



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**  
**NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**ULYSSES DE BRITO CRUZ**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E  
ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO  
SUPERIOR: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Salvador  
2020

**ULYSSES DE BRITO CRUZ**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E  
ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO  
SUPERIOR: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Tese apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Administração da Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia, como um dos pré-requisitos para a conclusão do Doutorado Interinstitucional em Administração.

Orientador: : Prof. Dr. José Célio Silveira Andrade

Salvador  
2020

Escola de Administração - UFBA

C957 Cruz, Ulysses de Brito.

Inventário de emissão de gases de efeito estufa estratégias de mitigação em instituições de ensino superior: o caso da Universidade Federal de Sergipe / Ulysses de Brito Cruz. – 2020. 265 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Celio Silva Andrade.

Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, 2020.

1. Gestão ambiental – Universidade Federal de Sergipe – Estudo de casos. 2. Gases do efeito estufa – Inventário. 3. Redução de gases efeito estufa – Estudo e ensino. 4. Universidades e faculdades públicas - Política ambiental. 5. Efeito estufa (Atmosfera). 6. Estudo comparado. I. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. II. Título.

CDD – 636

**ULYSSES DE BRITO CRUZ**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E  
ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO  
SUPERIOR: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

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

Aprovada em 06 de Agosto de 2020

Examinada por:

Prof. Dr. José Célio Silveira Andrade – Orientador \_\_\_\_\_  
Doutor em Administração pela Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2000.

Profa. Dra. Sônia Maria da Silva Gomes \_\_\_\_\_  
Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2004.

Profa. Dra. Andréa Cardoso Ventura \_\_\_\_\_  
Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2013.

Prof. Dr. Édler Lins de Albuquerque \_\_\_\_\_  
Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2007.

Prof. Dr. Milthon Serna Silva \_\_\_\_\_  
Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo, Brasil, 2005.



A(os)

Cristiane, pelo companheirismo, apoio incondicional, motivação e dedicação.

Marli, por sempre estar orando por mim.

Meus filhos amados, Danillo e José Pedro, por me inspirar a buscar sempre o melhor.

Ana Sabina, mãe amada, por me ensinar a amar incondicionalmente.

José Cruz, pai amado, por me ensinar a nunca desistir.

Meus amados irmãos e irmãs, por me amarem, torcerem e apoiar esta realização.

Professor José Célio, pelos ensinamentos, confiança e apoio que viabilizou a construção desta tese.

Universidade Federal de Sergipe e Universidade Federal da Bahia, instituições de ensino público superior que exercem papel essencial na formação de inúmeras pessoas, inclusive, os que não podem pagar pelo acesso à educação, com qualidade e excelência.

Todos que torceram por esta realização.



## AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pela iluminação, orientação e proteção ao longo dessa caminhada nesses quase 4 anos indo e vindo de Salvador pelo menos uma vez por mês. Pela proteção da minha família, mesmo em momentos mais difíceis, eu pude sentir que Deus estava lá e dessa forma pude seguir essa caminhada com mais tranquilidade. Pela força que surgia dentro de mim, nos momentos mais difíceis, aqueles que provocavam sentimentos de angústias, incertezas, ansiedades, derrotas e medos, dos quais eu pensei em desistir, eu sempre pude sentir Deus me acalmando e mostrando a direção a seguir, muitas vezes não entendendo o porquê desse caminho. Gratidão Pai Celestial!!!

Aos meus pais, agradeço todos os ensinamentos e valores que norteiam o meu caráter. A Ana Sabina, minha Amada Mãe, agradeço pelas orações ao bom Deus todas as madrugadas, agradeço a dedicação a família e aos filhos com todo amor, por todos esses anos. Muito Obrigado, Mãe!!! Ao meu Amado Pai, José Cruz, que justamente, a cinco anos atrás, julho de 2015, quando fiz a seleção desse doutorado, recebi a triste notícia de que ele estava com a demência, e por esse motivo, hoje encontra-se no mundo dele, mas nos cuidados dos filhos. Agradeço por ter dedicado toda à sua vida para dar o melhor para seus sete filhos, renunciando a viagens, passeios, festas com seus amigos, tudo isso em pró da família. Quando chegou de Ilha das Flores interior de Sergipe em 1972, com 44 anos e já com seus sete filhos, fez questão de tirar o curso superior em Administração de Empresas, com o intuito de mostrar para os filhos que era possível sim, estudar, mesmo trabalhando, casado e com sete filhos para sustentar. Muito Obrigado, Pai!!!

A Cristiane, minha querida e amada esposa, agradeço o carinho, a torcida, o companheirismo, a motivação e dedicação na revisão do texto desta pesquisa, sem a sua participação e apoio incondicional o resultado final não seria o mesmo. Muito Obrigado, Cristiane!!!

Aos meus filhos que são o sentido e a inspiração da minha vida. Ao meu Filho Amado, Danillo, pelo incentivo nas horas mais difíceis, aconselhando-me a focar na Tese, pela compreensão e paciência nesta etapa de minha vida, participando com amor e apoio incondicional. Muito Obrigado, Danillo!!! Ao meu pequeno Filho Amado, José Pedro, agradeço a alegria contagiante transmitida através desse sorriso lindo e inocente. Tão pequeno, nascido no decorrer dessa minha jornada, hoje com 1 ano e 7 meses já quer usar o



computador do pai para realizar seus “trabalhos”. Muito Obrigado, José Pedro!!! Muito Obrigado, Filhos Amados!!!

Agradeço a Marli, por cuidar tão bem do nosso Filho Amado Danillo, por sempre estar em oração por nós. Muito Obrigado, Marli!!!

Meus agradecimentos aos meus amados irmãos e irmãs, por me amarem, torcerem e apoiar nesta realização e principalmente, por assumirem os cuidados com o nosso Pai e nossa Mãe nos momentos em que não pude estar mais presente. Muito Obrigado, meus irmãos e irmãs!!!

Aos meus familiares, agradeço pela torcida, pelo incentivo e a força que me propuseram. Em especial, gostaria de destacar, Isabel, pelas correntes de oração. A meu sobrinho, Diego, pelos conselhos e por se colocar à disposição para ajudar. A Lais e seu esposo Wolney, pelo apoio incondicional quando precisei de vocês e a Luciana, pelo auxílio, companheirismo e vários tours gastronômicos na belíssima cidade de Salvador. Muito Obrigado!!!

Ao Mestre, Dr. José Célio Silveira Andrade, agradeço a confiança depositada em mim. Obrigado pela paciência, pela compreensão das minhas limitações, pela generosidade em mostrar outras possibilidades, pelas grandes e constantes contribuições que viabilizaram a construção desta Tese, pelo dom de saber identificar em seus alunos o que tem de melhor, sempre com o devido respeito. Gratidão, Prof. Célio!!!

As minhas coorientadoras, Dra. Rita de Cássia Souza Ribeiro Torres e a Dra. Janaina Ottonelli, pela validação dos cálculos, pelo constante acompanhamento no desenvolvimento da pesquisa e pelas preciosas observações em busca do melhor desfecho para a Tese. Sem a participação de vocês e apoio incondicional o resultado final não seria o mesmo. Muito Obrigado mesmo!!!

Aos professores membros da Banca Examinadora, Andréa Cardoso Ventura, Sônia Maria da Silva Gomes, Édler Lins de Albuquerque e o Milthon Serna Silva, pelas valiosas e pertinentes sugestões dadas para evolução desta pesquisa. Muito Obrigado!!!

Ao Grupo de Pesquisa Governança Ambiental do Clima e Mercado de Carbono, pelo acolhimento, apoio e incentivo. Agradeço especialmente a Flávia Menezes pela contribuição na pesquisa, as Professoras Andréa Ventura e Fátima, pelos conselhos. Muito Obrigado!!!

A todos os professores e funcionários do Núcleo de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal da Bahia, em especial, a Anaélia, que sempre com disponibilidade e presteza conseguiu resolver todos os problemas administrativos que surgiram. Muito Obrigado!!!

A Universidade Federal de Sergipe e a Universidade Federal da Bahia, por possibilitar o meu desenvolvimento profissional culminando na defesa dessa Tese de forma gratuita. Em especial, a Universidade Federal de Sergipe, na qual me dedico profissionalmente há 14 anos, agradeço as oportunidades de aprendizado e crescimento pessoal e profissional. Também quero agradecer aos meus colegas de trabalho da Pró-Reitoria de Planejamento, Jorge e Eloisa pela torcida, em especial ao Prof. Rosalvo, ao Prof. Kleber e a Geovania que teve a brilhante ideia do DINTER, Ani e Carlos, por sempre estarem presentes em minhas solicitações para o desenvolvimento da Tese. Aqui, não poderia esquecer de todos os meus colegas que contribuíram na coleta dos dados. Muito Obrigado!!!

Por fim, e não menos importante, agradeço aos colegas do Doutorado 2015 DINTER/UFS/NPGA/UFBA, pela enriquecedora convivência e amizade construída nesses últimos cinco anos. Muito Obrigado!!!

Gratidão, somente Gratidão!!!



*“O meu povo foi destruído, porque lhe faltou o conhecimento; porque tu rejeitaste o conhecimento, também eu te rejeitarei, para que não sejas sacerdote diante de mim; e, visto que te esqueceste da lei do teu Deus, também eu me esquecerei de teus filhos.”*

*Oséias 4:6.*

*“A maior necessidade do mundo é de homens – homens que não se comprem e nem se vendam; homens que no íntimo da alma sejam verdadeiros e honestos, homens, cuja a consciência seja tão fiel ao dever como a bússola o é ao polo; homens que permaneçam firmes pelo que é reto, ainda que caiam os céus”.*

*Ellen G. White.*



CRUZ, Ulysses de Brito Cruz. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa e estratégias de mitigação em instituições de ensino superior: o caso da Universidade Federal de Sergipe**. 265 p. il. 2020. Tese (Doutorado) – Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

## RESUMO

Dentro do contexto de enfrentamento das alterações climáticas e aquecimento global, volta-se a atenção para o papel de liderança das Instituições de Ensino Superior (IES) no cenário global, para que contabilizem as emissões de gases do efeito estufa (GEE) decorrentes de suas atividades por meio da elaboração de inventários. Esta pesquisa tem por objetivo propor a aplicação de um método para elaboração de inventário de GEE adaptado à realidade das IES que facilite a elaboração, entendimento, divulgação e atualização entre as instituições e público em geral, bem como propor estratégias de mitigação das emissões provocadas no exercício das suas atividades institucionais. Para tanto, foi realizado um estudo de caso na Universidade Federal de Sergipe (UFS) com elaboração de inventário de GEE, para o ano base 2017, utilizando a metodologia *GHG Protocol* amplamente reconhecida pela comunidade científica, a partir da identificação das suas principais fontes (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFCs, SF<sub>6</sub> e PFCs), segmentadas por categorias e escopos (1, 2 e 3) e seus resultados comparados com os de trabalhos científicos no âmbito nacional e internacional entre IES, como forma a extrair pontos semelhantes e possíveis divergências. Os resultados demonstram que, dentre as emissões de GEE da UFS para o ano inventariado, as maiores emissões correspondem ao escopo 3 (indiretas provocadas por fontes não pertencentes ou não controladas pela instituição), com 24.293 tCO<sub>2e</sub>. Em seguida, surgem as emissões do escopo 2 (indiretas provenientes da energia adquirida), com 1.633 tCO<sub>2e</sub> e em último lugar, as emissões do escopo 1 (diretas provocadas por fontes pertencentes ou controladas pela instituição), com 755,42 tCO<sub>2e</sub>. Para redução de GEE, algumas medidas de mitigação foram sugeridas, com ênfase especial para ampliação do sistema fotovoltaico a permitir a geração de eletricidade suficiente a atender a demanda de todos os Campi da instituição, a exceção do Campus São Cristóvão, e cuja viabilidade econômica também foi elaborada. A análise comparativa com estudos em outras IES ressaltou que a contabilização de emissões do escopo 3 é particularmente importante por se identificar a realização de atividades relacionadas as várias categorias nele abrangidas, em especial, viagens a negócios, deslocamento de funcionários e alunos (casa-trabalho), bens e serviços adquiridos, descarte de resíduos e que algumas categorias previstas no Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) podem ser relevadas, diante da inaplicabilidade a IES. A partir destas constatações, estruturou-se a aplicação de um método customizado para inventários de IES que de forma prática e didática explicita um passo a passo de como contabilizar as emissões de GEE. Dessa forma, conclui-se que a contabilização das emissões por meio de inventários pode contribuir para o cumprimento da meta nacional de redução de GEE por auxiliar no planejamento de metas e objetivos no plano interno e propiciar a adoção de medidas mitigadoras por parte das IES. No entanto, recomenda-se o aprimoramento deste estudo no que diz respeito à análise da viabilidade técnica, ambiental e econômica das medidas de redução de GEE sugeridas em cotejo com a realidade apresentada por cada IES objetivando a criação de uma padronização também sob tal aspecto.

**Palavras-chave:** Contabilidade do carbono, inventário de GEE, *GHG Protocol*, estratégias de mitigação, IES e UFS.



CRUZ, Ulysses de Brito Cruz. Greenhouse gas emissions inventory and mitigation strategies in higher education institutions: the case of the Federal University of Sergipe. 265 p. il. 2020. Thesis (Doctoral) –School of Administration, Federal University of Bahia, Salvador, 2020.

