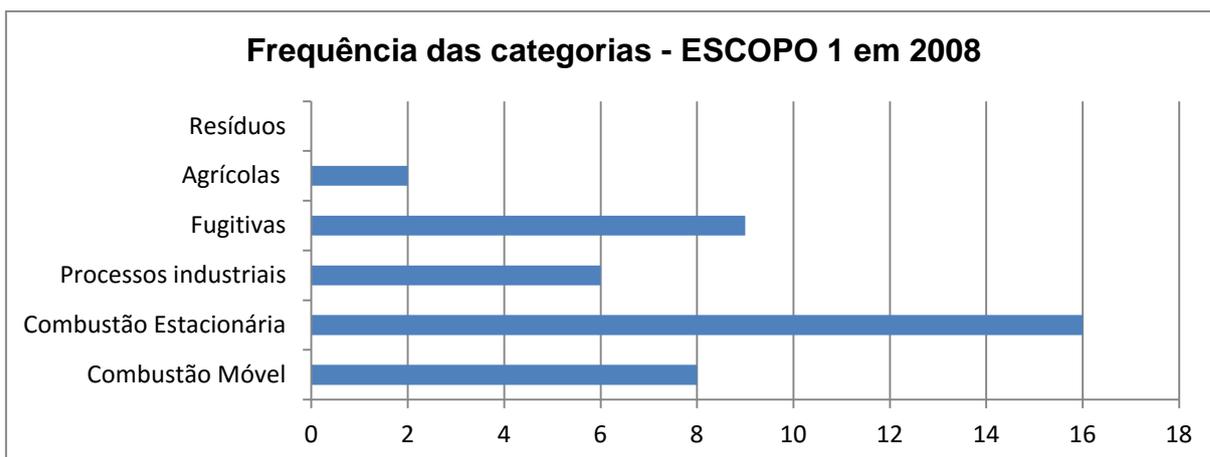


Figura 7 - Frequência das categorias de escopo 1 no ano de 2008

Fonte: Baseado em GHG Protocol (2013)

Em relação ao escopo 3, poucas categorias foram consideradas. Dentre as citadas, a denominada “móveis” foi relatada por seis participantes (conforme a Figura 8). Esse padrão se repete durante o ano de 2009. Quanto ao escopo 2, em ambos os anos, fazem referência ao consumo de energia. De fato, somente em 2011 as empresas incluem a aquisição de energia térmica.

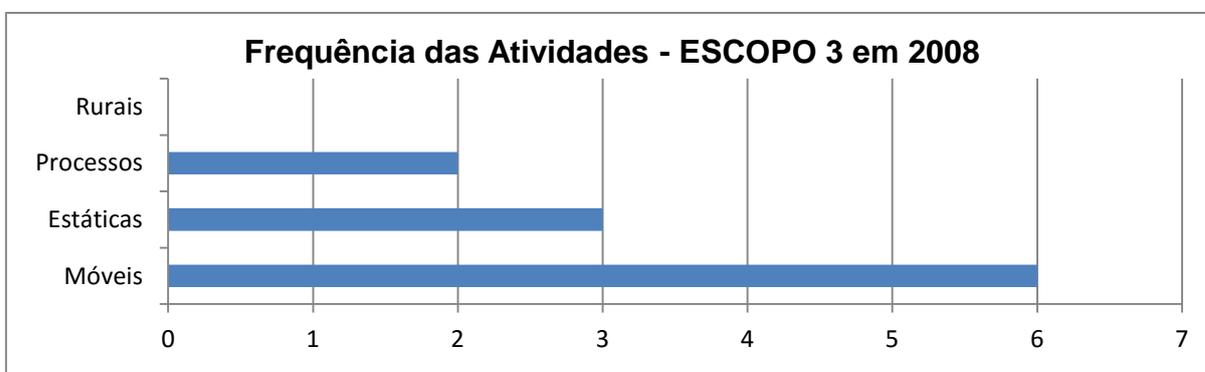


Figura 8 - Frequência das categorias de escopo 3 no ano de 2008

Fonte: baseado em GHG Protocol (2013)

Com o aprimoramento dos inventários a partir do ano de 2010, outras categorias são incluídas no escopo 3. Em 2011 e 2012 a categoria mais reportada foi viagem a negócio. Na Figura 9 consta a frequência no ano de 2012.

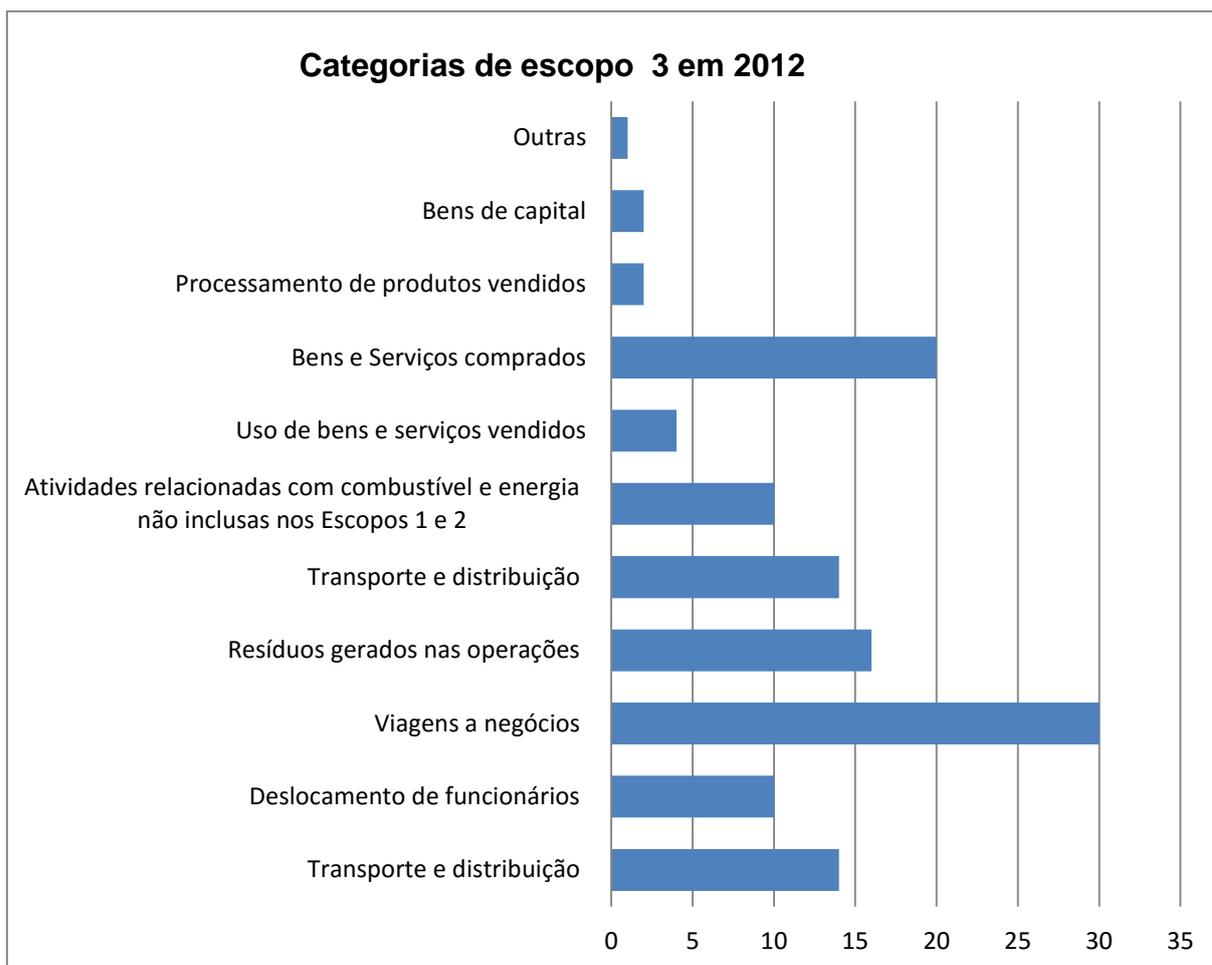


Figura 9 - Frequência das categorias de escopo 3 no ano de 2012

**Fonte:** baseado em GHG Protocol (2013)

### 2.3. CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE ÁGUA E ESGOTO

Os serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são fontes de emissão de GEE. O tratamento de esgoto, dependendo da tecnologia, pode gerar significativas quantidades de metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Nesse sentido, reduzir as emissões decorrentes das operações é um dos principais desafios de empresas de saneamento frente às mudanças climáticas (GUPTA e SINGH, 2012). Na Figura 10 são apresentadas as principais fontes de GEE em empresas de água e esgoto.

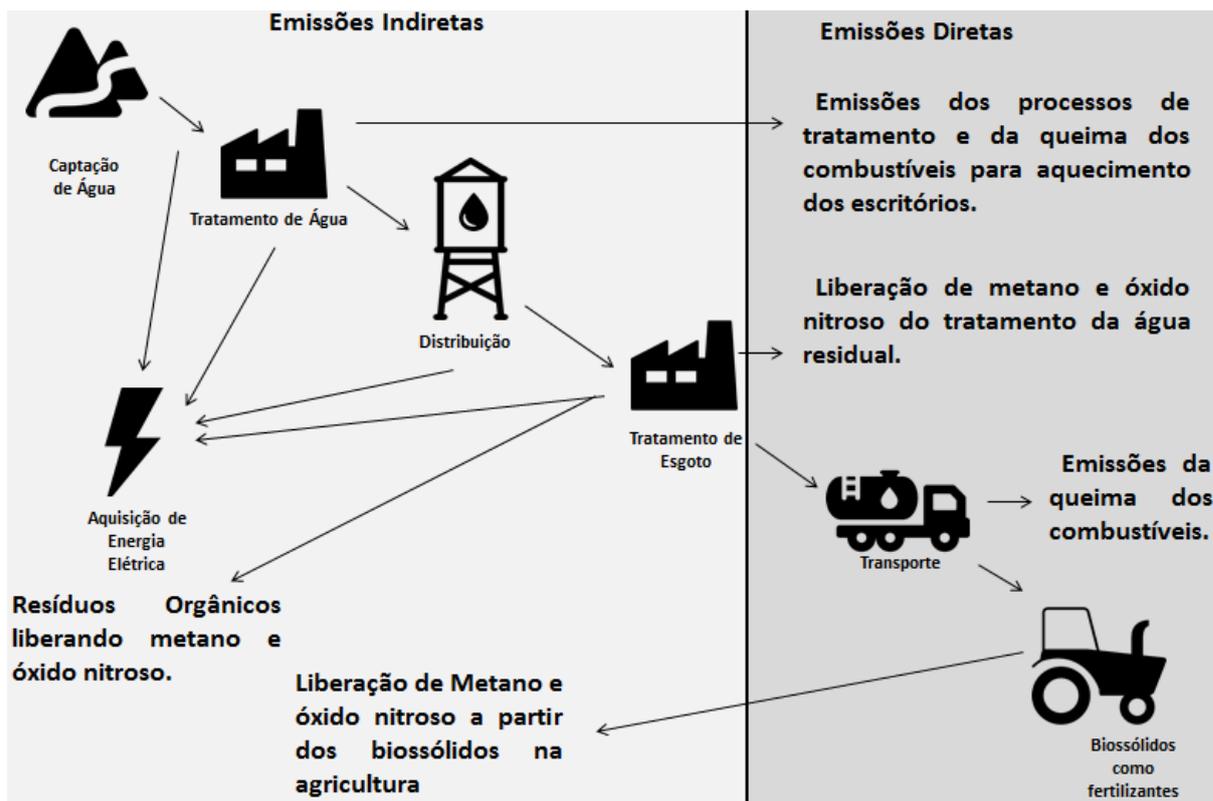


Figura 10 - Fontes de emissão de GEE em empresas de água e esgoto

**Fonte:** Elaboração própria baseada em GHG Protocol e OFWAT (2012)

Em países desenvolvidos, principalmente regiões onde a matriz energética provém de combustíveis fósseis, existe uma preocupação acentuada com o consumo de energia. Nessa situação, este constitui-se a maior fonte emissora das empresas de água e esgoto (BARBER, 2009). Devido a esse fato, encontra-se na literatura diversos artigos correlacionando o consumo energético e a pegada de carbono nesse setor (BOULOS e BROS, 2010; VAN DER HOEK, 2011; KLAVERSMA; HELM E KAPPEHOLF, 2013). Parcela significativa da energia é utilizada para recalques em redes de abastecimento de água ou redes coletoras.

Dentre as emissões diretas, as atividades relacionadas ao tratamento de esgotos constituem-se em uma das mais representativas nos países em desenvolvimento. Essas emissões estão associadas ao tratamento do esgoto, porém o despejo inadequado do esgoto coletado e não tratado torna-se relevante em áreas com baixo índice de cobertura por serviços de esgotamento sanitário. No Quadro 4 são apresentadas as principais fontes de emissão referente ao manejo de esgotos.

Quadro 4 - Potenciais fontes de emissão provenientes de esgotos domésticos

Tipo de tratamento e disposição			Potencial de emissão de metano e óxido nitroso		
Coletado	Sem tratamento	Lançamento em rios		Rios e lagos estagnados podem apresentar condições de anaerobiose e produzir metano. Rios, lagos e estuários são fontes prováveis de metano	
		Coletores		Não são fontes	
		Céu aberto		Coletores de esgoto, valas e canais parados e saturados são fontes significativas prováveis de metano	
	Com tratamento	Tratamento aeróbico	ETEs aeróbicas		Podem produzir quantidades limitadas de metano em bolsões anaeróbicos e quando mal projetadas ou mal dimensionadas. ETES com sistema avançado de remoção de nutrientes (nitrificação e desnitrificação) são fontes de óxido nitroso
			Tratamento anaeróbico de lodo em ETEs aeróbicas		O lodo pode ser uma fonte significativa de metano caso este não seja recuperado e queimado
			Lagoas aeróbicas rasas		Fonte improvável de metano e óxido nitroso. Sistemas mal projetados ou mal operados produzem metano
		Tratamento anaeróbico	Lagoas anaeróbicas		Fonte provável de metano. Não é fonte de óxido nitroso
			Reatores anaeróbicos		Podem ser fonte significativa de metano caso este não seja recuperado e queimado
	Sem coleta	Fossas sépticas		Remoção freqüente de sólidos reduz as emissões de metano	
		Latrinas abertas		Provável fonte de metano quando a temperatura e tempo de retenção são favoráveis	
Lançamento em rios		Vide acima			

Fonte: Ministério de Ciência e Tecnologia (2006)

Em relação à pegada de carbono em empresas de água e esgoto existem poucos trabalhos desenvolvidos. O foco dos mesmos está relacionado à quantificação das emissões em estações de tratamento de esgotos municipais (GUISASOLA *et al.*, 2008; PAREDES *et al.*, 2013; PAREDES *et al.*, 2014.b), ou tratamento do lodo (UGGETTI, 2012), análises de emissões conforme a tipologia adotada (CAKIR e STENSTROM, 2005; SHAHABADI *et al.*, 2009), modelagem de emissões em estações, com ênfase no metano (GUISASOLA *et al.*, 2009; FOLEY *et al.*, 2009) e óxido nitroso (FOLEY *et al.*, 2010; LAW *et al.*, 2012; DAELMAN *et al.*, 2013) e medições de emissões de metano (WANG *et al.*, 2011; PAREDES *et al.*, 2014.a). Poucos artigos incluem atividades que estão relacionadas ao escopo 3 (FRIJNS, 2011).

Os trabalhos referentes às mudanças climáticas e saneamento estão voltados aos impactos potenciais no abastecimento de água (ADAM, 2011; SILVA, 2012; VENDRAME e MIRANDA, 2013), em sistemas de esgotamento sanitário (SLON *et al.*, 2013) ou a proposição de medidas de adaptação (ARTURO *et al.*, 2014; FLORES e VAZQUEZ, 2013; QUISPE *et al.*, 2014, ROMERO *et al.*, 2014). Outra vertente bastante explorada refere-se ao aproveitamento energético em aterros sanitários (PIEROBON, 2007; ROTONDARO, 2007) e em estações de efluentes domésticos (COSTA, 2006; LIMA, 2005; PECORA, 2006). Alguns autores mencionam os desafios oriundos das mudanças climáticas em relação ao desenvolvimento de projetos considerando as vulnerabilidades ambientais e populações mais carentes (KOUTSOVITIS *et al.*, 2013).

No Brasil, a prática de quantificação e reporte das emissões de GEE não está disseminada entre as empresas na área de saneamento. Atualmente, apenas quatro desenvolveram e publicaram inventários: a Companhia Espírito Santense de Saneamento – CESAN (GIRONDOLLI, 2009), Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA (RENNÓ, 2011; COPASA, 2013; COPASA, 2014.a), Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR (SANEPAR, 2010) e Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A – SABESP (SABESP, 2009; SABESP, 2013; SABESP, 2014). De fato, poucas informações são fornecidas referentes à implementação das estratégias de mitigação. Como agravante, as

empresas mencionadas atuam nas regiões sul e sudeste do país. Até o presente momento não foram publicados inventários em empresas de saneamento das demais regiões.

No primeiro ano de implantação do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, em 2008, foram publicados 22 inventários (GHG PROTOCOL, 2013). Consultando o sítio do *GHG Protocol*, constata-se que a SANEPAR é a única companhia de Saneamento que publicou inventário no Registro Público de Emissões no ano de 2012 (SANEPAR, 2010). Em relação a iniciativas como *Carbon Disclosure Project*, apenas a SABESP e a COPASA participam. Quanto ao Índice carbono eficiente, ao consultar as empresas do setor utilidade pública/subsetor água e saneamento podem ser identificadas um maior número de integrantes. Além de SABESP, SANEPAR e COPASA, aparecem na relação a CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A.), CABAMBIENTAL (Companhia Águas do Brasil), SANESALTO (Saneamento SANESALTO S.A.) e DALETH (DALETH Participações S.A.).

Consultando inventários de empresas brasileiras de água e esgoto, verifica-se que são empregadas combinações de metodologias conforme apresentado no Quadro 5. Em geral, as empresas utilizam o método proposto pelo programa brasileiro GHG Protocol, contudo, devido às limitações da ferramenta são utilizados outros guias. Destacam-se os métodos do IPCC para a estimativa devido ao manejo de esgotos.

Quadro 5 - Metodologia utilizada nos inventários de empresas brasileiras de água e esgoto

Inventário	Metodologia
<b>SANEPAR 2009</b>	GHG Protocol para cálculos gerais IPCC para emissões de estações de tratamento de esgoto
<b>COPASA 2012</b>	GHG Protocol IPCC 2006 DEFRA Voluntary Reporting US EPA climate leaders: indirect emissions from purchase/ sales of electricity and steam Emissions of company fleet vehicles – US EPA GWP (Global Warming Potential) – IPCC 1995
<b>SABESP 2009</b>	GHG Protocol ISO 14064-1 IPCC 2006

Fonte: Elaboração própria com base em SANEPAR (2010), COPASA (2013) e SABESP (2009)

O GHG Protocol recomenda os seguintes escopos para execução de inventários em aterros sanitários e serviços de água conforme Quadro 6:

Quadro 6 - Fontes de emissão para aterros, combustão de resíduos e serviços de água

<b>Escopo</b>	<b>Fontes de emissão</b>
<b>Escopo 1</b>	Combustão estacionária
	Emissões de Processo (tratamento de esgoto)
	Emissões Fugitivas
	Combustão Móvel (transporte de resíduos ou produtos)
<b>Escopo 2</b>	Combustão estacionária (consumo de Energia)
<b>Escopo 3</b>	Combustão Estacionária (resíduos reciclados usados como combustível)
	Emissões de Processos (resíduos reciclados usados como matérias-primas)
	Combustão móvel (transporte de resíduos e produtos, viagens pendulares dos empregados)

**Fonte:** GHG Protocol (2010)

Como mencionado, uma das limitações da metodologia proposta pelo GHG constitui-se na ausência de ferramentas de cálculo para todos os setores de atividade, situação da área de água e esgoto. Apesar de conter uma ferramenta para emissões decorrentes do tratamento de efluentes, essa direciona-se aos efluentes de origem industrial. Para a estimativa das emissões são necessários: 1) quantidade de efluente líquido gerado no ano do inventário; 2) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO ou Demanda Química de Oxigênio-DQO; 3) quantidade de nitrogênio no efluente gerado e 4) Fator de emissão de N<sub>2</sub>O pela descarga de efluente. Assim, como um dos requisitos de cálculo, torna-se necessário o monitoramento do nitrogênio. Para o caso de unidades em série, também é requerida a eficiência entre as mesmas. Esses dois aspectos constituem-se dois elementos que limitam a aplicabilidade da metodologia.

Dessa forma, uma prática das empresas estaduais dessa área envolve a aplicação dos métodos sugeridos pelo IPCC ou o desenvolvimento de metodologia própria. Em relação ao IPCC, destaca-se que é possível sua aplicação para o tratamento de efluentes, contudo, não existe para o tratamento de águas de abastecimento.

Ao analisar as publicações relacionadas à estimativa de emissões de GEE relacionadas com atividades de água e esgoto não foi identificado trabalho englobando todos os escopos como o proposto pelo GHG. Os inventários nacionais, estaduais e municipais, em geral, seguem as orientações da metodologia do IPCC. Nesses casos, o nível de análise considera, basicamente, o processo de tratamento de esgoto. Assim, não são contempladas outras fontes associadas a essa atividade, a exemplo de um eventual consumo energético.

O inventário de emissões de GEE de plantas de tratamento de águas residuais no México constitui uma exceção a essa prática, pois além de quantificar as emissões do processo, contabilizou também a parcela referente ao consumo de energia (Paredes *et al*, 2013). Outro estudo conduzido na Malásia por Sairan *et al* (2013) em 25 tanques *Inhomff*, também compreendeu emissões indiretas devido ao consumo de energia. Destacamos que esses estudos diferenciam-se dos demais por utilizarem dados da DBO das estações analisadas. Outro aspecto importante, refere-se ao método. Apesar de ambas utilizarem o IPCC como guia orientador, os trabalhos diferenciam-se por questões conceituais. O primeiro estima emissões diretas (associadas ao metano) e indiretas (associadas ao óxido nitroso). Existe uma discordância dos primeiros autores com a metodologia proposta para estimar as emissões indiretas de N<sub>2</sub>O. Em relação aos fatores de emissão de escopo 2, são considerados os valores nacionais conforme o país. Cabe salientar que os trabalhos não mencionam a terminologia escopo 1 e 2, tão somente diferenciam emissão direta e indireta.

Uma pesquisa que utiliza a metodologia do GHG protocol associada com o IPCC foi conduzida por Gupta e Singh (2012) utilizando como caso de estudo uma planta aeróbica. São apresentados todos os escopos, contudo, não houve estimativa para as emissões indiretas de escopo 3 devido à ausência de dados fundamentais. Dentre as emissões diretas foram considerados o gerador a diesel e as emissões indiretas de óxido nitroso e diretas de metano. No escopo 2, foi incluída a emissão indireta devido ao consumo de energia.

Constatou-se que parcela significativa dos estudos relativos à mitigação de emissões de GEE adota a metodologia de análise de ciclo de vida. As pesquisas propõem-se a avaliar os impactos devido a implantação de tipologias de tratamento (NOYOLA *et al.*, 2013), desse modo contribuindo como ferramenta para análise de alternativas tecnológicas. Também são analisadas opções de materiais a serem utilizados na operação, os quais tenham potencial para mitigação de emissões de GEE (KLAVERSMA *et al.*, 2013).

Além dos métodos do IPCC, foram identificados outros recursos para estimar gases de efeito estufa na área de abastecimento de água e de tratamento de águas residuais. As opções variam de *softwares* desenvolvidos especificamente com esta finalidade até a utilização de aplicações de análise de ciclo de vida. No Quadro 7 são apresentadas ferramentas de cálculo identificadas em um estudo conduzido pela *Water Research Foundation* (2013).

Quadro 7 - Ferramentas utilizadas para estimar gerenciamento de energia e emissões em empresas de água

Nome	Software	Aplicação
<b>Equação Geral para Cálculo de CO<sub>2</sub>e</b>	NÃO	Utilizada para calcular a quantidade de carbono equivalente dos outros gases emitidos
<b>CHEApet tool</b>	SIM	Usada para calcular o consumo de energia e as emissões associadas ao processo de tratamento de água
<b>UKWIR Carbon Tool</b>	SIM	Abordagem padronizada para estimar as emissões de gases com efeito de estufa provenientes de operações de instalações de água e de águas residuais da indústria
<b>EPA Energy Star</b>	SIM	Consiste de ferramentas e recursos de eficiência energética para ajudar o usuário a economizar custos relacionados com a energia e minimizar as emissões de GEE
<b>DOE PSAT</b>	NÃO	Ferramenta de software para avaliar a eficiência das operações do sistema de bombeamento
<b>WaterRF Energy Benchmarking</b>		Usada para criar uma métrica que iria permitir a comparação do uso de energia entre os pares. Semelhante ao EPA
<b>Water to Air Model</b>	NÃO	Quantificar os impactos energéticos e de qualidade do ar de decisões de gestão da água
<b>Aquadapt</b>	SIM	Software de redução de custos de energia em tempo real para serviços públicos de água
<b>Optima<sup>TM</sup></b>	SIM	Software para estimar o consumo de energia com precisão
<b>IWLIVE</b>	SIM	Esta ferramenta é projetada para atualizar regularmente os avisos para chamar a atenção do operador para problemas
<b>SimaPro</b>	SIM	Uma ferramenta de software desenvolvida para conduzir uma análise de ciclo de vida de produtos e sistemas que utilizam parâmetros e simulações

<b>GaBi</b>	SIM	A ferramenta é capaz de estimar o ciclo de vida de custeio, contabilidade gás de efeito estufa, o benchmarking e eficiência energética, engenharia de ciclo de vida, e avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida de produtos e empresas
<b>Water-Energy Sustainability Tool</b>	NÃO	Desenvolvida para determinar a energia de ciclo de vida e os efeitos ambientais das infra-estruturas de abastecimento de água e operação

Fonte: Baseado em Water Research Foundation (2013)

Fazendo um comparativo entre as fontes indicadas pelo GHG Protocol e a autoridade regulatória na Inglaterra e País de Gales para serviços de água e esgoto (OFWAT- *The Water Services Regulation Authority*), verifica-se que a segunda inclui o consumo de energia para aquecimento da água residencial como emissão indireta de escopo 3. Além disso, destacam claramente a produção de produtos químicos como fonte a ser considerada na quantificação de GEE das empresas. Nesse caso, necessariamente se faz necessária a utilização de ferramentas como a ACV. No Quadro 8 são apresentadas as fontes indicadas pela OFWAT e o GHG Protocol.

Quadro 8 – Comparativo entre as fontes de emissão propostas pela OFWAT e pelo GHG Protocol

<b>Emissões</b>	<b>OFWAT</b>	<b>GHG Protocol</b>
<b>Escopo 1</b>	Emissões do transporte próprio ou alugado	Combustão estacionária
	Emissões de metano e óxido nitroso do tratamento de esgoto	Emissões de Processo (tratamento de esgoto)
	Emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis	Emissões Fugitivas Combustão Móvel (transporte de resíduos ou produtos)
<b>Escopo 2</b>	Consumo de eletricidade usada para bombeamento e tratamento de água e esgoto	Combustão estacionária (Consumo de Energia)
	Consumo de eletricidade pelos próprios estabelecimentos.	
<b>Escopo 3</b>	Transporte de Funcionários para o trabalho	Combustão móvel (transporte de resíduos e produtos, viagens pendulares dos empregados)
	Emissões dos serviços contratados e terceirizados	
	<b>Fabricação Química</b>	Emissões de Processos
	<b>Emissões incorporadas à construção e fabricação</b>	
	<b>Emissões de energia para aquecimento da água em residências</b>	Combustão móvel (transporte de resíduos e produtos, viagens pendulares dos empregados)
	Lançamento de metano e óxido nitroso oriundo de lodos em aterros e agricultura.	Emissões de Processos (resíduos reciclados usados como matérias-primas)
	Combustão Estacionária (resíduos reciclados usados como combustível)	

Fonte: OFWAT (2010) e GHG Protocol (2010)

A temática das mudanças climáticas e as implicações na área de saneamento vêm sendo pouco discutidas pelas associações do setor como a Associação Brasileira

das Empresas Estaduais de Saneamento-AESBE e a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES. No ano de 2011, foi organizado pela AESBE o 1º Seminário de Gestão da Sustentabilidade no Setor de Saneamento, discutindo Mudanças Climáticas e emissão de GEE. Na oportunidade, representantes de três Companhias Estaduais de Saneamento Básico, a SABESP, SANEPAR e a COPASA participaram de um painel apresentando projetos de redução de emissão de GEE implantados nas mesmas (PERINI, 2011). Nos eventos mais atuais o assunto não vem sendo incluído na agenda principal da área a qual enfatiza mais a expansão dos serviços, nesse contexto de universalização.

Em termos de América Latina, foi criada durante o XXXII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, realizado na República Dominicana entre 7 e 10 de novembro de 2012, a divisão de *Cambio Climático* da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental-AIDIS (DC3). Esta foi criada com o intuito de discutir as mudanças climáticas, mercado de carbono e temas transversais que interferem na área de saneamento. Nesse sentido, entre 28 e 30 de outubro de 2013 foi realizado o “*primer Congreso de Cambio Climático*” organizado pela DC3. A autora participou do referido evento e observou que a temática de inventários na área de saneamento precisa de maior atenção, pois havia um número reduzido de trabalhos. Torna-se necessário incluir na agenda da AIDIS, da ABES e da AESBE o papel das empresas atuantes nesse segmento frente aos desafios impostos por esse novo cenário. O *segundo congreso de Cambio Climático* será realizado na Cidade do México em 2016 e pretende ampliar essa discussão.

Apesar do aumento de iniciativas na área das mudanças climáticas e mitigação de emissões nas concessionárias estaduais de água e esgoto no Brasil, verifica-se que existem poucas empresas elaborando inventários de emissões de GEE. Como este é o primeiro passo para o gerenciamento adequado dos GEE e para proposição de medidas de redução percebe-se a necessidade de disseminar esta prática em outras companhias no país.

Analisando os elementos motivadores para que SABESP e COPASA participem de iniciativas como a CDP, observa-se que ambas são empresas de capital aberto com

ações nas bolsas de valores. Nessa condição necessitam apresentar desempenho ambiental conforme as exigências dos investidores, bem como um sistema de responsabilidade socioambiental mais maduro. Outro fator que contribuiu foi a elaboração dos inventários de gases de efeito estufa da capital de SP (SVMA, 2005) e do estado de São Paulo (CETESB, 2011), da cidade de Belo Horizonte (SMMA, 2009) e do estado de Minas Gerais (FEAM, 2008). Para quantificação do setor resíduos/tratamento de efluentes nesses inventários, foi feito o levantamento de dados junto às empresas que atendiam aos respectivos estados e cidades.

No estado da Bahia, o atual inventário de emissões de GEE compreendeu apenas os setores de energia e processos industriais (BAHIA, 2010). Recentemente, a prefeitura municipal do Salvador iniciou levantamento de dados na Embasa com vistas à estimativa de emissões devido ao tratamento de efluentes (SMCC, 2013). O município elaborou o seu primeiro inventário de GEE, iniciativa que poderá ser o elemento indutor de uma mudança de prática em relação às questões climáticas.

#### 2.4. INICIATIVAS RELATIVAS À GESTÃO E INDICADORES DE EMISSÕES DE GEE EM EMPRESAS DE ÁGUA E ESGOTO

Com vistas a conhecer como se dá a gestão das emissões e identificar medidas de mitigação e adaptação em empresas de água foi feito um levantamento das práticas de empresas selecionadas em Portugal, Espanha, Inglaterra e Peru. Considerou-se também as empresas nacionais atuantes neste segmento, conforme mencionado no tópico anterior.

Analisando-se as iniciativas das empresas integrantes do grupo Águas de Portugal, constatou-se que não se publica documentos exclusivamente direcionados ao reporte de emissões. A Holding elaborou um roteiro, o qual foi distribuído a todas as suas subsidiárias, contendo os aspectos relevantes a serem considerados na construção do relatório de sustentabilidade (ÁGUAS DE PORTUGAL, 2014). O referido documento baseia-se no GRI e inclui todos os dados necessários para cálculo dos indicadores. O grupo incentiva a quantificação de todas as fontes de emissão e o acompanhamento do desempenho por meio de um indicador. No caso

das empresas responsáveis pelo abastecimento de água, utiliza-se tCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> de água produzida e tCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> de água residual tratada para as responsáveis pela coleta e tratamento de esgoto. A alta direção de Sustentabilidade do grupo Águas de Portugal estimula a publicação anual dos relatórios.

Além de quantificar as emissões de GEE, as principais medidas adotadas pelo grupo Águas de Portugal, com vistas à redução de emissões está associada à racionalização do consumo, em especial, de combustível e energia. Nesse sentido, procura-se utilizar automóveis mais econômicos, otimizar o consumo em estações elevatórias e investir em fontes alternativas de energia (EPAL, 2013).

Além de identificar medidas de mitigação, constatou-se que parcela significativa das empresas europeias busca antecipar-se aos efeitos das mudanças climáticas. No caso da Empresa Portuguesa das Águas Livres S.A. (EPAL), integrante do grupo Águas de Portugal, foi conduzido um estudo de adaptação no qual foi avaliado o impacto das alterações climáticas no abastecimento de água da área atendida (LUÍS; CRUZ, 2014).

No entendimento das empresas europeias a interferência das questões climáticas, o qual está intrinsecamente relacionado ao negócio, deve ser tratado como um risco estratégico e como tal deve ser considerado em seu planejamento de longo prazo (KLAVERSMA; HELM E KAPPEHOLF, 2013; LUÍS; CRUZ, 2014; OFWAT, 2012).