## ABSTRACT

Within the context of coping with climate changes and global warming, attention is drawn to the leadership role of Higher Education Institutions (HEIs) on the global scenario, so that they account for greenhouse gas (GHG) emissions arising from their activities through inventories elaboration. This research aims to propose the application of a GHG inventory elaboration method adapted to HEIs context in order to facilitate the elaboration, understanding, dissemination and update among the institutions and the general public, as well as to propose emission mitigation strategies provoked in the exercise of its institutional activities. Therefore, a case study was carried out at the Federal University of Sergipe (UFS) with GHG inventory elaboration, for the base year 2017, using the GHG Protocol methodology widely recognized by the scientific community, based on the identification of its main sources (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFCs, SF<sub>6</sub> and PFCs), segmented by categories and scopes (1, 2 and 3) and their results compared with those of national and international scientific literature among HEIs, in order to extract similar points and possible divergences. The results demonstrate that, among UFS GHG emissions for the inventoried year, the highest emissions correspond to scope 3 (indirect caused by non-belonging or not controlled by the institution sources), with 24,293 tCO<sub>2e</sub>. Then, there are scope 2 emissions (indirect from the purchased energy), with 1,633 tCO<sub>2e</sub> and lastly, scope 1 emissions (direct from owned or controlled by the institution sources), with 755.42 tCO<sub>2e</sub>. To reduce GHG, some mitigation measures have been suggested, with a special emphasis on expanding the photovoltaic system to allow the generation of sufficient electricity to meet the demand of all the campuses of the institution, with the exception of the São Cristóvão Campus, and whose economic viability was also elaborated. The comparative analysis with studies in other HEIs highlighted that scope 3 emissions account is particularly important because it identifies the performance of activities related to the various categories covered in it, in particular, business trips, displacement of employees and students (home-work), purchased goods and services, waste disposal and that some categories provided for in the Brazilian GHG Protocol Program (PBGHGP) may be overlooked, given the inapplicability to IES. From these findings, an application of a customized method for IES inventories was structured, which in a practical and didactic way explains a step by step how to account for GHG emissions. Thus, it is concluded that the accounting of emissions through inventories can contribute to the fulfillment of the national goal of GHG reduction by assisting in the planning of goals and objectives at the internal level and enable the adoption of mitigating measures by the HEIs. However, it is recommended to improve this study with regard to the analysis of the technical, environmental and economic feasibility of the GHG reduction measures suggested in comparison with the reality presented by each HEI aiming at creating a standardization under this aspect as well.

Keywords: Carbon accounting, GHG inventory, GHG Protocol, mitigation strategies, IES and UFS.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Etapas desta pesquisa.....	82
Figura 2 -	Localização dos Campi da UFS em Sergipe.....	84
Figura 3 -	Localização dos Polos da UFS em Sergipe.....	85
Figura 4 -	Subsistema de Administração Geral.....	86
Figura 5 -	Subsistema de Administração Acadêmica.....	87
Figura 6 -	Potencial de Geração Solar Fotovoltaica – Rendimento Energético Anual	178
Figura 7 -	Desembolsos da UFS com fatura de energia em 2017.....	186
Figura 8 -	Análise de Performance da TIR.....	190
Figura 9 -	Análise de Performance do Payback.....	190
Figura 10 -	Análise de Performance do VPL.....	191
Figura 11 -	Etapas da elaboração do inventário dos GEE.....	196
Figura 12 -	Tipos de escopo para contabilização de emissões.....	197
Figura 13 -	Tipos de emissões de uma IES.....	197
Figura 14 -	Processo de melhoria contínua.....	207
Figura 15 -	Mapa de vegetação pretérita (fitofisionomias) dos biomas brasileiros.....	249
Figura 16 -	Campus de Ciências da Saúde de Lagarto (Maquete Eletrônica).....	264



## LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Vista Aérea do Campus São Cristóvão.....	256
Foto 2 - Vista Aérea do Campus São Cristóvão.....	256
Foto 3 - Vista Aérea do Prédio da Reitoria no Campus São Cristóvão.....	257
Foto 4 - Vista Aérea da Praça Memorial da Democracia no Campus São Cristóvão..	257
Foto 5 - Vista Aérea do Prédio da Reitoria, Praça Memorial da Democracia e da Biblioteca Central - BICEN no Campus São Cristóvão.....	258
Foto 6 - Vista Aérea da Estação de Tratamento no Campus São Cristóvão.....	258
Foto 7 - Vista Aérea da Entrada do Campus São Cristóvão.....	259
Foto 8 - Vista Aérea da construção da Subestação Elétrica - SE UFS 69kV no Campus São Cristóvão.....	259
Foto 9 - Sistema Fotovoltaico 42,24kWp no Departamento de Engenharia Elétrica – DEL no Campus São Cristóvão.....	260
Foto 10 - Sistema Fotovoltaico 66kWp na Didática V no Campus São Cristóvão.....	260
Foto 11 - Sistema Fotovoltaico 58,96kWp na Biblioteca Central – BICEN no Campus São Cristóvão.....	261
Foto 12 - Vista Aérea do Campus Hospital Universitário – HU em Aracaju.....	261
Foto 13 - Sistema Fotovoltaico 33kWp no Ambulatório do Hospital Universitário do Campus Hospital Universitário – HU em Aracaju.....	262
Foto 14 - Vista Aérea do Campus Itabaiana.....	262
Foto 15 - Vista Frontal da Biblioteca do Campus Laranjeiras.....	263
Foto 16 - Área livre do Campus Laranjeiras.....	263
Foto 17 - Vista Aérea do Campus de Ciências da Saúde de Lagarto - Campus Lagarto.....	264
Foto 18 - Sistema Fotovoltaico 66kWp no Centro de Simulações e Práticas da Saúde do Campus Lagarto.....	265
Foto 19 - Vista Aérea do Campus do Sertão (Nossa Senhora da Glória).....	265



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Emissões por categoria do escopo 3.....	140
Gráfico 2 -	Análise comparativa entre emissões do escopo 1.....	141
Gráfico 3 -	Emissão de CO <sub>2</sub> e sua relação com o consumo de energia por Campi....	142
Gráfico 4 -	Percentual do consumo anual de energia elétrica e emissões de CO <sub>2</sub> .....	142
Gráfico 5 -	Emissões por serviços comprados ou adquiridos.....	144
Gráfico 6 -	Emissões por diferentes modais de transporte não operados nem pertencentes à instituição.....	149
Gráfico 7 -	Emissões por categoria do escopo 3.....	150
Gráfico 8 -	Análise comparativa das emissões do escopo 3.....	151
Gráfico 9 -	Total das emissões por escopos.....	151
Gráfico 10 -	Análise comparativa percentual entre os escopos 1, 2 e 3.....	152
Gráfico 11 -	Análise comparativa entre as emissões por categoria.....	152
Gráfico 12 -	Análise comparativa entre as emissões por categoria em números percentuais.....	153
Gráfico 13 -	Quantidade de categorias relatadas por IES analisadas (âmbito internacional).....	159
Gráfico 14 -	Percentual dos escopos nos inventários das IES internacionais em comparação a UFS.....	160
Gráfico 15 -	Quantidade de categorias relatadas por IES analisadas (âmbito nacional).....	164
Gráfico 16 -	Percentual dos escopos nos inventários das IES nacionais em comparação a UFS.....	165
Gráfico 17 -	Comparação consumo x geração anual fotovoltaica – Sistema FV de 5MWp.....	170
Gráfico 18 -	Emissões totais x mitigação fotovoltaica – Sistema FV de 5MWp.....	170
Gráfico 19 -	Consumo energia UFS Campus São Cristóvão 2017 X Geração fotovoltaica 266,20 kWp.....	171
Gráfico 20 -	Comparação consumo x geração anual fotovoltaica – Sistema FV de 266,20KWp.....	171
Gráfico 21 -	Emissões totais x mitigação fotovoltaica – Sistema FV de 266,20KWp..	172
Gráfico 22 -	Curvas de carga típicas da UFS (Campus São Cristóvão).....	179

Gráfico 23 - Consumo energia UFS Campus São Cristóvão 2017 X Geração fotovoltaica 5MWp.....	184
Gráfico 24 - Fluxo de caixa cumulativo pagamento à vista.....	187
Gráfico 25 - Diagrama de tornado do impacto na TIR.....	192
Gráfico 26 - Histograma da distribuição da TIR.....	192
Gráfico 27 - Diagrama de tornado do impacto no Payback.....	193
Gráfico 28 - Histograma da distribuição do Payback.....	194
Gráfico 29 - Diagrama de tornado do impacto no VPL.....	194
Gráfico 30 - Histograma da distribuição do VPL.....	195

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais métodos e iniciativas utilizadas na elaboração de inventário de GEE.....	51
Quadro 2 - Os principais gases relacionados em inventário e suas formas de emissão.....	54
Quadro 3 - Contabilização e elaboração de inventário conforme escopos.....	57
Quadro 4 - Instalações da UFS com sistema fotovoltaico.....	89
Quadro 5 - Unidades da UFS incluídas no inventário separadas por campus/centros.....	90
Quadro 6 - Categorias e fontes de emissões de GEE utilizados neste inventário por escopo.....	91
Quadro 7 - Principais Categorias de GEE do Setor AFOLU para IES.....	98
Quadro 8 - Síntese das situações de mudança de uso no solo e categorias correspondentes.....	101
Quadro 9 - Síntese dos fluxos de CO <sub>2</sub> e a forma de relato sob ponto de vista da amortização.....	101
Quadro 10 - Serviços x fatores de emissão.....	114
Quadro 11 - Bens x fatores de emissão.....	116
Quadro 12 - Distância até a disposição final dos resíduos sólidos.....	119
Quadro 13 - Quantidade de resíduos recolhidos em 2017.....	120
Quadro 14 - Quantidade de resíduos recolhidos em 2017 – Remolix.....	121
Quadro 15 - Quantidade de resíduos recolhidos em 2017 no HU – EMTRES.....	121
Quadro 16 - Viagens a negócios utilizando o modal aéreo.....	127
Quadro 17 - Deslocamento casa-trabalho por modal utilizado.....	130
Quadro 18 - Imóvel locado a terceiro pela UFS localizado fora dos Campi e seu consumo médio.....	134
Quadro 19 - Consumo médio anual de edifícios por região brasileira.....	135
Quadro 20 - Composição dos resíduos sólidos.....	147
Quadro 21 - Níveis de incerteza por grupo de fonte de emissão dos resultados obtidos inventário UFS.....	155
Quadro 22 - Emissões totais (tCO <sub>2</sub> e) IES internacionais e UFS.....	157
Quadro 23 - Emissões totais (tCO <sub>2</sub> e) IES nacionais e UFS.....	162
Quadro 24 - Dados adotados para avaliação do fluxo de caixa.....	184



Quadro 25 - Resumo do fluxo de caixa cumulativo.....	188
Quadro 26 - Tipos de fontes de emissão em IES e espécies de dados a serem coletados.....	198
Quadro 27 - Categorias do Escopo 1 em IES.....	202
Quadro 28 - Categorias do Escopo 3 em IES.....	203
Quadro 29 - Emissões totais (tCO <sub>2</sub> e) IES.....	205
Quadro 30 - Unidades de todos os Campi da UFS e suas respectivas siglas.....	226
Quadro 31 - Ações para redução dos gastos com o consumo de energia elétrica nas IES.....	230
Quadro 32 - Ações para redução dos gastos com o consumo de água nas IES.....	236
Quadro 33 - Gases regulados pelo Protocolo de Quioto e Potencial de Aquecimento Global (GWP) considerando um horizonte de tempo de 100 anos.....	245
Quadro 34 - Estrutura da Vegetação, fitofisionomias e respectivas siglas.....	247

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tabela 1 – Pesquisas científicas sobre inventários de GEE em IES Internacionais.....	64
Tabela 2 -	Resultado das emissões de GEE pelas IES citadas na Tabela 1 comparada com a população.....	65
Tabela 3 -	Pesquisas científicas sobre inventários de GEE em IES nacionais.....	68
Tabela 4 -	Resultado das emissões de GEE pelas IES citadas na Tabela 3 conforme população.....	69
Tabela 5 -	Emissões por combustão estacionária – UFS – 2017.....	137
Tabela 6 -	Emissões por combustão móvel (2017).....	138
Tabela 7 -	Emissões fugitivas (2017).....	139
Tabela 8 -	Emissões de efluentes líquidos.....	140
Tabela 9 -	Consumo anual de energia elétrica (2017).....	141
Tabela 10 -	Emissões totais escopo 2.....	141
Tabela 11 -	Emissões serviços comprados ou adquiridos.....	143
Tabela 12 -	Emissões por bens (capital e consumo) comprados ou adquiridos.....	144
Tabela 13 -	Emissões por transporte e distribuição ( <i>upstream</i> ) dos resíduos sólidos....	146
Tabela 14 -	Emissões por resíduos sólidos.....	147
Tabela 15 -	Emissões por viagens a negócios.....	148
Tabela 16 -	Emissões por deslocamento de funcionários (casa-trabalho).....	148
Tabela 17 -	Emissões por bens arrendados (a organização como arrendadora).....	149
Tabela 18 -	Análise comparativa UFS x IES (plano internacional).....	158
Tabela 19 -	Indicadores de população x emissões de GEE das IES internacionais e UFS.....	160
Tabela 20 -	Análise comparativa UFS x IES (plano nacional).....	163
Tabela 21 -	Indicadores de população x emissões de GEE das IES nacionais e UFS...	165
Tabela 22 -	Fluxo de caixa anual cumulativo.....	186
Tabela 23 -	Indicadores da viabilidade econômica.....	188
Tabela 24 -	Valores de estoque de carbono médio para reflorestamento.....	247
Tabela 25 -	Estoques de carbono total por unidade de área (tC/ha).....	249
Tabela 26 -	Tabela 26 - Fatores de emissão de metano para fermentação entérica de gado de corte, machos e jovens, fêmeas e vacas leiteiras.....	251

Tabela 27 - Fatores de emissão de metano por fermentação entérica por outras categorias animais.....	251
Tabela 28 - Fatores de emissão de metano para manejo de esterco de bovinos e suínos.....	252
Tabela 29 - Fatores de emissão de metano para manejo de esterco de asininos, muares, bubalinos, caprinos, equinos, ovinos e aves.....	252
Tabela 30 - Valores <i>default</i> para fator de emissão de N <sub>2</sub> O de manejo de dejetos animal por tipo de manejo.....	253
Tabela 31 - Valores para fator de emissão de N <sub>2</sub> O de manejo de dejetos animal por tipo de animal.....	254
Tabela 32 - Fator de emissão para dejetos de animais em pastagens.....	254
Tabela 33 - Parâmetros para aplicação de fertilizantes orgânicos.....	254
Tabela 34 - Percentual de N e fatores de emissão compostos para adubos orgânicos...	254
Tabela 35 - Fatores de emissão fertilizantes nitrogenados sintéticos.....	254
Tabela 36 - Fatores de emissão de óxido nitroso na aplicação de ureia.....	254
Tabela 37 - Fator de emissão de dióxido de carbono da aplicação de ureia.....	254
Tabela 38 - Fatores de emissão do calcário.....	255
Tabela 39 - Parâmetros para o cálculo de emissões de N <sub>2</sub> O provenientes de deposição atmosférica.....	255
Tabela 40 - Parâmetros para o cálculo de emissões de N <sub>2</sub> O provenientes de lixiviação ou escoamento superficial.....	255
Tabela 41 - Parâmetros para o cálculo de emissões de CO <sub>2</sub> para incineração de resíduo hospitalar.....	255

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 -	Emissões da Combustão Estacionária.....	93
Equação 2 -	Emissões da Combustão Móvel.....	95
Equação 3 -	Emissões Fugitivas.....	96
Equação 4 -	Emissões Agrícolas e Mudança no Uso do Solo.....	97
Equação 5 -	Estoque de Carbono em área de reflorestamento.....	102
Equação 6 -	Estoque de carbono em área de vegetação primária.....	102
Equação 7 -	Emissões do Metano pela Fermentação Entérica.....	103
Equação 8 -	Emissões do Metano pelo Manejo de Dejetos.....	103
Equação 9 -	Emissões do Óxido Nitroso pelo Manejo de Dejetos (exceto animais em pastagem).....	104
Equação 10 -	Emissões do Óxido Nitroso pelo Manejo de Dejetos animais em pastagem.....	104
Equação 11 -	Emissões do Óxido Nitroso pela Aplicação de fertilizantes orgânicos....	105
Equação 12 -	Emissões do Óxido Nitroso pela Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos (exceto ureia).....	106
Equação 13 -	Emissões de óxido nitroso na aplicação de fertilizante ureia.....	106
Equação 14 -	Emissões de dióxido de carbono na aplicação de fertilizante ureia.....	107
Equação 15 -	Emissões do Dióxido de Carbono pelo Aplicação de calcário.....	107
Equação 16 -	Emissão de N <sub>2</sub> O proveniente da deposição atmosférica.....	108
Equação 17 -	Emissão de N <sub>2</sub> O proveniente da lixiviação ou escoamento superficial...	109
Equação 18 -	Emissões do Efluentes Líquidos.....	111
Equação 19 -	Emissões do Consumo de Energia Elétrica.....	113
Equação 20 -	Emissões dos Serviços Comparados ou Adquiridos.....	115
Equação 21 -	Emissões dos Bens (consumo e capital).....	117
Equação 22 -	Emissões dos Transporte e Distribuição <i>Upstream</i> .....	118
Equação 23 -	Emissões dos Resíduos Gerados nas Operações.....	122
Equação 24 -	Emissões CO <sub>2</sub> dos Resíduos Incinerados.....	123
Equação 25 -	Emissões CH <sub>4</sub> dos Resíduos Incinerados.....	123
Equação 26 -	Emissões N <sub>2</sub> O dos Resíduos Incinerados.....	124
Equação 27 -	Emissões das Viagens a Negócios.....	128

Equação 28 - Emissões dos Deslocamentos de Funcionários (casa-trabalho, modal ônibus).....	129
Equação 29 - Emissões dos Deslocamentos de Funcionários (casa-trabalho, modais veículos particulares).....	129
Equação 30 - Emissões dos Bens Arrendados.....	135
Equação 31 - Cálculo do Valor Presente Líquido.....	181
Equação 32 - Cálculo da Taxa Interna de Retorno.....	182
Equação 33 - Emissões.....	204
Equação 34 - Emissões de GEE.....	204

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise de ciclo de vida
ADEMA	Administração Estadual do Meio Ambiente
ADEME	Agência Francesa para o Meio Ambiente e Gestão de Energia
AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BICIN	Biblioteca Central do Campus São Cristóvão
CAMPUSITA	Campus de Itabaiana
CAMPUSLAG	Campus de Lagarto
CAMPUSLAR	Campus de Laranjeiras
CAMPUSSER	Campus do Sertão
CARE	Cooperativa de Agentes de Reciclagem de Aracaju
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CCAA	Centro de Ciências Agrárias Aplicadas
CCBS	Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
CCET	Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
CCSA	Centro de Ciências Sociais Aplicadas
CDM	Clean Development Mechanism
CDP	Carbon Disclosure Project
CE	Comércio de Emissões
CECH	Centro de Educação e de Ciências Humanas
CEP	Código de Endereçamento Postal
CESAD	Centro de Ensino Superior à Distância
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
COP	Conferência das Partes
COTIL	Colégio Técnico de Limeira
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
CRC	Carbon Reduction Commitment
DEFIN	Departamento de Finanças
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs

DEL	Departamento de Engenharia Elétrica
DIAJI	Divisão de Asseio de Jardinagem
DMU	Universidade de Monfort
DOC	Carbono Orgânico Degradável
EAUC	Aliança para a Liderança Sustentável na Educação
EEIO	Environmentally extended input-output
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ET	Emissions Trade
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
EUA	Estados Unidos da América
FC	Fluxo de Caixa
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIES	Fundo de Financiamento Estudantil
FT	Faculdade de Tecnologia
FV	Fotovoltaico
GEE	Gases de efeito estufa
GHG Protocol	Greenhouse Gas Protocol
GLP	Gás liquefeito de petróleo
GNV	Gás Natural Veicular
GPS	Global Positioning System
GRI	Global Reporting Initiative
GWP	Global Warming Potential
HU	Hospital Universitário
IC	Implementação Conjunta
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
IES	Instituição de ensino superior
iNDC	Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas
IP	Protocolo de Internet
IPCC	Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas
ISE	Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial
ISO	International Organization for Standardization
ITMOS	Internationally Transferable Mitigation Outcomes
JI	Joint Implementation

LED	Light Emitter Diode
LO	Licença de operação
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDS	Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUHSE	Museu do Homem Sergipano
NA	Não aplicável
NDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas
NGA	Núcleo de Gestão Ambiental
NIA	Nível de Incerteza Alto
NIB	Nível de Incerteza Baixo
NIM	Nível de Incerteza Médio
NR	Não relatado
NTNU	Universidade Norueguesa de Tecnologia e Ciência
ONU	Organizações das Nações Unidas
PBGHGP	Programa Brasileiro GHG Protocol
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
PDI	Plano de Desenvolvimento Individual
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PRI	Período de recuperação de investimento
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROPLAN	Pró-reitoria de Planejamento
PROUNI	Programa Universidade para Todos
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RESUN	Restaurante Universitário
REUNI	Reestruturação e expansão das Universidades
REUNI	Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SCDP	Sistema de controle de passagens
SIN	Sistema Interligado Nacional
TCU	Tribunal de Contas da União
TI	Tecnologia da Informação
TIR	Taxa Interna de Retorno



TMA	Taxa de Mínima Atratividade
UC	Cidade universitária
UF	Unidade
UFPA	Universidade do Pará
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade de Santa Catarina
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UIC	Universidade de Illinóis
UK	United Kingdom
UNAM	Universidade Autônoma do México
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIFEBE	Centro Universitário de Brusque
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
UNISUL	Universidade do Sul de Santa Catarina
UNOESC	Universidade do Oeste de Santa Catarina
US	United States
US	Moeda Dólar
UTALCA	Universidade de Talca
UTFPR	Universidade Tecnológica do Paraná
VPL	Valor Presente Líquido
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resource Institute

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>39</b>
1.1	OBJETIVOS.....	44
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>44</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>45</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>47</b>
2.1	CONTABILIDADE DE CARBONO ( <i>CARBON ACCOUNTING</i> ).....	47
<b>2.1.1</b>	<b>Pegada de Carbono (<i>Carbon Footprint</i>).....</b>	<b>48</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE).....</b>	<b>50</b>
2.1.2.1	<i>Metodologias e iniciativas utilizadas na elaboração de inventário organizacional de GEE.....</i>	50
2.1.2.2	<i>GHG Protocol.....</i>	53
2.2	INVENTÁRIOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) RELACIONADOS ÀS ATIVIDADES DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.....	60
2.3	ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO PARA ENFRENTAMENTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	71
<b>2.3.1</b>	<b>Contexto global.....</b>	<b>72</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Contexto brasileiro.....</b>	<b>74</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Contexto em Instituições de Ensino Superior (IES).....</b>	<b>77</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>81</b>
3.1	DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS).....	84
3.2	ESTRUTURA DO INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE).....	89
<b>3.2.1</b>	<b>Limite organizacional.....</b>	<b>90</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Limite geográfico.....</b>	<b>90</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Limite operacional.....</b>	<b>91</b>
3.2.3.1	<i>Escopo 1.....</i>	93
3.2.3.1.1	<i>Categoria 1 - Combustão estacionária.....</i>	93
3.2.3.1.2	<i>Categoria 2 – Combustão móvel.....</i>	94
3.2.3.1.3	<i>Categoria 3 – Emissões Fugitivas.....</i>	95

3.2.3.1.4	Categoria 4 – Processos Industriais.....	97
3.2.3.1.5	Categoria 5 – Emissões agrícolas e mudança no uso do solo.....	97
3.2.3.1.6	Categoria 6 – Resíduos sólidos.....	109
3.2.3.1.7	Categoria 7 – Efluentes líquidos.....	110
3.2.3.2	<i>Escopo 2</i> .....	111
3.2.3.3	<i>Escopo 3</i> .....	113
3.2.3.3.1	Categoria 1 – Serviços comprados ou adquiridos.....	113
3.2.3.3.2	Categoria 2 – Bens (consumo e capital).....	115
3.2.3.3.3	Categoria 3 – Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2.....	117
3.2.3.3.4	Categoria 4 – Transporte e distribuição <i>upstream</i> .....	117
3.2.3.3.5	Categoria 5 – Resíduos gerados nas operações.....	119
3.2.3.3.6	Categoria 6 – Viagens a negócios.....	125
3.2.3.3.7	Categoria 7 – Deslocamento de funcionários (casa-trabalho).....	128
3.2.3.3.8	Categoria 8 – Bens arrendados (a organização como arrendatária).....	131
3.2.3.3.9	Categoria 9 – Transporte e distribuição ( <i>downstream</i> ).....	132
3.2.3.3.10	Categoria 10 – Processamento de produtos vendidos.....	132
3.2.3.3.11	Categoria 11 – Uso de bens e serviços vendidos.....	132
3.2.3.3.12	Categoria 12 – Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos.....	133
3.2.3.3.13	Categoria 13 – Bens arrendados (a organização como arrendadora).....	133
3.2.3.3.14	Categoria 14 – Franquias.....	135
3.2.3.3.15	Categoria 15 – Investimentos.....	136
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES: INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE GEE DA UFS PARA 2017.....</b>	<b>137</b>
4.1	ESCOPO 1.....	137
<b>4.1.1</b>	<b>Categoria 1 – Combustão estacionária.....</b>	<b>137</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Categoria 2 – Combustão móvel.....</b>	<b>138</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Categoria 3 – Emissões Fugitivas.....</b>	<b>139</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Categoria 7 – Efluentes líquidos.....</b>	<b>139</b>
4.2	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DAS CATEGORIAS DO ESCOPO 1.....	140
4.3	ESCOPO 2.....	141
4.4	ESCOPO 3.....	142

4.4.1	<b>Categoria 1 – Serviços comprados ou adquiridos.....</b>	<b>143</b>
4.4.2	<b>Categoria 2 – Bens (consumo e de capital).....</b>	<b>144</b>
4.4.3	<b>Categoria 4 – Transporte e distribuição (<i>upstream</i>).....</b>	<b>146</b>
4.4.4	<b>Categoria 5 – Resíduos gerados nas operações.....</b>	<b>147</b>
4.4.5	<b>Categoria 6 – Viagens a negócios.....</b>	<b>147</b>
4.4.6	<b>Categoria 7 – Deslocamento de funcionários e alunos (casa-trabalho)..</b>	<b>148</b>
4.4.7	<b>Categoria 13 – Bens arrendados (a organização como arrendadora)....</b>	<b>149</b>
4.5	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DAS CATEGORIAS DO ESCOPO 3.....	150
4.6	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS) ENTRE OS ESCOPOS 1, 2 E 3.....	151
4.7	ANÁLISE DAS INCERTEZAS.....	153
4.8	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS) EM RELAÇÃO A OUTRAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES).....	156
4.8.1	<b>Cenário Internacional.....</b>	<b>156</b>
4.8.2	<b>Cenário Nacional.....</b>	<b>161</b>
5	<b>ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) PROPOSTAS PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS).....</b>	<b>167</b>
5.1	ESCOPO 1.....	167
5.2	ESCOPO 2.....	169
5.3	ESCOPO 3.....	173
5.4	VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA DAS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO.....	177
5.4.1	<b>Indicadores básicos importantes na análise econômica de projetos.....</b>	<b>179</b>
5.4.1.1	<i>Análise de sensibilidade e risco.....</i>	<i>179</i>
5.4.1.2	<i>Recuperação do Investimento – Payback.....</i>	<i>180</i>
5.4.1.3	<i>Valor Presente Líquido (VPL).....</i>	<i>180</i>
5.4.1.4	<i>Taxa Interna de Retorno (TIR).....</i>	<i>181</i>
5.4.2	<b>Ferramenta aplicada no Estudo da Viabilidade econômica</b>	