Os estudos de adaptação são essenciais ao planejamento das ações em empresas de saneamento. No último ano, verificou-se o caso da SABESP, que apesar de quantificar e relatar suas emissões de GEE, não agiu preventivamente para evitar a atual crise de abastecimento.

No caso da EPAL, o estudo de adaptação (Adaptaclima) teve uma duração de 30 meses e foi desenvolvido por equipes de pesquisadores renomados do país. Dentro da estrutura da empresa foi criado o “Grupo das Alterações Climáticas da EPAL (GAC)” para acompanhamento das atividades do projeto. O GAC teve o intuito de

reter o conhecimento gerado durante o projeto na organização, bem como viabilizar uma análise crítica dos resultados por parte do seu corpo interno.

A experiência da EPAL com o referido projeto constitui-se em excelente exemplo de como as empresas de abastecimento de água podem inovar por meio da integração com a academia. No caso específico, o conhecimento acadêmico foi apropriado e inserido na gestão da empresa, com vistas a solucionar aspectos práticos (LUÍS; CRUZ, 2014).

Outro exemplo dessa integração da academia com empresas de água é o CETaqua “*Water technology center*” da Águas de Barcelona. O Centro foi criado com o propósito de desenvolver pesquisas aplicadas relacionadas ao ciclo da água, de interesse para as atividades da organização, demandas do governo e sociedade. Além de projetos relacionados à eficiência nos processos, a empresa demonstra, claramente, a preocupação com questões climáticas ao incluir na sua carteira tópicos como adaptação e mitigação (CETAQUA, 2012). Durante entrevista com a pesquisadora líder da área climática no CETaqua Barcelona, realizada nessa pesquisa, foi informado o desenvolvimento de mais de seis projetos na área de adaptação e o início de um projeto de mitigação utilizando como ferramenta a metodologia ACV (Angels Carbello, 2014).

O centro em Barcelona foi criado no ano de 2007 tendo como partes integrantes além da Águas de Barcelona (Agbar), a Universidade Politécnica da Catalunha (UPC) e o “*Consejo Superior de Investigaciones Científicas*” (CSIC), sendo esse último um órgão de fomento da pesquisa na Espanha. Posteriormente, o CETaqua expandiu suas atividades com escritórios na região da Galícia (integra o grupo a Universidade de Santiago de Compostela e La Coruña) e da Andaluzia (com participação da Universidade de Málaga) e mais recentemente com a implantação de uma unidade no Chile. Todas as unidades mantêm estrutura similar com composição de representantes do setor empresarial, da academia e do governo (CSIC).

Ressalta-se que a Águas de Barcelona é uma das empresas do grupo Suez Environment, um dos maiores no setor, com subsidiárias em diversas regiões do planeta. Um aspecto a ser destacado são os centros de pesquisa e desenvolvimento. Além do CETaqua, cabe mencionar o United WERCs (*United Water & Environmental Research Centers*), CIRSEE (*Centre International de Recherche Sur l'Eau et l'Environnement*), LyRE (*Lyonnais Recherche*) e SWRc (*Shanghai Chemical Industry Park Water Research Center*). No Quadro 9 são apresentados os principais centros de pesquisa do grupo Suez e as respectivas linhas de investigação.

Quadro 9 - Centros de pesquisa do grupo Suez com linhas de concentração em mudanças climáticas

Centro de pesquisa	Localização	Instituições integrantes	Linhas de concentração	de Relação com mudanças climáticas
<b>United WERCs</b>	Estados Unidos	<i>United Water e DENARD (Degremont Technologies North American R&amp;D Center)</i>	Gestão da demanda de água, tratamento de efluentes, ciclo urbano da água e meio ambiente	Eficiência energética
<b>CIRSEE</b>	França	Diversos parceiros	Recursos hídricos, tratamento de efluentes, resíduos sólidos, gestão de riscos ambientais	Recuperação energética em estação de tratamento de efluentes e na área de resíduos
<b>LyRE</b>	Bordeaux (França)	<i>Lyonnais des Eaux e Université Bordeaux 1</i>	Água e meio ambiente	Gestão sustentável do ciclo da água
<b>SWRc</b>	China	<i>Shanghai Chemical Industry Park (SCIP), the University of Tongji e University of Technology.</i>	Tratamento de efluentes industriais	Recuperação energética em estações

Fonte: Suez (2015)

Ainda na Espanha, a empresa responsável pela operação de Madrid, Canal de Isabel II, conduziu um estudo de adaptação em conjunto com a Universidade Politécnica de Madrid (Fundação Canal de Isabel II; Universidade Politécnica de Madrid, 2012).

Na Holanda, a empresa responsável pelo atendimento de Amsterdã e região, *Waternet*, estabeleceu como um de seus objetivos estratégicos o aprimoramento do manejo do ciclo urbano da água. Cabe destacar que essa opera os sistemas de água, esgoto e drenagem da sua área de atuação. A *Waternet* tem como meta neutralizar as suas ações até 2020 (KLAVERSMA *et al*, 2013). Com esse intuito desenvolveu nos últimos três anos, dez estudos de análise de ciclo de vida. Dentre esses pode-se destacar as avaliações feitas para verificar reduções no escopo 3, tais como a análise de materiais utilizados no tratamento da água e tubulações para distribuição de água.

No Reino Unido, a lei de mudanças climáticas possui metas de redução de emissões de 34% até 2020 e de 80% até 2050. Nesse sentido, o setor de água, denominado por *Water industry*, possui empresas com números ambiciosos para alcançar a neutralidade de carbono até o ano de 2050. As principais medidas adotadas estão relacionadas ao uso eficiente da energia e também da geração renovável/alternativa, pois estas empresas representam 1% das emissões de todo Reino Unido e são o quarto maior consumidor de energia (CIWEM, 2013). Salienta-se que este setor não possui metas oficiais de redução de emissões de GEE, apesar de integrar o grupo processos industriais no Reino Unido. O segundo possui um plano de redução de carbono com meta de minimização em 25% até o ano de 2027 comparado aos níveis de 2008.

Ainda mencionando o Reino Unido, as empresas de água vêm reportando suas emissões desde meados da década de 1990 e uma parcela representativa utiliza o software *Carbon Accounting Workbook (CAW)*. A maior parte das emissões está concentrada nas seguintes atividades: tratamento da água bruta para fins potáveis; recalques em redes de abastecimento; redes coletoras de esgoto e tratamento do esgoto bruto para descarga (CIWEM, 2013). Ou seja, reafirma a preocupação desse

setor quanto ao consumo energético em seus processos. A única exceção refere-se ao tratamento e disposição do lodo.

Um aspecto importante a ser ressaltado no Reino Unido refere-se ao órgão regulador das empresas de água, *Ofwat*, essa instituição estabeleceu recentemente a apresentação de um planejamento estratégico com horizonte de 25 anos e solicitou a inclusão de medidas para redução do carbono (CIWEM, 2013). Cabe ressaltar que, além desse plano, as empresas elaboram um documento que subsidia a revisão das tarifas e outro que prevê o manejo da água, o qual é direcionado a agência ambiental, a *UK Environmental Agency*. A *Ofwat* também requer das empresas o acompanhamento de suas emissões por meio da apresentação de um indicador – *Greenhouse gas emissions environmental impact indicator*, o qual deve ser calculado anualmente (OFWAT, 2012).

Na Europa, o principal incentivo para que as empresas adotem medidas para reduzir emissões está relacionada a uma legislação rígida, contendo incentivos econômicos para que existam ganhos com a implantação dessa tipologia de projetos (ABREU et al, 2014).

Consultando o registro público de emissões nos Estados Unidos verificou-se um número expressivo de empresas de água participando da iniciativa “*Climate leaders*”. Ao analisar os inventários de GEE, constata-se que durante o ano de 2011 o escopo mais relevante foi relativo ao consumo de energia. No ano de 2012 ocorreu uma alteração e as emissões diretas foram as mais significativas. Os dados são apresentados na Figura 11.

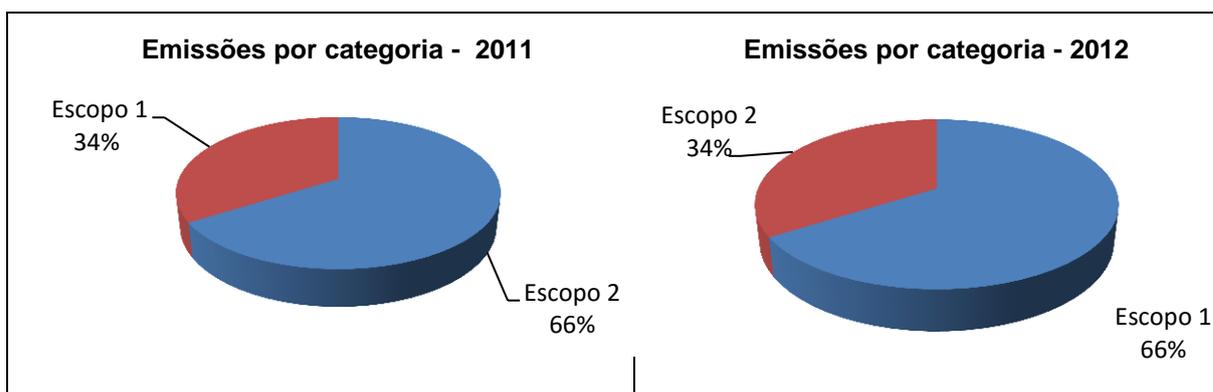


Figura 11 - Proporção das emissões de GEE por escopo em inventários de empresas de água nos Estados Unidos em 2011 e 2012

**Fonte:** Climate leaders (2014)

Ao analisar as atividades consideradas no escopo 1, constata-se que a combustão estacionária foi mais relevante no ano de 2011 compreendendo 94% do total. No ano seguinte continua apresentando o maior valor percentual, contudo, a combustão móvel também se destaca com 32% do total emitido. Em ambas as situações, pode-se verificar que as emissões fugitivas são as mais inexpressivas considerando essa tipologia empresarial.

## 2.5.CONTEXTO DO SANEAMENTO NO BRASIL E DESAFIOS PARA OS PRESTADORES DE SERVIÇO NA ÁREA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A área de saneamento atualmente tem suas diretrizes federais conforme a Lei 11.445/07 e regulamentação conforme Decreto 7217/10. Esta instituiu como um dos seus instrumentos a elaboração de um Plano Nacional de Saneamento Básico-PLANSAB, o qual foi delineado com um horizonte de 20 anos. Em relação a esse documento cabe destacar alguns princípios que orientaram sua construção: 1) sustentabilidade: considerada sob quatro dimensões: ambiental, social, governança e econômica; 2) intersetorialidade: o qual considera a inclusão da gestão ambiental e 3) matriz tecnológica: refere-se à apreciação de sustentabilidade, gestão integrada de águas urbanas, saneamento ecológico e mudanças climáticas.

O plano faz um diagnóstico do setor a partir de dados do IBGE, PNSB e atlas do Abastecimento urbano de Água da Agência Nacional de Água-ANA constatando que (BRASIL, 2013a.):

- 55% das sedes municipais poderiam ter déficit no abastecimento até o ano de 2015;
- no ano de 2010, 35% da população contava com soluções inadequadas para afastamento dos esgotos, a saber, lançamento em fossa rudimentar, rio, lago ou mar ou não possuía sanitário;
- dados da PNSB apontavam que apenas 53% do esgoto coletado recebia tratamento conforme as normas técnicas;

- O IBGE indicava que mais de 20 milhões de brasileiros tinha a fossa séptica como solução para destinação de seus esgotos.

Com base nessa conjuntura, o referido documento previu três cenários para o saneamento no Brasil. No primeiro, considerando bons indicadores econômicos o governo investiria na universalização dos serviços. Projetou-se em nível internacional o avanço nas negociações para meta de redução de emissões de GEE e projetos de sequestro de carbono e desenvolvimento limpo. Nesse contexto, o país avançaria tecnologicamente em direção a uma economia de baixo carbono. No segundo cenário também ocorreriam investimentos, porém com menor presença do Estado da economia. Dessa forma, ocorreriam mudanças tecnológicas tendo como motivadores a inovação e a alteração na matriz energética. Esta ocorreria, principalmente, devido a política ambiental a qual impulsionaria a utilização de fontes renováveis, contudo em menor grau do que o previsto no prognóstico anterior. No último cenário, tem-se um menor crescimento econômico refletindo nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento do país. Nessa perspectiva, não ocorre inovação tecnológica. A política ambiental também não avançaria, ocorrendo apenas intervenções por parte do Ministério Público, pois as instituições ambientais estariam fragilizadas sem capacidade técnica e institucional adequadas. Conseqüentemente, não haveria os *inputs* necessários para introdução de fontes renováveis e uma alteração na matriz energética do país (BRASIL, 2013a.).

Dentre as metas propostas cabe destacar:

- erradicação dos lixões até o ano de 2014 conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- universalização para serviços de abastecimento de água potável e coleta de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas;
- redução de perdas para níveis entre 29 e 33%;
- disposição adequada de 87% dos esgotos gerados considerando o ano de 2033;
- alcance de 93% de tratamento dos esgotos coletados em 2033.

Frente aos déficits presentes na área de saneamento, as concessionárias estaduais de água e esgoto exercem um papel fundamental para o alcance das metas do PLANSAB. Cabe ressaltar que além dos compromissos relacionados à ampliação do

acesso aos serviços, a inclusão da temática das mudanças climáticas é essencial para assegurar sua continuidade. Em especial devido à possibilidade de variação do regime pluviométrico o que pode acarretar menor disponibilidade de água em grandes centros urbanos.

A legislação além de prever a função de planejamento, a qual deve ser conduzida pelos titulares, também estabelece as funções de regulação e prestação dos serviços. Os órgãos reguladores devem ser independentes e acompanhar a qualidade e cumprimento de metas dos prestadores. Esses últimos podem ser empresas privadas, empresas públicas, departamentos municipais, serviços autônomos de água e esgoto e sociedades de economia mista. Cabe ressaltar que a regulação e a prestação dos serviços podem ser delegadas pelo titular.

O Estado da Bahia criou a Agência Reguladora de Saneamento Básico do estado da Bahia (AGERSA), agência reguladora e fiscalizadora estadual, que pode atuar nos municípios baianos. No exercício de seu poder regulador a referida agência acordou com a Embasa o atendimento de uma série de indicadores para os anos de 2011 a 2014 e estabeleceu metas a serem cumpridas. Esses indicadores apresentam um cunho econômico, de universalização e de melhoria da eficiência operacional da prestadora e da qualidade dos serviços (EMBASA, 2015). Além dos indicadores da AGERSA, a Embasa firmou um Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) com o Ministério das Cidades o qual incluiu aspectos econômicos e operacionais. Dentre esses, se destaca as perdas por ligação, que representa a maior oportunidade de reduzir o consumo específico de energia elétrica (COPASA, 2013). No Quadro 10 são apresentados os indicadores operacionais solicitados por ambos:

Quadro 10- Indicadores operacionais monitorados pelo Ministério das Cidades e pela AGERSA na Embasa

<b>Aspecto</b>	<b>Indicador AMD</b>	<b>Indicador AgerSa</b>
<b>Operacional</b>	Índices de perdas por ligação	Perdas por ligação
	Índice de perdas de faturamento	
	Índices de hidrometração	Hidrometração

Índice de macromedição
Índice de produtividade de pessoal total (equivalente)

Fonte: Embasa (2015)

A Embasa, conforme Planejamento Estratégico 2012-2015 (EMBASA, 2011), tinha como visão para o ano de 2015 situar-se entre as três empresas brasileiras com resultados expressivos na universalização do acesso dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário observando-se os critérios de sustentabilidade. Ainda, fazendo menção ao Planejamento, constata-se que no entendimento da Embasa a sustentabilidade “É o equilíbrio dos resultados econômico-financeiros, com resultados ambientais e sociais (p.35)”. Por outro lado, ao verificar os valores empresariais constata-se a pretensão de incorporar a responsabilidade ambiental em suas atividades.

Na literatura, existem diversos conceitos para o termo desenvolvimento sustentável-DS, entretanto, verifica-se que há recorrência de menções ao *triple-bottom-line*; tripé que compõe o desenvolvimento sustentável (dimensões social, econômica e ambiental). Considerando que os projetos de MDL se propõem a reduzir as emissões de GEE e/ou remoção de CO<sub>2</sub> atmosférico e promover o desenvolvimento sustentável (social, econômico e sustentabilidade ambiental); que o planejamento estratégico da EMBASA está alinhado com esse conceito de DS, a condução desta pesquisa mostra-se oportuna. Na Figura 12 pode-se visualizar o mapa estratégico e os objetivos constantes no planejamento da Embasa com aderência ao desenvolvimento sustentável.

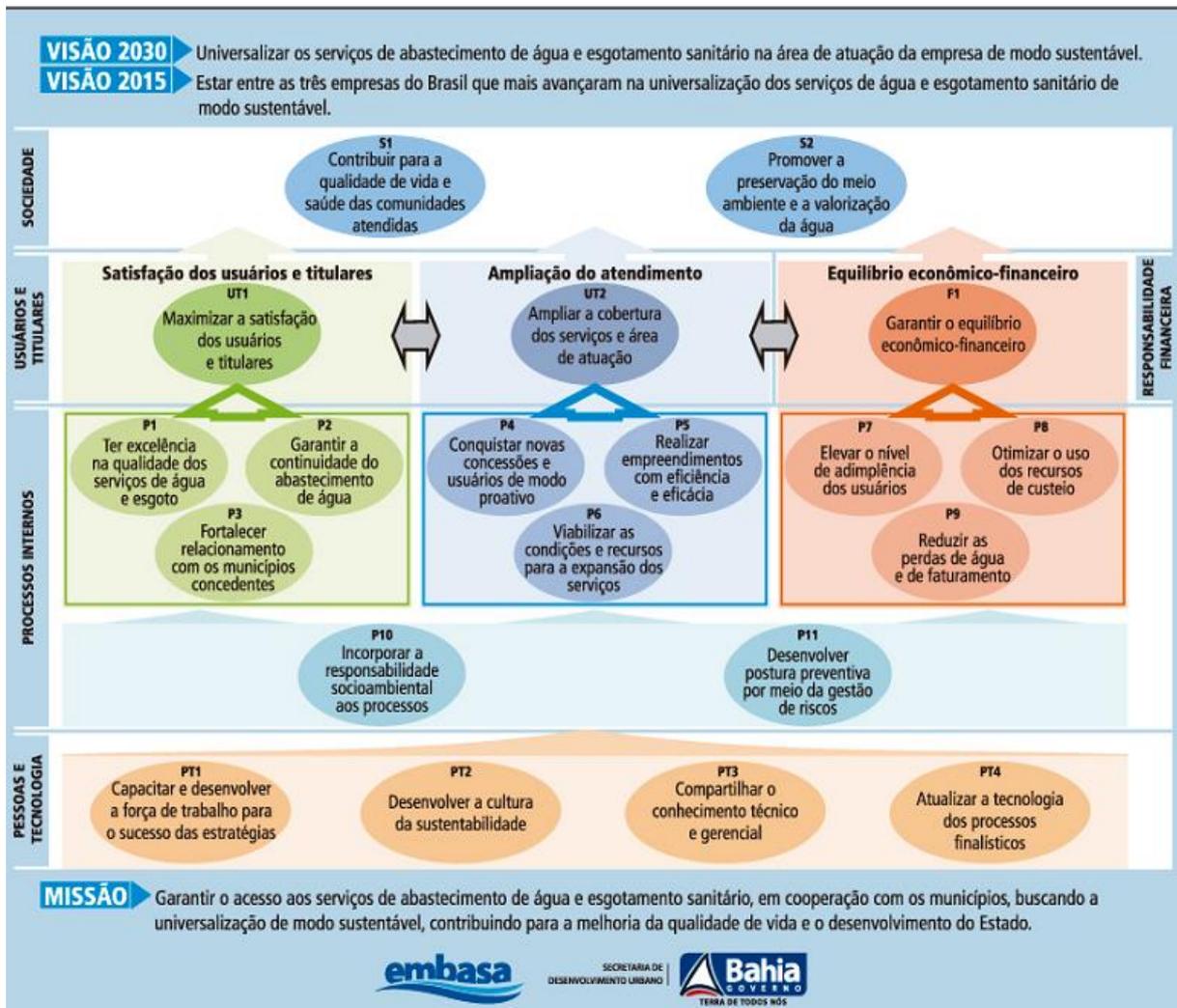


Figura 12 - Mapa Estratégico da Embasa

Fonte: Extraído de Embasa, 2011

Considerando a missão da EMBASA da universalização dos serviços públicos de água e esgoto no Estado de modo sustentável e, conforme o relatório de sustentabilidade 2010 (EMBASA, 2011), no qual manifestou o interesse de elaborar o seu primeiro inventário de GEE, verifica-se a pertinência da execução desta pesquisa. Por outro lado, este trabalho propõe-se a contribuir também com uma produção científica de qualidade para incrementar o grau de conhecimento desta relevante área.

A gestão ambiental em companhias de saneamento constitui-se de dois pilares básicos: 1) a atuação mediante redução dos impactos ambientais negativos decorrentes da atividade – foco no efeito e 2) mudança de postura voltada para prevenção de impactos – foco na causa (PAGANINI, FURUKAWA, BOCCHIGLIERI,

2012). Nesse sentido, as empresas, com vistas ao incremento de seu desempenho ambiental vêm buscando o equilíbrio para gestão do passivo e buscando a sustentabilidade das ações. Os autores sugerem que a gestão ambiental em uma companhia de saneamento seja estruturada conforme Figura 13.

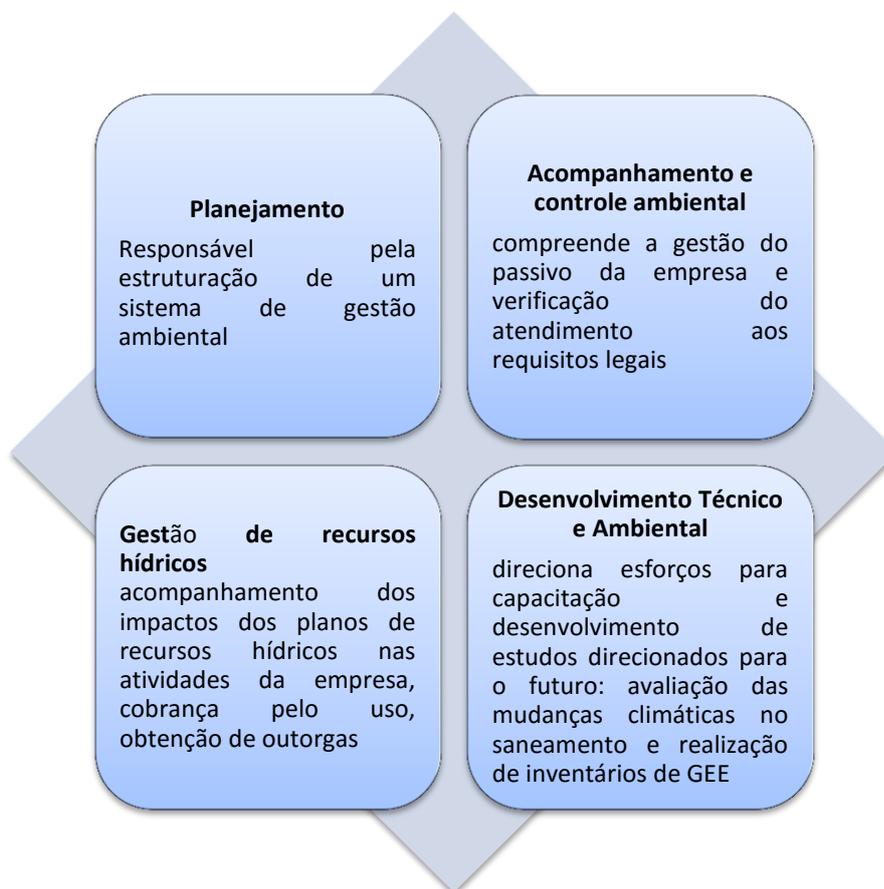


Figura 13 - Estrutura da gestão ambiental em empresas de saneamento

**Fonte:** Baseado em Paganini *et al* (2012)

Nesse cenário de mudanças climáticas e considerando os riscos associados às operações em empresas de água, a elaboração de inventários de GEE vai ao encontro dessa mudança de cultura de gestão do passivo e investimento em ações relacionadas ao desenvolvimento técnico e ambiental (PERINI, 2011; PAGANINI *et al*, 2012).

No Brasil, as empresas estão aderindo a uma série de iniciativas socioambientais. A própria Embasa, aplicou os indicadores de Responsabilidade Ambiental do Instituto Ethos (INSTITUTO ETHOS, 2006). Verificando-se as correlações entre as iniciativas, constata-se que a adoção da metodologia GHG Protocol contribui positivamente

para melhoria do desempenho da gestão socioambiental e para o processo de relato. Inclusive a GRI recomenda a utilização da metodologia GHG para gerar os indicadores relativos à categoria ambiental, aspecto emissão. As sinergias entre as diversas iniciativas são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Correlações entre indicadores socioambientais adotadas por empresas brasileiras

<b>Ethos</b>	<b>CDP</b>	<b>GRI</b>	<b>ISO 26000</b>	<b>GHG Protocol</b>
<b>20. Sistema de Gestão Ambiental</b>	-	Produtos e Serviços - 64 - EN27, 64-EN28 ;Conformidade - G4-EN29	5.3.3 Engajamento das partes Interessadas, 6.4.5 Diálogo Social, 6.5 Meio Ambiente, 6.5.3 Prevenção da Poluição	Sistema de gestão do inventário
<b>17. Sistema de Gestão de Fornecedores</b>		Engajamento dos Stakeholders - G4-24, G4-27; Práticas de Investimento e de Processos de compra - G4-HR10; Práticas de Segurança - G4-HR7	6.6.6 Promoção da responsabilidade social na cadeia de valor	Emissões por Transporte e Distribuição (upstream) - Categoria 9 do Escopo 3
<b>37. Governança das Ações Relacionadas as Mudanças Climáticas</b>	CDP 1.1; 2.2; 2.3; 2.3e; 3.1; 3.2; 3.3; 3.3c; 5.1; 6.1; 7.1; 7.2; 8.2-8.8; 9.2; 10.2	<b>Emissões - G4-EN15, G4-EN16, G4-EN17, G4-EN19, G4-EN20, G4-EN21</b>	<b>6.2.1.2 Governança organizacional e responsabilidade social, 6.5.5.2.1 Mitigação das mudanças climáticas, 6.8.9 Investimento social</b>	
<b>43. Uso Sustentável de Recursos : Energia</b>		<b>Energia - G4-EN3, G4-EN6, G4-EN7. Emissões G4-EN15, G4-EN16, G4-EN17, G4-EN19, G4-EN20, G4-EN21</b>	<b>6.5.3 Prevenção à poluição; 6.5.4 Uso sustentável de recursos; 6.7.5 Consumo Sustentável</b>	Emissões indiretas pela compra de energia elétrica e energia térmica
<b>46. Impacto do transporte em logística e distribuição</b>		Transporte: G4-EN30	6.4.3 Emprego e relações de trabalho, 6.5.4 Uso Sustentável de Recursos, 6.6.6 Promoção da Responsabilidade Social na cadeia de Valor	Emissões por Transporte e Distribuição (downstream) - Categoria 9 do Escopo 3
<b>47. Logística Reversa</b>		Materiais - G4-EN1, G4-EN2; Resíduos- G4-EN23, G4-EN24, G4-EN25; Produtos e Serviços - G4-EN27, G4-EN28	6.5 Meio Ambiente, 6.5.3 Prevenção da poluição, 6.5.6 Proteção do Meio Ambiente	
<b>42. Uso sustentável de Recursos: Água</b>		Água- G4-EN8, G4-EN9, G4-EN10	6.5.3 prevenção à poluição, 6.5.4 Uso sustentável de recursos, 6.7.5 Consumo Sustentável	Emissões de Escopo 1 do tratamento de efluentes ou de escopo 3

<b>40. Prevenção da Poluição</b>		<b>Emissões - G4-EN15, G4-EN16, G4-EN17, G4-EN19, G4-EN20, G4-EN21; Efluentes e Resíduos - G4-EN22, G4-EN23, G4-EN24, G4-EN25, G4-EN26</b>	<b>6.5.3 Prevenção da Poluição, 6.5.5 Mitigação e Adaptação às mudanças</b>	Emissões de Escopo 1 do tratamento de resíduos sólidos/efluentes ou de escopo 3
<b>38. Adaptação às mudanças Climáticas</b>	<b>CDP 12.1; 13.1-13.2; 14; 14.2; 14.4</b>	<b>Desempenho Econômico - G4-EC2</b>	<b>6.5.5 Mitigação e adaptação às Mudanças Climáticas</b>	

**Fonte:** Baseado em Instituto Ethos (2013) e GHG Protocol (2010)

Como mencionando anteriormente, no Brasil o desenvolvimento de inventários de GEE ainda não é uma prática comum entre as empresas de água e esgoto, atualmente tem-se conhecimento de apenas quatro concessionárias estaduais possuem ações na área (SABESP, SANEPAR, COPASA e CESAN). Como a elaboração do inventário de GEE constitui-se no primeiro passo para o gerenciamento adequado das emissões e para proposição de medidas de redução, percebe-se a necessidade de disseminar esta prática no país. Assim, a presente pesquisa pretende contribuir para suprir a lacuna de conhecimento existente referente à elaboração de inventários de gases de GEE na área de saneamento, em especial nas prestadoras de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

### 3. METODOLOGIA

O inventário de emissões de gases de efeito estufa em uma instituição requer um estudo aprofundado o qual permita compreender as atividades e identificar as possíveis fontes emissoras. Os resultados da estimativa podem variar conforme a metodologia e fatores considerados. Assim, o foco desta apreciação não foi de precisão dos resultados obtidos. Verificou-se quais as barreiras envolvidas na elaboração de um inventário de GEE em uma empresa de saneamento no Nordeste do Brasil. Nesse sentido, verifica-se que a abordagem qualitativa foi a mais apropriada para a pesquisa em questão.

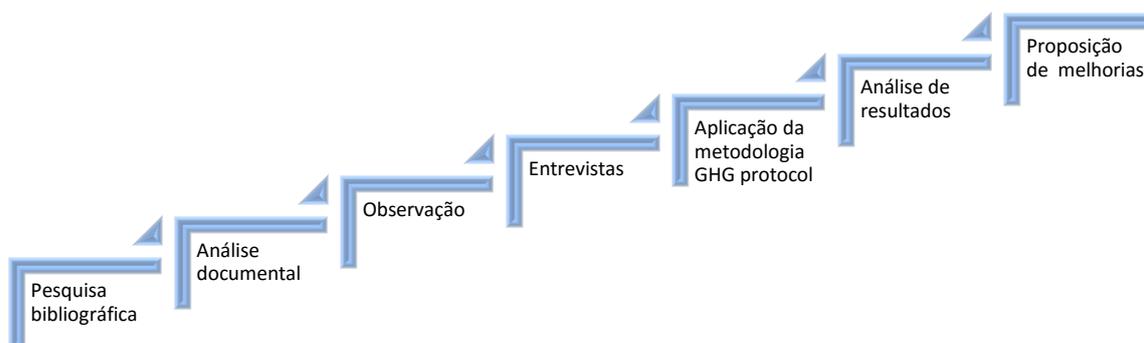
Com vistas a atingir o objetivo proposto na pesquisa, foram definidas atividades conforme o Quadro 12:

Quadro 12 – Objetivos específicos e atividades da pesquisa

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Atividade</b>
<b>1) realizar um inventário de emissões de gases de efeito estufa na EMBASA tendo como ano base 2012;</b>	a) identificar as metodologias existentes para quantificação e reporte de emissões em nível organizacional; b) selecionar a metodologia mais apropriada para elaboração do inventário considerando as especificidades nacionais e do setor de saneamento; c) aplicar a metodologia selecionada avaliando a existência de barreiras e limitações da ferramenta; d) apontar melhorias para o aprimoramento do inventário.
<b>2) identificar oportunidades para aprimoramento da gestão das emissões de GEE na Embasa</b>	a) identificar boas práticas de gestão de emissões de GEE, inclusive medidas de mitigação utilizadas por companhias de saneamento de referência na América e Europa; b) avaliar a pertinência de aplicação dessas boas práticas e medidas identificadas na Embasa; c) apontar indicadores associados às emissões e minimizações de GEE para serem apresentados nos relatórios de sustentabilidade da empresa.

Fonte: Elaboração própria

Em relação aos métodos e coleta de dados adotados nesta tese, estudo de caso por meio de triangulação entre Pesquisa Bibliográfica, análise de documentos corporativos, entrevistas e observação, a Figura 14 apresenta as etapas constituintes da metodologia adotada para a pesquisa.