	<b>(RETSCREEN4).....</b>	<b>182</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Estudo da viabilidade econômica do sistema fotovoltaico de 5MWP.....</b>	<b>183</b>
5.4.3.1	<i>Viabilidade Econômica.....</i>	185
5.4.3.2	<i>Análise de Sensibilidade.....</i>	189
5.4.3.2.1	Análise de Sensibilidade da Performance da TIR.....	189
5.4.3.2.2	Análise de Sensibilidade da Performance do <i>Payback</i> .....	190
5.4.3.2.3	Análise de Sensibilidade da Performance do VPL.....	191
5.4.3.3	<i>Análise de Risco.....</i>	191
5.4.3.3.1	Análise de Risco da Performance da TIR.....	191
5.4.3.3.2	Análise de Risco da Performance do <i>Payback</i> .....	193
5.4.3.3.3	Análise de Risco da Performance do VPL.....	194
<b>6</b>	<b>APLICAÇÃO DE UM MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE UM INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES).....</b>	<b>196</b>
6.1	ETAPA 1 – DEFINIÇÃO DOS LIMITES ORGANIZACIONAIS.....	196
6.2	ETAPA 2 – DEFINIÇÃO DOS LIMITES OPERACIONAIS.....	197
6.3	ETAPA 3 – SELEÇÃO ANO-BASE.....	203
6.4	ETAPA 4 – SELEÇÃO DA METODOLOGIA E FATORES DE EMISSÃO.....	203
6.5	ETAPA 5 – COLETA DE DADOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE).....	204
6.6	ETAPA 6 – CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE).....	204
6.7	ETAPA 7 - RELATO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE).....	205
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>209</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>213</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS ESCOPO 3 CATEGORIA 7 – DESLOCAMENTO DE FUNCIONÁRIOS E ALUNOS CASA – TRABALHO.....</b>	<b>225</b>
	<b>ANEXO A – UNIDADES DE TODOS OS CAMPI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS) E SUAS RESPECTIVAS SIGLAS.....</b>	<b>226</b>

<b>ANEXO B – AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE COM REDUÇÃO DOS GASTOS COM O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES).....</b>	<b>230</b>
<b>ANEXO C – GASES REGULADOS PELO PROTOCOLO DE QUIOTO E POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (GWP)..</b>	<b>245</b>
<b>ANEXO D – INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES PARA CÁLCULO DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>247</b>
<b>ANEXO E – CAMPI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS).....</b>	<b>256</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente é cada vez maior na agenda de governos, empresas e sociedade em consequência dos efeitos nefastos do aquecimento global provocado pela ação humana praticada em quase todas as atividades e setores da economia, como, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis (derivados de petróleo, carvão mineral e gás natural) para geração de energia, pelos processos de produção de cimento, alumínio, ferro e aço, nos transportes, na conversão do uso do solo na agricultura (preparação da terra para o plantio) na pecuária (tratamento de dejetos de animais e fermentação entérica do gado), no descarte de resíduos sólidos (lixo) e no desmatamento e degradação de florestas (MMA, 2012).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), órgão das Nações Unidas, criado em 1988, responsável por avaliar cientificamente as mudanças no clima, suas implicações e possíveis riscos futuros, bem como propor opções de adaptação e mitigação, em seu quarto relatório apresentado em 2007, indicou que as emissões globais de GEE haviam crescido 70% em 34 anos (entre 1970 a 2004) e que o aumento da temperatura média global desde o século XX seria muito provavelmente decorrente de ações humanas responsáveis pelo aumento das concentrações atmosféricas globais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gás metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (IPCC, 2007).

No quinto relatório<sup>1</sup>, apresentado pelo IPCC em 2014, ratificou-se a influência direta da ação humana no sistema climático, tendo sido afirmado que a emissão continuada de GEE na atmosfera causaria mais aquecimento global e mudanças em todos os componentes do sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos generalizados e irreversíveis para pessoas e ecossistemas (IPCC, 2014). Neste mesmo documento, ficou estabelecido que a limitação de alterações climáticas exigiria reduções substanciais e sustentadas das emissões de GEE (IPCC, 2014).

Com base nestes estudos científicos, muitos países, dentre eles o Brasil, têm assumido compromissos, estimulado pesquisas e adotado políticas públicas voltadas à contenção das mudanças do clima provocados por ações antrópicas, que causam aumento do nível dos oceanos, em função do derretimento das calotas polares, mudança de salinidade do mar,

---

<sup>1</sup> No momento, o IPCC está em seu sexto ciclo de avaliação. A previsão é de que os relatórios estejam concluídos no primeiro semestre de 2022.



mudanças nas dinâmicas dos ventos e chuvas, aumento no nível de intensidade de ciclones tropicais, exacerbação de secas e enchentes, diminuição da biodiversidade devido à extinção de espécies, aumento da desertificação, risco maior de fome, inanição, doenças, insegurança alimentar, deslocamento de populações residentes em áreas baixas e costeiras, além do impacto econômico na agricultura causado pelas perdas na produção de alimentos (ANDRADE; COSTA, 2008).

Na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992, foram definidos compromissos e obrigações para os países membros, denominados Partes da Convenção, levando em consideração o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, com o objetivo de estabilizar a concentração de GEE na atmosfera e proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras (MMA, 2016). Dentre os principais compromissos assumidos pelos países membros, podem ser citados: a) a elaboração de inventários nacionais de emissões de GEE, b) a implementação de programas nacionais e/ou regionais com medidas para mitigar a mudança do clima e formas de adaptação, c) a promoção do desenvolvimento, aplicação e difusão de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de GEE, d) a promoção e cooperação em pesquisas científicas tecnológicas, técnicas, socioeconômicas e outras em observações sistemáticas e no desenvolvimento de banco de dados relativos ao sistema do clima, dentre outras (MMA, 2016).

Em reuniões anuais subsequentes, denominadas Conferência das Partes (COP), os países membros da CQNUMC debatem, atualizam e complementam as disposições originárias deste tratado, e suas decisões, sempre coletivas e consensuais, dão origem a edição de protocolos e acordos com fixação de limites obrigatórios de emissões de GEE. Cabe destacar aqui a COP3 (realizada no ano de 1997), que deu origem ao Protocolo de Quioto e a COP21 (ocorrida em 2015), que originou o Acordo de Paris, como sendo os mais importantes desde então.

O Protocolo de Quioto, criado em 1997, tem como principal diretriz estabelecer metas de redução de emissões de GEE para os países desenvolvidos e os que, à época de sua confecção apresentavam economia de transição para o capitalismo (MMA, 2008). Neste sentido, durante o primeiro período do compromisso (2008-2012), os países industrializados e a comunidade europeia comprometeram-se a reduzir as emissões de GEE para uma média de 5% em relação aos níveis de 1990 (ESTRELA, 2011). No segundo período (2013-2020), o

compromisso consistia em reduzir as emissões em pelo menos 18% abaixo dos níveis de 1990.

Por seu turno, o Acordo de Paris tem como principal objetivo reduzir emissões de GEE no contexto do desenvolvimento sustentável. O compromisso assumido pelos países signatários consiste em manter o aumento da temperatura média global em bem menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais e de envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (MMA, 2017). Para tanto, os países membros se obrigam a criar seus próprios compromissos a partir de Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (iNDC), levando em conta o cenário social e econômico interno (MMA, 2017).

Dentro deste contexto, o Brasil aderiu voluntariamente aos termos do Protocolo de Quioto, através da edição do Decreto Legislativo n.º 144/2002 e oficializou o compromisso voluntariamente junto à CQNUMC de reduzir as suas emissões de GEE através da instituição da Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, com a edição da Lei n.º 12.187/2009 e do Decreto n.º 7.390/2010, revogado pelo Decreto n.º 9.578/2018. Não se pode deixar de destacar também que o país ratificou voluntariamente o Acordo de Paris (21/09/2016), com aprovação do Congresso Nacional, comprometendo-se a reduzir as emissões de GEE em 37% tendo por base o ano de 2005, em 2025, e em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Do mesmo modo, assumiu o compromisso de aumentar a participação em 45% de energias renováveis na composição de sua matriz energética e obter 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030. Desde então, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais, passando a ser denominada Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC). (MMA, 2017).

Na mesma proporção que aumentam as preocupações relacionadas à mitigação das questões climáticas pelo mundo, crescem as exigências para que entes públicos e privados, no plano interno, se amoldem a nova realidade e adotem medidas de gerenciamento sustentável, auxiliando o país a alcançar o desejado crescimento econômico com a necessária preservação do meio ambiente. As universidades e instituições de nível superior, por exercerem papel essencial na formação do senso crítico e transformação da sociedade, não devem fugir deste contexto. Devem, por isso mesmo, assumir o papel de liderança, para reverter o aquecimento global induzido pelo homem, tarefa essa que se enquadra diretamente nas missões educacionais de pesquisa e de serviço público do ensino superior (ACUPCC, 2007).

Nos Estados Unidos da América (EUA), a consciência ambiental encontra-se arraigada dentre as instituições de nível superior. Tanto isso é verdade que mais de 600 faculdades e universidades formaram uma associação denominada *American College & University President's Climate Commitment* (ACUPCC) com o propósito de reduzir as emissões de GEE nos campi universitários, promover esforços de pesquisa e de educação, encorajando jovens a desenvolver soluções sociais, econômicas e tecnológicas que possam reverter o aquecimento global e outros impactos gerados pelas mudanças climáticas (CARVALHO; VAN ELK; ROMANEL, 2017).

Recentemente (10/07/2019), organizações que representam mais de sete mil Instituições de Ensino Superior (IES) de todos os seis continentes, em iniciativa inovadora, capitaneada pela Aliança para a Liderança Sustentável na Educação (EAUC), pela organização estadunidense Second Nature e pela Aliança para Juventude e Educação, da ONU Meio Ambiente, declararam emergência climática e acordaram um plano frente a ONU para neutralizar as suas emissões de carbono até 2030 (ONU, 2019a). Dentre outras instituições que assinaram o documento se incluem a Universidade de Strathmore (Quênia), a Universidade de Tongji (China), a Escola de Comércio KEDGE (França), a Universidade de Glasgow (Escócia), a Universidade do Estado da Califórnia (Estados Unidos), a Universidade de Zayed (Emirados Árabes Unidos) e a Universidade de Guadalajara (México).

Do Brasil, contudo, apenas 03 (três) instituições declararam emergência climática e se comprometeram perante a ONU a neutralizar suas emissões de carbono até 2030, Universidade Federal do Pará (UFPA), Centro Universitário de Brusque (UNIFEBE) e Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) (ONU, 2019b), o que representa, em números percentuais, o equivalente a apenas 0,118% do total, considerando que no Brasil havia 2.537 IES, no ano de 2018, segundo o censo da educação superior (INEP, 2018),

Uma das explicações para a baixa adesão das IES brasileiras a acordos coletivos para enfrentar as mudanças climáticas e o aquecimento global pode ser atribuída à ausência de uma forte consciência do papel de liderança neste assunto que impulse a reunião em forma de associações para conjugação de esforços, tal como existe em outros países. É oportuno deixar registrado que os discentes representam em números 8.450.755 alunos matriculados (INEP, 2018) e são estes que desempenharão o papel central na transformação da economia intensiva em GEE de hoje na economia de baixo carbono amanhã. Devem, por isso, ter o conhecimento e habilidades necessárias para aplicar e replicar informações consistentes e coerentes. Além disto, as IES são configurações ideais para o desenvolvimento de novas estratégias, sistemas,

comportamentos e tecnologias que podem também ser replicadas para os níveis comunidade e Estado (ACUPCC, 2007).

Outro aspecto que pode contribuir para essa conduta tímida das IES brasileiras frente as mudanças climáticas e o aquecimento global, diz respeito a ausência de um método customizado de inventário de GEE que facilite a elaboração, entendimento, divulgação e constante atualização entre as instituições. Ressalte-se que alguns estudos isolados têm sido direcionados à identificação das emissões antrópicas concretizados em forma de inventário em IES, mas nem todos eles são suficientemente abrangentes na contabilização das emissões, nem todos eles são constantemente atualizados e principalmente há uma enorme dificuldade de se registrar dados essenciais e precisos para confecção deste documento através de fontes confiáveis como será melhor detalhado no decorrer desta pesquisa.

Dentro deste contexto, converge-se a análise para a Universidade Federal de Sergipe (UFS) que, até o momento, não possui registros de pesquisas objetivando conhecer o perfil das suas emissões de GEE em decorrência das suas atividades, por meio da elaboração de inventário<sup>2</sup>. Espera-se que o estudo de caso no âmbito daquela instituição, sirva para o alcance de respostas necessárias à estruturação da aplicação de um método adaptado e adequado as IES, visando auxiliá-las no cumprimento de sua missão institucional de liderança frente ao aquecimento global.