**Figura 14 - Etapas da metodologia da pesquisa**

Fonte: Elaboração própria

### 3.1. ESTUDO DE CASO

O inventário foi realizado considerando a área de abrangência da Embasa. Em 2012 a empresa era constituída por sete diretorias: três Diretorias de Operação e Expansão (Região Metropolitana de Salvador-DM, Norte-DN e Sul-DS), a Diretoria Técnica e de Sustentabilidade (DT), a Diretoria Financeira e Comercial (DF), a Diretoria de Gestão Corporativa (DG), além da Presidência, representadas na

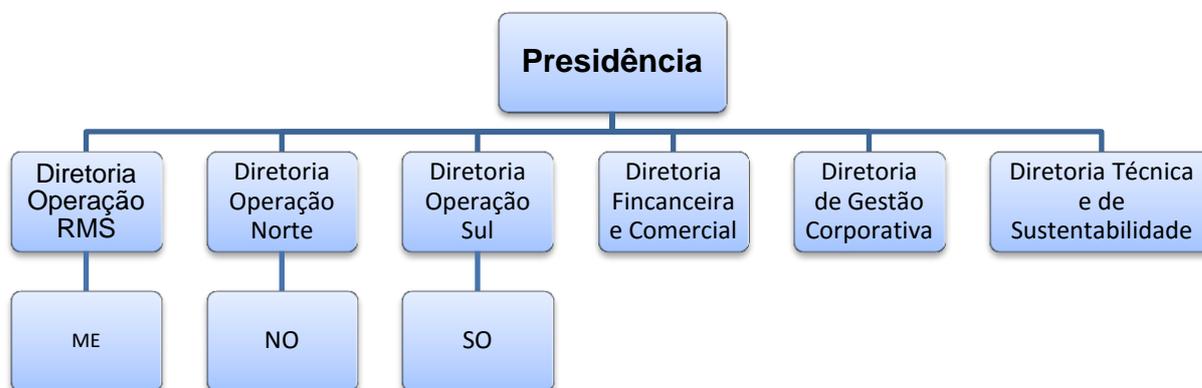


Figura 15 (EMBASA, 2012):

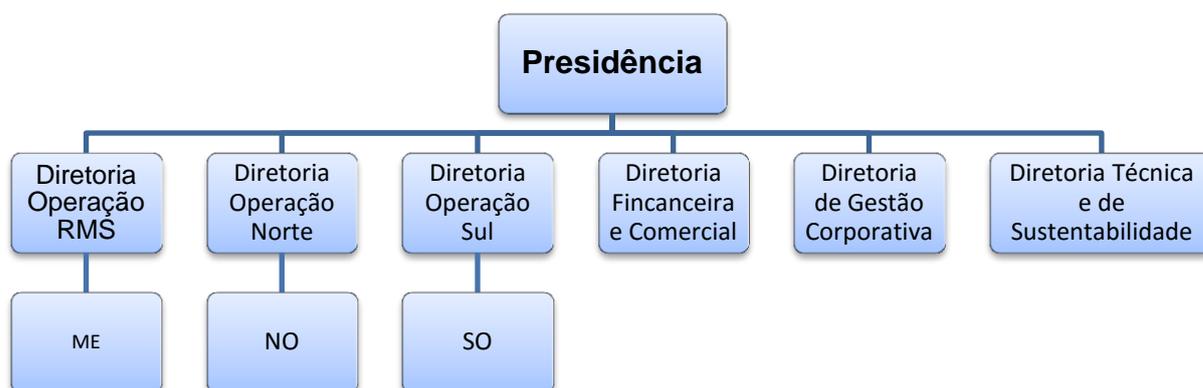


Figura 15 - Organograma da EMBASA\*

**Fonte:** Adaptado de EMBASA (2012)

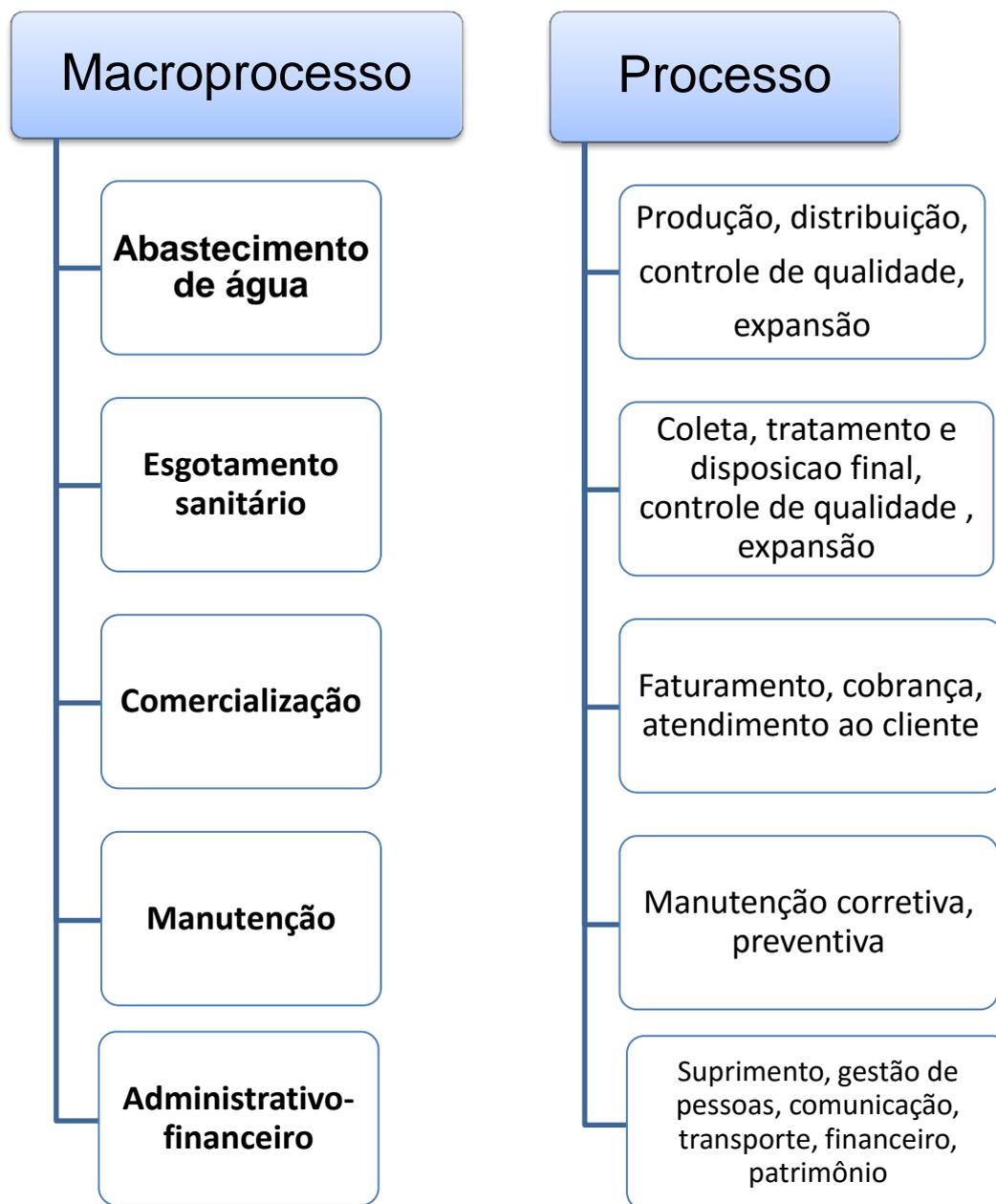
\*A empresa passou por uma reestruturação em 2015

No ano considerado para execução do inventário, a empresa possuía 5.765 funcionários distribuídos nas diversas unidades. As diretorias de operação da Embasa (DN, DS e DM) possuíam 4 superintendências (ME, MA, SO, NO) que por sua vez coordenavam 13 unidades regionais (URs) no interior e seis na Região Metropolitana de Salvador (EMBASA, 2012).

Como a EMBASA não possui participação societária em outras empresas, com relação à definição dos limites organizacionais, a abordagem a ser utilizada é a de controle operacional. Essa etapa, basicamente, consiste na explanação da estrutura organizacional da EMBASA e na caracterização do seu processo produtivo.

Após a análise da estrutura organizacional, foi necessária a análise das atividades da Embasa. Verificou-se que a empresa coordena cinco macroprocessos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, comercialização, manutenção e administração. Cada macroprocesso envolve uma série de processos, tal como pode ser visualizado no Quadro 13.

Quadro 13 - Macroprocessos desenvolvidos na EMBASA



Fonte: Embasa (2011)

Desse modo, analisando-se os processos desenvolvidos pela empresa e seguindo as orientações para identificar potenciais fontes de emissão de GEE em organizações da área de saneamento, foram priorizadas as categorias as quais seriam priorizadas para elaboração do inventário. No Quadro 14 são discriminadas todas as fontes identificadas conforme o escopo, além de detalhar quais foram incluídas ou excluídas. As exclusões ocorreram, principalmente, devido à ausência de dados mínimos para estimativa de cada categoria.

Quadro 14- Fontes de emissão de GEE identificadas e situação quanto à inclusão neste inventário

Escopo	Categoria	Descrição	Situação
1	Emissões fugitivas de aparelhos de ar condicionado	Refere-se à quantidade de gás aplicada na manutenção dos aparelhos em 2012	Excluído
1	Emissões fugitivas de extintores de incêndio	Refere-se à quantidade de gás utilizada na recarga em 2012	Excluído
1	Emissões metano tratamento efluentes	Inclui a emissão decorrente do tratamento do esgoto e do esgoto sem destinação adequada (não tratado)	Estimado
1	Emissões metano tratamento do lodo	Considera emissões devido ao tratamento do lodo das estações de tratamento de esgoto	Excluído
1	Emissões óxido nitroso tratamento efluentes	Considera emissão de óxido nitroso em sistemas de tratamento que geram esse gás	Excluído
1	Combustão móvel	Refere-se ao consumo de combustível utilizado pelos veículos da empresa durante o ano	Estimado
2	Consumo de energia	Inclui as atividades relacionadas à captação de água, estações elevatórias de água (bruta e tratada), estações elevatórias de esgoto	Estimado
3	Viagens a negócios – terrestre	Considera as viagens realizadas por funcionários a serviço da empresa realizados por transporte de terceiros (carros, ônibus)	Estimado
3	Viagens a negócios – aérea	Considera as viagens realizadas por funcionários a serviço da empresa utilizando aeronaves	Estimado
3	Deslocamento funcionários	Considera a distância percorrida pelo funcionário de sua residência ao trabalho durante o ano	Estimado
3	Transporte de resíduos operacionais	Considera o transporte do material retido em peneiras e gradeamento das estações elevatórias e no tratamento preliminar em estações de tratamento de esgoto ao local de disposição final	Estimado
3	Transporte de materiais (cadeia de fornecedores)	Inclui o transporte dos fornecedores de materiais aos almoxarifados da Embasa	Estimado
3	Transporte de resíduos operacionais – lodo	Considera o transporte do lodo de estações de tratamento de água e tratamento de esgoto ao local de disposição final	Excluído
3	Transporte de resíduos administrativos	Considera o transporte dos resíduos gerados em oficinas das unidades da empresa ao local de processamento	Excluído
3	Tratamento e disposição de resíduos orgânicos	Considera as emissões associadas ao tratamento e disposição desses resíduos	Excluído
3	Transporte para manutenção de redes e ramais de esgoto	Refere-se ao deslocamento das equipes para execução dos serviços de manutenção	Excluído
3	Transporte para serviço de correios e malote	Refere-se ao transporte de documentos e outras encomendas entre as diversas unidades da empresa	Excluído
3	Viagens carro pipa	Considera a distância percorrida para atender regiões que não possuem abastecimento de água potável	Excluído
3	Outras atividades relacionadas a transporte	Refere-se à distância percorrida para realização das atividades ao longo do ano por fontes que não são controladas pela empresa	Excluído

Fonte: Elaboração própria

### **3.1.1. Pesquisa Bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica consistiu no estudo dos conceitos de pegada de carbono e de inventários de gases de efeito estufa com base na leitura de artigos científicos e dissertações/teses. Também, buscou-se identificar as metodologias existentes para a elaboração de inventários conforme apresentado no capítulo 2. Verificou-se que a aplicação poderia ser em nível nacional, estadual, municipal ou organizacional.

Como a instituição em análise é uma empresa, enfatizou-se os métodos de elaboração de GEE com enfoque em organizações. A pesquisa bibliográfica sobre quantificação de emissões de GEE, além de considerar artigos científicos, dissertações/teses, inclui *guidelines* e publicações dos diferentes organismos responsáveis pela elaboração destes documentos, a exemplo de DEFRA, *GHG Protocol*, PAS 2050. Enfatiza-se também que, sendo a Embasa uma empresa de saneamento, foi feito um levantamento do marco regulatório do setor. Nesse sentido, foi consultada a Política Nacional de Saneamento Básico, no qual se destaca a universalização dos serviços. Analisou-se também a Política Estadual de Saneamento Básico a qual atribui a Embasa o importante papel de executora da referida política. Assim, observa-se que a empresa possui uma grande responsabilidade a qual reconhece em seu planejamento estratégico, universalizar os serviços com sustentabilidade.

Desse ponto de vista da sustentabilidade, consultou-se também as Políticas de Resíduos Sólidos e, por fim, a Política Nacional de Mudanças de Climáticas.

Adicionalmente, foram consultados inventários de empresas de diferentes tipologias, além de inventários estaduais (São Paulo, Rio de Janeiro), comunicação Nacional do Brasil, e inventários do setor de transporte elaborados pelo Ministério do Meio Ambiente.

### **3.1.2. Análise de Documentos corporativos**

Essa etapa consistiu na análise de todos os documentos fornecidos pela empresa com a finalidade de compreender os processos. Assim, considerou-se o Planejamento Estratégico da Embasa ciclo 2012-2015, os relatórios de sustentabilidade, os pareceres técnicos de licenciamento de sistemas de esgotamento sanitário e de abastecimento de água, bem como avaliações ambientais e Relatórios Técnicos de Garantia Ambiental (RTGA). No caso do planejamento estratégico, o foco da análise concentrou-se em identificar indicadores os quais poderiam ser utilizados para mensurar emissões de GEE. Em relação aos relatórios de sustentabilidade, o objetivo foi verificar como a empresa estava relatando as emissões e questões climáticas e se as informações constantes estavam em conformidade com o modelo adotado para o reporte. Os outros documentos ambientais foram utilizados para complementar dados relativos a sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e identificar as soluções adotadas para destinação de resíduos, incluindo o tratamento e disposição. Também foi considerando o relatório gerencial de 2012 descrevendo as ações da empresa, o documento denominado “orçamento programa” o qual discrimina os materiais a serem comprados, os que possuem processo de compras centralizado e os descentralizados nas Unidades regionais. Verificou-se também o manual do almoxarifado Central da Embasa-GLM que especifica o processo de compra, armazenamento e controle de qualidade de produtos na Embasa.

### **3.1.3. Observação**

A etapa de observação para execução do projeto iniciou-se com contato prévio junto a Diretoria Técnica e de Sustentabilidade (DT), no qual a autora desenvolvia suas atividades na unidade de projetos de abastecimento de água. Na ocasião, foi apresentada a minuta contendo a proposta de trabalho a ser desenvolvida nessa pesquisa. Posteriormente, foi realizada uma reunião, em 11 de junho de 2012, com a presença das assessorias operacionais (DN, DS e DM) e uma assessora da DT. No encontro, foi apresentado o projeto e analisada qual seria a estratégia mais apropriada para a coleta de dados. Assim, foi definido que deveria ser elaborado um

questionário com os dados necessários para o cálculo referentes aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Conforme acordado, o documento foi encaminhado em 17 de junho de 2012 por meio de correio eletrônico às assessorias. Ressalta-se que apenas uma retornou e ratificou a exigência de formalizar a solicitação via DT com vistas à análise do pleito e aprovação por parte das outras diretorias. Frente ao contexto de não adesão por parte das assessorias, a pesquisadora necessitou identificar outras alternativas para obtenção dos dados.

A DT indicou outra assessora para viabilizar a coleta de dados na empresa. Apesar do apoio institucional da DT, foi extremamente complexo o levantamento de dados provenientes de outras diretorias.

As informações constantes nos documentos do Departamento de Gestão Ambiental (TMA) foram disponibilizadas para consulta. Como os dados constantes no TMA eram insuficientes para a realização do inventário, foi elaborada uma carta formalizando a solicitação de dados à Superintendência de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador (MA). Assim, após a formalização, foi feita uma visita à MAT no dia 20 de agosto de 2012. Para a categoria de escopo 2 ocorreu o intermédio da DT junto ao Departamento de Eficiência Energética (TSE). Durante a reunião realizada entre a autora e o referido gerente foi apresentado o sistema de controle de consumo de energia da empresa e disponibilizado um login e senha para acesso. Desse modo foram gerados os relatórios de consumo mensal de energia para os anos de 2011 e 2012.

Além disso, foram formalizadas solicitações ao Departamento de Gestão de Pessoal (GPA), realizadas visitas à Divisão de Administração de Pessoal para coletar dados relacionados ao transporte de funcionários e viagens a negócio. No Quadro 19, situado ao final do capítulo, são apresentados com detalhes os dados coletados, o meio de obtenção e a fonte.

A autora também realizou estágio no Instituto de Engenharia da *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)* situada na Cidade do México. Além disso,

foram realizadas visitas em empresas europeias por intermédio da Universidade Nova de Lisboa (UNL) e Universidade Politécnica de Madri (UPM).

#### **3.1.4. Entrevistas**

Também foram realizadas entrevistas para o levantamento de iniciativas relacionadas às mudanças climáticas com representantes de diversas empresas de água e esgoto europeias. O principal intuito dessa etapa foi identificar as principais estratégias climáticas adotadas por essas organizações. Nesse sentido, foram identificadas as iniciativas relacionadas à gestão de emissões, tais como a elaboração do inventário, relato de indicadores, realização de estudos de adaptação e pesquisas relacionadas à minimização. Destaca-se em Portugal, o encontro com a diretora de responsabilidade social do grupo Águas de Portugal e a gerente de gestão de ativos da Empresa de Águas Livres de Lisboa. Na Espanha contactou-se a Canal de Isabel II e o CETaqua (Águas de Barcelona). Na França, foi entrevistado o gerente de eficiência energética da *Degreemont*, enquanto na Holanda um dos pesquisadores da *Waternet*. A SEDAPAL, apesar de ser da América do Sul, também foi incluída por meio de conversa com o gerente de meio ambiente. As entrevistas foram presenciais ocorrendo nas unidades físicas das empresas e em eventos internacionais nos quais a autora participou durante o ano de 2014. No anexo I são relacionadas todas as entrevistas realizadas e os respectivos respondentes.

### **3.2. METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES**

A partir da definição das categorias que foram consideradas no inventário, nesta seção será explicitada detalhadamente a metodologia utilizada e as considerações feitas para estimativa.

Os gases incluídos na quantificação foram o dióxido de carbono, o metano e o óxido nítrico. O poder de aquecimento global adotado para cada um foi de 1, 21 e 310, respectivamente (IPCC, 1996). Apesar dos valores já terem sido revisados, os inventários nacionais e estaduais consultados ainda adotam os dados do relatório de 1996.

### 3.2.1. Escopo 1

#### 3.2.1.1. Tratamento de efluentes

A estimativa das emissões de metano decorrentes do tratamento de esgoto e do lançamento bruto em corpos d'água foi realizada considerando as diretrizes do IPCC. Devido ao fato da tecnologia utilizada pela Embasa, com potencial de produzir GEE, ser basicamente anaeróbia, não foi feita estimativa para o óxido nitroso.

Passos para calcular emissões de metano (IPCC, 2006):

**Passo 1:** Estimativa do material degradável no esgoto doméstico realizado conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Estimativa do material degradável do esgoto em municípios atendidos pela Embasa

Estado	A População	B Degradable organic component (DBO) (kg DBO/cap/ano)	C Fator de correção para descarga de efluentes industriais (I) <sup>2</sup>	D Matéria orgânica degradável (TOW) (kg DBO/ano) D=AXBXC
Bahia	12.328.725*	18,25	1**	224.999.231

**Fonte:** Elaboração própria

\*considerados os municípios que são atendidos pela Embasa.

\*\* a Embasa não trata efluentes industriais, então se utiliza para C o valor default para não coletado =1

$$Tow = PxDBOx0,001x365$$

Onde:

TOW = carga orgânica total do esgoto no ano do inventário, kg DBO/ano

P = população no ano do inventário

DBO = DBO per capita no ano do inventário, g/pessoa/dia (valor padrão para o Brasil segundo o Guia IPCC-2006 é 50 (g/pessoa/dia)

0,001 = conversão de grama DBO para kg DBO

I = fator de correção para descarte de DBO comercial na rede coletora (valores padrão: 1,25 for coletado e 1 para não coletado)

**Passo 2:** Matéria orgânica degradável nas estações de tratamento de esgoto da Embasa

O fator essencial para determinar o potencial de geração de metano em estação de tratamento de esgoto reside na quantidade de matéria orgânica degradável presente. O parâmetro utilizado para medição do componente orgânico em esgotos é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (IPCC, 2006).

Para calcular a DBO de entrada nas estações, utilizaram-se dados de monitoramento das plantas constantes nas Declarações de Carga Poluidora disponibilizadas pelo Departamento de Gestão Ambiental (EMBASA, 2012). Foram fornecidos valores para todos os meses de 2012, assim calculou-se a média anual de entrada e saída de DBO das plantas.

A DBO removida nas estações foi calculada por meio da seguinte equação:

$$DBO\ removida = (DBO\ entrada - DBO\ saída) \times Q_{tratada} \text{ (l/dia)}$$

Onde:

$$DBO\ removida = DBO\ removida \text{ (g/dia)}$$

$$DBO\ entrada = DBO\ afluyente\ as\ estações \text{ (g/l)}$$

$$DBO\ saída = DBO\ efluente \text{ (g/l)}$$

$$Q\ tratada = vazão\ tratada\ em\ cada\ planta \text{ (g/dia)}$$

Após os cálculos encontrou-se os seguintes valores de DBO conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Valores de DBO relacionadas às estações de tratamento de esgoto da Embasa, 2012

DBO	DBO removida (kg DBO/ano)
Entrada nas plantas	166.297.901
Removida	158.919.116
Não removida	7.420.587

Fonte: Elaboração própria

### Passo 3: Fatores de emissão utilizados

O fator de emissão para um sistema de tratamento é função do potencial máximo de produção de metano e do fator de correção de metano conforme a seguinte equação:

$$EF = Bo * FCM$$

Onde:

EF: Fator de emissão (kg de CH<sub>4</sub> / kg de DBO)

B<sub>0</sub>: Capacidade máxima de produção de CH<sub>4</sub> (0,6 kg de CH<sub>4</sub> / kg de DBO)

FCM: Fator correção para o metano (valores padrão para cada sistema de tratamento propostos pelo IPCC)

O B<sub>0</sub> corresponde à quantidade máxima de metano que pode ser gerada por uma determinada quantidade de carga orgânica (representada pela DBO ou DQO) enquanto o FCM indica a medida que se manifesta o B<sub>0</sub> em cada tipo de tratamento. Assim, indica o quanto um sistema é anaeróbico. No Quadro 15 são apresentados os valores padrão de FCM conforme IPCC (2006):

Quadro 15 - Fatores de correção de CH<sub>4</sub> para cada tipo de tratamento de esgoto doméstico

Tipo de tratamento e sistema ou caminho de disposição	FCM	Variação
<b>Sistemas sem tratamento</b>		
Descarte em rios, mar ou lagoas/lagos	0,1	0 – 0,2
Valões	0,5	0,4 – 0,8
Rede de esgoto	0	0
<b>Sistemas com tratamento</b>		
Planta de tratamento aeróbica, centralizada (bem operada)	0	0 – 0,1
Planta de tratamento aeróbica, centralizada (mal operada ou saturada)	0,3	0,2 – 0,4
Digestor anaeróbico para lodo	0,8	0,8 – 1,0
Reator anaeróbico	0,8	0,8 – 1,0
Lagoa rasa anaeróbica	0,2	0 – 0,3
Lagoa profunda anaeróbica	0,8	0,8 – 1,0
Fossas sépticas	0,5	0,5

Fonte: IPCC (2006)

Se não houver dados da região de estudo, utiliza-se valor padrão de 0,6 kg CH<sub>4</sub>/kg DBO para B<sub>0</sub>; caso tenha valores de DQO, pode ser feita a conversão em DBO multiplicando-se por um fator de 2,4.

**Passo 4:** Emissões totais de CH<sub>4</sub> procedentes das estações de tratamento de esgoto da Embasa em 2012.

A formula utilizada para a estimativa das emissões totais foi a seguinte:

$$\text{Emissões de CH}_4 = \sum EF * TOW$$

onde:

Emissões de CH<sub>4</sub>: Emissões de CH<sub>4</sub> durante o ano do inventário (kg de CH<sub>4</sub>/ ano)

TOW: Total de matéria orgânica presente no esgoto no ano do inventário (kg de DBO/ano)

EF: Fator de emissão (kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO)

Ressalta-se, que a estimativa de emissões de CH<sub>4</sub> foi classificada em três categorias

- a) quantidade total de DBO removida pelas estações de tratamento
- b) quantidade total de DBO não removida
- c) quantidade total de DBO que não entra nas estações (DBO não tratada)

Cálculo da quantidade de DBO não removida em função da carga orgânica

$$DBO \text{ nao removida} = \frac{DBO \text{ entrada anual (kgDBO)} - DBO \text{ removida (kgDBO)}}{DBO \text{ gerada no ano}}$$

Cálculo da quantidade de DBO sem tratamento em função da carga orgânica

$$DBO \text{ sem tratamento} = \frac{DBO \text{ gerada no ano} - DBO \text{ entrada anual (kgDBO)}}{DBO \text{ gerada no ano}}$$

As diversas tecnologias existentes na empresa foram agrupadas em categorias e considerados os seguintes fatores de correção de metano (ver Tabela 3):

Tabela 3 - Processo de tratamento x FCM

Processo de tratamento	FCM
Reator anaeróbico de fluxo ascendente	0,8
Aeróbico	0,4
Fossa	0,5
Emissários submarinos	0
Lagoa profunda/(Lagoa anaeróbia	0,8
Lagoa rasa/Lagoa Facultativa	0,2

Fonte: IPCC (2006)

Nos casos de associação de tratamentos anaeróbios e aeróbios foi adotado o FCM mais elevado. As estações aeróbias foram consideradas como mal operadas.

### 3.2.1.2. *Combustão móvel*

A combustão móvel do escopo 1 é derivada do deslocamento da frota própria da empresa. Nesse caso, seriam incluídas as viagens a negócios terrestres, transporte de funcionário da residência ao trabalho nas situações em que o mesmo é disponibilizado pela empresa, transporte de materiais entre os almoxarifados e outras unidades. Nos casos em que o transporte é realizado por prestadores de serviço, essas emissões são enquadradas no escopo 3. Por exemplo, deslocamento do funcionário da residência ao trabalho utilizando veículo próprio ou transporte público. Pode-se mencionar também o transporte de produtos químicos das indústrias aos centros de produção de água da Embasa. Nas situações mencionadas, a emissão decorre da atividade da Embasa, entretanto, a mesma não controla esses veículos.

Em relação à combustão móvel, o GHG oferece a ferramenta para cálculo nas seguintes modalidades: transporte rodoviário, ferroviário, hidroviário e aéreo. No caso do inventário em análise foi considerado apenas o modal rodoviário, pois a empresa utiliza prioritariamente veículos automotivos para deslocamento. A ferramenta disponibiliza duas opções para o cálculo: pelo consumo de combustível ou pela distância percorrida pelos veículos. No entanto, o cálculo pelo consumo de combustível é mais indicado, por gerar uma estimativa mais precisa. Portanto, foi considerada a opção 1 em função da maior precisão e da disponibilidade dos dados.

A primeira instrução fornecida pela ferramenta de cálculo é a priorização do cálculo pelo relato por tipo de frota e ano. Apesar dos dados fornecidos pela Embasa conter a quantidade, tipo e ano da frota própria, não constava informações referentes ao consumo de cada veículo, por isso não foi possível utilizá-lo. Assim, optou-se pelo cálculo por meio do consumo total anual de combustível, detalhado em gasolina e óleo diesel. Os resultados da combustão móvel foram obtidos através da ferramenta versão 2012.1 do GHG PROTOCOL, disponível no site (GHG PROTOCOL; 2013).

Essa ferramenta é uma planilha Excel de fácil uso que executa os cálculos para a obtenção de dados mais precisos, pois já está compatível com os fatores de emissão adequados à metodologia. Basicamente, os cálculos realizados pela ferramenta constituem-se na aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{Combustão direta} = \text{consumo de combustível} \times \text{fator de emissão}$$

Onde:

Consumo de combustível: quantidade de combustível consumida ao longo do ano de 2012, os quais foram disponibilizados pelo Departamento de Transportes da Embasa;

Fator de emissão: a ferramenta utiliza os dados do inventário nacional de veículos terrestres elaborados pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil e do IPCC conforme Tabela 4 (BRASIL, 2011b).

Tabela 4 - Fatores de emissão por tipo de combustível

Combustível	kg CO <sub>2</sub> /l	kg CH <sub>4</sub> /l	kg N <sub>2</sub> O /l	Fonte
Gasolina	2,2690	0,0008	0,00026	MMA (CO <sub>2</sub> ) / IPCC (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
Diesel	2,6710	0,0001	0,00014	MMA (CO <sub>2</sub> ) / IPCC (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
Alcool	1,1780	0,0004	-	MMA (CO <sub>2</sub> ) / IPCC (CH <sub>4</sub> ) (2006; Ch.3)

**Fonte:** Baseado em GHG Protocol (2012)

Cabe destacar que o consumo não foi discriminado por atividade e nem por região de atuação da empresa. Desse modo não há possibilidade de diferenciar a parcela de combustível consumida com deslocamento interno de funcionários nos municípios, a parcela relacionada a viagens intermunicipais e outras realizadas com veículos controlados pela Embasa. Nessa categoria estão compreendidos além dos carros de propriedade da empresa os que são locados.

### 3.2.2. Escopo 2

#### 3.2.2.1. Consumo de energia

Os fatores interferentes na estimativa são o consumo mensal da empresa e o fator de emissão. O consumo foi obtido por meio do sistema de controle de energia da companhia. Realizou-se o somatório do consumo total para a empresa, considerando as atividades administrativas e operacionais, e os fatores de emissão mensais estão disponíveis no site do Ministério de Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2011a). Desta forma, aplicou-se a ferramenta proposta pelo GHG:

$$\text{Emissão energia} = \text{consumo de energia mensal} \times \text{fator de emissão mensal}$$

Onde:

Consumo de energia mensal: quantidade mensal de energia elétrica consumida em kWh

Fator de emissão (fator de emissão para energia elétrica, os quais são disponibilizados mensalmente pelo MCT (Ministério de Ciência e Tecnologia) (BRASIL, 2011a)

Na Tabela 5 são apresentados os valores relativos ao consumo de energia e respectivos fatores de emissão por mês durante o ano de 2012.

Tabela 5 - Fatores de emissão e consumo de energia no ano de 2012

Mês	Fator de Emissão	Consumo (MWh)
Janeiro	0,0294	111.782
Fevereiro	0,0322	109.153
Março	0,0405	118.471
Abril	0,0642	105.526
Mai	0,062	119.266
Junho	0,0522	109.888
Julho	0,0394	107.616
Agosto	0,046	112.361
Setembro	0,0783	109.748
Outubro	0,0984	114.941
Novembro	0,1636	105.890
Dezembro	0,1168	104.984

**Fonte:** Baseado em Embasa - TSE (2012) e Brasil (2011a)

### 3.2.3. Escopo 3

### 3.2.3.1. Viagens a negócio

Para estimativa das emissões pelas viagens a negócios foi necessário analisar a distância percorrida durante o ano. A Embasa não realiza o controle da distância percorrida pelos funcionários em viagens. Assim, foram utilizados os dados do sistema de controle de diárias, fornecidos pela Divisão de Execução Financeira: informação sobre a origem e destino do trajeto, a data e o motivo da viagem. Deste modo, foi calculada a distância de cada viagem pelo google maps, considerando sempre o trajeto com a maior distância oferecida. Esses valores obtidos foram multiplicados por dois para contabilizar o trajeto de ida e volta.

As viagens a negócios feitas pelos funcionários foram divididas em aéreas e terrestres, pois utilizam diferentes fatores de emissão. Foi obtida a relação de viagens realizadas em 2012 por meio de uma solicitação feita pela Central de Atendimento ao Usuário (CAU) do setor de informática (FTI). O relatório foi gerado por meio da Divisão Funcional do ERP (FTCF/DF) e conforme informações dos técnicos do FTI possui as seguintes limitações:

- “1) Na transação de viagem ainda não dispomos do meio de transporte nem tão pouco da origem. Esses dados foram inseridos no relatório sob forma de estimativa, por meio do destino e cruzamento de dados com o RH.
- 2) Com base no item anterior, nas viagens interestaduais e internacionais conclui-se que utilizarão o meio aéreo, enquanto que as viagens intermunicipais e dentro da localidade/município utilizarão meio de transporte terrestre (outros meios de transporte, por exemplo ferry boat) não estão indicados. É importante frisar que as viagens áreas não têm registrado o bilhete na transação de viagem (PR05);
- 3) Deslocamentos com duração inferior a 24h não considerados viagem e, desta forma, não são registrados na referida transação. Este controle é feito pela FFAE.
- 4) Sabe-se que há erros em lançamentos de viagens com erros (datas e valores);
- 5) O campo destino é de preenchimento livre (não é matchcode), desta forma, o sistema não impõe qualquer restrição ou verificação de conteúdo. Além disso, sabe-se que viagens onde o colaborador passará por diversas localidades, normalmente é indicado apenas àquela mais distante;” (EMBASA FTCF, 2013).

Para viagens terrestres, a planilha de dados obtida da empresa possuía apenas informação sobre a origem e destino do trajeto, a data e o motivo da viagem. Dessa forma, não relatava o tipo de transporte (carro ou ônibus) ou o combustível utilizado no trajeto. Para adequar esses dados às necessidades da metodologia, foi calculada a distância de cada viagem pelo google maps, considerando sempre o trajeto com a maior distância oferecida. Esses valores obtidos foram multiplicados por dois para contabilizar o trajeto de ida e volta.

A estimativa foi feita através da premissa de que toda a distância total percorrida foi feita apenas por um tipo de veículo e ainda, utilizando o mesmo tipo de combustível. Essa premissa foi fundamental para a aplicação dos fatores de emissão. A partir disso, foi calculada a emissão individual para os seguintes casos de utilização dos meios de transporte e combustíveis:

1. Carro- utilizando gasolina
2. Carro- utilizando álcool
3. Ônibus- utilizando diesel

Deste modo aplicou-se a seguinte equação:

$$\textit{Emissão devido viagens terrestres} = \textit{distância} \times 2 \times \textit{fator de emissão}$$

Onde:

Distância - correspondente ao somatório dos maiores valores encontrados ao utilizar o aplicativo google maps em cada viagem utilizando origem e destino constante na transação de diária

Fatores de emissão - baseado no inventário nacional de veículos terrestres elaborado pelo MMA (BRASIL, 2011.b) e na Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, elaborada pelo MCTI (BRASIL, 2010) conforme Tabela 6:

Tabela 6 - Fatores de emissão para viagens terrestres e deslocamento de funcionários

Veículo	kg CO <sub>2</sub> /km	kg CH <sub>4</sub> /km	kg N <sub>2</sub> O /km	Fonte
Veículo de passeio a álcool	0,11780	0,00001	0,000004	MMA (CO <sub>2</sub> ) / MCT (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
Veículo de passeio a gasolina	0,22690	0,00001	0,00001	MMA (CO <sub>2</sub> ) / MCT (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)
Motocicletas a gasolina	0,22690	0,00012	-	MMA (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> )
Ônibus urbano a diesel	0,2671	0,00002	-	MMA (CO <sub>2</sub> ) / MCT (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)

**Fonte:** Baseado em GHG Protocol (2012)

A distância total encontrada para viagens terrestres correspondeu a 3.796.748 Km. Para viagens aéreas utilizou-se os mesmos dados das realizadas por meio terrestre. Considerou-se que todas as viagens interestaduais e internacionais foram realizadas por aeronaves. Deste modo, foram enquadradas 133 diárias e contabilizadas nessa categoria. Para estimativa aplicou-se a seguinte equação:

$$Emissão\ devido\ viagens\ aéreas = distância \times 2 \times fator\ de\ emissão$$

Onde:

Distância – correspondente ao somatório dos maiores valores encontrados ao utilizar o aplicativo google maps em cada viagem utilizando origem e destino constante na transação de diária

Fatores de emissão – baseados em Defra/DECC's Greenhouse Gas Conversion Factors for Company Reporting (Defra/DECC, 2012) e relacionados na Tabela 7:

Tabela 7 - Fatores de emissão para viagens aéreas

Distância aérea	Acréscimo para refletir a rota real	FE de CO <sub>2</sub>	FE de CH <sub>4</sub>	FE de N <sub>2</sub> O	Fontes
		(kg CO <sub>2</sub> / passageiro*km)	(kgCH <sub>4</sub> / passageiro*k m)	(kgN <sub>2</sub> O / passageiro*km)	
Longa-distância (d ≥ 3.700 km)	9%	0,1106	0,00006	0,000002	CO <sub>2</sub> : DEFRA; CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O: US EPA
Média-distância (500 ≤ d <3.700 km)	9%	0,0983	0,00006	0,000002	CO <sub>2</sub> : DEFRA; CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O: US EPA
Curta-distância (d < 500 km)	9%	0,1753	0,00012	0,000004	CO <sub>2</sub> : DEFRA; CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O: US EPA

**Fonte:** Extraído de GHG Protocol (2012)

Seguindo a orientação das instituições DEFRA (2012) e US EPA (2007), os trajetos foram classificados em curto, médio ou longo para aplicação dos respectivos fatores de emissão. Na Tabela 8 estão relacionadas à quantidade de viagens realizadas conforme a extensão e a quilometragem associada para o ano de 2012:

Tabela 8 - Viagens aéreas da Embasa por tipologia e distância correspondente (ano 2012)

Classificação do trajeto	Quantidade	Km
Curta	5	3.697
Média	126	494.509
Longa	2	36.654
Total	133	534.860

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base em Embasa/FTCF/DF (2012) e google maps (2012)

### 3.2.3.2. *Deslocamento de funcionários da residência ao local de trabalho*

Essa categoria corresponde às emissões associadas ao deslocamento do funcionário de sua residência ao local de trabalho durante o ano e para estimá-la utiliza-se a seguinte equação:

$$\text{Emissões devido deslocamento funcionários} = \text{distância} \times \text{fator de emissão}$$

Onde:

Distância: corresponde a distância total percorrida durante o ano de 2012 da residência ao trabalho incluindo o retorno

Fatores de emissão: os mesmos utilizados para viagens de negócios terrestres conforme Tabela 6.

Assim como não há acompanhamento da distância percorrida em viagens a negócios realizados pelos funcionários, a Embasa não possui informações referentes a distância percorrida de sua habitação ao local de trabalho. De modo similar, desconhece o tipo de transporte e o combustível utilizado. Em seu banco de dados de funcionários, a empresa registra a residência, a unidade de lotação e se

recebem auxílio para o transporte. A Embasa, por meio do Departamento de Pessoal, forneceu dados de 5.765 funcionários cadastrados, divididos entre a Região Metropolitana de Salvador e interior. Como as informações fornecidas não foram suficientes para o cálculo (distância percorrida e meio de transporte utilizado) foram adotados os seguintes critérios:

- 1) funcionários que recebem auxílio transporte: todos utilizam ônibus
- 2) funcionários que não recebem auxílio

#### 2.1) Salvador e RMS

70% utiliza carro

30% utiliza motos

Considerou-se que ambos são abastecidos por gasolina, pois o valor do preço do álcool em 2012 não justificava seu abastecimento, por outro lado é o pior cenário de emissão.

Para estimativa da distância percorrida, foi pesquisado aplicativo *google maps*® o trajeto do bairro onde o funcionário reside até o local de trabalho. Para os casos em que o aplicativo ofereceu duas opções de trajeto, foi utilizado o mais distante, com maior quantidade de quilômetros percorridos. Considerou-se que o funcionário desloca-se de casa-trabalho duas vezes dia, correspondendo ao trajeto de ida e volta, durante 250 dias, que é a quantidade de dias trabalhados no ano (dias úteis).

Portanto:

*Distância percorrida*

$$= \text{distância do bairro para empresa} \times 2 \times 250 \times \text{fator de emissão}$$

Para os funcionários que utilizam carros foi adotado um percentual a mais no valor encontrado, em torno de 15%. Este valor corresponde ao deslocamento no horário de almoço.

Foi feita a análise do trajeto de 2692 funcionários da Região Metropolitana de Salvador, montante que representa 53% do total da empresa. Esse valor foi dividido entre os funcionários que recebem vale transporte, e, portanto usam ônibus, e aqueles que não recebem o auxílio conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Quantidade de funcionários que recebem e não recebem vale

Vale	Quantidade de funcionários	Distância percorrida estimada (km)
Recebem	1641	10.738.550
Não recebem	1051	6.368.000
TOTAL	2692	17.106.550

**Fonte:** Elaboração do autor com base em google maps e Embasa GPA (2012)

O total desses deslocamentos foi de 17.106.550 km conforme pode ser visto na Tabela 10:

Tabela 10 - Distância percorrida por tipo veículo para Salvador e RMS em 2012

	D (km)	Mais 15% do almoço (km)
Carro	7.516.985	8.644.532
Moto	3.221.565	
Ônibus	6.368.000	

**Fonte:** Elaboração do autor com base em google maps

Para o cálculo das emissões de GEE no deslocamento de funcionários das unidades do interior do Estado, utilizou-se os dados fornecidos pelo Departamento de Gestão de Pessoal da Embasa que indicava o endereço da residência de cada funcionário e o seu respectivo local de trabalho. Assim, foi pesquisado no aplicativo cada distância. Como na Região Metropolitana, adotou-se que o funcionário fazia esse percurso duas vezes durante 250 dias, quantidade de dias trabalhados no ano.

Vale ressaltar que não foi possível localizar todos os endereços dos escritórios locais da Embasa nas cidades bem como nem todos endereços das residências dos funcionários. Para esses casos, calculou-se uma média das distâncias que foram encontradas. Também foram desprezadas as distâncias que destoavam de um raio aceitável, por exemplo: o funcionário morar em Salvador e trabalhar em Barreiras, para essa situação também se adotou a média calculada. Provavelmente, os funcionários não atualizaram o cadastro. Para aquelas situações em que não foi possível localizar os endereços, considerou-se que a residência do funcionário se encontrava no Bairro centro e a sua unidade de trabalho era o escritório local e adotou-se a distância de 1 km. Em todas as situações em que o funcionário residia

no bairro centro, foi adotado como ponto de referência do seu domicílio a Prefeitura Municipal.

Para o meio de transporte considerou-se que 60% dos funcionários utilizavam carro, 30% moto e 10% bicicleta ou iam a pé para o trabalho. Para aqueles funcionários que usam carro adotou-se um percentual de 15% a mais relativo ao horário do almoço. As distâncias encontradas para cada situação estão descritas na Tabela 11:

Tabela 11 - Distância percorrida por tipo de transporte no interior em 2012

	D (km)	Mais 15% (km)
Distância carro (60%)	3.229.866	3.714.345
Distância moto (30%)	1.614.933	-
Distância a pé/bicicleta (10%)	538.311	-

**Fonte:** Elaboração do autor com base no google maps®

As limitações encontradas para o cálculo foram:

1. Não reconhecimento de alguns bairros pelo aplicativo google maps®;
2. Dados incompatíveis com a realidade não foram computados para o cálculo. Ex: funcionário que tem moradia em Jequié e lotado na Bolandeira-Salvador;
3. Funcionários que residem no mesmo bairro em que trabalham. Nesse caso, a distância considerada foi 1 km;
4. Só foram levantados dados dos funcionários próprios da EMBASA, devido ao elevado número de contratos de terceirização.

### 3.2.3.3. Transporte e Distribuição (*Upstream*)

Referente à cadeia de fornecedores da Embasa foi considerado o transporte e distribuição (*Upstream*). Para o cálculo da emissão são necessários os fatores de emissão e as distâncias percorridas para entrega dos produtos.

Para facilitar a análise, os materiais foram agrupados em categorias conforme o Manual de Orçamento Programa da Embasa (EMBASA, 2013). Esse agrupamento compreende produtos químicos, combustíveis, materiais hidráulicos e todos os itens

necessários para o processo produtivo e atividades em escritórios cuja relação completa pode ser vista no Apêndice B.

#### *3.2.3.3.1. Procedimentos para estimativa das distâncias entre fornecedores e almoxarifados*

A empresa não tem o controle da distância percorrida para entrega de insumos por seus fornecedores, portanto, foi fornecido pela Embasa a relação de todos os materiais adquiridos no ano de 2012 (EMBASA FTCF, 2013). Nesse relatório continha a descrição do material adquirido, a data da compra, a quantidade, o depósito solicitante e o fornecedor do material. As informações de origem do fornecedor foram obtidas em um documento a parte. Nesse sentido, a primeira atividade foi correlacionar o arquivo com a relação de materiais comprados e os endereços dos fornecedores.

Com as informações de origem e destino de cada compra, identificou-se a distância de cada trecho utilizando a distância entre cidades obtida através da ferramenta google maps®. Foram consideradas as distâncias dos outros estados do Brasil à capital do estado da Bahia, conforme Tabela 12, trechos entre as capitais e os depósitos situados no interior do estado, conforme Tabela 13. Essa consideração foi feita, pois a logística de materiais da empresa, de modo geral, consiste em recepcionar os pedidos nos almoxarifados de Salvador. A partir desse ponto, os produtos são distribuídos às demais regionais. Para cálculo de emissões de responsabilidade do fornecedor adotou-se apenas o trecho de chegada ao almoxarifado de Salvador. Não foi possível analisar se o transporte do almoxarifado de Salvador às unidades regionais é feito com veículos da própria Embasa ou se o serviço era terceirizado. Conforme informações do Departamento de Transporte, esse deslocamento está sob responsabilidade das unidades regionais e executado por meio de frota própria. Nesse caso, essas emissões seriam de escopo 1.

Tabela 12 - Distâncias dos estados para Salvador

Estado	Região	Km
AL	NE	513
CE	NE	1000
MG	SE	1600
RS	S	3241
SP	SE	1978
PR	S	2736
RJ	SE	1629
SC	S	2624
ES	SE	1043
PE	NE	596
RN	NE	1108
SE	NE	334

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base em google maps (2012)

Tabela 13 - Distâncias de Salvador para almoxarifados no interior

Sigla	Cidade	Km
USC	CAETITÉ	635
USU	ITAMARAJÚ	726
USI	ITABUNA	420
USJ	JEQUIÉ	367
USV	VITÓRIA DA CONQUISTA	517
USA	SANTO ANTÔNIO DE JESUS	176
UMA	ALAGOINHAS	117
UNB	BARREIRAS	623
UNF	FEIRA DE SANTANA	116
UNI	IRECÊ	478
UNE	ITABERABA	278
UNP	PAULO AFONSO	457
UNS	SENHOR DO BONFIM	382
UMC	CAMAÇARI	47
UMS	CANDEIAS	49

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base em google maps (2012)

Também foram computadas as distâncias das cidades situadas dentro do estado da Bahia para os diversos depósitos da empresa para a situação em que o fornecedor encaminha o material a cada centro de armazenamento. Na Tabela 14 temos um

exemplo das distâncias adotadas considerando um fornecedor situado no município de Euclides da Cunha e responsável pelo suprimento de todas as unidades regionais da Embasa. As análises acima foram feitas para todos os fornecedores da empresa. Ressalta-se que na relação cedida pela empresa não constavam fornecedores internacionais.

Tabela 14 - Distâncias do fornecedor em Euclides da Cunha aos almoxarifados da Embasa

Origem	Destino	Km
EUCLIDES	BARREIRAS	892
	CAETITÉ	729
	FEIRA DE SANTANA	210
	ITABERABA	337
	ITABUNA	559
	ITAMARAJÚ	865
	JEQUIÉ	460
	SANTO ANTÔNIO DE JESUS	314
	SENHOR DO BONFIM	146
	VITÓRIA DA CONQUISTA	610
	SALVADOR	326

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base em google maps (2012)

### 3.2.3.3.2. *Procedimentos para estimativa do número de viagens e da distância total percorrida*

De posse das distâncias, estimou-se a quantidade de viagens realizadas para entrega de cada produto. Primeiramente, convertemos a unidade de medida de todos os produtos para quilogramas (Kg) e, posteriormente, para toneladas (t).

Na sequência, foi definido o tipo de veículo utilizado para o transporte conforme classificação constante em Brasil (2011b). Desse modo, considerou-se que para cargas de até 3,5 toneladas, o transporte era realizado por veículo comercial leve a gasolina. Para cargas superiores a 3,5 e inferiores a 10 toneladas, considerou-se caminhão leve a diesel, enquanto as cargas entre 10 e 15 toneladas, caminhão médio a diesel. Finalmente para cargas superiores a 15 toneladas, chegando no máximo a 30 toneladas, considerou-se que o transporte era realizado por caminhão pesado movido a diesel. Dessa forma, foram estabelecidas as cargas máximas

transportadas por tipo de veículo. Nos casos em que a carga excedia 30 toneladas, dividiu-se seu valor por 30 e aproximou-se o valor para o subsequente maior número inteiro. Por exemplo, para o caso de cargas entre 31 e 59 toneladas, adotou-se que as mesmas eram transportadas em duas viagens. Seguindo esse raciocínio, foi definido o número de viagens, assim definia-se o tipo de veículos a ser utilizado, dividia-se a carga transportada pela capacidade considerando-se sempre o valor máximo comportado. Concluído o cálculo e encontrado o número de viagens realizadas, multiplicou-se este número pela distância entre o fornecedor e respectivo almoxarifado com vistas à obtenção da quilometragem total percorrida para entrega do produto.

Posteriormente, dividiu-se a quilometragem total percorrida pelo consumo médio, de acordo com o veículo destinado ao transporte, a fim de encontrar a quantidade total de litros consumidos durante o transporte. Depois, multiplicou-se o valor encontrado para os litros consumidos pelos fatores de emissão, encontrando assim, as emissões finais dos 3 GEEs abordados nesta análise (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O).

Optou-se pela utilização de fatores de emissão devido à utilização de combustíveis fósseis. Assim, considerou-se o consumo médio de combustível conforme as categorias de veículos e os fatores de emissão constante em Brasil (2011b), conforme Tabela 15:

Tabela 15 - Consumo de combustível por tipo e fatores de emissão utilizados

Tipo de Veículo	Consumo médio (Km/L)	Combustível Utilizado (L)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Veículo comercial leve a gasolina	9,50	Gasolina A (pura)	2,2690	0,0008	0,00026
Caminhão leve a Diesel	7,61	Óleo Diesel	2,6710	0,0001	0,00014
Caminhão médio a Diesel	5,56	Óleo Diesel	2,6710	0,0001	0,00014
Caminhão pesado a Diesel	3,17	Óleo Diesel	2,6710	0,0001	0,00014

**Fonte:** Brasil (2011b) e IPCC (2006)

#### *3.2.3.4. Transporte de material retido em estações elevatórias e unidades de tratamento preliminar em estações de tratamento de esgoto em Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas*

De modo similar as demais categorias relacionadas a transporte, torna-se necessário para a estimativa o levantamento das distâncias ao longo do ano de 2012.

A Embasa forneceu um cadastro contendo a localização de todas as estações elevatórias da cidade (EMBASA METL, 2014) e estações de tratamento de esgotos (EMBASA MET, 2013). Por questões geográficas e operacionais, a Embasa possui unidades descentralizadas com vistas a uma gestão mais eficiente das redes coletoras do sistema de esgotamento sanitário. Desse modo, em Salvador, temos três unidades, denominadas parques Lobato, Rio Vermelho e Castelo Branco. O Lobato atende a região da Cidade Baixa, o do Rio Vermelho atende a orla desde Ondina até Lauro de Freitas. A unidade de Castelo Branco atende aos sistemas condominiais existentes na cidade. No município de Simões Filho também existe uma estação de tratamento de esgoto denominada de KM 30. Essas unidades destinam os resíduos coletados no Aterro Metropolitano Centro-AMC por meio de um acordo com a Empresa de Limpeza Urbana de Salvador. A coleta está sob a responsabilidade da Amaral Coletas de Lixo Comercial e Urbana.

A estimativa das distâncias para transporte das elevatórias aos centros de acondicionamento e destes ao AMC foi feita utilizando o google maps®.

A Figura 16 apresenta o trajeto realizado para a coleta dos resíduos nas estações e elevatórias que são atendidas pelo parque Lobato. Não foram obtidos dados sobre o roteiro realizado, bem como a quantidade de veículos disponíveis pela coleta. Desse modo, elaborou-se um roteiro conforme a proximidade das elevatórias. A distância considerada para o referido parque foi de 36,1 km.

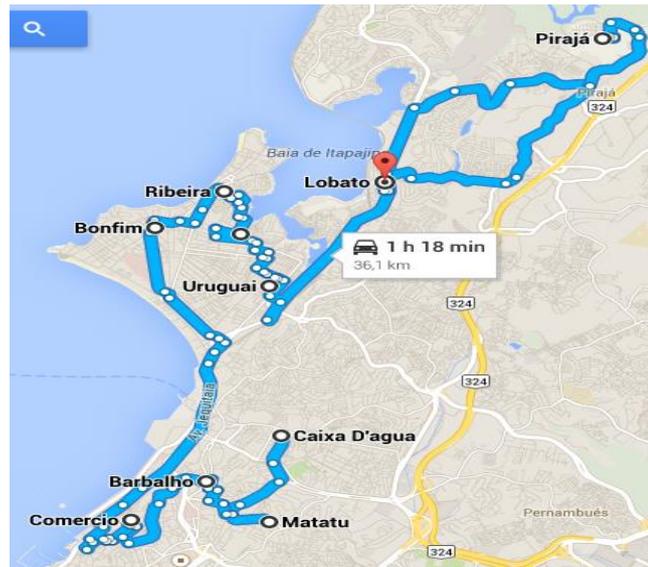


Figura 16 - Trajeto parque Lobato

**Fonte:** Adaptado de google maps (2012)

A Figura 17 mostra o trajeto realizado para a coleta dos resíduos nas estações e elevatórias que são atendidas pelo Parque Castelo Branco. A distância considerada para o roteiro foi de 60,7km.

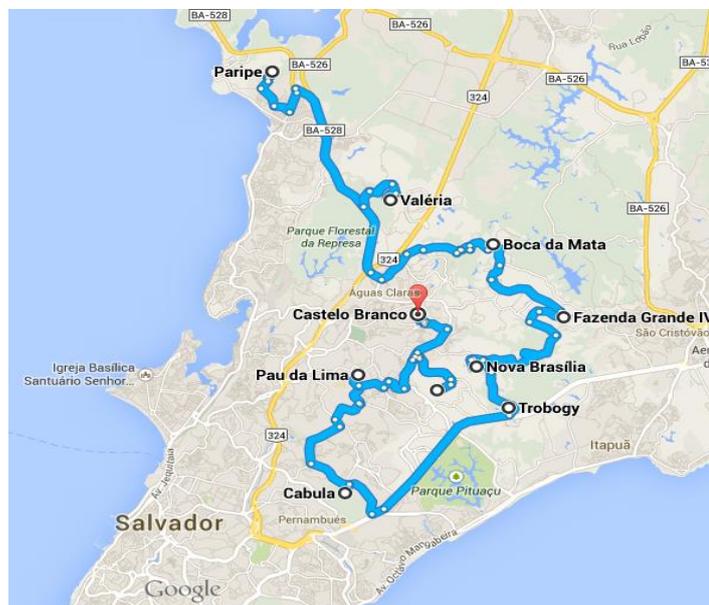


Figura 17 - Trajeto Parque Castelo Branco

**Fonte:** Adaptado de google maps (2012)

A Figura 18 mostra o trajeto realizado para a coleta dos resíduos nas elevatórias que são atendidas pelos emissários submarinos (ou seja, fazem parte do sistema principal). A distância considerada para o roteiro foi de 66,2km.

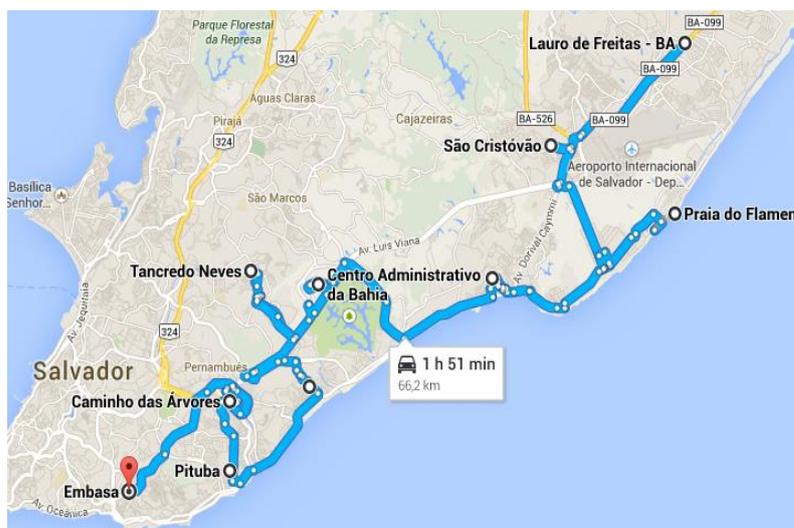


Figura 18 - Trajeto Sistema principal (Lauro de Freitas – Rio Vermelho)

Fonte: Adaptado de google maps (2012)

Utilizando a mesma ferramenta, foi estimada a distância entre os parques e o Aterro Metropolitano Centro, cujos resultados são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Distâncias dos centros de armazenamento de resíduos ao Aterro Metropolitano Centro (AMC)

Trecho	Distância (km)
Parque Lobato ao AMC	27,9
Parque Castelo Branco ao AMC	24,6
ECP ao AMC	28,5
Km 30 (Simões Filho) ao AMC	16,8

Fonte: elaborado pelo autor com base em google maps

Conforme a Embasa (EMBASA METL, 2014), durante o ano de 2011, a quantidade de resíduos retidos nas grades e peneiras e decorrentes da limpeza da caixa de areia e poço de sucção foram os relacionados na Tabela 17. Para o ano de 2012, considerou-se que o volume de resíduos foi similar ao ano anterior.

Tabela 17 - Quantidade de resíduos gerados em 2012

Unidade	Areia (m <sup>3</sup> )	Lixo grade (m <sup>3</sup> )	Lixo peneiras (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Reversão Iguatemi	3.783	434		4.217
ECP - Rio Vermelho	3.559	369	416	4.345

Elevatórias Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho	1.342	1.033	2.376
---	-------	-------	-------

**Fonte:** EMBASA METL (2014)

Para estimar as emissões de GEE das elevatórias até os locais de acondicionamento, verificou-se a distância do trecho e conforme informação da Embasa que a coleta é realizada duas vezes ao dia, multiplicou-se a referida distância por quatro para encontrar o valor percorrido diariamente. Para encontrar a distância anual considerou-se 365 dias. Com o valor obtido, verificou-se a quantidade de combustível associada e aplicou-se os fatores de emissão correspondentes. Esse procedimento foi adotado para estimativa das elevatórias até os parques Lobato, das estações de tratamento de esgoto até o parque Castelo Branco e das elevatórias situadas em Lauro de Freitas/Orla Marítima (Itapuã - Ondina) até a ECP.

A estimativa da emissão dos parques até o AMC considerou o volume de resíduos gerados no ano. Considerando que o veículo utilizado transporta a sua capacidade máxima (65 m<sup>3</sup>) foi estimado o número de viagens realizadas. De posse desta informação, verificou-se a distância percorrida anualmente e o respectivo consumo de combustível. O referido procedimento foi aplicado para os trechos reversão Iguatemi - ECP, ECP-AMC, parque Lobato – AMC e parque Castelo Branco – AMC. Para o trecho estação de tratamento Km 30 – AMC adotou-se um veículo com capacidade de transporte de 15 m<sup>3</sup>, Como não foi especificada a quantidade de resíduos direcionada a cada parque, distribuiu-se o volume conforme o número de elevatórias constante em cada roteiro. Nos casos em que o número de viagens foi inferior a 11 adotou-se 12, partindo da premissa de que o transporte seja feito no mínimo 1 vez por mês. Na Tabela 18 está discriminado o número de elevatórias por parque e o volume adotado para estimativa das emissões:

Tabela 18 - Quantidade de resíduos gerados em 2012 e número de elevatórias por parque

Percurso	Volume (m <sup>3</sup> )	Número de elevatórias
Rio Vermelho	1188.40	87
Lobato	682.99	50
Castelo Branco	450.77	33

Simões Filho	54.64	4
Total	2376.80	174

Fonte: elaboração autor com base em EMBASA METL (2014) e EMBASA MET (2014)

Não tendo sido fornecidas informações detalhadas, foram utilizadas características para os equipamentos de transporte com base em dados disponibilizados no sitio da empresa prestadora do serviço de transportes (AMARAL, 2014). Portanto, considerou-se que o transporte dos pontos de armazenamento dos resíduos até o Aterro Metropolitano Centro seria feito por uma carreta basculante com capacidade de 65m<sup>3</sup> e que o veículo utilizado para transporte das elevatórias aos parques teria capacidade de 15m<sup>3</sup>.

Optou-se pela utilização de fatores de emissão relacionados à utilização de combustíveis fósseis. Assim, considerou-se o consumo médio de combustível para um caminhão pesado a diesel, o que corresponde a 3,17 km/L. Os fatores de emissão adotados foram os constantes no primeiro inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários elaborado pelo Brasil (2011), conforme Tabela 19:

Tabela 19 - Consumo de combustível e fatores de emissão adotados

Tipo de Veículo	Consumo médio (km/L)	Combustível Utilizado (L)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Caminhão pesado Diesel	3,17	Óleo Diesel	2,6710	0,0001	0,00014

Fonte: MMA (2011)

### 3.2.3.5. *Transporte de material retido em estações elevatórias e unidades de tratamento preliminar em estações de tratamento de esgoto na Região Metropolitana de Salvador e interior*

Para essa categoria foram utilizadas as mesmas premissas do item anterior no que se refere ao tipo de veículo transportador e os fatores de emissão associados. A Embasa disponibilizou a relação de elevatórias existentes nos municípios da área da região metropolitana de Salvador (EMBASA ME, 2014). Nessa área de atuação, a Embasa possui um Departamento de Esgotamento Sanitário dos Sistemas

Periféricos (MES) constituído por três unidades: Divisão de Esgotamento Sanitário do Litoral Norte (MESL), Divisão de Esgotamento Sanitário de Camaçari e Dias D Ávila (MESC) e Divisão de Esgotamento Sanitário da Área Petrolífera (MESP). Os resíduos da MESL, MESC e MESP são destinados aos aterros sanitários de Sauípe, Camaçari e Santo Amaro, respectivamente. A prestação do serviço fica por conta da Amaral no caso da MESL e da Senic para as outras divisões.

A estimativa das distâncias para transporte das elevatórias aos centros de acondicionamento e destes ao Aterro foi feita utilizando o google maps®. No Quadro 16 estão relacionados os municípios considerados:

Quadro 16 – Municípios atendidos conforme a unidade administrativa em sistemas periféricos da Região Metropolitana

<b>MESC</b>	<b>MESL</b>	<b>MESP</b>
Camaçari	Camaçari	Madre de Deus
	Mata de São João	Candeias
		São Francisco do Conde
		Santo Amaro
		Santo Estevão

Fonte: Baseado EMBASA ME (2014)

De modo similar ao item anterior, não foram obtidos dados sobre o roteiro realizado, bem como a quantidade de veículos disponíveis pela coleta. Desse modo, elaborou-se um roteiro conforme a proximidade das elevatórias. A distância considerada para a coleta dos resíduos nas elevatórias que são atendidas pelo MESC foi de 59,9 km.

De posse da distância de cada percurso foi estimado o total de deslocamento do ano e o consumo de combustível associado. Os dados são apresentados na Tabela 20:

Tabela 20 - Distância anual e consumo de combustível para RMS

Percurso	Distância (km)	Distância anual (km)	Combustível consumido (l)
MESC	59,9	43.727	13.794
MESL	53,4	38.982	12.297
MESP	60,2	43.946	13.863
<b>TOTAL</b>	<b>173,5</b>	<b>126.655</b>	<b>39.954</b>

Fonte: elaboração própria com base em google maps (2014) e MMA (2011)

Para os 60 municípios com menos de 150 mil habitantes que possuem SES operados pela Embasa, foi considerada a distância total elevatórias - aterro/lixão como sendo 20 km, e o transporte sendo feito por veículo pesado a diesel. Esse valor foi estimado respeitando o porte das cidades e a distância mínima entre o aterro e a área urbana (LIMA; GUIMARÃES, 2001). No Quadro 17 estão relacionados os municípios considerados nesta estimativa:

Quadro 17 - Municípios com menos de 150mil habitantes com sistema de esgotamento sanitário operado pela Embasa

Abaré	Glória	Miguel Calmon
Amargosa	Guanambi	Muquem do São Francisco
Barra do Choça	Ibitiara	Muritiba
Barreiras	Ibotirama	Mutuípe
Belmonte	Iguai	Palmeiras
Brumado	Ipiaú	Paulo Afonso
Cabaçeiros do Paraguauçu	Ipirá	Porto Seguro
Cachoeira	Ipupiara	Rio de Contas
Cairu	Itacaré	Santa Brígida
Camaca	Itagiba	Santa Cruz Cabrália
Camamu	Itaju do Colônia	Santa Inês
Campo Formoso	Itamaraju	Santo Antônio de Jesus
Canapolis	Itambé	São Félix
Canavieiras	Itaparica	Teixeira de Freitas
Castro Alves	Jacobina	Tucano
Cravolândia	Jaguaquara	Ubaíra
Cruz das Almas	Jiquiriçá	Una
Encruzilhada	Laje	Uruçuca
Eunápolis	Luiz Eduardo Magalhães	Várzea Nova
Gentio do Ouro	Maragogipe	Vera Cruz

Fonte: EMBASA PPGI (2013)

Assim, o número de viagens foi estimado em 730 ao ano, considerando ida e volta. Ao multiplicar esse valor pelos 20 km de percurso diário, encontra-se um montante de 14.600 km de distância total para o ano de 2012.

Em relação ao escopo, não se tem certeza se essas emissões são de responsabilidade da Embasa. Os dados repassados pela operação mencionavam que o transporte era realizado pela prefeitura ou Embasa. De fato, o gerenciamento

dos resíduos operacionais na DN e DS ainda não está estruturado como a região Metropolitana de Salvador.