A UFS, desde a sua instalação em 1968, vem passando por uma intensa reestruturação e expansão, potencializada, ao longo dos últimos dez anos, após sua adesão ao REUNI (Resolução n° 021/2009/CONEPE2). Houve ampliação de cursos e aumento da oferta de vagas nos cursos existentes, gerando assim, as condições para a criação dos novos Campi no interior do Estado (PDI, 2016-2020). O aumento de alunos e servidores (professores e técnicos), em geral, foi acompanhado pela ampliação e melhoria dos espaços físicos da Universidade, que conta atualmente com seis campi conforme mostrado na galeria fotos do Anexo E: Campus Sede Prof. José Aloísio de Campos, em São Cristóvão; Campus João Cardoso Filho, em Aracaju; Campus Alberto Carvalho, em Itabaiana; Campus de Laranjeiras; Campus Antônio Garcia Filho, em Lagarto, e Campus do Sertão, em Glória (PDI/UFS, 2016-2020).

Alinhar política de crescimento e expansão e desenvolvimento sustentável não é tarefa fácil, mas a UFS, como centro de estudos e pesquisas, deve ser referência na adoção de

---

<sup>2</sup> A pesquisa foi realizada no site da Universidade Federal de Sergipe (UFS), portal periódicos/capes, em abril de 2018, utilizando como palavras chaves: inventário, carbono, GEE, UFS.

práticas inovadoras quanto ao uso de recursos, principalmente, água e energia, bem como no tratamento adequado dos resíduos produzidos (PDI/UFS, 2016-2020). Compete-lhe, pois, aprimorar práticas em busca da sustentabilidade ambiental e do bem-estar de todos de forma prioritária na agenda de seu desenvolvimento institucional, consciente de que as condições sustentáveis dos ambientes acadêmicos e administrativos só podem ser obtidas com a participação efetiva dos atores na definição de prioridades quanto aos recursos disponíveis e à adoção de boas práticas de conservação e manutenção de bens patrimoniais visando desperdício de recursos que poderiam ser aplicados nas atividades fins (PDI/UFS, 2016-2020).

Sendo assim, as razões de ordem teórica e prática que tornam relevante o presente estudo científico consistem justamente na necessidade de ampliar e reforçar o papel de liderança das IES frente as questões climáticas e do aquecimento global, na necessidade de contabilizar as emissões de GEE das IES mediante a elaboração de inventário suficientemente abrangente em torno de dados seguros e confiáveis e na necessidade de estruturar a aplicação de um método de inventário customizado para IES, através de um estudo de caso na UFS.

Além disto, a pesquisa ganha especial interesse porque servirá para (i) preencher parte da lacuna existente no Brasil sobre trabalhos que discutem o perfil das emissões de GEE em IES, complementando ações de gerenciamento sustentável, servindo de parâmetro para outras instituições com características e condições similares; (ii) contribuir para desenvolvimento sustentável e redução de custos e consumo de recursos naturais, econômicos e humanos nas IES, (iii) contribuir para ampliação da conscientização em sustentabilidade perante a comunidade acadêmica e sociedade e (iv) contribuir para que o Brasil alcance os compromissos assumidos no Acordo de Paris (NDC Brasil 2030), no que diz respeito à redução de emissão de GEE na atmosfera.

A presente pesquisa buscará responder então as seguintes questões de pesquisa: “quais são as fontes e como contabilizar a emissão de GEE na UFS?” e “quais as estratégias de mitigação podem contribuir para a redução das emissões de GEE na UFS?”

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

A partir do estudo de caso na UFS, ano base 2017, esta tese tem por objetivo propor a aplicação de um método para elaboração de inventário de GEE adaptado à realidade das IES que facilite a elaboração, entendimento, divulgação e atualização, bem como propor estratégias de mitigação das emissões provocadas no exercício das atividades institucionais com vistas ao enfrentamento das questões climáticas e do aquecimento global.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos desta tese são os seguintes:

- a) Identificar as principais fontes de emissão de GEE em uma IES, especialmente na UFS;
- b) Contabilizar as emissões de GEE em uma IES, especialmente na UFS;
- c) Sugerir estratégias de redução de GEE em uma IES, analisando a viabilidade econômica de uma dessas estratégias na UFS;
- d) Propor a aplicação de um método para elaboração de inventário de GEE adequado para as IES, resultante da pesquisa na UFS.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o objetivo de fornecer uma visão geral acerca do tema proposto, foram reunidos e sistematizados diversos estudos que integram a revisão da literatura. Partiu-se então dos seguintes conceitos: contabilidade de carbono (*carbon accounting*), pegada de carbono (*carbon footprint*), inventários de GEE; inventários de GEE em IES; e estratégias de mitigação das mudanças climáticas, em especial, em IES.

### 2.1 CONTABILIDADE DE CARBONO (*CARBON ACCOUNTING*)

As mudanças climáticas impõem inúmeras medições, atribuições e desafios de monitoramento e verificação de desempenho de GEE, desde o global para o organizacional e até para o nível individual (ASCUI; LOVELL, 2012), exigindo a implementação de novas rotinas e culturas (PINHO, 2009). Disto resulta a importância da contabilidade do carbono (*carbon accounting*), que permite conhecer e contabilizar as emissões de GEE das organizações, visando o melhor gerenciamento e tomada de decisões adequadas para mitigar e controlar os seus efeitos negativos sob o meio ambiente.

Não há um consenso quanto à definição de contabilidade do carbono (*carbon accounting*) entre os estudiosos. Ascui e Lovell (2012) assinalam que contabilidade do carbono (*carbon accounting*) pode ser entendida como a atividade de estimar ou medir as emissões e remoções de GEE principalmente em nível global, para fins de pesquisa. Por outro lado, os mesmos autores afirmam que pode ser entendida para fins de abranger o monitoramento e divulgação de ações de gestão tomadas para lidar com esses impactos. Por haver envolvimento de várias comunidades em sua análise, cada uma delas pode enquadrá-la em seu próprio discurso, com seus próprios padrões e práticas.

Stechemesser e Guenther (2012), ao revisarem sistematicamente a literatura em torno do tema, não encontraram um estudo abrangente sobre definição detalhada de contabilidade de carbono, cobrindo diferentes escalas (nacional, de projeto, organizacional e em escala de produto), considerando que as publicações investigadas na escala nacional e de projeto tinham enfoque sobre a contabilização não-monetária das emissões de carbono, enquanto que na escala organizacional, aspectos não monetários e monetários foram considerados importantes. Apesar disto, propuseram definir contabilidade de carbono como sendo o reconhecimento, a



avaliação (monetária e não monetária) e o monitoramento de emissões de GEE em todos os níveis da cadeia de valor ou no ciclo do carbono dos ecossistemas, sugerindo que esta definição seja utilizada por acadêmicos para operacionalizar suas questões de pesquisa, por legisladores para delimitar contabilidade obrigatória e voluntária e por profissionais para estabelecer contabilidade de carbono nas empresas.

Segundo Ascuri e Lovell (2012), a contabilidade de carbono evoluiu rapidamente nos últimos vinte anos e agora engloba uma ampla gama de atividades com implicações financeiras significativas, podendo ser realizada pelas organizações sob diferentes aspectos, a depender do seu enfoque. Citando, Stechemesser e Guenther (2012), afirmam serem quatro as categorias em que se subdivide: contabilidade de carbono com foco no nível global e nacional, contabilidade de carbono com foco na pegada de carbono (contabilidade física ou *carbon footprint*), contabilidade de carbono com foco no gerenciamento e contabilidade de carbono com foco na contabilidade financeira.

Esta tese parte dos conceitos de contabilidade de carbono, em sua categoria física (pegada de carbono ou *carbon footprint*), tal como proposto por Stechemesser e Guenther (2012), para análise dos dados relevantes sobre as emissões de GEE em instituições de ensino e pesquisa.

### **2.1.1 Pegada de Carbono (*Carbon Footprint*)**

O termo pegada de carbono é definido por Wiedmann e Minx (2008) como a medida da quantidade total exclusiva das emissões de dióxido de carbono, que são direta e indiretamente causadas por uma atividade ou é acumulado ao longo da vida ou estágios de um produto. Isso inclui atividades de indivíduos, populações, governos, empresas, organizações, processos, setores da indústria etc. Os produtos incluem bens e serviços. Em qualquer caso, tudo direto (on-site, interno) emissões indiretas (off-site, externo, incorporados, a montante, a jusante) devem ser tomados em consideração.

No entanto, assim como o próprio termo contabilidade de carbono, não há unanimidade entre os estudiosos quanto à definição da pegada de carbono. Os próprios Wiedmann e Minx (2008) destacam a existência de confusão no que concerne ao seu real significado, à origem das emissões de GEE relevantes a serem contabilizadas e a unidade de medida. A linha de base comum é que a pegada de carbono representa uma certa quantidade de emissões gasosas

relevantes para alterações do clima, associada com a produção humana ou atividades de consumo.

A análise da pegada de carbono leva em consideração todo o ciclo de vida produtivo de produtos e processos, desde a energia investida na extração da matéria-prima e insumos necessários até a energia investida na distribuição do produto final (ANDRADE; MATOS, 2011), sendo um dos indicadores de desempenho ambiental mais utilizado no mundo (NAVARRO; PUIG; FULLANA-I-PALMER, 2017).

Para a ABNT (2001), análise de ciclo de vida (ACV) é uma técnica para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto; a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas; e a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos. Tem por escopo os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto (isto é, do “berço ao túmulo”), desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas.

Verifica-se, pois, que o termo pegada de carbono retrata uma visão abrangente do impacto ambiental de um produto ou serviço no meio ambiente. Nos termos aqui definidos, o termo engloba a elaboração de inventários de GEE, que são representados pela análise quantitativa de emissões diretas e indiretas associadas a um específico processo produtivo, dentro de um limite de tempo e espaço. Assim, é na abordagem de ciclo de vida que reside a principal diferença entre os conceitos de pegada de carbono e inventário (SANTOS, 2015).

Como preconizado por Klein-Banai *et al* (2010), apesar de seu escopo limitado, um inventário de GEE pode ser usado como uma métrica de impacto ambiental ou sustentabilidade. É uma ferramenta de contabilidade que pode ser usada para comparar instituições semelhantes e pode ser usada dentro de uma instituição para acompanhar o progresso em direção a uma determinada meta. Um inventário de GEE pode ser usado para estabelecer uma linha de base para políticas e como uma ferramenta de planejamento para a definição de metas que pode ser enquadrada em metas locais, regionais, nacionais e internacionais maiores.

## 2.1.2 Inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE)

O ponto de convergência de toda a discussão relacionada às mudanças climáticas é que a medida de emissão de GEE gerada por uma dada empresa ou país pode ser realizada por meio da elaboração de inventários (BRASIL, SOUZA JÚNIOR; CARVALHO JÚNIOR, 2008). A partir deste documento base, é possível quantificar as emissões de GEE em decorrência das atividades diretas e indiretas de uma dada organização.

Segundo a WRI e WBCSD (2004), um inventário bem elaborado pode atender a vários objetivos, citando como exemplo: (i) gerenciamento de riscos de GEE e identificação de oportunidades de redução; (ii) elaboração de relatórios públicos e participação em programas voluntários de GEE; (iii) participação de programas de relatórios obrigatórios; (iv) participação nos mercados de GEE; e (v) reconhecimento por ação voluntária precoce.

Diversas são as metodologias e iniciativas utilizadas na elaboração de inventários, as quais passaremos a expor a seguir.

### *2.1.2.1 Metodologias e iniciativas utilizadas na elaboração de inventário organizacional de GEE*

Um inventário organizacional de GEE corresponde à contabilização da emissão de todas as fontes definidas em grupos de atividades associadas a uma empresa (BRASIL, SOUZA JÚNIOR; CARVALHO JÚNIOR, 2008) e sua elaboração exige a utilização de metodologias apropriadas.

Segundo estudo desenvolvido pela Comissão Europeia (2010), existem mais de 80 (oitenta) métodos e iniciativas das emissões de GEE no âmbito de organizações em nível global, sendo muitas delas específicas adaptações de outros métodos. Dentre estes, um total de 30 (trinta) métodos e iniciativas foram selecionados como sendo os mais comuns utilizados no mundo. Após revisados, com base em vários recursos-chave para entender suas semelhanças e diferenças, foi elaborada uma lista restrita a 9 (nove) principais métodos e iniciativas citadas no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Principais métodos e iniciativas utilizadas na elaboração de inventário de GEE

Metodologia	Abrangência	Escopos	Aplicação
<i>Carbon Disclosure Project (CDP)</i>	Internacional	1, 2 e 3	Organizacional (setor público e privado)
WBCSD/WRI GHG <i>Protocol Corporate Standard</i>	Internacional	1, 2 e 3	Organizacional (grandes empresas)
ISO 14064 2006	Internacional	1, 2 e 3	Organizacional (grandes empresas)
WBCSD/WRI GHG <i>Protocol Scope 3 Reporting Standard</i>	Internacional	3	Organizacional (setor privado)
French Bilan Carbone	Nacional (França)	1, 2 e 3	Organizacional (grandes empresas)
UK Carbon Reduction <i>Commitment (CRC)</i>	Europa – UK (Inglaterra)	1 e 2	Organizacional (setor público e privado)
UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) <i>Guidelines</i>	Europa – UK (Inglaterra)	1, 2 e 3	Organizacional (setor público e privado)
US EPA Climate Leaders <i>Inventory Guidance</i>	América do Norte – EUA	1, 2 e 3	Organizacional (setor privado)
US GHG Protocol <i>Public Sector Standard</i>	América do Norte – EUA	1, 2 e 3	Organizacional (setor público)

Fonte: European Commission (2010).