Visando fornecer uma visão geral de todos os dados necessários ao inventário na Embasa, no Quadro 18, são apresentadas todas as categorias de escopo com os devidos dados de atividades que deveriam ser coletados:

Quadro 18 - Resumo com os dados de atividade necessários na Embasa

Escopo	Categoria	Dado de atividade necessário
1	Emissões de aparelhos de refrigeração e de ar condicionado	tipo de equipamento de refrigeração - quantidade de gás refrigerante adicionado às unidades novas (sem incluir a pré-carga feita pelo fabricante).
	Emissões fugitivas de extintores de incêndio	- capacidade (por equipamento e tipo de gás) de cada unidade em operação e dispensada durante o período referente.
	Emissões metano tratamento efluentes	Tipo de tratamento utilizado DBO presente no afluente e no efluente População atendida no ano
	Emissões óxido nitroso tratamento efluentes	Identificar os processos que emitem óxido nitroso na EMBASA
	Combustão móvel	Quantidade de combustível consumida durante o ano
2	Consumo de energia	Quantidade de energia consumida durante o ano
3	Viagens a negócios – terrestre	Distância percorrida durante o ano com viagens terrestres se não for de responsabilidade da empresa
3	Viagens a negócios – aérea	Distância percorrida durante o ano com viagens aéreas
3	Deslocamento funcionários (RMS e interior)	Distância percorrida pelo funcionário da residência ao trabalho durante o ano
3	Cadeia de fornecedores Emissões por Transporte e Distribuição ( <i>upstream</i> ) Categoria 4	Distância percorrida anual para transporte de produtos de fornecedores para a empresa

3	Transporte de resíduos operacionais – peneiras e gradeamento das elevatórias	Quantidade de resíduos gerados no ano, características de transporte e destinação; dados parciais obtidos para Salvador; sem dados para o interior
3	Transporte de Resíduos operacionais – lodo (ETA e ETE)	Volume de resíduos gerados no ano, características de transporte e destinação
3	Resíduos administrativos	A empresa não possui os dados necessários para o cálculo; serão feitos com base na literatura e inventários anteriores

Fonte: elaboração própria

Quadro 19 - Processo de coleta de dados na Embasa

Escopo	Categoria	Técnica para obtenção	Dado obtido	Fonte
1	Emissões de aparelhos de refrigeração e de ar condicionado	Solicita por meio de correio eletrônico apoio a assessoria DT (4/12/12)	Relação de aparelhos de ar condicionado da empresa por email Em 23/08/13 Informado pelo GLPC que o gás utilizado nos aparelhos de ar condicionado de janela e split é o R22.	GLPA
	Emissões fugitivas de extintores de incêndio	Em 05/12/2012 a assessoria indica os contatos das áreas responsáveis Contatos por telefone para levantamento das informações	Em 25/09/13 fornecido contato da empresa que faz manutenção na RMS – Unipres	
	Emissões metano tratamento efluentes	Reunião com assessorias operacionais Contatos telefônicos Comunicação por email Visita às unidades Elaboração de carta pela universidade solicitando dados Autorização da direção	Características das estações de tratamento de esgoto, dados de monitoramento referente ao ano de 2012	NO, ME, MA, TM Divisão de Coleta e Transporte de Esgoto – SUL (SOEC/SOE/SO) METT MES IBGE (2012)

	Combustão móvel	Visita à unidade	Necessário para o cálculo	Departamento de Transporte
2	Consumo de energia	Visita a unidade Geração de relatório no sistema da empresa	Necessário para o cálculo	Departamento de Eficiência Energética
Escopo	Categoria	Técnica para obtenção	Dado obtido	Fonte
3	Viagens a negócios (terrestres e aéreas)	CI 063/12 emitida pela A-DT no dia 4/12/2012 Em 01/02/13 solicita informação ao FFAE  Em 12/03/13 abre chamado no CAU - 6128	Relação de diárias concedidas em 2012 contendo origem e destino do colaborador.	Divisão Funcional do ERP (FTCF)
3	Deslocamento funcionários (RMS e interior)	Visita a unidade (GPAP)  Formalização da assessoria por meio eletrônico (em 18/12/12)	Endereço do funcionário, unidade de lotação e se recebia auxílio para transporte público GPAP informa restrição para disponibilização de dados, ou seja, no que concerne a endereço (informamos o bairro/município); meio de transporte - informação se o empregado fez a opção pelo vale transporte para deslocamento casa-trabalho-casa.	Departamento de administração de pessoal e benefícios (GPA)
3	Cadeia de fornecedores Emissões por Transporte e Distribuição (upstream) - Categoria 4	Solicita por meio de correio eletrônico apoio a assessoria DT Em 05/12/2012 a assessoria indica os contatos das áreas responsáveis Contatos por telefone para levantamento das informações	Relação de fornecedores da empresa Relação de produtos adquiridos no ano de 2012 com informação do fornecedor e quantidade comprada OB: abre chamado na CAU em 01/03/13 e recebe retorno em 05/03/13 FTCF - Módulo de Suprimento (MM)	FTCF - Módulo de Suprimento (MM)

		Solicitado por correio eletrônico a Divisão de Compras – GLMC		
3	Transporte de resíduos operacionais –peneiras e gradeamento das elevatórias	Solicitação por correio institucional	Em 8/11/13 ME informa geração de resíduos nas elevatórias e destinação final NO e SO também fornecem	Divisão de Elevatórias e ECP - METL SOE NOE
3	Transporte de Resíduos operacionais – lodo (ETA e ETE)	Solicitação por correio institucional	Em 15/10/13 encaminha questionário para a MAP... MAPT1 responde em 14/11/13	SOE, NOE, METT, MÊS

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a definição das fontes de emissão que seriam analisadas, da metodologia de cálculo a ser adotada e os dados de atividade que seriam necessários, foi realizada uma análise levando-se em consideração a estrutura organizacional da empresa com vistas à identificação dos setores responsáveis pelo controle de informações necessárias para cada fonte de emissão. Entre os meses de junho de 2012 e junho de 2013, foram realizadas visitas a diversas unidades da empresa onde foram coletados documentos diversos (relatórios, base de dados etc.) e realizadas entrevistas com pessoas - chave com vistas à obtenção dos dados.

Cabe esclarecer que o ano base para elaboração do inventário foi o de 2012, assim, os dados foram coletados no ano de 2013. As informações obtidas ao longo do ano de 2012 eram relativas ao ano de 2011. Para as categorias com maior facilidade de obtenção de dados tais como consumo de combustível e de energia, foram coletados dados para ambos os anos (2011 e 2012).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. ESCOPO 1 - EMISSÕES DIRETAS

#### 4.1.1. Esgoto tratado e fração não coletada

As emissões de metano totalizam 865.462 tCO<sub>2</sub>e, sendo a fonte de maior representatividade considerando o escopo 1. As emissões oriundas da DBO removida pelas plantas foram responsáveis por 448.858 tCO<sub>2</sub>e enquanto as decorrentes da DBO não removida pelas plantas corresponderam a 46.749 tCO<sub>2</sub>e. A fração correspondente a DBO que não é tratada pelas plantas foi responsável por uma emissão de 369.818 tCO<sub>2</sub>e. Na Tabela 21 constam os valores de DBO de entrada na planta e na Tabela 22 os resultados das emissões correspondentes a cada categoria.

Tabela 21 - DBO gerada no ano de 2012

Categoria	DBO removida (kg DBO/ano)
Removida	158.919.116
Nao removida	7.420.587
Entrada nas plantas	166.297.901

**Fonte:** Elaboração própria

Tabela 22 - Resultados das emissões por categoria de DBO

Superintendência	Fatores de emissão	Emissão (kg de CH <sub>4</sub> /ano)	Emissão (CH <sub>4</sub> /ano)	Emissão (tCO <sub>2</sub> e /ano)
DBO removida	0,095	21.374.230	21.374	448.858
DBO que não entra	0,0782687	17.610.398	17.610	369.818
DBO não removida	0,0098942	2.226.176	2.226	46.749
Total emissão				<b>865.426</b>

**Fonte:** Elaboração própria

#### 4.1.2. Combustão móvel (frota própria de veículos)

No ano de 2011, a empresa teve um consumo de aproximadamente 1.317.666 litros de diesel e 981.743 litros de gasolina, não tendo nenhum uso de etanol. Utilizando esses dados de atividade e aplicando-se os correspondentes fatores de emissão obteve-se um total de 4.877 tCO<sub>2</sub>e.

Para o ano de 2012 foi previsto um acréscimo de 467.690 litros de combustível óleo diesel. No entanto, houve também a inserção da utilização do etanol, combustível menos poluente. Desse modo não ocorreu uma alteração significativa da emissão dessa categoria entre os anos de 2011 e 2012. Os resultados para o ano de 2012 são apresentados na Tabela 23:

Tabela 23 – Embasa: resultado da emissão devido à frota própria de veículos 2012

Tipo de Combustível	Consumo anual (L)	Emissões (kg)			Emissões totais
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	tCO <sub>2</sub> e
Gasolina	647.950	1.176.158	417	133	1.226
Etanol	431.967	-	165	-	3
Óleo Diesel	1.449.433	3.677.863	190	190	3.741
Total		4.854.022	774	324	4.970

**Fonte:** Elaboração própria

## 4.2. ESCOPO 2 – EMISSÕES INDIRETAS

### **4.2.1. Consumo de energia**

A emissão total devido ao consumo de energia elétrica foi de 90.402,78 tCO<sub>2</sub>e /ano. Na Tabela 24 são apresentados os consumos e fatores mensais e emissões correspondentes.

Tabela 24 – Embasa: emissão decorrente do consumo de energia no ano de 2012

Mês	Fator de emissão (tco2/Mwh)	Consumo (Mwh)	Emissões (tCO2e)
Janeiro	0,0294	111.782	3.286
Fevereiro	0,0322	109.153	3.514
Março	0,0405	118.471	4.798
Abril	0,0642	105.526	6.774
Mai	0,062	119.266	7.394
Junho	0,0522	109.888	5.736
Julho	0,0394	107.616	4.240
Agosto	0,046	112.361	5.168
Setembro	0,0783	109.748	8.593
Outubro	0,0984	114.941	11.310
Novembro	0,1636	105.890	17.323
Dezembro	0,1168	104.984	12.262
<b>Total</b>			<b>90.402</b>

Fonte: Elaboração própria

### 4.3. ESCOPO 3 - EMISSÕES INDIRETAS

#### 4.3.1. Viagens a negócios aéreas

O deslocamento de viagens aéreas foi dividido em distâncias curtas, médias e longas para se aplicar o fator de emissão correto. Com isso, obteve-se o resultado constante na Tabela 25:

Tabela 25 - Emissão de viagens a negócios aéreas em 2012

Distância	Curta	Média	Longa	Total (tCO <sub>2</sub> e)
<b>TOTAL</b>	0,662	49	4	54

Fonte: Elaboração própria

A emissão para as viagens aéreas foi de 54 tCO<sub>2</sub>e considerando a distância total percorrida no ano de 2012.

#### 4.3.2. Viagens a negócios terrestres

Foram contabilizados 5.765 deslocamentos de viagens terrestres e o total de 3.796.748 Km percorridos no ano de 2012. Essa distância foi aplicada considerando

um veículo leve utilizando dois tipos de combustíveis para obter o maior valor emitido. Conforme a Tabela 26 e o critério mencionado, verifica-se que a emissão devido a essa categoria totalizou 874 tCO<sub>2</sub>e.

Tabela 26 - Emissão de viagens a negócios terrestres em 2012

Veículo	Combustível	Kg CO <sub>2</sub>	Kg CH <sub>4</sub>	Kg N <sub>2</sub> O	tCO <sub>2</sub> e
Carro	Gasolina	861.482	37	37	874
Carro	Alcool	447.256	37	15	452

Fonte: Elaboração própria

#### 4.3.3. Deslocamento de funcionários

O total de emissão decorrente do deslocamento de funcionários da RMS foi de 4.432 tCO<sub>2</sub>e enquanto para o interior de 1.225 tCO<sub>2</sub>e. Os resultados são apresentados nas Tabelas 27 e 28 conforme o modal de transporte utilizado.

Tabela 27 - Emissões devido ao deslocamento de funcionários em Salvador e RMS em 2012

Veículo	Combustível	kg CO <sub>2</sub>	kg CH <sub>4</sub>	kg N <sub>2</sub> O	tCO <sub>2</sub> e
Carro	Gasolina	1.961.444	86	86	1.990
Motocicleta	Gasolina	730.973	386	0	739
Onibus	Diesel	1.700.892	127	0	1.703
Total		4.393.310	600	86	4.432

Fonte: Elaboração própria

Tabela 28 - Emissões devido ao deslocamento de funcionários no interior em 2012

Veículo	kgCO <sub>2</sub>	kgCH <sub>4</sub>	kgN <sub>2</sub> O	tCO <sub>2</sub> e
Carro	842.785	37	37	855
Motocicleta	366.428	193	0	370
Total	1.209.213	230	37	1.225

Fonte: Elaboração própria

#### 4.3.4. Cadeia de fornecedores

Essa categoria foi responsável por emitir 1.145 tCO<sub>2</sub>e. No Quadro 20 são apresentadas as estimativas referentes às distâncias percorridas e emissões devido ao transporte de materiais na empresa em estudo:

Quadro 20 - Estimativa de emissões devido ao transporte por grupo de materiais da Embasa em 2012

Material	Km percorrido	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	% em relação ao total
Produtos Químicos	6.752.699	409	29,77
Material Hidrômetro	76.749	37	2,72
Materiais Hidráulicos	980.214	231	16,81
Mat.Conserv/Rep.Bens	995.707	248	18,03
Mat.Elet./Eletronico	986.613	246	17,87
Mat.de Uso Geral	87.7	0,02	0,01
Mat. Manut. Veículos	61.169	15	1,10
Mat. Exped. Inform.	115.293	28	2,09
Mat.Protecao/Seguran	12.213	3	0,22
Mat.de Fardamento	41.193	10	0,75
Mat/Utens. Copa/Limp	24.822	6	0,45
Mat.de Laboratorio	560.890	139	10,15
Mat.Medicos/Odont.	2.390	0,59	0,04
Total	10.609.952	1.145	100

Fonte: Elaboração própria

#### **4.3.5. Transporte de resíduos nas elevatórias e material retido no tratamento preliminar de esgoto em Salvador**

Essa categoria totalizou um montante de 185 tCO<sub>2</sub>e conforme tabelas 29 e 30.

Tabela 29 - Emissões de GEE associadas ao deslocamento das elevatórias até os parques para acondicionamento em 2012

Percurso	Distância (km)	Distância no ano (km)	Combustível consumido (l)	Emissão CO <sub>2</sub> (kg)	Emissão CH <sub>4</sub> (kg)	Emissão N <sub>2</sub> O (kg)	Emissão CO <sub>2</sub> e (t)
Lauro de Freitas	66,2	96.652	30.489	81.437	6,1	0	81
Lobato	36,1	52.706	16.626	44.409	3,3	0	44
Castelo Branco	60,7	44.311	13.978	37.335	2,8	0	37
Simões Filho	11,9	4.343	1.370	3.659	0,3	0	3
Total	174,90	198.012	62.464	166.842	12	0	167

Fonte: elaboração própria

Tabela 30 - Emissões de GEE associadas ao deslocamento dos parques até o Aterro Metropolitano Centro em 2012

Percurso	(m <sup>3</sup> )	Viagens	Distância (km)	Combustível consumido (l)	Emissão CO <sub>2</sub> (kg)	Emissão CH <sub>4</sub> (kg)	Emissão CO <sub>2</sub> e (t)
Iguatemi – ECP	4.217	562	2.474	784	20.948	1,6	2
ECP – AMC (somente resíduos gerados na ECP)	8.542	262	7.307	2.316	61.870	4,6	6
Km 30 – Aterro (Simões Filho)	54	12	154	490	1.310	0,1	1
ECP – AMC*	1.188	19	528	1.674	4.472	0,3	4
Lobato – AMC	682	12	289	916	2.448	0,2	2
Castelo Branco-AMC	450	12	248	787	2.103	0,2	2
Total	15.136	879	11.001	6.969	93.153	7	18

\* resíduos das elevatórias direcionadas a esse parque

Fonte: Elaboração própria

#### 4.3.6. Transporte de resíduos no interior

Considerando as premissas adotadas para elevatórias situadas na Região Metropolitana de Salvador, encontrou-se um montante de 108 tCO<sub>2</sub>e. Os valores por unidade podem ser visualizadas na Tabela 31:

Tabela 31 - Emissões por unidade na Região Metropolitana de Salvador em 2012

Percurso	Combustível consumido (l)	Emissão CO <sub>2</sub> (kg)	Emissão CH <sub>4</sub> (kg)	Emissão N <sub>2</sub> O (kg)	Emissão CO <sub>2</sub> e (t)
MESC	13.794	36.843	1,4	1,9	37
MESL	12.297	32.845	1,2	1,7	33
MESP	13.863	37.028	1,4	1,9	37
TOTAL	39.954	106.717	4	5,5	108

Fonte: Elaboração própria

Em relação aos municípios com número inferior a 150 mil habitantes encontrou-se o valor de 12 tCO<sub>2</sub>e. Como são sessenta nessas condições, totaliza-se 750 tCO<sub>2</sub>e. Os dados descritos constam nas tabelas 32 e 33.

Tabela 32 – Emissão em cada município com população inferior a 150 mil habitantes em 2012

Distância anual (km)	Combustível consumido (l)	Emissão CO <sub>2</sub> (kg)	Emissão CH <sub>4</sub> (kg)	Emissão N <sub>2</sub> O (kg)	Emissão CO <sub>2</sub> e(t)
14.600	4.605	12.301	0,46	0,64	12

Fonte: Elaboração própria

Tabela 33 – Emissão total nos municípios com população inferior a 150 mil habitantes em 2012

Emissão CO <sub>2</sub> (kg/l)	Emissão CH <sub>4</sub> (kg/l)	Emissão N <sub>2</sub> O(kg/l)	Emissão CO <sub>2</sub> e(t)
738.106	27	38	750

Fonte: Elaboração própria

#### 4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total de emissões estimado para a empresa em estudo durante o ano de 2012 foi de 969.496 tCO<sub>2</sub>e. As emissões diretas da empresa compreenderam 90% (870.303 tCO<sub>2</sub>e), enquanto as indiretas representaram 10%. Dentre as emissões indiretas, verifica-se que o escopo 2 foi responsável por 9% do valor total (90.402 tCO<sub>2</sub>e) enquanto as demais compreenderam 1% (8.789 tCO<sub>2</sub>e) .

Considerando o escopo 1, constata-se que o tratamento de esgotos responde por 99% das emissões diretas. Conforme pode ser verificado, constitui-se também a maior fonte de emissão da empresa. Uma das razões deve-se ao fato do potencial de aquecimento global do metano ser muito superior ao dióxido de carbono. Cabe ressaltar que a categoria de tratamento de esgoto inclui além da fração tratada a parcela sem destinação adequada. Os valores de cada categoria e o percentual constam na tabela 34:

Tabela 34 – Embasa: categorias do Escopo 1, por emissão e percentual.

Categorias	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Percentual em relação ao total (%)
Tratamento de Esgoto	865.465	99%
Combustão Móvel	4.877	1%
Total:	870.303	100%

**Fonte:** Elaboração própria

Em relação ao escopo 3, ao contrário do que evidencia a literatura, foi o menos relevante para a empresa em estudo. Cabe ressaltar que esse valor seria alterado caso fosse adotada uma abordagem de análise de ciclo de vida na categoria de cadeia de fornecedores conforme previsto na própria metodologia do *GHG Protocol*. Ao considerar apenas a etapa de transporte, minimiza-se, consideravelmente a relevância das emissões indiretas. Dentre as categorias incluídas para análise, os deslocamentos de funcionários em Salvador e na Região Metropolitana totalizaram 50% do valor total de fontes não controladas pela empresa. Os resultados por categoria e a representação em percentual de cada uma estão apresentados na Tabela 35.

Tabela 35 – Embasa: categorias do Escopo 3, separando-as por emissão e percentual

Categorias	Emissões ( tCO <sub>2</sub> e )	(%)
Viagens a negócios – Aéreas	54	1%
Viagens a negócios – Terrestres	874	10%
Deslocamento de Funcionários – SSA e RMS	4.432	50%
Deslocamento de Funcionários – Interior	1.225	14%
Cadeia de Fornecedores	1.145	13%
Transporte de resíduos nas elevatórias e material retido no tratamento preliminar de esgoto em Salvador	185	2%
Transporte de Resíduos na região Metropolitana e no interior	871	10%
Total:	8.789	100%

Fonte: Elaboração própria

#### 4.4.1. ESCOPO 1 - EMISSÕES DIRETAS

##### 4.4.1.1. *Esgotos*

A emissão devido ao tratamento de esgotos totalizou 448.858 tCO<sub>2</sub>e ressaltando que a Superintendência Norte foi responsável por 57%. Na tabela 30 observa-se que o fator de emissão para a referida unidade foi superior às demais o que indica o maior potencial de geração de metano dos sistemas nessa região do estado, o que indica uma maior predominância de estações de tratamento anaeróbias. Na área de abrangência da Superintendência Metropolitana (MES e METT) os fatores de emissão foram consideravelmente menores. Este resultado foi influenciado diretamente pela utilização dos dois emissários submarinos os quais não são considerados fontes de emissão de metano conforme o método IPCC. Na tabela 36 são apresentados além dos fatores, a emissão em tCH<sub>4</sub>/ano e em tCO<sub>2</sub>e.

Tabela 36 - Fatores e emissão por Superintendência

Unidade	Fatores de emissão	Emissão (kg CH <sub>4</sub> /ano)	Emissão (tCH <sub>4</sub> /ano)	Emissão tCO <sub>2</sub> e/ano	%
NO	0,0547	12.307.457	12.307	258.456	57
SO	0,0246	5.527.185	5.527	116.070	26
MES	0,0047	1.055.852	1.055	22.172	5
METT	0,011	2.483.734	2.483	52.158	12
Total	0,095	21.374.230	21.374	448.858	

**Fonte:** Elaboração própria

Ainda que a Superintendência Metropolitana apresente um valor reduzido de emissões, essa é responsável por 80% da DBO afluente às estações de tratamento de esgoto da Embasa. Na Figura 19 pode-se observar a distribuição da DBO de entrada na empresa.

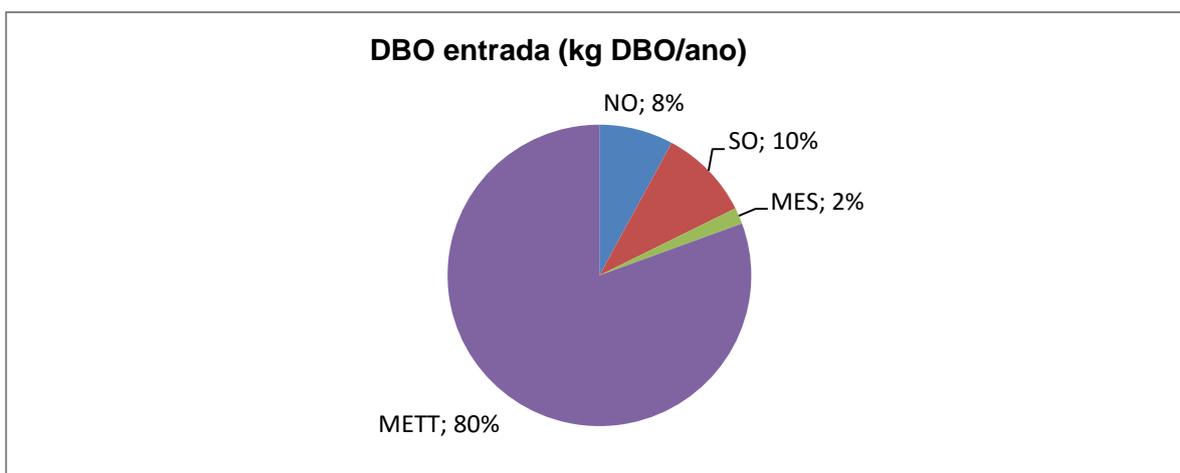


Figura 19 - Percentual de DBO de entrada por Superintendência

**Fonte:** Elaboração própria

Na Figura 20 pode-se observar o percentual de DBO removida destacando-se novamente o valor considerável para a área da ME (METT e MES). Situação que pode ser explicada por um maior número de sistemas de esgotamento sanitário operando nessa região do estado.

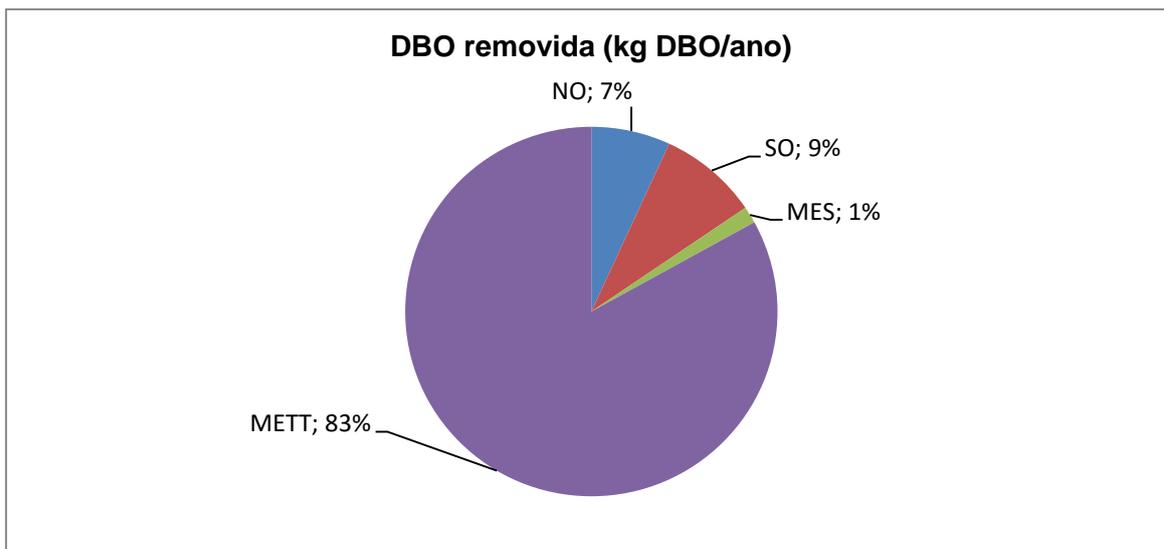


Figura 20 - Percentual de DBO removida por Superintendência

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 21 observa-se o percentual de DBO não removida. Pode-se constatar que as superintendências situadas no interior totalizam 64% do total, indicando uma baixa eficiência dessas estações. Ou seja, no interior da Bahia, além de um maior déficit de atendimento com sistemas de esgotamento sanitário, as estações em operação apresentam um desempenho inferior a da Região Metropolitana.

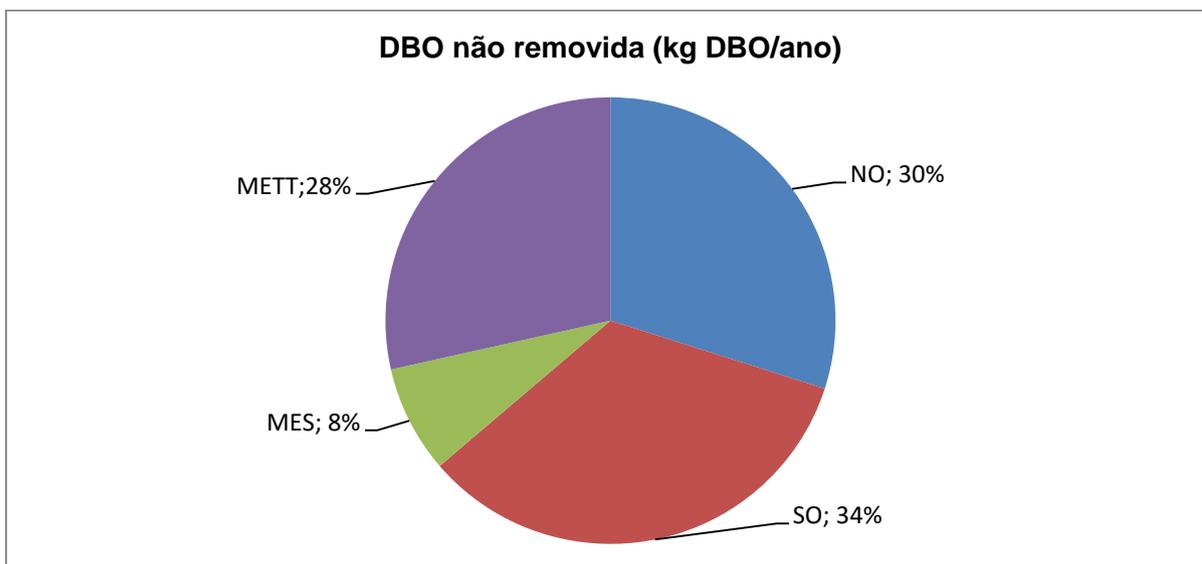


Figura 21 - Percentual de DBO não removida por Superintendência

Fonte: Elaboração própria

A Superintendência Norte engloba 8% da DBO de entrada nas estações da empresa, contudo, é responsável por 57% das emissões devido ao tratamento de esgotos. Ressalta-se que além de possuir uma maior predominância de sistemas anaeróbios, essas estações não possuem queimadores ou estruturas para aproveitamento do biometano. Os resultados de emissões foram elevados principalmente por esse motivo. Conforme estudos de Noyola *et al* (2013) a utilização de reatores anaeróbios com o aproveitamento do biogás configura-se como a melhor opção tecnológica do ponto de vista ambiental dentre as diversas utilizadas na América Latina e Caribe.

Outro elemento importante para um valor mais elevado são os fatores de emissão propostos pelo IPCC. Resultados de medições conduzidas por Paredes *et al* (2014a) demonstraram que as emissões teóricas calculadas por meio da metodologia do IPCC são superiores aos valores de metano efetivamente emitidos. Desse modo, torna-se necessária que se façam medições de campo com vistas à obtenção de valores mais próximos a realidade da Embasa.

Cabe ressaltar que os cálculos foram feitos, inicialmente, considerando os dados fornecidos pela área operacional da empresa. Posteriormente, foram obtidos dados do Departamento de Gestão Ambiental, referente à Declaração de Carga Poluidora-DCP das Estações de Tratamento de Esgoto. Os dados de DCP foram validados pelas Unidades Socioambientais, as quais são unidades vinculadas às Diretorias Operacionais e de Expansão. Foi conduzida uma análise de consistência entre os dados fornecidos inicialmente pela operação e os dados de DCP e encontrados uma série de divergências: sistemas que não foram considerados na primeira planilha, vazões incompatíveis com a população apresentada etc. Essa diferença entre os dados também interfere nos resultados, o que aumenta a incerteza relativa.

Nesse sentido, cabe fazer referência a SABESP, maior empresa do Brasil na área de saneamento atendendo 24,2 milhões, incluindo 59% da cidade de São Paulo a qual é a cidade mais populosa do Brasil. Em 2010, a SABESP emitiu 1.163,054 tCO<sub>2</sub>e referente a tratamento de esgotos e 57.3277,99 tCO<sub>2</sub>e relacionada a descargas e esgotos coletados/não tratados (SABESP, 2014). Cabe mencionar

também a COPASA, segunda maior empresa no Brasil, que atende 14 milhões de pessoas sendo que 78% da população do Estado de Minas Gerais emitiu no ano de 2012 437.226,60 tCO<sub>2</sub>e referente a emissões de metano (COPASA, 2014).

#### 4.4.2. ESCOPO 2 - EMISSÕES INDIRETAS

Do total de emissões relacionado ao consumo de energia na Embasa no ano de 2012, 89,62% refere-se ao abastecimento de água, 9,63 % aos sistemas de esgotamento sanitário e 0,74% relativas às atividades administrativas. Proporção similar pode ser observada no inventário da COPASA em 2013, onde a parcela correspondente ao abastecimento foi de 94,19%, sistemas de esgoto 3,75% e escritórios apenas 2,1% (COPASA, 2014). As emissões mais elevadas relacionadas ao abastecimento de água devem-se aos recalques existentes para suprir os sistemas integrados do Estado da Bahia. Nesse sentido, verifica-se que a empresa deve adotar medidas de eficiência energética para reduzir o consumo associado a essas atividades e conseqüentemente as emissões indiretas de escopo 2.

Como foram obtidos dados referentes ao ano de 2011 foi feita uma estimativa para esse período. Verificou-se um incremento de 2011 para 2012 devido a dois aspectos: fatores de emissão e de consumo de energia. Os valores de 2012 foram superiores aos de 2011. A média anual de 2011 foi 0,0292, enquanto que em 2012, foi 0,065. Em relação ao consumo de energia, conforme verifica-se no Quadro 21, ocorreu um aumento. A maioria dos consumos mensais triplicou ou quadruplicou em relação ao ano de 2011. Ainda que tenha ocorrido alteração nas emissões o percentual de distribuição por atividade permaneceu constante.

Quadro 21 - Consumo e emissão decorrente do consumo de energia no ano de 2011

	NP(Kwh)	FP(Kwh)	SOMA(Mwh)	FATOR(TCO2/Mwh)	CO2(T)
JANEIRO	1918917,30	51976403,46	53895,321	0,0262	1412,06
FEVEREIRO	1717043,29	47602271,48	49319,315	0,0288	1420,40
MARÇO	1919119,47	54653021,32	56572,141	0,0208	1176,70
ABRIL	1792953,96	51401470,17	53194,424	0,0198	1053,25
MAIO	1748260,74	51652581,04	53400,842	0,027	1441,82
JUNHO	1546822,38	49649708,74	51196,531	0,0341	1745,80
JULHO	1501831,79	49796685,79	51298,518	0,0308	1579,99
AGOSTO	1671136,82	52016256,56	53687,393	0,0301	1615,99
SETEMBRO	1613310,53	50678217,72	52291,528	0,0273	1427,56
OUTUBRO	1675603,28	52675592,56	54351,196	0,035	1902,29
NOVEMBRO	1550568,69	51018051,78	52568,620	0,0356	1871,44
DEZEMBRO	1940261,82	53921205,37	55861,467	0,0349	1949,57
TOTAL:					18.596,87

**Fonte:** Elaboração própria baseado em Embasa TSE (2012)

Os resultados acima foram estimados com base em dados coletados na Embasa nos anos de 2012 e 2013 referentes aos períodos de 2011 e 2012, respectivamente. Consultando documento mais recente (EMBASA, 2014), foi verificada uma inconsistência no valor do consumo no ano de 2012. O valor encontrado no relatório obtido no período foi muito superior ao constante no Quadro 22. Essa diferença pode ter ocorrido devido a solicitações de revisão de contas por parte da Embasa junto à concessionária de energia elétrica – Coelba. De qualquer modo, verifica-se que ao longo de 2007-2014 ocorreu um aumento no consumo em todas as atividades da empresa com maior destaque para o abastecimento de água. A Figura 22 apresenta a evolução das emissões de escopo 2 para a Embasa considerando o período 2007-2014.

Quadro 22 - Consumo de energia na Embasa 2007- 2014

Atividade	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Água – SAA	526.191	534.085	550.303	556.939	569.944	596.317	634.555	650.350
Prédios Administrativos	4.232	4.376	4.466	4.445	4.508	4.891	5.332	5.210
Esgoto – SES	62.080	59.775	63.734	62.568	63.436	64.770	65.632	67.123
<b>Total</b>	<b>592.502</b>	<b>598.235</b>	<b>618.503</b>	<b>625.714</b>	<b>637.888</b>	<b>665.978</b>	<b>705.519</b>	<b>722.683</b>

**Fonte:** Extraído de Embasa (2014)

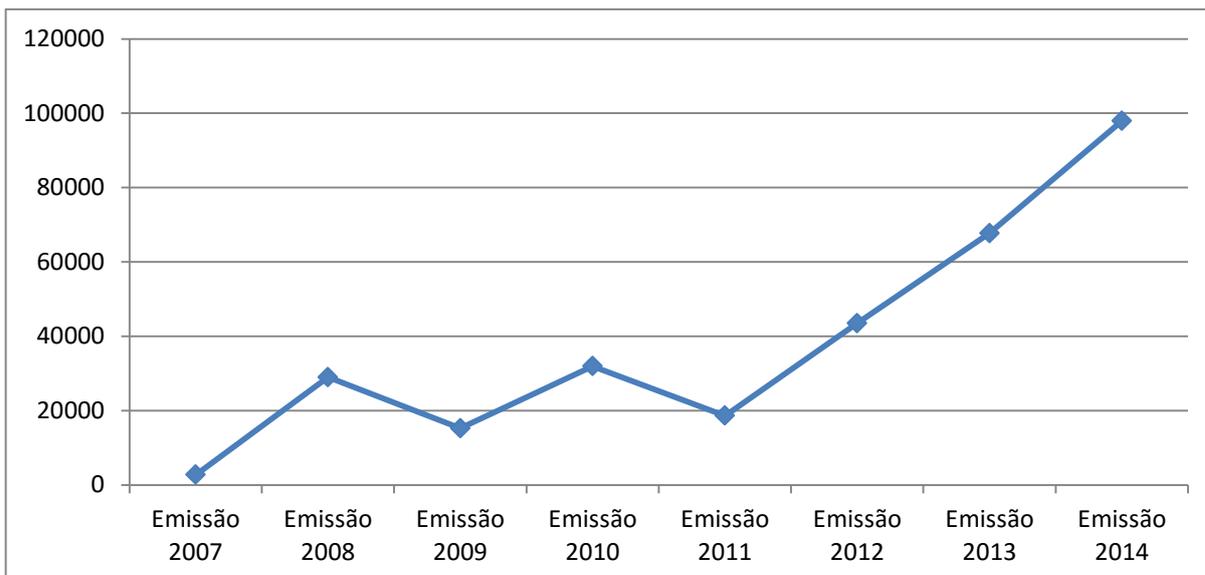


Figura 22 - Evolução das emissões de GEE devido ao consumo de energia de 2007 a 2014 em tCO<sub>2</sub>e na Embasa

**Fonte:** Elaboração própria

Referenciando novamente a SABESP, verifica-se que a empresa emitiu 110.968,94 tCO<sub>2</sub>e oriundos devido ao consumo de energia (SABESP, 2014) enquanto que a COPASA contribuiu com 55.033,96 tCO<sub>2</sub>e (COPASA, 2014).

A Embasa apresentou uma emissão de metano e de energia superiores à da COPASA. O valor elevado das emissões da Embasa no que refere ao tratamento dos esgotos está relacionado a uma maior proporção de tecnologias anaeróbias sem que haja queima de metano ou aproveitamento do mesmo. Nesse ponto a COPASA, por exemplo, está mais avançada tendo reduzido 13.713 tCO<sub>2</sub>e por utilização do biogás. Desse modo, verifica-se que a Embasa, como uma das maiores empresas de saneamento do Brasil, tem a oportunidade de rever seus processos buscando uma otimização energética e redução de suas emissões de GEE por meio do aproveitamento do biogás.

#### 4.4.3. ESCOPO 3 - EMISSÕES INDIRETAS

##### 4.4.3.1. *Viagens terrestres*

Não se tem a informação quanto ao tipo de veículo utilizado pelos funcionários para viagens terrestres. Em geral, são realizadas com veículos locados e sob controle da empresa. Por outro lado, também podem ser realizadas de ônibus. No primeiro caso a emissão seria direta (escopo 1) e no segundo caso indireta (escopo 3). Optou-se por classificar como escopo 3, pois o cálculo relacionadas a viagens a negócios está subdimensionado. A Embasa possui um número significativo de prestadores de serviço que atuam nas suas instalações, porém o controle das diárias concedidas encontra-se disperso nos setores de recursos humanos das diversas empresas prestadoras. Dessa forma, não foi possível o levantamento do número de viagens desses colaboradores, constituindo-se em uma limitação desse estudo.

Para aprimoramento do cálculo de viagens a negócio é necessário que a Embasa implemente um banco de dados contendo informações da viagem, tal como rota e meio de transporte utilizado. Por outro lado, as prestadoras de serviço também precisam apresentar essa informação para alimentar o referido banco.

#### **4.4.3.2. Deslocamento de funcionários**

De modo similar às viagens a negócio terrestres, as emissões desta categoria estão subdimensionadas. Não foi possível realizar um levantamento do número de prestadores de serviços na empresa, bem como sua lotação, residência e meio de transporte utilizado para deslocamento diário da residência ao trabalho. Como oportunidades de aprimoramento do inventário, sugere-se que a empresa realize uma coleta dos dados referente aos prestadores de serviço. Da mesma forma proposta para viagens a negócio, é recomendável que seja elaborado um banco de dados contendo a informação de lotação do funcionário próprio, residência e meio de transporte utilizado. A informação do transporte pode ser obtida por meio da inserção desta no cadastro de funcionários controlados pelo Departamento de Gestão de Pessoal. Quando da atualização cadastral do funcionário pode-se levantar o meio de transporte utilizado para deslocamento até a empresa.

#### **4.4.3.3. Cadeia de fornecedores**

Analisando-se a origem dos fornecedores, constata-se que 0,5% são do sul do país, 1,2% do Sudeste e o restante do Nordeste. Dos 98,3% que representam o Nordeste, 99,8% dos produtos adquiridos foram no Estado da Bahia. Em relação à quantidade de materiais comprados, constata-se que os produtos químicos representam 89,9% do volume seguido pelos materiais de expediente os quais correspondem a 4,1%. Em termos de unidades regionais, observa-se que a RMS é responsável por 71% dos materiais adquiridos enquanto a Norte é responsável por 14% e a Sul por 15%. No Quadro 23 observa-se a quantidade de material distribuída aos almoxarifados da empresa.

Quadro 23 - Quantidade de material transportado aos almoxarifados da Embasa

<b>SUPERINTENDÊNCIA</b>	<b>ALMOXARIFADO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>%</b>
METROPOLITANA	CAMAÇARI	729.321	71,37%
	CANDEIAS	457.222	
	BOLANDEIRA	55.002	
	CABULA	2.919	
	PIRAJÁ	20.008	
	OUTROS	51.894.859	
NORTE	FEIRA DE SANTANA	3.773.654	14,00%
	IRECÊ	950.598	
	ITABERABA	894.562	
	PAULO AFONSO	228.803	
	SENHOR DO BONFIM	3.122.835	
	ALAGOINHAS	443.524	
	BARREIRAS	568.079	
SUL	CAETITÉ	787.201	15,00%
	ITABUNA	1.874.856	
	ITAMARAJÚ	1.364.640	
	JEQUIÉ	1.629.880	
	SANTO ANTÔNIO DE JESUS	3.728.622	
	VITÓRIA DA CONQUISTA	1.959.804	
<b>TOTAL</b>		<b>74.486.389</b>	

Fonte: Elaboração própria

Cabe destacar que os produtos químicos perfazem 89,9% de toda a quantidade distribuída. Conseqüentemente, esse grupo de material constitui-se na maior fonte emissora de toda a cadeia de fornecedores da Embasa.

Ressaltam-se as limitações desse estudo tais como ausência de informações sobre a carga efetivamente transportada em cada viagem, as especificações dos veículos, tais como capacidade, idade dentre outras informações relevantes para definir o fator de emissão a ser utilizado. Nesse sentido, considerando a expressividade das emissões devido ao transporte de materiais na Embasa recomenda-se que a empresa instale um sistema de informações contendo os dados necessários com vistas ao aprimoramento deste inventário preliminar.

Destaca-se, também, que os resultados retratam a realidade brasileira do transporte de carga, cuja maior parcela adota o modal rodoviário, o que impacta significativamente na cadeia de suprimentos.

#### **4.4.3.4. Transporte de resíduos nas elevatórias**

As emissões referentes aos percursos para transporte de resíduos das elevatórias aos parques foram responsáveis pela parcela mais representativa. A principal justificativa deve-se a necessidade de limpeza diária de todas as unidades. Por outro lado, o caminhão adotado para estimar as emissões de transporte dos parques ao aterro possui grande capacidade de carga o que reduz o número de viagens.

As principais limitações dessa estimativa referem-se ao desconhecimento da capacidade dos veículos utilizados para o transporte, a qual determina o número de viagens necessárias, da capacidade de acondicionamento e da quantidade exata de resíduo destinada a cada parque (Lobato, Castelo Branco, ECP e Simões Filho).

Em relação às unidades do interior, apesar da Embasa fornecer a relação das elevatórias não havia dados suficientes para sua localização. O ponto mais crítico refere-se ao local de disposição final o qual não era especificado, apenas se indicava o encaminhamento para aterro ou lixão. Em diversas localidades o transporte estava sob responsabilidade do município dificultando o processo para obter dados mais detalhados dos roteiros e dos veículos utilizados e área de disposição final. Foram estabelecidos contatos junto ao órgão ambiental do estado com vistas à identificação das áreas de disposição de resíduos, contudo, obteve-se uma relação dos aterros licenciados ou em processo de licenciamento contendo

apenas o município. Sem a localização precisa da unidade, a alternativa foi a adoção de uma distância recomendada para seleção de áreas destinadas a implantação desse tipo de empreendimento. Também foi consultado o banco de dados do SNIS, porém, apresentava as mesmas limitações da relação fornecida pelo INEMA. A SEDUR foi contatada e forneceu uma relação de aterros com as devidas coordenadas geográficas, entretanto, não houve correspondência entre os municípios. Ou seja, nenhum dos municípios com operação de sistemas de esgotamento sanitário pela Embasa constava na referida listagem. Como última opção tentou-se obter informações mais detalhadas por meio da SEMA, sem resultados efetivos.

Nessa categoria, além da necessidade de dados corporativos (localização das elevatórias) existe a demanda por dados de outras instituições. Em função desses empecilhos não foi possível estimar a emissão devido ao transporte do lodo em estações de tratamento de águas de abastecimento.

#### 4.4.4. COMPARATIVO DO INVENTÁRIO DA EMBASA COM OUTRAS EMPRESAS DE ÁGUA E ESGOTO

Comparando o inventário da Embasa com outras empresas de saneamento no Brasil constata-se que os valores encontrados estão coerentes. Em todos os inventários verifica-se que o manejo de esgotos é a maior fonte de emissão direta. Ao se considerar os escopos 1 e 2, observa-se que essa categoria representa de 90 a 96% do inventário. O escopo 2 responde de 3 a 10% conforme pode ser visto na Figura 23.

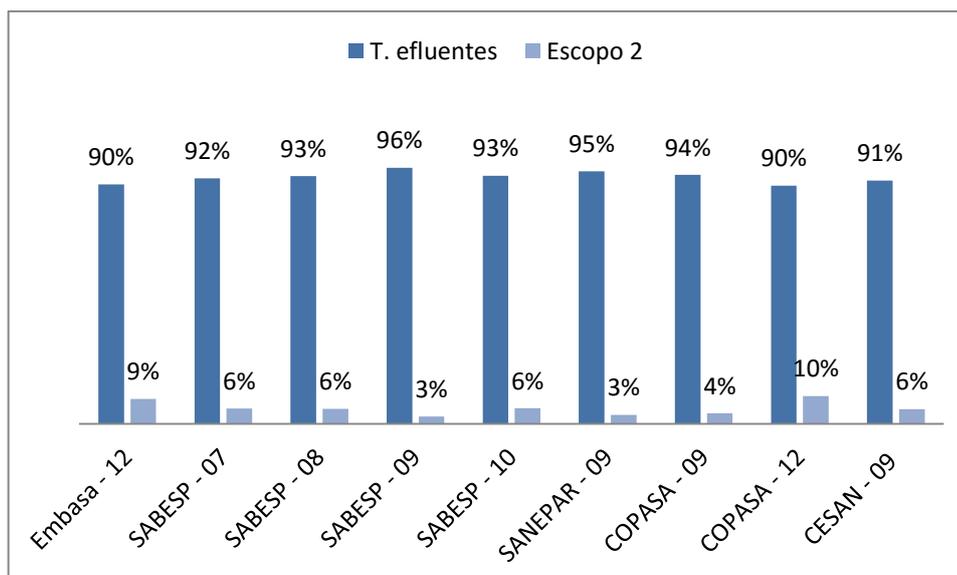


Figura 23 - Representatividade do manejo de efluentes no inventário de empresas de saneamento

**Fonte:** Elaboração própria baseado em CESAN (GIRONDOLI, 2009), SABESP (2007), COPASA (RENNÓ, 2011), COPASA (2013), SANEPAR (SANEPAR, 2010), SABESP 2008 (2011), SABESP 2009 (2012) e SABESP 2010 (2013).

O inventário da COPASA do ano de 2009 apresentou como resultado total 461.782,03 tCO<sub>2</sub>e. Foram considerados os três escopos, sendo que o primeiro incluiu as categorias de coleta de esgoto (tratado e não tratado), frota própria de veículos e emissões estacionárias. Em relação ao escopo 3 foi incluído transporte de ônibus, aéreo e outros. As emissões diretas devido ao esgoto coletado totalizaram 431.432,73 tCO<sub>2</sub>e o que representou 93,43%, sendo a fonte de emissão mais relevante do inventário. As emissões indiretas devido ao consumo de energia foram responsáveis por 18.326,08 tCO<sub>2</sub>e (3,97%) e a emissão direta devido a frota própria de veículos correspondeu a Frota própria de veículos 11.236,20 tCO<sub>2</sub>e (2,43%). As emissões de escopo 3 não apresentaram valores expressivos em relação ao total: 1) transporte de ônibus 27,11 tCO<sub>2</sub>e 2) transporte aéreo 107,64 tCO<sub>2</sub>e e 3) outros – 0,17%.

Vale ressaltar que a COPASA no ano de 2009 tratou um volume de 126.605.700,86 m<sup>3</sup> (46,19% do total) enquanto a parcela não tratada correspondeu a 147.511.475,57 m<sup>3</sup> (53,81%). No que se refere às emissões o primeiro volume foi responsável por 30,85% e a segunda com percentual de 62,58%. No caso da Embasa o percentual referente ao esgoto tratado compreendeu 57% (52% da DBO que é removida nas estações mais 5% da DBO efluente - ver Figura 24). A diferença justifica-se, como

mencionado, pela utilização de tratamento anaeróbico e ausência de queima de metano na maior parcela das estações da Embasa.

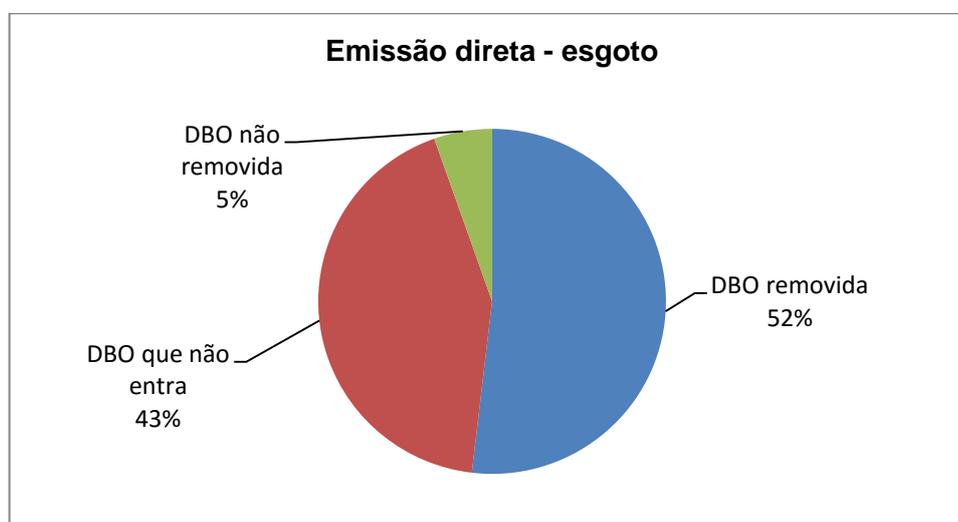


Figura 24 - Emissão devido ao esgoto tratado e não tratado na Embasa em 2012

**Fonte:** Elaboração própria

Em relação a SABESP pode-se verificar que a emissão de escopo 2 no ano de 2010 foi o dobro em relação a 2009. Em seu relato público (SABESP, 2013) a empresa justifica que ocorreu um acréscimo nos fatores devido a alterações na matriz energética do país e também um aumento do consumo de energia em suas operações. Situação similar foi relatada pela COPASA (COPASA, 2013; COPASA, 2014) referente ao incremento de suas emissões de escopo 2 em 2012 e em 2013. Como apresentado anteriormente, verificou-se a mesma tendência na Embasa.

Além da influência dos fatores, o consumo de energia foi relevante e ocorreu devido aos investimentos que foram feitos no setor, a exemplo do sistema integrado de Abastecimento de Água de Pedro Alexandre, Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Irecê – Adutora do São Francisco, Sistema Integrado de Guanambi - adutora do algodão, novo sistema integrado baseado na adutora de Pedras Altas e Ampliação e melhorias no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Serrinha/Coité (EMBASA, 2012). No Quadro 24 são apresentados resultados de inventários das empresas considerando os escopos 1 e 2.

Como foram obtidos dados para os anos de 2011 e 2012 para consumo de energia e de combustível procedeu-se uma estimativa de emissões com vistas à análise do perfil dessas categorias. Em relação à combustão móvel devido à frota própria de veículos foi observada uma estabilidade no valor, enquanto a emissão decorrente do consumo de energia aumentou de forma considerável.

Quadro 24 - Quadro comparativo das empresas de saneamento do Brasil

Empresa	Ano	Escopo 1		Escopo 2	Total
		Tratamento de efluentes (tCO <sub>2</sub> e)	Combustão direta (tCO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia (tCO <sub>2</sub> e)	
Embasa	2011	-	4.877	18.597	
Embasa	2012	865.462	4.970	90.402	960.836
SABESP	2007	1.013.878,15	22.105,79	62.927,61	1.098.911,55
SABESP	2008	1.690.432,91	21.073,00	102.143,13	1.813.649,04
SABESP	2009	1.741.132,15	17.260,17	49.472,44	1.807.864,76
SABESP	2010	1.750.513,38	14.184,07	110.968,94	1.875.666,39
SABESP	2011	1.892.063,12	15.396,26	66.506,78	1.975.977,00
SABESP	2012	1.950.983,76	12.741,40	163.133,94	2.128.871,00
SABESP	2013	1.900.146,75	12.603,62	221.212,04	2.135.975,00
SANEPAR	2009	388.228,50	6.763,70	13.858,54	408.850,74
COPASA	2009	431.432,73	11.236,20	18.326,08	460.995,01
COPASA	2012	471.512,36	-	55.033,98	526.546,34
COPASA	2013	542.868,00	-	83.000,00	625.868,00
CESAN	2009	53.304,00	1.752,00	3.252,00	58.308,00

**Fonte:** Elaboração própria baseado em CESAN (GIRONDOLI, 2009), SABESP (2007), COPASA (RENNÓ, 2011), COPASA (2013), SANEPAR (SANEPAR, 2010), SABESP 2008 (2011), SABESP 2009 (2012) e SABESP 2010 (2013), SABESP (2014) e COPASA (2014)

Os dados de escopo 3 não foram apresentados, pois não são passíveis de comparação. As empresas adotam categorias diferenciadas o que dificulta apreciações em relação a esses valores.

Ainda com base nos inventários da COPASA, SABESP e Embasa, considerando o ano base de 2012, foram calculados indicadores para fins de efeito comparativo entre essas empresas. Os resultados são apresentados na Tabela 37:

**Tabela 37 – Comparativo de indicadores em empresas selecionadas em 2012**

<b>Indicadores</b>	<b>Copasa</b>	<b>Sabesp</b>	<b>Embasa</b>	<b>Embasa*</b>
Receita operacional líquida (R\$)	2.768.365.000	10.737.600.000	1.737.100	1.737.100
Empregados	11.611	15.019	5.107	5.107
Terceirizados	725		5.512	5.512
Ligação de água (und)	3.799.192	7.769.000	3.006.000	3.006.000
Ligação de esgoto (und)	2.258.604	6.128.000		
Extensão de rede de água (km)	44.864	67.647	31.233	31.233
Extensão de rede de esgoto (km)	20.093	45.778	6.546	6.546
População atendida com água (hab)	14.066.000	24.249.000	11.030.000	11.030.000
População atendida com esgoto (hab)	8.785.000	20.992.000	3.845.000	3.845.000
Índice atendimento em água (%)		> 99	89,5	89,5
Índice coleta de esgoto (%)		83	31,2	31,2
Número de ETES		502	241	241
Número de ETAS		214	436	436
Emissão total (tco <sub>2</sub> e)	526.952,97	2.141.111	969.496	599.678
Emissão por receita (kco <sub>2</sub> e/R\$)	0,19	0,20	558,11	345,22
Emissão por funcionário (tco <sub>2</sub> e/funcionário)	42,72	142,56	95,34	56,47
Emissão por ligação de água (tco <sub>2</sub> e/lig)	0,14	0,28	0,32	0,20
Emissão por ligação de esgoto (tco <sub>2</sub> e/lig)	0,23	0,35		
Emissão por extensão de rede de água (tco <sub>2</sub> e/km)	11,75	31,65	31,04	19,20
Emissão por extensão de rede de esgoto (tco <sub>2</sub> e/km)	26,23	46,77	148,11	91,61

**Fonte:** Embasa (2014), Sabesp (2014) e Copasa (2014)

\*essa coluna exclui as emissões devido ao esgoto não coletado

\*\*alguns indicadores de processo não foram apresentados devido à indisponibilidade de dados

Verifica-se que a Embasa apresenta um valor de emissão por ligação de água e esgoto superior às demais. Esse resultado pode refletir práticas operacionais, tecnologia utilizada, bem como a superestimativa associada aos fatores do IPCC para tratamento de esgoto. Ainda que a emissão devido ao esgoto não coletado seja excluída do inventário da Embasa, os indicadores apresentam desempenho inferior.

#### 4.4.5. OPORTUNIDADES PARA APRIMORAMENTO DA GESTÃO DE EMISSÕES

Para implementação da gestão de emissões de GEE na Embasa torna-se essencial sua inserção no planejamento estratégico. Recomenda-se a adoção de indicadores e metas anuais de redução. A metodologia GHG enfatiza que, na definição de metas, um dos aspectos mais importantes refere-se ao limite, ou seja, quais gases devem ser incluídos e os escopos (emissões diretas e indiretas).

Nesse sentido, considerando a situação atual da empresa, constata-se a viabilidade de implementação no curto prazo de um indicador o qual englobe as emissões indiretas de escopo 2. Os dados de consumo de energia são facilmente obtidos pelo sistema de controle o qual é gerenciado pelo Departamento de Eficiência Energética. Para cálculo da emissão seria necessário apenas obter o fator disponibilizado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia mensalmente. A proposição de uma meta de redução associada a esse indicador evidenciaria as intervenções atuais da empresa nessa área. Por outro lado, seria possível propor metas mais desafiadoras proporcionando benefícios econômicos ocasionados pela redução de consumo de energia elétrica e ambientais devido à mitigação de GEE, indiretamente, pode contribuir para minimizar as emissões diretas de metano em estações de tratamento de esgoto caso a empresa opte pelo aproveitamento de biogás.

O gestor desse indicador pode ser o Departamento de Eficiência Energética ou a Divisão de Desenvolvimento Organizacional. Essa última é uma unidade subordinada a Diretoria da Presidência a qual tem dentre suas atribuições à gestão da sustentabilidade na empresa e organização e elaboração do relatório no formato

GRI. Cabe ressaltar que o referido padrão de relatório GRI já prevê o relato de emissões diretas e indiretas.

No médio prazo pode ser implementado um indicador que considere a maior fonte de emissão de GEE da empresa. A Divisão de Políticas e Programas Ambientais, responsável pela elaboração da declaração de carga poluidora anualmente, pode montar um banco com os dados necessários para estimativa das emissões teóricas de metano. Salienta-se que uma parcela significativa dos dados utilizados na presente pesquisa para a categoria mencionada, foram provenientes dessas declarações. Para uma efetiva mitigação dessa fonte, recomenda-se que a empresa conduza um estudo o qual avalie o potencial de aproveitamento do biogás das estações existentes na SO e NO. Quando da elaboração de projetos, na etapa de estudos de concepção e viabilidade, o relatório de avaliação ambiental deve incluir apreciações quanto às emissões associadas às opções tecnológicas apresentadas. Essa análise deve considerar não somente a tipologia de tratamento, mas também a emissão devido ao consumo de energia. No longo prazo, a empresa deverá analisar também a solução para destinar o lodo dessas unidades e considerar esses aspectos para definição da melhor alternativa.

Assim, sugere-se que a empresa desenvolva um programa de pesquisas aplicadas com vistas a encontrar soluções as quais venham ao encontro da visão estratégica em 2030. Verifica-se que grandes empresas no setor investem em centros de pesquisa ou financiam projetos de interesse para o sucesso das estratégias empresariais.

Para viabilizar o aprimoramento do inventário, sugere-se que o setor de tecnologia da empresa desenvolva um sistema para gestão dos dados do inventário similar ao BSC (*Balance Score Card*). O sistema seria elaborado com a mesma estrutura de escopos propostos pelo *GHG Protocol*. Dentro de cada escopo seriam lançadas as categorias que a alta direção priorizasse para acompanhamento em médio prazo. A responsabilidade pela inserção do dado seria da unidade responsável pelo dado de atividade, assim, o departamento de transportes deve alimentar o sistema com o consumo de combustíveis. Outra possibilidade seria a Divisão de Gestão

Organizacional ser responsável pela solicitação dos dados às unidades responsáveis e alimentação do sistema. Além dos dados de atividade deve existir um campo para inserção do fator de emissão e o sistema deve calcular o resultado. Acredita-se que se cada unidade for responsável pela alimentação do sistema e houver comprometimento por parte das diretorias da área, seria viável a elaboração anual do inventário de GEE da empresa.

Analisando-se o planejamento estratégico atual da Embasa, verifica-se que a gestão das emissões de GEE poderia estar associada aos objetivos estratégicos P10 ou P11.

A temática das mudanças climáticas também deveria ser inserida nos objetivos estratégicos PT2, PT4 e S2. O indicador “índice de mobilização para a mudança cultural”, relacionado ao PT2, pode considerar ações relativas a eventos e treinamentos que demonstrem a relevância do assunto para todos os níveis da empresa. No Quadro 25 são apresentados os objetivos estratégicos e os indicadores propostos para avaliação do desempenho dos mesmos, conforme o planejamento 2012- 2015.

Quadro 25 - Objetivos estratégicos e indicadores que podem ser associados à gestão de emissões de GEE

Objetivo estratégico	Indicador
P 10	$\frac{n \text{ de requisitos de responsabilidade socioambiental atendidos}}{n \text{ total de requisitos de responsabilidade socioambiental}} \times 100$
P11	$\frac{n \text{ de requisitos de gestao de riscos atendidos}}{n \text{ total de requisitos de gestao de riscos}} \times 100$
PT4	$\frac{n \text{ de demandas atendidas}}{n \text{ de demandas levantadas}} \times 100$
S2	$\frac{n \text{ de impactos significativos resolvidos}}{n \text{ de impactos significativos identificados}} \times 100$

Fonte: Embasa (2012)

Constata-se que o a gestão climática poderia ser incluída como um dos requisitos de responsabilidade socioambiental (P10) ou como requisito de gestão de riscos (P11).

Verifica-se também a pertinência de incluir o aproveitamento do biogás como uma demanda de atualização dos processos finalísticos e torna-se redundante enfatizar que as emissões de metano constitui impacto significativo da operação em sistemas de esgotamento sanitário.

Em termos de planejamento, observa-se que a empresa já possui os elementos mínimos necessários para executar a gestão de emissões de GEE. Tem-se esse entendimento porque além de todos esses indicadores, a empresa adota as diretrizes da GRI para elaboração de seu relatório de sustentabilidade, conforme citado previamente. Existe a necessidade que a alta direção da Embasa defina mudanças climáticas como um risco ao negócio e adote uma postura atuante e comprometida. No próximo ciclo de planejamento (2016-2019), ou pensando até na visão 2030, identifica-se a necessidade de estabelecer claramente como uma das iniciativas estratégicas da empresa. Finalmente, sugere-se a adoção do indicador associado ao consumo de energia no primeiro ano do próximo período (2016) e paulatinamente a inclusão de outros escopos.

Retomando a visão 2030, constata-se um foco na expansão dos serviços e em especial na redução dos déficits na área de coleta e tratamento de esgotos. Os indicadores utilizados para aferir esse desempenho na universalização são o acréscimo de ligações de água e acréscimo de ligações de esgoto. Desse modo, sugere-se que o indicador de emissões considere o número de ligações. Assim, torna-se possível verificar se a expansão está ocorrendo de modo sustentável do ponto de vista climático. Observa-se que, ao implantar sistemas de esgotamento sanitário, ocorrerá uma redução nas emissões de GEE provenientes do esgoto o qual não é tratado. Por outro lado, conforme a tecnologia selecionada para o tratamento e o número de elevatórias necessárias para o transporte do esgoto, pode ocorrer um acréscimo relevante no consumo de energia. Ressalta-se que essa é a maior fonte de emissão em empresas de água em países desenvolvidos, no qual esse fato pode estar relacionado à universalização dos serviços. Nesse sentido, um acréscimo no consumo de energia aumentará emissões de GEE de escopo 2 exigindo das empresas intervenções para mitigação.

Outra questão a ser considerada refere-se ao destino do lodo das estações de tratamento de esgoto, se as mesmas forem encaminhadas aos aterros sanitários culminará em incremento de emissões indiretas. Cabe ressaltar que todas as operações de transporte associadas à manutenção dos sistemas será potencializado acarretando aumento de intensidade carbônica. Essa análise também pode ser ampliada para as estações de tratamento de água. Portanto, acredita-se que seja coerente a proposição de indicadores de emissões por ligações de água e de esgoto.

Retomando o relatório de sustentabilidade, observa-se que a empresa relata desde o ano de 2009 uma série de indicadores operacionais e ambientais os quais podem ser aproveitados para definição do indicador de emissões mais adequado às necessidades da empresa. Destaca-se em especial o “Consumo de eletricidade/m<sup>3</sup> de água produzida” que com o simples produto do consumo pelo fator de emissão de energia já se permite o acompanhamento e relato dessas emissões. Os indicadores mencionados são apresentados no Quadro 26.

Quadro 26 - Indicadores da Embasa relatados nos relatórios de sustentabilidade

Indicador	Unidade	2013	2012	2011
<b>ATENDIMENTO</b>				
Índices de atendimento em água	%	86,1	89,5	98,0
Índices de atendimento em coleta de esgoto	%	31,2	31,2	38,0
Índice de tratamento do esgoto coletado	%	100	100	100
População residente atendida com coleta de esgoto	mil hab	4.090	3.845	3.938
População residente atendida com abastecimento de água	mil hab	11.290	11.030	11.841
<b>OPERACIONAL</b>				
<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>				
Ligações de água	Mil	3.137	3.006	2.888
Extensão de rede de água	Km	34.074	31.233	30.627
ETAS - Estações de tratamento de água	un.	441	436	429
Perdas de água	%	39,3	37,9	36,8
Perdas de água por ligação	litro/(lig x dia)	282,6	274,5	270,7
Índice de hidrometração	%	96,4	95,4	93,8
Volume produzido de água	milhão m <sup>3</sup>	693	678	660
Volume anual captado	milhão m <sup>3</sup>	740	726	707
Volume anual consumido	milhão m <sup>3</sup>	394	395	391
Volume anual micromedido	milhão m <sup>3</sup>	365	362	352
Volume anual faturado de água	milhão m <sup>3</sup>	525	520	506
Volume anual faturado de água (exceto contratos especiais)	milhão m <sup>3</sup>	481	475	462
Volume anual faturado de contratos especiais	milhão m <sup>3</sup>	44	45	44
Número de sistemas de água	un.	426	420	417
Águas não faturadas	%	26,3	29,1	29,4
Número de empregados próprios	un.	4.871	5.107	4.681
Índice de produtividade de pessoal total *	lig. Ativas/empregado	372	750	775

ESGOTAMENTO SANITÁRIO				
Extensão de rede de esgoto	Km	6.810	6.546	6.434
ETEs - Estações de tratamento de esgoto	un.	285	241	225
Volume anual coletado nos imóveis	milhão m <sup>3</sup>	190	181	174
Volume anual coletado em outras fontes	milhão m <sup>3</sup>	53	45	10
Volume faturado de esgoto	milhão m <sup>3</sup>	195	185	177
Volume anual tratado	milhão m <sup>3</sup>	241	225	182
Rede coletora em operação	Km	6.810	6.546	6.434
AMBIENTAL				
Consumo total de eletricidade	Terajoule (TJ)	2.532,72	2.390,77	2.246,40
Consumo de eletricidade/m <sup>3</sup> de água produzida	kWh/m <sup>3</sup>	0,88	0,83	0,82
Papel A4 reciclado por total de papel A4 utilizado	%	22,5	30	22
Quantidade de papel A4 utilizado por empregado	folhas/(empregado x ano)	5.025	4.395	5.141

**Fonte:** Extraído de Embasa (2014)

Conforme a Embasa PPG, pretende-se que o sistema de gestão de sustentabilidade da empresa seja o mesmo gerido pelo planejamento estratégico. Atualmente, o modelo adotado é o BSC, entretanto, com a revisão para o próximo ciclo do planejamento estratégico poderá ser adotada outra ferramenta.