Importa destacar que no mencionado estudo da Comissão Europeia (2010) entre métodos e iniciativas existem diferenças. Método é definido como meio de calcular um valor de emissões de GEE em tCO<sub>2</sub> e deve fornecer orientações sobre limites de relatório e fatores de emissão. Iniciativa define o formato e o conteúdo do relatório de GEE, podendo abranger aspectos como divulgação pública, definição de metas, medidas de redução de emissões, requisitos de garantia/verificação, *benchmarking* e tabelas de classificação (e também remeter a um "método" específico).

O *Carbon Disclosure Project (CDP)* é uma iniciativa de relatórios proprietários que inclui perguntas sobre dados de emissão, iniciativas de redução de GEE, riscos e oportunidades de mudanças climáticas para cada empresa participante. Não prescreve um método particular de cálculo de emissões, mas incentiva o uso do Protocolo de GEE do WBCSD / WRI (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

O WBCSD/WRI GHG *Protocol Corporate Standard* é um método proprietário que detalha os princípios e dá exemplos para a definição de limites e a escolha de fatores de

emissão. Inclui uma série de ferramentas e orientação específica do setor. É o protocolo de contabilidade mais utilizado para quantificação de emissões de GEE, adequado para o cálculo de pegadas de carbono para relatórios voluntários. É também a base para vários sistemas obrigatórios de emissão de relatórios (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

ISO 14064: 2006 é um método padrão internacional verificável para relatórios de empresas de GEE que também pode ser usado pelo setor público. Está dividida em 3 partes. A parte 1 contém orientação, princípios e normas no nível da organização para quantificação e relatório de emissões e remoções de GEE, a parte 2 está relacionada a projetos de redução de emissão ou aumento de remoção de GEE e a parte 3 contém orientação para a validação e verificação de afirmações sobre GEE (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

WBCSD/WRI GHG *Protocol Scope 3 Reporting Standard* é método para calcular as emissões de GEE associadas a produtos e serviços individuais em todos os seus ciclos de vida e cadeias de valor corporativas, levando em consideração os impactos e a jusante das operações da empresa. O padrão do escopo 3 foca na cadeia de suprimentos mais ampla em termos de definição e quantificação de emissões indiretas resultantes das atividades e serviços de uma organização (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

*French Bilan Carbone* é um método de relatório proprietário que inclui orientações detalhadas sobre limites, fatores de emissão e tratamento de impactos no ciclo de vida. Fornece várias ferramentas de cálculo e inclui métodos para autoridades e territórios locais. Estas planilhas estão disponíveis apenas para pessoas treinadas pela Agência Francesa para o Meio Ambiente e Gestão de Energia (ADEME) (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

*UK Carbon Reduction Commitment (CRC)* é uma iniciativa que envolve regime de comércio de emissões obrigatório destinada a grandes organizações comerciais e do setor público que utilizam mais de 6.000MWh de eletricidade através de medidores obrigatórios de meia hora. As organizações terão que comprar licenças para emissões em um leilão, com o número total de permissões estabelecidas pelo governo. A receita do leilão será reciclada para os participantes do programa, de acordo com as tabelas da liga de desempenho. O período de referência do esquema começou em 2010 e a fase limitada teve início em 2013 (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

*UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) Guidelines* é uma metodologia que inclui fatores de emissão específicos do Reino Unido para combustíveis e eletricidade. Em setembro de 2009, o DEFRA, em parceria com o Departamento de Energia e

Mudanças Climáticas (DECC), publicou orientações para empresas e organizações sobre como medir e relatar suas emissões de GEE. A orientação mais recente foi desenvolvida ao longo de vários anos e é amplamente adotada por grandes empresas do Reino Unido e por algumas empresas multinacionais do Reino Unido (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

US EPA *Climate Leaders Inventory Guidance* é uma parceria do governo da indústria da EPA que trabalha com empresas para desenvolver estratégias abrangentes de mudança climática. As empresas parceiras se comprometem a reduzir seu impacto no meio ambiente global, concluindo um inventário corporativo de suas emissões de GEE com base em um sistema de gerenciamento de qualidade, estabelecendo metas agressivas de redução e reportando anualmente seu progresso a EPA. Por meio da participação no programa, as empresas criam um registro confiável de suas realizações e recebem o reconhecimento da EPA como líderes ambientais corporativos (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

US GHG *Protocol Public Sector Standard* é um método desenvolvido pelo WRI está com novas diretrizes contábeis para as operações do governo - o Padrão do Setor Público do GHG Protocol dos EUA. O padrão é uma ferramenta de gerenciamento flexível que permite que agências governamentais de todos os tipos atendam a múltiplos objetivos de relatórios. O foco inicial da norma são agências governamentais nos EUA (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Da breve descrição realizada entre métodos e iniciativas, verifica-se que algumas delas são específicas e desenvolvidas para a realidade de cada país, de forma que a metodologia geralmente aceita para a realização de um inventário é baseada no *Greenhouse Gas Protocol* (GHG *Protocol*), desenvolvido pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) e pelo *World Resource Institute* (WRI) (KLEIN-BANAI *et al*, 2010) em parcerias multi-stakeholder com empresas, organizações não governamentais (ONGs), governo e outras conveniadas ao WRI e ao WBCSD (FGV; WRI, 2008). Esta será a metodologia utilizada nesta pesquisa.

#### 2.1.2.2 GHG Protocol

O *Greenhouse Gas Protocol* (GHG *Protocol*) foi lançado em 1998 e revisado em 2004 e possui entre as suas características mais marcantes (i) o fato de oferecer uma estrutura para

contabilização de GEE, (ii) o caráter modular e flexível, (iii) a neutralidade em termos de políticas ou programas e (iv) a questão de ser baseada em um amplo processo de consulta pública (FGV; WRI, 2008).

A ferramenta é compatível com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) e as informações geradas podem ser aplicadas aos relatórios e questionários de iniciativas como *Carbon Disclosure Project*, Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e *Global Reporting Initiative* (GRI) (FGV; WRI, 2008).

O método tem aplicação adaptada ao contexto nacional, desde o início do Programa Brasileiro GHG *Protocol* (PBGHGP) em 2008 e envolve a contabilidade e relatórios dos seis gases internacionalmente reconhecidos como gases de efeito estufa regulados pelo Protocolo de Quioto especificados no Quadro 2:

Quadro 2 - Os principais gases relacionados em inventário e suas formas de emissão

<b>Gases (Protocolo de Quioto)</b>	<b>Formas de emissão</b>
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural), mudança no uso da terra (resíduos sólidos, árvores e produtos em madeira) e resultado de outras reações químicas (fabricação de cimento e aço).
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	Tratamento de dejetos animais, uso de fertilizantes em atividades agrícolas ou industriais, queima de combustíveis fósseis, alguns processos industriais, tratamento de águas residuais.
Metano (CH <sub>4</sub> )	Produção e transporte de carvão, gás natural e petróleo. Decomposição da matéria orgânica em aterros sanitários, lixões e reservatórios de hidrelétricas, agricultura, criação de gado, cultivo de arroz, tratamento de águas residuais.
Hidrofluorcarbonos (HFCs)	Usado em aerossóis e refrigeradores, fabricação e uso de gases refrigerantes.
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	Isolante térmico e condutor de calor, fundição de alumínio e magnésio; alta voltagem equipamento de comutação elétrica.
Perfluorcarbonos (PFCs)	Gases refrigerantes, solventes, propulsores, espuma e aerossóis.

Fonte: Adaptado (FGV; WRI, 2008; INOVAÇÃO; CENA; DELTA O2, 2007; EUROPEAN COMMISSION, 2010; SENAI, 2017).

O GHG *Protocol* pode ser utilizado por empresas, governos, organizações não governamentais (ONG's) e universidades, estando sedimentado pelos seguintes princípios da relevância, completude, consistência, transparência e precisão (WRI; WBCSD, 2004). A ABNT NBR ISO 14064-2 prevê ainda o princípio do conservadorismo em complemento aos demais citados (ABNT, 2015).

O princípio da relevância consiste em garantir que o inventário reflita adequadamente as emissões de GEE da empresa ou organização e atenda às necessidades de tomada de decisão dos usuários - internos e externos à empresa (WRI; WBCSD, 2004).

Por seu turno, princípio da completude significa prestar contas e reportar todas as fontes e atividades de emissão de GEE dentro do limite de estoque escolhido. Divulgar e justificar quaisquer exclusões específicas (WRI; WBCSD, 2004).

Já o princípio da consistência revela o uso de metodologias consistentes para permitir comparações significativas de emissões ao longo do tempo. Documenta de forma transparente as alterações nos dados, no limite de inventário, nos métodos ou em quaisquer outros fatores relevantes na série temporal (WRI; WBCSD, 2004).

O princípio da transparência equivale a abordar todas as questões relevantes de maneira factual e coerente, com base em uma trilha de auditoria clara. Divulgue quaisquer suposições relevantes e faça referências apropriadas às metodologias de contabilidade e cálculo e às fontes de dados utilizadas (WRI; WBCSD, 2004).

O princípio da precisão assegura que a quantificação das emissões de GEE não esteja sistematicamente acima ou abaixo das emissões reais, tanto quanto possível, e que as incertezas sejam reduzidas, na medida do possível. Obtenha precisão suficiente para permitir que os usuários tomem decisões com garantia razoável quanto à integridade das informações relatadas (WRI; WBCSD, 2004).

Por sua vez, o princípio do conservadorismo, exclusivo da norma NBR ISO 14064-2, tem lugar quando parâmetros ou fontes de dados altamente incertos são usados como base para a determinação do cenário de referência e para a quantificação de emissões e remoções de GEE da linha de base e do projeto (ABNT, 2015). Utiliza-se então hipóteses, valores e procedimentos conservadores para assegurar que as reduções de emissão ou as melhorias de remoções de GEE não sejam superestimadas (ABNT; BID, 2016), mantendo-se resultados confiáveis ao longo de uma série de suposições prováveis (ABNT, 2015).

Com efeito, justifica-se a orientação pelos princípios acima descritos para o fim de garantir uma representação verdadeira e justa das emissões, possibilitando a implementação de um padrão corporativo, particularmente quando a aplicação dos padrões a questões ou situações específicas é ambígua (WRI; WBCSD, 2004).

Demais disto, o PBGHGP especifica cinco etapas ou passos a serem observados, quando da elaboração de inventário de GEE a fim de que ele se revele um documento



coerente com as necessidades de cada organização e reflita os princípios norteadores (FGV; WRI, 2008): (i) definição dos limites geográficos e organizacionais; (ii) definição dos limites operacionais; (iii) monitoramento das emissões de GEE; (iv) identificação e cálculo das emissões de GEE e (v) e relato das emissões de GEE.

A princípio, todas as fontes de emissões (estacionárias ou móveis) localizadas em território brasileiro devem ser consideradas, segundo o PBGHGP, sendo este o limite geográfico do inventário a ser elaborado. Viagens internacionais devem ser incluídas entre emissões associadas a percursos que iniciaram ou terminaram no Brasil, mesmo que parte das emissões tenham sido realizadas fora do território nacional e se forem contabilizadas em outro programa de GEE devem ser excluídas do inventário brasileiro (FGV; WRI, 2008).

Quanto aos limites organizacionais, duas abordagens podem ser consideradas: controle operacional e participação societária. Se a opção for pela participação societária, as organizações devem incluir, em tal inventário, as fontes que estas possuem integralmente ou parcialmente, de acordo com a participação em cada fonte. Já no controle operacional, os participantes devem incluir no inventário 100% das emissões de fontes que estejam sob o seu controle, e nenhuma das emissões de fontes que não estejam sob seu controle, independentemente de sua participação societária na fonte. Nas duas opções, contudo, é obrigatório que a organização inclua no inventário uma lista de todas as entidades jurídicas, tanto aquelas em que a empresa possui participação societária, quanto aquelas em que possui controle operacional (FGV; WRI, 2008).