Diante da exposição conclui-se que a Embasa possui os elementos mínimos necessários para a gestão de suas emissões, faltando nesse momento, uma determinação da diretoria que este se trata de aspecto estratégico para a organização. A partir dessa definição, as áreas irão incluir dentre suas prioridades acompanhar os dados de atividade e realizar as estimativas. Enfatiza-se, assim como toda iniciativa recente a ser implantada em uma organização, a necessidade de treinamento das áreas e a sensibilização dos gestores e funcionários envolvidos com os processos a serem monitorados. As principais sugestões de melhorias estão sintetizadas na Figura 25.

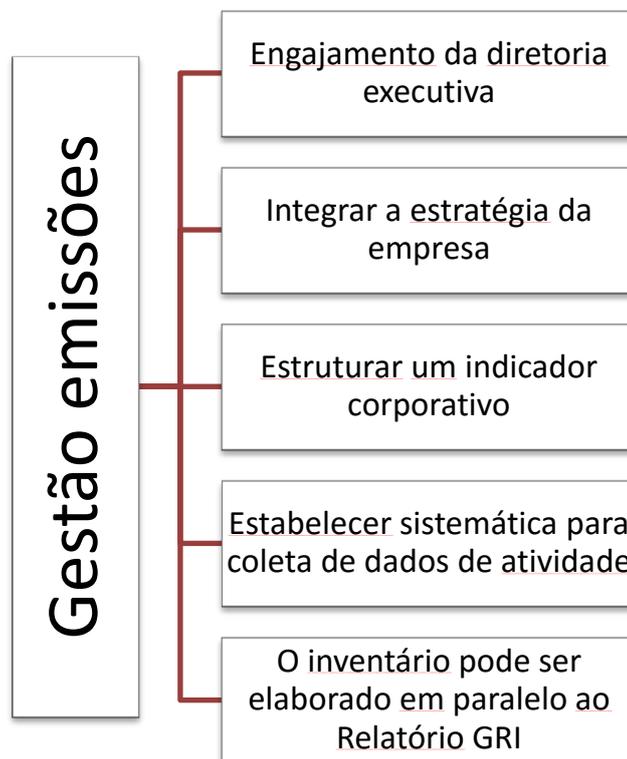


Figura 25 - Sugestões de melhoria para aprimoramento da gestão de emissões de GEE

**Fonte:** Elaboração própria

#### 4.4.6. BARREIRAS ENCONTRADAS NA EXECUÇÃO DO INVENTÁRIO E SUGESTÕES DE MELHORIAS

As principais dificuldades para execução do presente inventário referem-se à ausência de monitoramento dos dados necessários para as estimativas de GEE. Este fato decorre inicialmente da falta de conhecimento da metodologia *GHG Protocol* e em especial das informações necessárias para utilização das ferramentas de cálculo. Nesse sentido, para execução de um trabalho como o proposto, sugere-se o comprometimento da alta administração e posteriormente o treinamento dos colaboradores responsáveis pelo monitoramento dos dados. Conforme apresentado no capítulo de metodologia, para cada categoria a ser incluída no inventário, existem dados a serem coletados periodicamente os quais estão associados a distintas unidades organizacionais. Dessa forma, uma unidade da empresa poderá concentrar as informações e sistematizar em único documento.

Outro fator limitante para condução do inventário está relacionado aos dados controlados por fornecedores e prestadores de serviço, a exemplo da quantidade de gás utilizado em aparelhos de ar condicionado. A autora contactou a empresa responsável pela manutenção dos aparelhos de ar condicionado da RMS e foi informada de que a prestadora realizava o controle da quantidade de substâncias aplicadas nos equipamentos. Inclusive foi relatado que tratava-se de uma condicionante ambiental do IBAMA para que a mesma pudesse exercer suas atividades. Foram feitos diversos contatos solicitando a discriminação da quantidade de gás aplicada e o tipo, contudo, sem retorno. Desse modo, a categoria de emissões de aparelhos de ar condicionado e refrigeração não foi quantificada. Assim, constata-se que a Embasa necessita solicitar de seus fornecedores os dados relevantes para viabilizar a quantificação dessas fontes.

Outro aspecto a ser citado é a excessiva burocracia para requerimento de informações. De modo geral, as unidades exigiram a formalização por escrito emitida pela Diretoria a qual a autora estava vinculada. Esse foi o maior entrave enfrentado para a condução desta pesquisa. No caso das informações operacionais de esgoto da Região Metropolitana de Salvador (RMS), foi necessária a solicitação formal do coordenador do Programa de Engenharia Industrial (PEI). Além da questão burocrática, cabe mencionar o tempo excessivo para atendimento dos dados requeridos. Para as unidades organizacionais situadas na atual Diretoria Técnica e de Sustentabilidade, as informações foram disponibilizadas com maior celeridade devido ao apoio recebido pelo alto escalão. No Quadro 27 são apresentados os escopos, categorias, unidades organizacionais e dificuldades enfrentadas para o levantamento de dados.

Quadro 27 - Barreiras identificadas durante execução do inventário de GEE na Embasa

Escopo	Categoria	Unidade organizacional	Dificuldades enfrentadas
1	Emissões de aparelhos de refrigeração e de ar condicionado	GLPA	GLPC – responsável pela manutenção dos aparelhos, não tem controle da informação

	Emissões fugitivas de extintores de incêndio	GPSV/todas as unidades da empresa	Controle frágil dos extintores Ausência de retorno quanto aos dados solicitados
	Emissões metano tratamento efluentes	NO, ME, MA, TM Divisão de Coleta e Transporte de Esgoto – SUL (SOEC/SOE/SO) METT MES	Hierarquia Ausência de transparência Lentidão para transmitir dados Incoerência entre os dados quando confrontando diferentes fontes
	Combustão móvel	Departamento de Transporte	Burocracia excessiva
2	Consumo de energia	Departamento de Eficiência Energética	Houve apoio da DT e os dados foram disponibilizados com maior celeridade
3	Viagens a negócios-terrestre	Divisão Funcional do	CI emitida pela assessoria em 4/12/12 à FFAE, em 01/02/13 foi feito contato com a unidade para verificar encaminhamento, e retorno do dado em 19/03/13
3	Viagens a negócios – aérea	ERP - FTCF – Embasa	Necessidade das outras áreas entenderem a importância do levantamento de dados
3	Deslocamento funcionários (RMS e interior)	Departamento de administração de pessoal e benefícios (GPA)	Em 22/11/12 solicita apoio da assessoria, pois os dados só seriam liberados após o encaminhamento de email da assessoria da DT para o GPA. A assessoria solicitou em 18/12/12, os dados foram disponibilizados em 18/01/13 por email. Foi necessário gerar relatório específico pelos analistas do ERP.
3	Cadeia de fornecedores Emissões por Transporte e Distribuição (upstream) - Categoria 4	FTCF - Módulo de Suprimento (MM)	Dificuldades - diversos grupos de materiais distribuídos e vários almoxarifados no estado Hierarquia Falta de transparência Falta de colaboração entre áreas Inventário tem que ser um programa empresarial (requer integração de

			todas as áreas)
3	Transporte de resíduos operacionais – peneiras e gradeamento das elevatórias	Divisão de Elevatórias e ECP - METL SOE NOE	Não se tem conhecimento da logística para transporte dos resíduos Não se conhece a localização das elevatórias no interior do Estado Não se conhece a localização de todos os locais de disposição final
3	Transporte de Resíduos operacionais – lodo (ETA e ETE)	SOE, NOE, METT, MÊS	A empresa não tem controle da quantidade de resíduo de lodo de ETA gerada... no interior algumas estações tem a quantidade de lodo gerada
3	Resíduos administrativos		A empresa não tem controle da quantidade de resíduo gerada

**Fonte:** Elaboração própria

Analisando-se os inventários de outras empresas, quando da primeira publicação, constata-se que as dificuldades encontradas na Embasa são similares. Observa-se como ponto comum a exclusão de emissões decorrentes do processo de tratamento de água, devido à ausência de uma metodologia destinada a essa quantificação. Além disso, todas as empresas declararam a falta de controle na área de resíduos. Essas deficiências convergentes nas empresas refletem o quanto o setor necessita avançar em relação às questões ambientais. Outra fonte excluída em todos os inventários é a de emissões fugitivas decorrentes de aparelhos de ar condicionado, de refrigeração e de extintores de incêndio. Ainda que não seja uma das principais fontes de emissão direta para empresas que atuam na área de água e esgoto, essa contabilização torna-se importante, pois o valor pode ser inexpressivo para a organização, contudo, ao totalizar o valor de diversas empresas pode ser um valor expressivo em nível regional ou nacional.

No Quadro 28 são apresentados os inventários preliminares da SANEPAR e SABESP, elaborados em 2007, COPASA, elaborado em 2009, CESAN, elaborado em 2008. Além de apresentar as fontes de emissão que foram incluídas, destacam-se as não contabilizadas e as considerações para a estimativa. Por fim, consta uma

coluna onde podem ser visualizadas as medidas propostas para o aprimoramento dos inventários e também indicações para reduzir as emissões.

Quadro 28 - Limitações apontadas nos inventários elaborados por empresas de água e esgoto no Brasil

Empres a/ano	Escopo	Categoria de atividade	Considerações para o cálculo e limitações	Medidas propostas
SANEPAR (2007)	1	Queima de combustível com veículos, equipamentos e máquinas		<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização de álcool em carros bi-combustível</li> <li>- programa de regulagem de veículos e equipamentos à diesel</li> </ul>
		Emissão de metano		<ul style="list-style-type: none"> <li>- instalação de queimadores eficientes em todas as ETEs</li> </ul>
	2	Consumo de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- considerada a quantidade total de energia elétrica consumida em todos os processos e adotado fator de emissão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eficiência energética</li> <li>- campanha de redução consumo</li> <li>- substituição por fontes renováveis</li> </ul>
	3	Utilização de passagens aéreas, ônibus, táxi, veículo particular a serviço da empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- estimado valores gastos com taxi, ônibus;</li> <li>- não consideradas emissões resultantes do uso de veículos particulares e prestadores de serviço;</li> <li>- calculado emissão resultante de viagens aéreas conforme critérios internacionais;</li> </ul>	
		Geração de resíduo sólido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- estimada a geração de resíduos sólidos pelos empregados</li> </ul>	
		Consumo de água e geração de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- calculado o consumo de água e geração de esgoto por empregado</li> </ul>	
		Material de expediente e Material de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- considerada a maioria dos itens adquiridos para material de expediente e comunicação</li> </ul>	
		Produto químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dificuldade na determinação dos fatores de conversão dos produtos químicos e materiais de</li> </ul>	

			saneamento	
COPASA(2009)	1	Emissões provenientes da coleta de esgoto, incluindo as frações tratada e não tratada;		<ul style="list-style-type: none"> <li>– analisar as emissões de biogás das ETEs instaladas</li> <li>– aprofundar estudos dos processos de coleta e queima dos gases gerados, para validação de metodologias que possam comprovar uma efetiva redução nessas unidades da liberação de GEE nos processos.</li> </ul>
	1	Tratamento de água para potabilização	<ul style="list-style-type: none"> <li>– estimativa não realizada devido ausência de metodologia para efetuar o cálculo. Por outro lado, podem ser pouco significativas.</li> </ul>	
	1	Emissões provenientes da frota própria de veículos;		<ul style="list-style-type: none"> <li>– detalhar o consumo de combustíveis</li> </ul>
	1	Emissões estacionárias provenientes de geradores e outras fontes fixas de emissões atmosféricas.		<ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizar outras fontes de emissão como os gases de refrigeração</li> </ul>
	1	Gases refrigerantes e isolantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– estimativa não realizada, pois necessitava da quantidade e tipo de gás utilizado para reposição nos equipamentos da empresa.</li> </ul>	
	2	Consumo de energia elétrica		
	3	Transporte de ônibus de funcionários em viagens intermunicipais e interestaduais a serviço da empresa;		
	3	Resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Estimativa não realizada, devido indisponibilidade dados como a tipologia, porcentagem dos tipos de resíduos, peso e destinação final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– para o próximo inventário controle qualitativo e quantitativo da geração e disposição dos resíduos de ETEs que não se utilizem de aterros sanitários municipais ou privados</li> </ul>
	3	Transporte de		

		funcionários por transporte público (ônibus, táxi, etc)		
	3	Transporte aéreo de funcionários em vôos domésticos e internacionais a serviço da empresa.		
CESAN (2008)	1	Estações de Tratamento de Esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- necessita a vazão de lançamento de algumas ETEs</li> <li>- precisa da eficiência do queimador de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- avaliar a real produção de gás metano*</li> <li>- avaliar alternativas para a utilização do biogás gerado*</li> <li>- calcular emissões de N<sub>2</sub>O.</li> </ul>
	1	Estações de tratamento de água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fonte excluída</li> </ul>	
	1/3	Lodo de ETA e lodo de ETE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fonte excluída</li> </ul>	
	3	Transporte de funcionários e insumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obter dados de consumo de combustível setorizados</li> </ul>	
		Fuga de emissão de equipamentos de refrigeração		
	2	Geração de Energia Elétrica		<ul style="list-style-type: none"> <li>- programa Eficiência Energética</li> <li>- programa Redução de Perdas</li> </ul>
	3	Viagens dos funcionários por transporte aéreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular emissões por viagens aéreas</li> </ul>	
	3	Resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fonte excluída</li> </ul>	
	3	Taxi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fonte excluída</li> </ul>	
SABESP(2007)	1	Coleta e tratamento de esgotos		<ul style="list-style-type: none"> <li>- redução de perdas de água;</li> </ul>
	1	Tratamento de água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- não há metodologia para inventário em processo de tratamento de água para potabilização; em tese, emissões pouco significativas</li> </ul>	
		Lodo ETAs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fonte excluída</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- necessidade de estudos para verificação do nível de emissões e significância em lodos de ETAs em função de sua destinação final;</li> </ul>
		Lodo ETEs destinado aos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fonte excluída</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- necessidade de informações de</li> </ul>

	aterros sanitários		quantitativas e caracterização de lodos gerados e destinação exata dos mesmos
	Frota veicular própria		
	Barco frota (vigilância das barragens)		
	Geradores e outras máquinas		
	Gases refrigerantes e isolantes	– fonte excluída	– requer informações sobre quantidade e tipo de gás utilizado para reposição;
	Resíduos sólidos	– fonte excluída	– necessita informações sobre a tipologia e porcentagem de todos os tipos de resíduos (orgânicos, reciclados e inservíveis) em quilos de resíduos e destinação exata;
2	Energia Elétrica		– produzir energia por fontes renováveis (biogás e hidrelétrica em barragens).
3	Frota terceirizada		
3	Frota de barcos		
3	Táxi	– fonte excluída	– precisa da quilometragem rodada
3	Caminhão-pipa	– fonte excluída	– necessita da quilometragem rodada e/ou tipo e litros de combustível utilizado.
3	Viagens aéreas		

**Fonte:** Elaboração própria

Dentre as empresas mencionadas, constatou-se que a Sabesp e a Copasa continuaram elaborando inventários. Nesse sentido, foram feitas revisões nas metodologias e critérios de cálculo adotados e vem sendo feitas melhorias para aprimoramento das estimativas. Além disso, as empresas mencionadas estão reportando estratégias para mitigação de emissões como resultado desse processo de melhoria nos inventários. No Quadro 29 são apresentadas as medidas declaradas nos relatórios de sustentabilidade da Sabesp e Copasa. Cabe ressaltar que ambas publicam conforme diretrizes GRI. A Embasa, apesar de não mencionar a questão climática de forma direta em seu relatório, também apresenta algumas medidas. Não existem elementos em relação à continuidade dessa iniciativa em outras empresas, pois não estão divulgando em seus relatórios de administração e/ou relatório de sustentabilidade.

Quadro 29 - Estratégias de mitigação relatadas nos Relatórios de Sustentabilidade da Sabesp, Copasa e Embasa

Nome da Empresa	Medidas Adotadas
SABESP	Pequena Central Hidrelétrica
	Aproveitamento de biogás gerado a partir do tratamento de esgoto
	Realização de Inventários
	Programa Corporativo de Gestão de Gases Efeito Estufa
COPASA	Programa de Eficiência Energética
	Ações de preservação, manutenção e ampliação das áreas verdes de proteção dos mananciais, que contribuem para o seqüestro dos GEE
	Aperfeiçoamento da gestão da sua frota de veículos, incorporando práticas que priorizem a redução dos custos operacionais, o seqüestro das emissões
EMBASA	Cogeração de energia elétrica na central termelétrica da ETE
	Piloto para aproveitamento de biogás gerado a partir do tratamento de esgoto
	Ações de preservação, manutenção e ampliação das áreas verdes de proteção dos mananciais
	Redução das distâncias para coleta de amostras para análises de água

Fonte: Sabesp (2014), Copasa (2014) e Embasa (2014)

Após a proposição de medidas para aprimoramento da gestão de emissões e das oportunidades de melhoria para elaboração dos próximos inventários na Embasa, cabe realizar uma análise de alguns aspectos dos ambientes interno e externo à empresa.

Em relação ao ambiente externo, torna-se válida uma analogia ao setor elétrico no que se refere às pressões regulatórias e de *stakeholders* para que a empresa insira as mudanças climáticas em seu planejamento estratégico 2016-2019. As associações da área, AESBE e ABES não enfatizam as questões ambientais. A agência reguladora demanda uma redução de emissões de modo indireto, por meio da avaliação das perdas. Entretanto, o indicador utilizado (perdas por ligação) pode não aferir uma melhoria no desempenho, ainda que apresente uma tendência positiva. Caso a empresa mantenha o mesmo volume ao longo do tempo e amplie o

número de ligações, o indicador irá apresentar resultados positivos. Por outro lado, em termos ambientais não se verificará uma melhoria. A Embasa utiliza as diretrizes do GRI para elaborar o relatório de sustentabilidade, porém, ainda não está relatando indicadores relacionados às mudanças climáticas. Os usuários têm uma preocupação em relação ao tempo de atendimento para execução de serviços como correção de vazamentos, desobstruções de redes, além da ampliação dos índices de cobertura dos serviços de água e esgoto. Nesse contexto, pode-se inferir que não existem pressões externas suficientes para que a empresa altere a prática quanto às questões climáticas.

Por outro lado, nesse momento o governo do estado está elaborando o Plano Plurianual para o ciclo 2016-2019 (PPA). A Embasa está contribuindo nesse processo auxiliando a Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS), fornecendo elementos para direcionar as ações e definir o orçamento para as áreas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Importante destacar que o PPA será uma das diretrizes para elaboração do planejamento estratégico da Embasa. Como a autora participou desse processo de construção do PPA, na área de atuação da Embasa, sabe-se que existe um foco na execução de obras para ampliação de sistemas de abastecimento de água, construção de barragens e de esgotamento sanitário. Essas obras demandam investimentos da ordem de dois bilhões de reais ao longo dos próximos quatro anos. Uma parcela está assegurada por meio de convênios com diversos órgãos do governo federal, porém, certamente demandará um volume de recursos próprios.

Além das obras, são necessários investimentos para elaboração de projetos, especialmente de sistemas de esgotamento sanitário. Por outro lado, a própria empresa possui demandas relacionadas às melhorias operacionais tais como redução de perdas e eficiência energética. Sabe-se que a primeira demanda investirá 300 milhões, somente para a região metropolitana. As ações de eficiência energética demandam em torno de cinco milhões, para sistemas selecionados e compreendem automação de sistemas e troca de equipamentos para melhoria do desempenho energético.

Em relação ao aproveitamento do biogás, já existe um projeto piloto implantado em uma estação de tratamento de esgotos situada em Feira de Santana. Esse projeto foi desenvolvido em conjunto pela Universidade Estadual de Feira de Santana, a COELBA e uma empresa responsável por fornecer os equipamentos. Ainda que seja uma ação relacionada à mitigação, esta foi desenvolvida como um projeto pontual. Além disso, não se avaliou os benefícios ambientais oriundos dessa nova prática. Em termos de orçamento, o projeto de pesquisa para análise do potencial de aproveitamento do biogás em três estações da empresa demanda um investimento de 20 milhões. Como em 2013 a Embasa tinha 285 estações de tratamento de esgoto, verifica-se o desafio para disseminar essa medida em outras unidades.

Observa-se, conforme o exposto, que a empresa prioriza ações as quais possam trazer um retorno econômico. Uma das exceções refere-se às ações de preservação de mananciais, contudo, essa é uma iniciativa estratégica do planejamento atual a qual não foi priorizada ao longo do período 2012-2015. Dessa forma, permanecerá como uma iniciativa estratégica, porém sua execução exige recursos. Por outro lado, a aplicação dos mesmos depende da priorização a ser realizada pela alta administração da empresa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando o objetivo geral da pesquisa, o qual se propôs a realizar um inventário preliminar na Embasa observando as seguintes estratégias de mitigação climática: inventários, indicadores e oportunidades para reduzir emissões. Constata-se que o objetivo foi alcançado, pois foram quantificadas as principais fontes de GEE da Embasa; com os resultados encontrados foi possível sugerir uma métrica para o acompanhamento da gestão de emissões e também foram apontadas medidas para mitigar as fontes mais relevantes.

Quanto ao objetivo específico de execução de inventário e as quatro atividades propostas, verifica-se que os mesmos foram cumpridos. Foi feita uma análise da literatura referente às metodologias utilizadas para contabilização de GEE com foco organizacional. O método selecionado foi o protocolo GHG, pois houve uma adaptação do mesmo para aplicação em empresas brasileiras. As concessionárias de água e esgoto, as quais elaboraram inventários, também adotaram esse instrumento. Por outro lado, as diretrizes da GRI para elaboração de relatórios de sustentabilidade indicam a utilização do GHG Protocol para reporte de emissões. Quando da aplicação da metodologia, verificou-se que a mesma não estava adequada para quantificação de emissões decorrentes de esgotos domésticos. Desse modo, foi necessário utilizar os métodos do IPCC. Além desse aspecto, constata-se que muitos dos fatores propostos pelo GHG protocol provém de agências internacionais como DEFRA e USEPA, portanto, não refletindo a realidade brasileira. Em relação aos fatores nacionais, também se verifica a necessidade de desenvolver estudos os quais considerem as especificidades regionais e locais. Essas observações são aplicáveis também para metodologia IPCC. Após concluir as estimativas foi possível identificar melhorias para execução do próximo inventário. Analisando-se documentos preliminares de outras concessionárias, verificou-se que parcela significativa das limitações encontradas na Embasa estão relacionadas a práticas do setor. Por outro lado, não existe um consenso internacional para contabilização de emissões nessa área em nível organizacional. Nesse sentido, foram apontados caminhos para aprimoramento do inventário da Embasa, porém as observações podem ser estendidas a outras empresas do segmento no Brasil.

Quanto ao segundo objetivo, relativo ao aprimoramento da gestão de emissões, o atendimento foi parcial. Como a etapa anterior, de quantificação, demandou um tempo maior para conclusão, não foi possível aprofundar nessa fase. Desse modo, o levantamento das práticas em outras organizações limitou-se ao nível estratégico sem uma análise mais detalhada do operacional. Assim, observou-se que a inserção da temática de mudança climática na estratégia das empresas, a execução de inventários de GEE e estudos de adaptação. Em menor grau foram levantadas algumas medidas de mitigação em concessionárias de água e esgoto no Brasil, pois, nesse caso, o perfil das emissões era mais aderente ao da Embasa.

O inventário da Embasa foi similar ao de outras empresas de saneamento no Brasil, apresentando como maior fonte de emissão de GEE o manejo de esgoto. Como segunda maior fonte relevante destacam-se as emissões indiretas devido ao consumo de energia. Verifica-se uma tendência de aumento das emissões indiretas de escopo 2 devido ao aumento da demanda de energia por causa da universalização dos serviços e também dos próprios fatores utilizados para a estimativa. As emissões indiretas de escopo 3 totalizaram 1% do total do inventário. Este percentual pode ser alterado consideravelmente caso seja aplicada abordagem de análise de ciclo de vida, conforme a previsão da metodologia GHG protocol.

Um dos motivos para o valor mais elevado das emissões decorrentes no manejo de esgoto na área de abrangência da Embasa é a ausência de queimadores ou estruturas para aproveitamento do metano. Assim, a simples queima já seria uma medida mitigadora. Para uma efetiva mitigação dessa fonte, recomenda-se que a empresa conduza um estudo o qual avalie o potencial de aproveitamento do biogás das estações existentes na SO e NO. Além disso, a empresa necessita aumentar a cobertura de esgoto nos municípios os quais tem responsabilidade de operação dos sistemas.

A elaboração de um inventário de GEE constitui-se em grande desafio para uma empresa, pois necessita do comprometimento da alta administração, de outros níveis hierárquicos e participação de diversas áreas. Ademais necessita envolver os fornecedores para monitorar os dados de fontes não controladas pela empresa

Para melhoria do atual inventário torna-se necessário obter dados com maior grau de confiabilidade do que os utilizados. Nesse sentido, recomenda-se a elaboração de uma ferramenta computacional para gestão das informações a qual subsidiarão o inventário. Pode-se construir um sistema com a metodologia de elaboração do inventário similar ao BSC, onde cada área seria responsável pela alimentação do dado de atividade relacionado. A atual Divisão de Desenvolvimento Organizacional (PPGD), a qual coordena a elaboração do relatório de sustentabilidade da empresa, poderia ser a unidade responsável pela sistematização dos indicadores de emissão.

Como oportunidades de aprimoramento do inventário, sugere-se que a empresa realize uma coleta dos dados referente aos prestadores de serviço. Da mesma forma proposta para viagens a negócio é recomendável que seja elaborado um banco de dados contendo a informação de lotação do funcionário e residência e meio de transporte utilizado. A divisão de Políticas e Programas Ambientais, responsável pela elaboração da declaração de carga poluidora anualmente, pode montar um banco com os dados necessários para estimativa das emissões teóricas de metano. Sugere-se também, em curto prazo, a adoção de um indicador que considere as emissões indiretas de escopo 2 e meta de redução associada ao mesmo.

Como sugestão de estudos futuros, recomenda-se a utilização da metodologia de Análise de Ciclo de Vida para as emissões indiretas de escopo 3. Podem ser selecionados alguns insumos importantes para o tratamento de águas de abastecimento e avaliadas as emissões associadas à etapa de extração. Com vistas ao aprimoramento das estimativas das categorias de transporte, pode-se adotar ferramentas de roteirização. Estas podem auxiliar na mitigação, pois ao otimizar roteiros reduzindo as distâncias, conseqüentemente, ocorre um decréscimo nas emissões.

Uma das lacunas da pesquisa refere-se às emissões devido ao tratamento e disposição de resíduos. Faz-se necessário um levantamento do quantitativo gerado de lodo em estações de tratamento de água e a destinação desse resíduo. Torna-se necessário levantamento similar em estações de tratamento de efluentes,

observando que deve ser analisado o tipo de tratamento o qual o lodo é tratado. Além da análise da destinação desses resíduos, deve ser contabilizada as emissões associadas à etapa de transporte, a qual compreende o percurso do local de tratamento até o ponto de destinação.

A ausência de análise de incertezas constitui-se em uma das limitações desse trabalho o que também pode ser efetivado em uma pesquisa posterior.

## REFERÊNCIAS

ADAM, K. N. **Análise dos Impactos de Mudanças Climáticas nos Regimes de Precipitação e Vazão na Bacia do Rio Ibicuí.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre, 2011. 147f

ADEME- L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Bilan Carbone Entreprises – Collectivités –Territoires. **Guide méthodologique - version 6.1 - objectifs et principes de comptabilisation**, 2010.

ÁGUAS DE PORTUGAL. **Manual de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental.** [Lisboa], 2014. Não publicado.

ALVAREZ, S.; BLANQUER, M.; RUBIO, A. **Carbon Footprint Using the Compound Method Based on Financial Accounts:** The case of the school of forestry engineering, technical University of Madrid. Journal of Cleaner Production, [S.l.], 66, p. 224-232, 2014.

AMARAL. **Especificações de equipamentos utilizados para coleta e transporte de resíduos.** 2014. Disponível em: < <http://www.amaralcoleta.com.br/institucional.php?id=3>>. Último acesso em 20 de novembro de 2014.

ANDRADE, R.; MATTOS, K. **A pegada de carbono da unidade sede da Petrobras em Natal-RN. Holos**, ano 27. Volume 1. p. 92-111. 2011.

ARTURO, P.; CESAR, A.; MARTIN, C; RANDY, A. **Diseño de medidas de adaptación al cambio climático en el sector saneamiento en la sub cuenca Chucchun, provincia de Carhuaz, región Ancash, Peru.** XXXIV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Monterrey, México, 2014.

ASCUI, F.; LOVELL, H. **Carbon Accounting and the Construction of Competence.** Journal of Cleaner Production, [S.l.], 36, p. 48-59, 2012.

BAHIA. **Lei n. 11.172 de 01 de dezembro de 2008.** Institui princípios e diretrizes da Política Estadual de Saneamento Básico, disciplina o convênio de cooperação entre entes federados para autorizar a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial do Estado da Bahia. Salvador, BA, 01 dez. 2008. Disponível em: < <http://www.sedur.ba.gov.br> >. Acesso em: 10 fev. 2013.

BAHIA. **Decreto Nº 14.024 de 6 de junho 2012.** Aprova o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, que institui a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia. Diário Oficial do Estado da Bahia. Salvador, BA, 7 jun. 2012.

BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente do Estado da Bahia. **Primeiro inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa do Estado da Bahia.** 2010.

Disponível em:  
[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/brasil/1inventário\\_gee\\_bahia.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/brasil/1inventário_gee_bahia.pdf). Último acesso: 20 de março de 2012.

BARBER, W. P. F. **Influence of Anaerobic Digestion on the Carbon Footprint of Various Sewage Sludge Treatment Options**. *Water and Environment Journal*, [S.l.], 23, p.170–179, 2009.

BOULOS, P. F.; BROS, C. M. **Assessing the Carbon Footprint of Water Supply and Distribution Systems**. *Journal American Water Works Association*, [S.l.], 102 (11), p. 47-54, 2010.

BRASIL. MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência: Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos**. Brasília: MCT, 2006.

BRASIL – Lei Federal Nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, 2009.

BRASIL – Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre o Clima**. Brasília, MCT, 2010.

BRASIL – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Fator de Emissão da Energia**. Brasília, MCTI, 2011.a

BRASIL – Ministério do Meio Ambiente. **Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas de Veículos Terrestres**. Brasília, MMA, 2011.b

BRASIL – Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico-PLANSAB: Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania**. Brasília, MC, 2013a.

BRASIL – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativa anual de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília, MCTI, 2013b.

BRASIL, G.; SOUZA, P.; CARVALHO, J. **Inventários Corporativos de Gases de Efeito Estufa: Métodos e Usos**. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*. v.3, n. 1, p. 15-26. [S.l.], Jan. / abril, 2008.

BSI – British Standard Institute. **PAS 2050:2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services**. UK, 2011.

CAKIR, F. Y.; STENSTROM, M. K. **Greenhouse Gas Production: A comparison between aerobic and anaerobic wastewater treatment technology**. *Water Research*, [S.l.], 39, (17), p. 4197–4203, 2005.

CARBON TRUST. **Product Carbon Footprinting: The New Business Opportunity.** Experience from Leading Companies. Carbon Trust, [S.I.], 2008, 34 p.

CETAQUA. **Water Technology Center. Medium and long term water resources modeling as a tool for planning and global change adaptation. Application to the Llobregat river basin.** Layman´s report. 2012.

CETESB. **1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo.** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. [São Paulo], 2011.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Decisão de Diretoria N. 254 de 22 de Ago. 2012. **Dispõe sobre os critérios para a elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa no Estado de São Paulo e dá outras providências.** Disponível online: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/legislacao/estado\\_sp/decreto/decisao\\_de\\_diretoria\\_254\\_2012.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/legislacao/estado_sp/decreto/decisao_de_diretoria_254_2012.pdf)> Acesso em: 10 out. 2013.

CIWEM - The Chartered Institution of Water and Environmental Management. **A blueprint for carbon emissions reductions in the UK Water industry.** 2013. Disponível em <[www.ciwem.org](http://www.ciwem.org)> Último acesso : 22 de fevereiro de 2015.

COPASA. **Investor Carbon Disclosure Project information request.** [Belo Horizonte], 2013. Available online: <[www.cdp.net](http://www.cdp.net)>. Último acesso: 20 de setembro de 2014.

COPASA. **Investor Carbon Disclosure Project information request.** [Belo Horizonte], 2014. Available online: <[www.cdp.net](http://www.cdp.net)>. Último acesso: 15 de fevereiro de 2015.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Sustentabilidade 2014.** [Belo Horizonte], [2014]. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br>> Acesso em: 02 abr. 2015

COSTA, D.F. **Geração de energia elétrica a partir do biogás do tratamento de esgoto.** Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DAELMAN, M. R.; VAN VOORTHUIZEN E. M.; VAN DONGEN L. G.; VOLCKE E. I.; VAN LOOSDRECHT M. C. **Methane and Nitrous Oxide Emissions from Municipal Wastewater Treatment – Results from a Long-Term Study.** Water Science and Technology. [S.I.], 67 (10), p. 2350-2355, 2013.