Depois de determinar os limites organizacionais, a etapa seguinte consiste na especificação dos limites operacionais que envolvem a identificação das emissões associadas com as suas operações, classificando-as como emissões diretas ou indiretas e selecionando o escopo para contabilização e elaboração do inventário de emissões. Emissões diretas de GEE são definidas como as provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização. Emissões indiretas são as resultantes das atividades da organização que está inventariando suas emissões, mas que ocorrem em fontes que pertencem ou são controladas por outra organização. Como forma de ajudar a delinear as fontes de emissão direta e indireta, melhorar a transparência e ser útil a diferentes tipos de organizações, diferentes tipos de políticas relacionadas à mudança do clima e a objetivos de negócio, são definidos três “escopos” (Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3), para fins de contabilização e elaboração do inventário de GEE (FGV; WRI, 2008), cujo objeto está descrito no Quadro 3:

Quadro 3 – Contabilização e elaboração de inventário conforme escopos

Escopos	Emissões	Fontes de emissões/Categorias
Escopo 1	Emissões diretas de GEE são as provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização, como, por exemplo, as emissões de combustão em caldeiras, fornos, veículos da empresa ou por ela controlados, emissões da produção de químicos em equipamentos de processos que pertencem ou são controlados pela organização, emissões de sistemas de ar condicionado e refrigeração, entre outros.	1. Combustão estacionária para geração de eletricidade, vapor, calor ou energia com o uso de equipamento (caldeiras, fornos, queimadores, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, fachos etc.) em um local fixo;
		2. Combustão móvel para transportes em geral (frota operacional da empresa) e veículos fora de estrada, tais como os usados em construção, agricultura e florestas;
		3. Emissões de processos físicos e químicos: emissões, que não sejam de combustão, resultantes de processos físicos ou químicos, tais como as emissões de CO <sub>2</sub> da calcinação na fabricação de cimento, as emissões de CO <sub>2</sub> da quebra catalítica no processamento petroquímico, as emissões de PFC da fundição do alumínio etc.
		4. Resíduos sólidos e efluentes líquidos: emissões de GEE provenientes do tratamento de resíduos sólidos e de efluentes líquidos. As emissões podem ocorrer por decomposição em aterros sanitários, processo de compostagem, tratamento de efluentes, entre outros. A emissão decorrente da incineração de resíduos também está incluída nessa categoria.
		5. Emissões fugitivas: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ liberações da produção, processamento, transmissão, armazenagem e uso de combustíveis;</li> <li>➤ liberações não intencionais de substâncias que não passem por chaminés, drenos, tubos de escape ou outra abertura funcionalmente equivalente, tais como liberação de hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) em equipamentos elétricos, vazamento de hidrofluorcarbonos (HFCs) durante o uso de equipamento de refrigeração e ar condicionado e vazamento de metano (CH<sub>4</sub>) no transporte de gás natural;</li> </ul>
		6. Emissões agrícolas: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ fermentação entérica (CH<sub>4</sub>);</li> <li>➤ manejo de esterco (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O);</li> <li>➤ cultivo do arroz (CH<sub>4</sub>);</li> <li>➤ preparo do solo (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O);</li> <li>➤ queima prescrita da vegetação nativa (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O);</li> <li>➤ queima dos resíduos agrícolas (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O).</li> </ul>

Escopo 2	<p>As emissões de Escopo 2 constituem uma categoria especial de emissões indiretas. Para muitas organizações, a energia adquirida representa uma das principais fontes de emissões de GEE e a oportunidade mais significativa de reduzir tais emissões. Contabilizar emissões de Escopo 2 permite avaliar oportunidades e riscos associados à mudança nos custos da energia e das emissões de GEE. Outra razão importante para contabilização dessas emissões é que a informação pode ser obrigatória para alguns programas de gestão de GEE.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aquisição de energia elétrica: Emissões relacionadas à aquisição de energia elétrica.</li> <li>2. Aquisição de energia térmica: Emissões relacionadas ao consumo de energia térmica gerada por terceiros.</li> <li>3. Perdas por transmissão e distribuição: Emissões relacionadas à parcela de energia elétrica perdida pelos sistemas de transmissão e distribuição, sendo aplicável somente a empresas que possuem tais sistemas em suas operações.</li> </ol>
Escopo 3	<p>O Escopo 3 é uma categoria de relato opcional, que permite a consideração de todas as outras emissões indiretas. As emissões do Escopo 3 são uma consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela empresa.</p>	<p>Emissões a Montante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bens e Serviços comprados;</li> <li>2. Bens de capital;</li> <li>3. Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2;</li> <li>4. Transporte e distribuição;</li> <li>5. Resíduos gerados nas operações;</li> <li>6. Viagens a negócios;</li> <li>7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho);</li> <li>8. Bens arrendados (a organização como arrendatária).</li> </ol> <p>Emissões a Jusante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Transporte e distribuição;</li> <li>10. Processamento de produtos vendidos;</li> <li>11. Uso de bens e serviços vendidos;</li> <li>12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos;</li> <li>13. Bens arrendados (a organização como arrendadora);</li> <li>14. Franquias;</li> <li>15. Investimentos;</li> </ol>

Fonte: Adaptado (FGV, 2018)

Como visto, o escopo 1 refere às emissões diretas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização. Já o escopo 2 remonta às emissões indiretas decorrentes do consumo de energia (elétrica e térmica). O escopo 3 trata de todas as outras emissões indiretas, assim entendidas como decorrentes das atividades da organização, mas geradas por fontes que não pertencem ou não são controladas por ela (FGV; WRI, 2008).

Delimitado o escopo, a terceira etapa consiste em realizar o monitoramento das emissões de GEE; a fim de se garantir o registro histórico do perfil, facilitando comparações ao longo do tempo. Isso é necessário, uma vez que as empresas ou organizações podem sofrer mudanças estruturais significativas, tais como aquisições, separações e fusões. O

monitoramento das emissões pode ainda ter por objetivo a elaboração de inventários públicos, o estabelecimento de metas de GEE, gestão de riscos e oportunidades e para atender a necessidade de investidores e outros grupos e interesse (FGV; WRI, 2008).

Para tanto, deve haver registro de dados de desempenho relativos às emissões que compõem o ano-base a ser inventariado. Para que o monitoramento ao longo do tempo seja consistente, as emissões do ano-base podem ser recalculadas à medida que as empresas sofrem mudanças estruturais significativas (FGV; WRI, 2008).

A identificação e cálculo das emissões de GEE é retratada pelo PBGHGP como sendo a quarta etapa a ser observada na elaboração do inventário. Nesse ponto, devem ser observados os seguintes passos: (i) identificar as fontes de emissão de GEE conforme escopos 1, 2 e 3; (ii) escolher a abordagem de cálculo; (iii) coletar dados e escolher fatores de emissão; (iv) aplicar ferramentas de cálculo; e (v) compilar dados no nível corporativo.

As ferramentas de cálculo do PBGHGP e adicionais estão disponíveis no website [www.fgv.br/ces/ghg](http://www.fgv.br/ces/ghg) e [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org), estas últimas de uso opcional. As organizações, contudo, podem utilizar método próprio de cálculo de GEE, desde que apresentem justificativas para tanto, sejam mais precisos ou que sejam, pelo menos, consistentes com as diretrizes e princípios do PBGHGP (FGV; WRI, 2008).

Regularmente as emissões de GEE são apuradas por meio de fatores de emissão documentados, que correspondem a taxas calculadas que relacionam emissões de GEE a uma proxy para a atividade da fonte de emissões (FGV; WRI, 2008). Normalmente há uma hierarquia de abordagens de cálculo e técnicas, desde a aplicação de fatores de emissão genéricos até o monitoramento direto. Na ausência deste, entretanto, números precisos de emissões podem ser calculados a partir de dados de atividades (consumo de combustível, eletricidade, por exemplo). A escolha da abordagem de cálculo deve ser norteada pelo método mais preciso à disposição e mais apropriado ao contexto do inventário (FGV; WRI, 2008).

Quanto à coleta de dados e à escolha de fatores de emissão, tem-se que esta é a fase que demanda mais tempo e esforço, mas também é fundamental para garantir a qualidade dos resultados do inventário (FGV; WRI, 2008). Dados como quantidade adquirida de combustíveis comerciais (gás natural, diesel), refrigerante, ar condicionado, consumo medido de energia facilitam a contabilização das emissões quando confrontadas com os fatores de emissão correspondentes divulgados, pois se referem à maioria das emissões do escopo 1 e 2 de muitas organizações.

A última etapa corresponde à compilação dos dados em nível corporativo. Nesta fase são reunidos e resumidos os dados de emissão de GEE cuja abordagem pode ser de forma centralizada ou descentralizada. Na primeira, as organizações descrevem dados em nível corporativo. Na segunda, as unidades são responsáveis pela coleta, cálculo e relato dos resultados para o nível corporativo (FGV; WRI, 2008).

Por fim, há de se consignar que as organizações possuem a faculdade de relatar as suas emissões de GEE ao PBGHGP. O tipo de informação que um participante deverá publicar depende diretamente de sua estrutura organizacional e da abordagem de consolidação adotada para estabelecer os limites organizacionais. O registro público do inventário de GEE pode ser realizado *on line* por meio do Registro Público de Emissões de GEE ([www.fgv.br/ces/ghg](http://www.fgv.br/ces/ghg)), seguindo regras próprias discriminadas pelo Programa (FGV; WRI, 2008).

## 2.2 INVENTÁRIOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) RELACIONADOS ÀS ATIVIDADES DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Num contexto internacional, algumas pesquisas científicas (lista não exaustiva) tiveram por objeto a elaboração de inventários de GEE em universidades, utilizando o método *GHG Protocol*, como medida de sustentabilidade, no que se refere ao papel destas instituições dentro do contexto das mudanças climáticas e do enfrentamento das suas consequências.

Na Universidade Nacional Autônoma do México, situada na cidade do México, o inventário de emissões de GEE foi elaborado com base nas atividades acadêmicas e de pesquisa desenvolvidas exclusivamente pelo Instituto de Engenharia, durante o ano de 2010, sob uma norma de metodologia que integra a avaliação do ciclo de vida, considerando as seguintes categorias de atividades: geração de energia elétrica, frota de veículos, compra de eletricidade, deslocamentos de servidores e alunos para a instituição, viagens aéreas, remessas de consumo e resíduos sólidos. Como resultado, foi identificado que as emissões de GEE daquela instituição para o curso de Engenharia no ano de 2010 representavam cerca de 1577 tCO<sub>2e</sub>, onde 53% correspondem a emissões do escopo 3, 42% foram gerados por emissões do escopo 2 e 5% por emissões do escopo 1. Constatou-se que as emissões do escopo 3 são muito significativas não apenas para àquela instituição, mas também para outras universidades, mas que compará-las não é confiável por conta das diferentes atividades consideradas, sendo necessário definir limites para o cálculo das emissões ao abrigo deste âmbito específico utilizando indicadores apropriados. A partir dos resultados foram propostos

quatro cenários de redução potencial das emissões, tendo como linha de base o fato de o transporte representar 50% das emissões de GEE com deslocamento pessoal, apresentando daí modificações focadas nessa categoria. Concluiu-se então que o cenário mais eficaz seria o relacionado à combinação de teletrabalho e carona (GÜERECA; TORRES; NOYOLA, 2013), não tendo sido encontrado outros estudos sobre a continuidade deste trabalho.

Na Universidade do Illinois, localizada em Chicago, nos Estados Unidos, foi elaborado um inventário de GEE, que incluiu emissões das operações do campus (usinas, outras fontes estacionárias e frota de veículos), compra de eletricidade, deslocamento funcionários, professores e alunos para o campus, tratamento do lixo e perdas de transmissão e distribuição de energia, durante o período de 2004 a 2008. A análise mostrou que as emissões de GEE para esta Universidade, entre os anos base de 2004-2008, ficou em 273.000 e 275.000 tCO<sub>2e</sub>. Durante o período analisado, as emissões do escopo 1 sempre representaram as maiores daquela instituição, sendo que em 2008 correspondiam a 65%, contra 17% e 18% das emissões dos escopos 2 e 3. A razão para isso é atribuída a proximidade da instituição a todos os modos de transporte público: ônibus, trem elevado, trem suburbano e ciclovias, além de o campus oferecer ônibus intercampus entre os lados leste e oeste, ônibus expresso semestral para estudantes que moram nas residências dos campus sul e ônibus para as estações de trens urbanos, reduzindo a necessidade de carros. A instituição utiliza o seu inventário de GEE para desenvolver estratégias e metas para seu Plano de Ação Climática e para informar a formulação de políticas, afirmando ser uma ferramenta contábil que pode ser usada para comparar instituições semelhantes e acompanhar o progresso em direção a metas (KLEIN-BANAI *et al*, 2010).

Na Universidade de Montfort, localizada no Reino Unido, o inventário foi baseado no consumo de diferentes departamentos, cuja análise incluiu a medição de emissões de GEE pelos escopos 1 a 3, incluindo emissões diretas e indiretas originárias das seguintes categorias: energia de construção, assim consideradas emissões diretas de edifícios e equipamentos da instituição; viagens, consideradas emissões diretas e indiretas do movimento de pessoas, ou seja, viagens de funcionários e estudantes, viagens a negócios, viagens de estudantes para casa e viagens de visitantes; compras representadas pelas cadeias de fornecimento *upstream* (indiretas) de emissões de bens e serviços consumidos pela Universidade (excluindo energia e viagens). Naquela instituição, foi constatado que durante o ano 2008/09 as emissões de GEE representaram 51.050 tCO<sub>2e</sub>, dentre as quais 79% das emissões foram enquadradas no escopo 3, 15% e 6% nos escopos 2 e 1, respectivamente. Dentro do escopo 3 foi identificado que as

maiores emissões correspondem a aquisições, destacando-se a necessidade de implementar políticas que abordem a cadeia de fornecimento dos produtos que as universidades consomem. A metodologia baseada no consumo pode ser aplicada a outras universidades para uma melhor compreensão de suas principais emissões de GEE e ações que elas precisam tomar para reduzi-las (OZAWA-MEIDA *et al*, 2013).