DEFRA/DECC, Department of the Environment, Food and Rural Affairs and Department of Energy and Climate Change. **Guidelines to Defra/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting,** version 1.1. AEA, Defra, DECC, UK, 2012. Disponível online:<<http://www.defra.gov.uk/publications/files/pb13773-ghg-conversion-factors-2012.pdf>> Last access on: March 03, 2013.

DORMER, A. FINN, D. WARD, P. **Carbon footprint analysis in plastics manufacturing**. Journal of Cleaner production. 51, p. 133 – 141. 2013

DOWNIE, J. STUBBS, W. **Evaluation of Australian companies' scope 3 greenhouse gas emissions assessments**. Journal of Cleaner Production. 56, p. 156-163. 2013.

EEA. European Environment Agency. **Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990-2012 and Inventory Report 2014**. Available online: <<http://www.eea.europa.eu/publications/lrtap-2014>>. Last access: September 20, 2014.

EMBASA. **Planejamento Estratégico 2012-2015: Rumo À Universalização**. [Salvador]. 2011.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Sustentabilidade 2010**. [Salvador], [2011]. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br>> Acesso em: 02 abr. 2012.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Sustentabilidade 2011**. [Salvador], [2012]. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Sustentabilidade 2013**. [Salvador], [2014]. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br>>. Acesso em: 09 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Sustentabilidade 2014**. [Salvador], [2014]. Disponível em: <<http://www.embasa.ba.gov.br>>. Acesso em: 09 nov. 2014.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Administração 2015**. [Salvador], [2015].

EPAL. Empresa Portuguesa de Águas Livres S. A. **Relatório de Sustentabilidade 2012**. Lisboa. 2013.

INSTITUTO ETHOS: **Indicadores ETHOS de responsabilidade social empresarial**. 2006. Disponível em:< <http://www3.ethos.org.br/>>. Acesso em: 15 de abril de 2015.

INSTITUTO ETHOS: **Indicadores para negócios sustentáveis e responsáveis. Documentos de apoio à aplicação: Correlações entre iniciativas**. 2013. Disponível em:< <http://www3.ethos.org.br/>>. Acesso em: 15 de abril de 2015.

ESTRELA, D. A. **Quantificação da Pegada de Carbono da Empresa Vestas Portugal**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente – Ramo de Gestão). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2011.

EUROPEAN COMMISSION. **Company GHG Emissions Reporting: a Study on Methods and Initiatives**. Environmental Resources Management, [S.l.], 2010.

FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais**. [Belo Horizonte], 2008.

FIGUEIREDO, M. C. B.; KROEZE, C.; POTTING, J.; BARROS, V. S.; ARAGÃO, F. A. S.; GONDIM, R. S.; SANTOS, T. L.; BOER, I. J. M. **The Carbon Footprint of Exported Brazilian Yellow Melon.** Journal of Cleaner Production, [S.l.], 47, p. 404-414, 2013.

FLORES, E.; VAZQUEZ, A. **Información estratégica sobre riesgos hidrometeorológicos extremos para la adaptación al cambio climático.** Primer Congreso de Cambio Climático da Asociación Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental. Valparaiso, Chile, 2013.

FOLEY, J.; YUAN, Z.; LANT, P. **Dissolved Methane in Rising Main Sewer Systems:** field measurements and simple model development for estimating greenhouse gas emissions. Water science and Technology, [S.l.], 2009.

FOLEY, J.; HAAS, D.; YUAN, Z.; LANT, P. **Nitrous Oxide Generation in Full-Scale Biological Nutrient Removal Wastewater Treatment Plants.** Water Research, [S.l.], 44, p. 831-844, 2010.

FRIJNS, J. **Towards a Common Carbon Footprint Assessment Methodology for the Water Sector.** Water and Environment Journal, [S.l.], v. 26, p. 63-69, 2011.

FUNDAÇÃO CANAL DE ISABEL II E UNIVERSIDADE POLITÉCNICA DE MADRID. **Adaptación al Cambio Climático: Identificación de Medidas de Adaptación a Partir de los Impactos Sobre los Recursos Hídricos en la Comunidad de Madrid.** Madrid, 161p, 2012.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol.** [20--]. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/>>. Acesso em 15. Abr.12.

GALLI, A.; WIEDMANN, T.; ERCIN, E.; KNOBLAUCH, D.; EWING, B.; GILJUM, S. **Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint into a “Footprint Family” of Indicators:** Definition and Role in Tracking Human Pressure on the Planet. Ecological Indicators, [S.l.] v.16, p. 100-112, 2012.

GAO, T.; LIU, Q.; and WANG, J. **A Comparative Study of Carbon Footprint and Assessment Standards.** International journal of low-carbon technologies advance, [S.l.], 1-7, 2013.

GHG Protocol. **The Greenhouse Gas Protocol Brazilian Program.** 2010. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/>>. Acesso em 14 abril de 2014.

GIRONDOLI, L. M. **Projeto Carbono Neutro.** CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento, 2009. Disponível em: <[http://www.cesan.com.br/e107\\_files/downloads/0-seminario-meio-ambiente-programa\\_carbono\\_neutro\\_-\\_ludimila\\_girondoli.pdf](http://www.cesan.com.br/e107_files/downloads/0-seminario-meio-ambiente-programa_carbono_neutro_-_ludimila_girondoli.pdf)> Acessado em: 10 de dezembro de 2012.

GMI. **Global Methane Initiative.** [S.n.], [20--]. Disponível em: <<http://www.globalmethane.org/>>. Acesso em 04 de junho de 2013.

GÜERECA, L. P.; TORRES, N.; NOYOLA, A. **The Carbon Footprint as a Basis for a Cleaner Research Institute in Mexico.** *Journal of Cleaner Production*, [S.I.], 47, p. 396-403, 2013.

GUISASOLA, A.; SHARMA, K. R.; KELLER, J. and YUAN, Z. **Development of a Model for Assessing Methane Formation in Rising Main Sewers.** *Water research*, [S.I.] 43, p. 2874-2884, 2009.

GUISASOLA, A.; HAAS, D.; KELLER, J.; YUAN, Z. **Methane Formation in Sewer Systems.** *Water Research*, [S.I.], 42, p. 1421-1430, 2008.

GUPTA, D.; SINGH, S. K. **Greenhouse Gas Emissions from Wastewater Treatment Plants: A Case study in Noida.** *Journal of Water Sustainability*, [S.I.], 2(2), p. 131–139, 2012.

GRI. **Elaboração de Relatórios de Sustentabilidade.** Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/languages/Portuguesebrazil/Pages/Elabora%C3%A7%C3%A3o-de-relat%C3%B3rios-de-sustentabilidade.aspx>>. Último acesso em: 05/02/2015.

HERTWICH, E. G.; PETERS, G. P. **The Carbon Footprint of Nations: a global, trade-linked analysis.** *Environmental Science & Technology*, [S.I.], 43 (16), p. 6414–6420, 2009.

HYDROS. **Escopo para Elaboração do Inventário de Gases de Efeito Estufa da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.** [Salvador], 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).** 2013. Disponível online: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=40](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=40)>. Acesso em: September 20, 2014.

INEA – Instituto do Meio Ambiente do Rio de Janeiro. Resolução INEA nº 43 de 16 de novembro de 2011. **Dispõe sobre a apresentação de questionário referente aos gases de efeito estufa para fins de licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro.** Revogada pela Resolução No 64, de 12 de dezembro de 2012.

INEA – Instituto do Meio Ambiente do Rio de Janeiro. Resolução No 64, de 12 de dezembro de 2012. **Dispõe sobre a apresentação de inventário de emissões de gases de efeito estufa para fins de licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro.** Disponível online: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/legislacao/estadual/rio\\_de\\_janeiro/resolucao/Resolucao\\_ineia\\_n64\\_rj.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/legislacao/estadual/rio_de_janeiro/resolucao/Resolucao_ineia_n64_rj.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2013.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: workbook and manual.** 1996.

IPCC. National Greenhouse Gas Inventory Programme. [EGGLESTON H. S.; BUENDIA L.; MIWA K.; NGARA T.; and TANABE K. (eds)]. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Hayama, Japan: IGES, 2006.

IPCC (2013). [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ISO. **ISO 14064:** The greenhouse gas. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland, 2006.

KLAVERSMA, A. VAN DER HELMER, A. KAPPELHOF, J. **The use of life cycle assessment for evaluating the sustainability of the Amsterdam water cycle.** Journal of Water and Climate Change. 4 (2), p. 103-109, 2013.

KLEIN-BANAI, C.; THEIS, T. L. **Quantitative Analysis of Factors Affecting Greenhouse Gas Emissions at Institutions of Higher Education.** Journal of Cleaner Production, [S.l.], 48, p. 29-38, 2013.

KOUTSOVITIS, M.; SEOANE, R.; TOMAZIÑ, N.; GOYENECHÉ, M. **Cambio climático: nuevos desafíos en el diseño, verificación y adaptación de las obras de infraestructura hidráulica.** Primer Congreso de Cambio Climático da Asociación Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental. Valparaíso, Chile, 2013.

LARSEN, H. N.; HERTWICH, E. G. **Implementing Carbon-Footprint-Based Calculation Tools in Municipal Greenhouse Gas Inventories.** Journal of Industrial Ecology, [S.l.], 14 (6), p. 965–977, 2010.

LARSEN, H. N.; PETTERSEN, J.; SOLLI, C.; HERTWICH, E. G. **Investigating the Carbon Footprint of a University and the Case of NTNU.** Journal of Cleaner Production, [S.l.], 48, p. 39 – 47, 2013.

LAW, Y.; YE, L.; PAN, Y.; YUAN, Z. **Nitrous Oxide Emissions from Wastewater Treatment Processes.** Philosophical Transactions of the Royal Society B. [S.l.], 367 (1593), p. 1265-1277, 2012.

LEIS, C.; CHERUBINI, E.; RUVIARO, C. **Carbon Footprint of Milk Production in Brazil: a comparative case study.** International Journal of Life Cycle assessment. [S.l.], 20 (1), p. 46-60, 2015.

LI, X.; HONGWEI, T.; RACKES, A. **Carbon Footprint Analysis of Student Behavior for a Sustainable University Campus in China.** Journal of Cleaner Production, [S.l.], 2015. In press.

LIMA, F.P. **Energia no tratamento de esgoto: análise tecnológica e institucional para conservação de energia e uso do biogás.** Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

LIMA, G. S. ; GUIMARAES, L. T. . **Metodologia para seleção de áreas para implantação de aterro sanitário municipal.** In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001, João Pessoa. Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

LUÍS, A. M.; CRUZ, M. J. (eds). **Contribuição para o Estudo das Alterações Climáticas e Adaptação do Ciclo Urbano da Água.** EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres S.A. Lisboa, 2014. 49 pp. ISBN 978-989-8620-05-7

MORAIS, N. M.; TELÉSFORO, A. C. O.; ALVES, M. A.; FONTENELE, M. M.; FONTENELE, R. E. S. **Estudos de Viabilidade de Projetos de Mdl numa Empresa Pública de Saneamento Ambiental.** In: VIII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, 2011.

NAGAL, F. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa de fabricante de computadores.** Dissertação (Mestrado profissional em Gestão Ambiental). Universidade Positivo, Curitiba, 2010.

NOYOLA, A.; MORGAN, J.; GUERECA, P. **Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas.** Universidad Nacional Autónoma de México. 2013.

OFWAT. **Key performance indicators guidance.** Reino Unido. 2012

OLIVEIRA, W. R.; DOMINGUES, E. G. **Energia Elétrica e Créditos de Carbono: uma Proposta de Aproveitamento Energético do Biogás Gerado em Estações de Tratamento de Esgoto: Estudo de Caso.** UNOPAR Científica: Ciências Exatas e Tecnologia. Londrina, v. 10, n. 1, p. 61-67, Nov. 2011.

OZAWA-MEIDA, L.; BROCKWAY, P.; LETTEN, K.; DAVIES, J. and FLEMING, P. **Measuring Carbon Performance in a UK University Through a Consumption-Based Carbon Footprint: De Montfort University Case Study.** J. Clean. Prod. 56 (1), p. 185-198, 2013.

PAGANINI, W.; FURUKAWA, P.; BOCCHIGLIERI, M. 2012. **Gestão Ambiental em Empresa de Saneamento Básico.** In: PHILLIPPI JR, A.; GALVÃO JR, A.C.. (Org.). Gestão do Saneamento Básico Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. 1 ed. Barueri: Manole, 2012, p. 331-354.

PAREDES, M.; GUERECA, L.; MORGAN; M. NOYOLA, A. **Inventário de Emisiones de Efecto Invernadero por el Sector de Tratamiento de Aguas Residuales en México y Proyecciones Tecnológicas de Mitigación para el Año 2030.** Primer Congreso de Cambio Climático da Asociación Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental. Valparaiso, Chile, 2013.

PAREDES, M.; GUERECA, L.; MOLINA, P; NOYOLA, A. **Emisiones de metano por el sector del tratamiento de aguas residuales municipales: proceso de lodos ativados con digestión anaerobia.** XXXIV Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Monterrey, México, 2014.

PAREDES, M.; GUERECA, L.; NOYOLA, A. **Methane Emissions by Treatment of Municipal Wastewater in Mexico:** with emphasis on stabilization ponds. The 7th International Conference on Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG7). Amsterdam, 2014.

PECORA, V. **Implementação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento de esgoto residencial da USP: estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PENMAN; GYTARSKY; HIRAISHI. **Intergovernmental Panel on Climate Change.** Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Waste. [S.I.], 2006.

PERINI, D. S. **Estratégias de Adaptação e Mitigação das Emissões de Gases de Efeito Estufa: O Caso CAGECE.** 2011. Dissertação de Mestrado. (Mestrado Profissional em Administração e Controladoria) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

PIEROBON, L. R. P. **Sistema de Geração de Energia de Baixo Custo Utilizando Biogás Proveniente de Aterro Sanitário.** 2007. 154 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, RS, 2007.

QUISPE, S.; SÁNCHEZ, C.; URBINA, O; MARTÍNEZ, J. **Evaluación de sequias meteorológicas e hidrológicas generadas por el cambio climático en la cuenca del lago de Cuitzio, en Michoacán, México.** XXXIV Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Monterrey, México, 2014.

RENNÓ, C. R. A. **Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE para Avaliação da Atuação Ambiental da COPASA.** In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, RS, 2011.

RIO DE JANEIRO – Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2003.

RIVER Network. Carbon footprint of water. Disponível em: <<http://www.rivernet.org/>>. Acesso em 04 de junho de 2013.

ROMERO, L.; ESPINOSA, M.; QUISPE, S; CINCO, M. **Modelos precipitación-Escorrentía: un caso de aplicación en la evaluación de los escurrimientos ante el cambio climático en México.** XXXIV Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Monterrey, México, 2014.

ROTONDARO, G. P. **Avaliação da Contribuição dos Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) em Aterros Sanitários para os Aspectos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2007. 76 f. Tese (Curso de Gestão e Tecnologias Ambientais) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SABESP. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE SABESP: Ano Base 2007**. In: 1º Seminário Estadual sobre Mudanças Climáticas e Saneamento, Franca, SP, 2009. Disponível em : <[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/sociedade\\_meioamb/Confer%C3%...pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/sociedade_meioamb/Confer%C3%...pdf)>. Acessado em: 18 setembro 2012.

SABESP. **Investor Carbon Disclosure Project Information Request**. São Paulo, 2013. Disponível em: <[www.cdp.net](http://www.cdp.net)>. Último acesso: 20 de setembro de 2014.

SABESP. **Investor Carbon Disclosure Project Information Request**. São Paulo, 2014. Disponível em: <[www.cdp.net](http://www.cdp.net)>. Último acesso: 15 de fevereiro de 2015.

SAIRAN, F. MD DIN, F.; NOR-ANUAR, A. **A New Inventory System to Estimate Greenhouse Gases Emissions from Domestic Wastewater Treatment Plant. Water Practice & Technology**. Vol 8 No 3-4 p. 425-432, [S.l.], [20--].

SALON, H.; FALLOS, L.; VINDAS, A. **Análises de vulnerabilidad de la infraestructura al cambio climático del sistema de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales, de la ciudad de Limón, Costa Rica**. Primer Congreso de Cambio Climático da Asociación Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental. Valparaiso, Chile, 2013.

SALVADOR – Prefeitura Municipal do Salvador. **PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico**. Volume II – Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Salvador. Salvador, 2010.

SANEPAR (2007). **Inventário Sanepar de GEE**. Disponível em: <[www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/.../apresanepar.p...](http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/.../apresanepar.p...)>. Acesso em: 20 fev. 2014.

SANEPAR (2010). **Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Programa Brasileiro GHG Protocol 2009. Disponível em: <[http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/sanepar\\_2009\\_aprovado\\_sel o.pdf](http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/sanepar_2009_aprovado_sel o.pdf)>. Acesso em: 15 abr.2013.

SATO, C. E. **Viabilidade de Projetos de MDL para a Geração de Energia em Aterros Sanitários – estudo de caso no município de Itajubá-MG**. 2009. 155f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2009.

SCHALTEGGER, S.; CSUTORA, M. **Carbon Accounting for Sustainability and Management: Status quo and Challenges**. *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], 36, p. 1-16, 2012.

SHAHABADI, M. B.; YERUSHALMI, L.; HAGHIGHAT, F. **Impact of Process Design on Greenhouse Gas (GHG) Generation by Wastewater Treatment Plants.** *Water Research*, [S.l.], 43 (10), p. 2679-2687, 2009.

SILVA, S. F. **Análise da Disponibilidade e Demanda para o Sistema de Abastecimento de Água de Salvador Frente a Cenário de Mudanças.** 2012. 150 f. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SILVA, M. D. D. R. **Pegada de Carbono da Quinta da Gruta: Quantificação e Compensação.** 2011. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2011.

SMCC – Secretaria Municipal da Casa Civil. **Salvador: construindo um novo futuro 2013-2016.** Salvador, 2013. Disponível em: <[http://www.planejamentoestrategico.salvador.ba.gov.br/imagens/Planejamento\\_Completo.pdf](http://www.planejamentoestrategico.salvador.ba.gov.br/imagens/Planejamento_Completo.pdf)>. Último acesso: 10 de fevereiro de 2015.

SMMA – Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de Belo Horizonte.** Belo Horizonte, 2009.

STECHEMESSER, K.; GUENTHER, E. **Carbon Accounting: A Systematic Literature Review.** *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], v.36, p. 17-38, 2012.

SVMA – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo.** São Paulo, 2005.

UGGETTI, E.; GARCIA, J.; LIND, S. E.; MARTIKAINEN, P. J.; FERRER, J. **Quantification of Greenhouse Gas Emissions from Sludge Treatment Wetlands.** *Water Research*, [S.l.], 46 (6), p. 1755-1762, 2012.

UKWIR. UK Water Industry Research. **Energy Efficiency in the UK Water Industry: A Compendium of Best Practices and Case Studies.** 2010. Disponível em: <<http://www.ukwir.org/>>. Acesso em 04 jun 2015.

UKWIR. UK Water Industry Research. **The Links and Benefits of Water and Energy Efficiency Joint Working.** 2012. Disponível em: <<http://www.ukwir.org/>>. Acesso em 04 jun 2015.

UKWIR. UK Water Industry Research. **Workbook for Estimating Operational GHG Emissions, Version 9.** 2015. Disponível em: <<http://www.ukwir.org/>>. Acesso em 04 jun 2015.

US EPA – United States Environmental Protection Agency. **Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2005.** United States, 2007.

VAN DER HOEK, J.P. **Energy from the water cycle: a promising combination to operate climate neutral.** *Water Practice and Technology*. 6 (2), 2011.

VÁZQUEZ-ROW, I.; RUGANI, B.; BENETTO, E. **Tapping Carbon Footprint Variations in the European Wine Sector.** *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], 43, 146-155, 2013.

VENDRAME, I; MIRANDA, M. **Impacto climático e adaptações em sistema de abastecimento de água em uma sub - bacia do rio Paraíba do Sul - São Paulo - Brasil.** Primer Congreso de Cambio Climático da Asociación Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental. Valparaiso, Chile, 2013.

WANG, Z.; LI, Y.; LI, Z. **An Analysis of Carbon Footprint of Beijing Based on Input-Output Model.** International Conference on Advances in Energy and Environmental Science (ICAEES), Guangzhou, CHINA JUL 30-31, 2013 ENVIRONMENTAL PROTECTION AND RESOURCES EXPLOITATION, PTS 1-3 Colección: Advanced Materials Research Volume: 807-809, p. 1052-1058.

WANG, J.; ZHANG; XIE, H.; QI, P.; REN, Y.; HU, Z. **Methane Emissions from a Full-Scale A/A/O Wastewater Treatment Plant.** *Bioresource Technology*, [S.l.], 102, p. 5479–5485, 2011.

Water Research Foundation. **Toolbox for Water Utility Energy and Greenhouse Gas Emission Management.** USA, 2013.

WIEDMANN, T.; WOOD, R.; MINX, J. C.; LENZEN, M.; GUAN, D. B. and HARRIS, R. **A Carbon Footprint Time Series of the UK – Results from a Multi-Region Input–Output Model.** *Economic Systems Research*, [S.l.], 22 (1), p. 19–42, 2010.

WIEDMANN, T. and MINX, J. (2008). **A Definition of “Carbon Footprint”.** In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. Disponível em: [https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=5999](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999). Acesso: 30 maio 2012.

WRI/WBCSD and World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. **The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition).** The Greenhouse Gas Protocol Initiative, USA and Switzerland, 2004.

ZAKKOUR, P.; KEMPER, J.; DIXON, T. **Incentivising and Accounting for Negative Emission Technologies.** *Energy Procedia*, [S.l.], 63, p. 6824-6833, 2014.

ZHAI, Q.; CAO, H.; ZHAO, X.; YUAN, C. **Assessing Application Potential of Clean Energy Supply for Greenhouse Gas Emission Mitigation: A Case Study on General Motors Global Manufacturing.** *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], 75, p. 11-19, 2014.

## APÊNDICE A – DOCUMENTOS CORPORATIVOS ANALISADOS

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. **Relatório de gestão – 2012**. Salvador, 2012.a

\_\_\_\_\_. **Declaração de Carga Poluidora das Estações de Tratamento de Efluentes da Região Metropolitana de Salvador – ME**. Salvador, 2012.b

\_\_\_\_\_. **Declaração de Carga Poluidora das Estações de Tratamento de Efluentes da Superintendência Norte – NO**. Salvador, 2012.c

\_\_\_\_\_. **Declaração de Carga Poluidora das Estações de Tratamento de Efluentes da Superintendência SUL – SO**. Salvador, 2012.d

\_\_\_\_\_. **MOPE - Manual de Orçamento Programa 2013**. Documento para uso interno. 2013.

EMBASA. **Parecer da Comissão Técnica de Garantia Ambiental para Obtenção da Licença de Operação dos sistemas de Esgotamento Sanitário Operados pela Unidade Regional de Camaçari – UMC**. Salvador, 2011.a

\_\_\_\_\_. **Parecer da Comissão Técnica de Garantia Ambiental para Obtenção da Licença de Operação dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Operados pela Unidade Regional de Feira de Santana – UNF**. Salvador, 2011.b

\_\_\_\_\_. **Parecer da Comissão Técnica de Garantia Ambiental para Obtenção da Licença de Operação dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Operados pela Unidade Regional de Itabuna – USI**. Salvador, 2011.c

\_\_\_\_\_. **Parecer da Comissão Técnica de Garantia Ambiental para Obtenção da Licença de Operação dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Operados pela Unidade Regional de Itamaraju – USU**. Salvador, 2011.d

\_\_\_\_\_. **Parecer da Comissão Técnica de Garantia Ambiental para Obtenção da Licença de Operação dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Operados pela Unidade Regional de Vitória da Conquista – USV**. Salvador, 2011.e

\_\_\_\_\_. **Parecer CTGA para Obtenção da Licença de Implantação do SES de Itacaré**. Salvador, 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório Técnico de Garantia Ambiental**. Salvador, 2010.b

\_\_\_\_\_. **Relatório Técnico de Garantia Ambiental**. Salvador, 2011.f

\_\_\_\_\_. Departamento de Eficiência energética (TSE). **Relatório de consumo mensal de energia**. Salvador, 2012.f

\_\_\_\_\_. Departamento de Transportes. Relatório de consumo de combustível anual. Salvador, 2012.g

\_\_\_\_\_. Divisão funcional do ERP (FTCF/DF). Relação de viagens realizadas em 2012. Salvador, 2012.h

\_\_\_\_\_. Divisão funcional do ERP (FTCF/DF). Relação de materiais adquiridos em 2012. Salvador, 2012.i

\_\_\_\_\_. GPA. Relação de funcionários que receberam vale transporte em 2012. Salvador, 2012.j

\_\_\_\_\_.PPGI. Municípios com menos de 150mil habitantes operados pela Embasa em 2012. Salvador, 2013.

\_\_\_\_\_.METL. Localização de estações elevatórias da cidade do Salvador. Salvador, 2014.a

\_\_\_\_\_.METL. Quantidade de resíduo gerado em estações elevatórias em Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas e na estação de condicionamento prévio de Salvador. Salvador, 2014.b

\_\_\_\_\_.MET. Localização das estações de tratamento de esgoto da cidade do Salvador. Salvador, 2014.c

\_\_\_\_\_.ME. Relação de elevatórias existente na Região Metropolitana de Salvador e no interior. Salvador, 2014.d

## APÊNDICE B – MATERIAIS ADQUIRIDOS PELA EMPRESA EM 2012 POR GRUPOS

Material	Detalhamento
Produtos Químicos	material de tratamento: Refere-se ao consumo de cloro, sulfato de alumínio, hipoclorito de cálcio, cal virgem e hidratada, ácido fluossilícico, sulfato férrico e polímero utilizados no processo de tratamento de água e esgoto
Água Bruta/Tratada	água bruta - Refere-se à água bruta adquirida de sistemas independentes para tratamento e venda, e tarifa de captação de água bruta dos mananciais; água tratada - Refere-se à água tratada adquirida de sistemas independentes para revenda.
Combust. e Lubrificantes	Refere-se ao óleo diesel, gasolina, álcool, gás e lubrificantes consumidos nos processos operacionais, veículos e equipamentos utilizados pela Empresa.
Material Hidrômetro	Refere-se a kits de reposição, caixa de proteção, peças e todo e qualquer componente de hidrômetros.
Materiais Hidráulicos	Refere-se ao consumo de tubos (pvc, ferro fundido, inclusive tubos de aço carbono para clorogás), flange aço carbono, conexões (aparelhos, registros, válvulas auto operadas, válvulas para para sistema clorogás, manômetros, ventosa e rotâmetro), ligas especiais, acessórios de manobras, tampas, tampões, aros, gaxeta, vedadores, vedantes e outros aplicados na conservação e manutenção dos sistemas (SAA e SES) e parte de sistemas, e nas unidades administrativas da Empresa.
Fer.Pereciv./Oficina	Refere-se ao consumo de ferramentas não motorizadas, tais como: chaves de fenda, boca, estrela, alicates, martelos, limas, picaretas, pás, cortadeiras, chaves de cano, tarrachas, serras, serrotes, colheres de pedreiro, carros de mão, pastilha de usinagem, ferramentas de uso em oficina, inclusive chibáqua e outros.
Mat.Conserv/Rep.Bens	Refere-se ao consumo de cimento, tijolos, blocos, britas, telhas, areias, chapas, placas, peças plásticas ou metálicas, divisórias, forros, arames, ferragens, portas, janelas, basculantes, esquadrias, compensados, portões, grades, laminados, madeiras, telas, estacas, andaimes, escadas, pré-moldados de concreto, parafusos, resinas, correntes, porcas, arruelas, tintas, vernizes, solventes, impermeabilizante; peças e acessórios utilizados na manutenção dos móveis (armários, estantes, cadeiras, carteiras, etc.), e nos equipamentos de telecomunicação, eletro-mecânico, segurança e proteção, refrigeração, oficina (compressores, rotores, rolamentos, cilindros de oxigênio, cilindro para cloro liquefeito, cilindro de acetileno, cilindro para gás liquefeito, cargas para diversos cilindros, etc.).
Mat.Elet./Eletronico	Refere-se ao consumo de eletrodutos, conexões, materiais de isolamento elétrico, fios, cabos (inclusive os utilizados na instalação de Rede Lógica), programadores elétricos, contactores, válvulas solenoide, fusíveis, relés, transmissores, capacitores, horímetros e acessórios; ferragens de uso elétrico; baterias inclusive para celulares, estabilizadores de 300 VA, máquina de calcular e aparelho de telefone comum, lâmpadas, bocais, disjuntores, quadros de força, poste de iluminação, banco capacitor de pequeno porte; componentes de informática

	(aparelho de CD-ROM 52x, gravador de CD-RW interno, pentes de 512 MB de memória no mínimo, placa de vídeo AGP 32 MB, placa de vídeo PCI 32 MB, placa de rede 10/100 Mbps, HD 40 GB, HD 80 GB, - disco rígido, filtro de linha e switch não gerenciável). E outros utilizados na manutenção e conservação de sistemas e parte
Mat.de Uso Geral	Refere-se ao consumo de materiais de uso geral, tais como: barbantes, linhas, correntes, cabos de aço, couros, lonas, encerados, cadeados, pilhas, materiais de filmagens, gravações, fotografias e sonorização, instrumentos musicais, máquina de fotografar comum, cartão telefônico. Devem ser incluídos, neste item, materiais de jardinagem e decoração (tais como: vasos com plantas e flores, terra vegetal, adubos).
Mat. Manut. Veiculos	Refere-se ao consumo de peças e acessórios para veículos; pneus e câmaras de ar; baterias e outros materiais utilizados em reparo de veículos: aquisição de rádio, tacômetro, ar condicionado e kit de gás para veículos.
Mat. Exped. Inform.	Refere-se ao consumo de materiais de uso administrativo, tais como, canetas, lápis, borrachas, fitas para máquinas, cartuchos e toner para impressoras, arquivos para disquetes, fitas magnéticas, trenas, bobinas, papéis, envelopes, selos, teclados, mouses, pastas, adesivos, cesta para lixo, grampeadores, guilhotinas, perfuradores, régua, clips, papel carbono, colas, cadernos, impressos, formulários, gravuras, mapas, porta revistas, desfragmentador de papel, mídia para CD, DVD e PEN DRIVES. Devem ser incluídos, neste item, materiais específicos para desenho e outros materiais utilizados no desenvolvimento dos trabalhos administrativos (escritório).
Mat.Protecao/Seguran	Refere-se ao consumo de botas, luvas, protetores, cones, placas de sinalização, macacões de borracha, extintores de incêndio, cilindros de gás, pára-raios e outros materiais de proteção individual de uso obrigatório.
Mat.de Fardamento	Refere-se ao consumo de uniformes, macacões, sapatos, ternos e outros estabelecidos pela Empresa para identificação ou padronização do seu pessoal, inclusive os utilizados em programas sociais (ex. Coral) e porta crachá e cartões.
Mat/Utens. Copa/Limp	Refere-se ao consumo de sabão, álcool, vassouras, baldes, papel higiênico, palha de aço, flanelas, desinfetantes, desodorizantes, copos, garrafas térmicas, açúcar, chá, café, água mineral, talheres, pratos, filtros e gêneros alimentícios. Deve ser orçado nesta natureza a aquisição de gás de cozinha e utensílios de copa, como: liquidificador, cafeteira doméstica e similares.
Mat.de Laboratorio	Refere-se ao consumo de pipetas, buretas, provetas, discos para comparadores, vidrarias, escovas, reagentes químicos, nitrogênio, acetileno e outros de uso exclusivo em laboratório.
Mat.Medicos/Odont.	Refere-se ao consumo de medicamentos, e acessórios de uso médico odontológico ambulatorial: tensiômetro, termômetro, seringas, agulhas, algodão, gases, esparadrapos, pinças e outros similares.

Fonte: Manual de orçamento programa da Embasa (2013)

## ANEXO I – RELAÇÃO DE ENTREVISTAS REALIZADAS

País	Empresa	Respondente	Período
Brasil	Embasa	Gerente do Departamento de Eficiência Energética	Agosto 2012
		Gerente da Divisão de Administração de Gestão de Pessoal	Outubro 2012
		Gerente da Divisão de Tratamento de Esgotamento Sanitário da Região Norte	Janeiro 2013
		Gerente da Divisão de Tratamento de Esgotamento Sanitário da Região Sul	Janeiro 2013
		Gerente da Divisão de Transportes	Marco 2013
		Gerente da Divisão Financeira da Unidade Regional de Feira de Santana	Mai 2013
		Gerente da Divisão de Compras (GLMC)	Abril 2013
		Técnico da Divisão de Tratamento de Água da Região Norte	Julho 2013
		Técnico da Divisão de Tratamento de Água da Região Sul	Julho 2013
		Técnico da Divisão Funcional ERP	Setembro 2013
		Técnico da Divisão de Estações Elevatórias de Salvador	Setembro 2013
		Técnico do Departamento de Produção de Água de Salvador	Novembro 2013
		Técnico da Divisão de Coleta e Transporte da Região Norte	Agosto 2013
Holanda	Waternet	Pesquisador	Abril 2014
França	<i>Degreemort</i> (Suez)	Gerente de Eficiência Energética	Mai 2014
Portugal	Grupo Águas de Portugal	Diretora de Responsabilidade Social	Setembro 2014
	Águas Livres de Lisboa	Gerente de Gestão de Ativos	Outubro 2014
Espanha	Agbar/Suez	Líder do grupo de pesquisa em adaptação as mudanças climáticas – CETaqua	Outubro 2014
	Canal de Isabel II	Direção da área Técnica e Científica	Outubro 2014
Peru	SEDAPAL	Gerente de Meio Ambiente	Novembro 2014