Na Universidade de Yale, sediada nos Estados Unidos, as emissões estimadas corresponderam aos anos de 2003 a 2008 e levaram em conta : o escopo 1, nas categorias usina de energia, combustível para as usinas não energéticas e frota universitária; o escopo 2, nas categorias uso de eletricidade e o escopo 3, nas categorias viagem aérea e deslocamento de funcionários. As emissões totais corresponderam a 325.000 tCO<sub>2e</sub>, dentre as quais 66% das emissões correspondem a emissões do escopo 1, 16% as emissões do escopo 2 e 19% as emissões do escopo 3 (THURSTON; ECKELMAN, 2011). A justificativa para tal resultado é atribuída ao fato de não terem sido contabilizadas uma grande parte de fonte de emissões indiretas do escopo 3 e as que foram contabilizadas não o foram por completo, a exemplo do deslocamento de alunos. Cumpre notar que embora a soma dos percentuais registrados naquela pesquisa ultrapasse o total de 100%, atribui-se a este fato a um provável cálculo de aproximação efetivado por seus autores. A elaboração do inventário mostrou que as IES podem utilizar o software publicamente disponível para estimar eficientemente as emissões indiretas resultantes de aquisições de bens e serviços, que a maioria destas emissões resulta de um pequeno componente das categorias de despesas, dentre as quais destaca-se a eletricidade comprada, atividades de construção e compras de gás natural, que existem fontes inesperadas de emissões cujas categorias variam de serviços de arquitetura e engenharia de suprimentos do laboratório e software e que as emissões indiretas podem ser sistematicamente medidas (THURSTON; ECKELMAN, 2011)

Na Universidade de Talca, precisamente no campus de Curico, situado no Chile, o inventário elaborado teve por escopo avaliar as categorias consumo de combustível, deslocamento de estudantes por ônibus institucional e emissões fugitivas, consumo de eletricidade e viagens de estudantes para o Campus, viagens aéreas e viagens em terra para transporte de pessoal acadêmico, deslocamento de funcionários e deslocamento de estudantes (excluindo ônibus institucional), relacionadas aos escopos 1 a 3, tendo sido encontrada uma quantidade total de emissões correspondente a 1568 tCO<sub>2e</sub>, onde 68% correspondem as emissões do escopo 3, 16% correspondem ao escopo 1 e 16% ao escopo 2. Neste trabalho foi considerado o ano de 2012, exclusivamente a população representada por alunos da

instituição, sendo realizado a análise de quatro cenários com propostas de redução das emissões (VÁSQUEZ *et al*, 2015).

O inventário elaborado na Universidade Noroeguesa de Ciência e Tecnologia, localizada em Trondheim, Noruega, para o ano base 2009, considerou as categorias combustão de combustível e óleo para aquecimento (escopo 1), compra de eletricidade e aquecimento urbano (escopo 2), viagens, edifícios, equipamentos, consumos e serviços, (escopo 3), conforme *GHG Protocol*. A pesquisa registrou um total de emissões de GEE naquela instituição correspondente a 92.000 tCO<sub>2e</sub> e pelo que se depreende de seu conteúdo, as emissões do escopo 2, corresponderem a 19%, emissões do escopo 1, corresponderam a 10% e do escopo 3, alcançaram 70% (LARSEN *et al*, 2013). Nada obstante, a soma dos percentuais registrados naquela pesquisa não alcance o total de 100%, atribui-se a este fato a um provável cálculo de aproximação efetivado por seus autores. Identificou-se que a alta contribuição de emissões indiretas do escopo 3 justifica a necessidade de incluir esse segmento em um inventário para que se torne completo e que a despeito de abranger um conjunto grande de elementos é possível identificá-los através da modelagem EEIO combinada com dados financeiros do sistema de contas. Essa metodologia também permite comparar universidades de todo mundo de maneira eficiente. Para ações de mitigação, há possibilidade de hibridização do modelo EEIO ou através do estabelecimento de um conjunto de indicadores sobre desempenho ambiental (LARSEN *et al*, 2013).

Na Universidade Nacional Autônoma do México o inventário das emissões de GEE foi calculado abrangendo os escopos 1 e 2, para o ano base 2011, referente ao Campus UC (Cidade Universitária) e envolveu as categorias combustão estacionária e aquisição de energia. Foi registrado um total de emissões corresponde a 50,3 tCO<sub>2e</sub>, para uma população total de 155.200 (130.000 estudantes e 25.200 professores). As emissões do escopo 1 corresponderam a 7% do total e as do escopo 2 a 93% (ESCOBEDO *et al*, 2014).

O inventário das emissões de GEE referente à Universidade de Tecnologia da Malásia, considerou apenas as emissões de escopo 2, relacionada a categoria energia adquirida, para o ano base 2012, as quais corresponderam a um total de 47.677 MtCO<sub>2e</sub>. O estudo também referiu a eficácia do uso de energia solar com auxílio de imagens via satélite para calcular as emissões de GEE com precisão e assim reduzir os custos e o CO<sub>2e</sub>.

No que diz respeito à Universidade E, localizada em Seodaemun-gu, Seul, foi realizado um estudo de caso, dentre os edifícios da instituição escolhida entre as dez melhores universidades que consomem mais energia em Seul e a partir daí se examinou o status atual



de seu consumo e emissões de GEE, estabelecendo metas de redução por ano. Foram analisados dados atinentes aos escopos 1 e 2, relacionados ao período de 2012 e 2013, mas não foram mostrados especificamente os percentuais. As fontes de emissão direta consideradas foram a instalação de papelaria e instalação móvel de emissão – veículos. Já as fontes de emissão indireta foram as provenientes da compra externa de energia elétrica. As emissões de GEE em 2013 corresponderam a 29,701 tCO<sub>2e</sub>, que representaram um incremento de 2% em relação ao ano de 2012.

Os resultados demonstrados nas pesquisas acima referidas estão listados resumidamente na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Pesquisas científicas sobre inventários de GEE em IES Internacionais

	Pesquisas científicas	IES	Local	Resultados por escopo		
				01	02	03
1	Güereca, Torres e Noyola (2013)	Universidade Nacional Autónoma do México	Cidade do México México	5% (2 categorias e 2 fontes)	42% (1 categoria e 1 fonte)	53% (3 categorias e 3 fontes)
2	Klein-Banai <i>et al</i> (2010)	Universidade de Illinois	Chicago EUA	65% (3 categorias e 3 fontes)	17% (1 categoria e 1 fonte)	18% (3 categorias e 3 fontes)
3	Ozawa-Meida <i>et al</i> (2013)	Universidade de Montfort	Leicester Reino Unido	6% (2 categorias e 2 fontes)	15% (1 categoria e 1 fonte)	79% (2 categorias e 2 fontes)
4	Thurston e Eckelman (2011)	Universidade de Yale	Connecticut EUA	66% (2 categorias e 2 fontes)	16% (1 categoria e 1 fonte)	19% (2 categorias e 2 fontes)
5	Vásquez <i>et al</i> (2015)	Universidade de Talca	Talca Chile	16% (3 categorias e 3 fontes)	16% (1 categoria e 1 fonte)	68% (3 categorias e 3 fontes)
6	Larsen <i>et al</i> (2013)	Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia	Trondheim Noruega	10% (3 categorias e 3 fontes)	19% (1 categoria e 1 fonte)	70% (6 categorias e 6 fontes)
7	Escobedo <i>et al</i> (2014)	Universidade Nacional Autónoma do México	Cidade do México México	7% (1 categoria e 2 fontes)	93% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
8	Yazdani, Naderipour e Kamsah (2012)	Universidade de Tecnologia	Johor Malásia	Não calculado	100% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
9	Song <i>et al</i> (2014)	Universidade E	Seul Coréia do Norte	% Não calculado 2 categorias e 2 fontes	% Não calculado (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado

Fonte: Elaboração própria.

As pesquisas referidas na Tabela 1, podem ser retratadas e analisadas ainda sob outro ângulo, levando em consideração a população das IES (discentes, docentes e funcionários e ou servidores) durante o período inventariado, conforme consta da Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Resultado das emissões de GEE pelas IES citadas na Tabela 1 comparada com a população.

	IES	Ano base	População	Emissões (tCO <sub>2e</sub> )	Emissões per capita (tCO <sub>2e</sub> /p)
1	Universidade Nacional Autônoma do México	2010	1076	1.577	1,47
2	Universidade de Ilinoís	2004	20.155	273.000	13,55
		2005	19.630	246.000	12,53
		2006	19.622	216.000	11,01
		2007	19.480	245.000	12,58
		2008	20.125	275.000	13,66
3	Universidade de Montfort	2008 a 2009	25.580	51.050	2,00
4	Universidade de Yale	2003 a 2008	Não informada	325 x 10 <sup>9</sup>	----
5	Universidade de Talca	2012	1568	1568,6	1,00
6	Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia	2009	25.500	92.000	3,61
7	Universidade Nacional Autônoma do México	2011	155.200	50,3	0,32x10 <sup>-3</sup>
8	Universidade de Tecnologia da Malásia	2012	25.911	47,677 x 10 <sup>9</sup>	1,84 x 10 <sup>6</sup>
9	Universidade E da Coreia do Norte	2012	22.000	29.236	1,33
		2013		29.701	1,35

Fonte: Elaboração própria.

Vale ressaltar que dentre as 9 (nove) pesquisas citadas nas Tabela 1 e 2, nem todas contabilizaram as emissões de GEE por todos os escopos previstos no *GHG protocol* (1,2 e 3), mas somente 6 (seis) delas, o que representa em números percentuais 66,66% do total. Dentre os resultados obtidos, contudo as emissões do escopo 3 sempre representaram as maiores, quando comparadas com as emissões dos escopos 1 e 2. Das 6 instituições ali relacionadas, 4 delas identificaram que as emissões do escopo 3 correspondem as suas maiores emissões, ou seja, mais de 50%. As 2 (duas) instituições remanescentes, em que os resultados de seus inventários indicaram as maiores emissões como sendo do escopo 1 (Illinois e Yale) e não o escopo 3, não contabilizaram um número significativo de categorias deste último escopo ou sua localização era privilegiada com o transporte público diversificado ou a oferta do meio de deslocamento de estudantes, professores e empregados/servidores era realizada pela instituição. Tudo isso demonstra a necessidade e importância de se elaborar um inventário completo e abrangente para que possa refletir adequadamente a realidade

Convergindo a análise para o âmbito nacional, alguns estudos (lista não exaustiva) também têm sido direcionados à identificação das emissões antrópicas em IES através da elaboração de inventário de GEE, com o uso da metodologia *GHG protocol*.

O inventário elaborado na Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, registrou emissões para os escopos 1 e 2. As categorias consideradas corresponderam apenas e tão-somente combustíveis e aquisição de energia elétrica. Neste quadro, as emissões de GEE representaram 2.369 tCO<sub>2e</sub>, dentre as quais 71% correspondem a emissões do escopo 2 e 29% a emissões do escopo 1. A pesquisa não considerou as emissões de escopo 3 e ano base escolhido correspondeu ao ano de 2014 e ao fim propôs a neutralização das emissões por meio do plantio de mudas nativas do Bioma Cerrado (GONZAGA, 2016).

Na Unicamp de Limeira, São Paulo, o inventário de GEE foi elaborado no Campus 1, somente da Faculdade de Tecnologia (FT), não contabilizando as emissões geradas pelo Colégio Técnico de Limeira (Cotil) e Planta Física, que também integram o Campus estudado. Foi considerado o ano de 2015 e teve por objeto analisar o escopo1 (categorias combustão estacionária e móvel), o escopo 2 (energia) e escopo 3 (categorias geração de resíduos sólidos e transporte e distribuição). A pesquisa demonstrou que as emissões de GEE naquela instituição representaram 2.066 tCO<sub>2e</sub>, onde 0,47% correspondem a emissões do escopo 1, 4,53% emissões do escopo 2 e 95% emissões de escopo 3 (GONÇALVES; POZZA, 2016).

Já na PUC-Rio de Janeiro, o inventário das emissões de GEE foi elaborado no Campus da Gávea, considerando o ano de 2011 e abrangendo os escopos 1 (categorias combustão estacionária, móvel e emissões fugitivas), 2 (energia) e 3 (categorias transporte e viagens à trabalho). As emissões para o período analisado corresponderam a um total de 5.781 tCO<sub>2e</sub>, dentre as quais 98% são emissões de GEE provenientes do escopo 3, 0,22% equivalem a emissões do escopo 2 e 1,78% equivalem a emissões do escopo 1 (CARVALHO; VAN ELK; ROMANEL, 2017).

Na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, foi elaborado um balanço das emissões e remoções de GEE, durante o período de outubro de 2010 a outubro de 2011 e o incremento médio anual de carbono pelos sumidouros (arborização urbana, florestas nativas e plantadas). Os resultados encontrados indicaram que a instituição emitiu 6.034,18 tCO<sub>2e</sub>, dentre os quais 80% correspondem a emissões do escopo 1 (combustão estacionária, resíduos sólidos, efluente líquido, pecuária e transporte) e 20% a emissões do escopo 2 (energia elétrica). Não foram apuradas emissões do escopo 3 e as emissões de biomassa foram consideradas neutras (BRIANEZE *et al*, 2014).

A quantificação da emissão de GEE na Universidade Unoesc foi realizada no Campus I de Xanxerê, Santa Catarina, para o ano base 2009 e abrangeu apenas as emissões do escopo 2

(geradas a partir do consumo de eletricidade), que totalizaram 10,46 tCO<sub>2e</sub>. (MELARA; KAMINSKI; LANGER, 2011).

Na Universidade Tecnológica do Paraná, foi elaborado um inventário das emissões de GEE, nos Campi localizados em Campo Mourão e Curitiba. No primeiro, o ano base correspondeu a 2012, sendo que o resultado da contabilização das emissões de GEE naquela unidade resultou em 954,82 tCO<sub>2e</sub>, onde as emissões do escopo 1 (combustão estacionária, móvel, emissões fugitivas, resíduos sólidos e efluentes) resultaram em 96,02% e as do escopo 2 (energia adquirida) apenas 3,98%. Não foram contabilizadas as emissões do escopo 3 e as propostas de neutralização corresponderam ao plantio de árvores e compra de crédito de carbono (YABUSHITA, 2013). No segundo, foi considerado o ano base 2011 e contabilizados os escopos 1 (combustão móvel e estacionária), 2 (eletricidade) e 3 (resíduos sólidos, transporte particular e transporte público), tendo sido encontrado 1.378 tCO<sub>2e</sub>. As emissões do escopo 3 representaram 88%, ao passo que as emissões dos escopos 1 e 2 corresponderam a 6,54% e 5,46%, respectivamente (DA CRUZ; D`AVILA, 2013).

Na Universidade do Tocantins, o inventário foi elaborado considerando as emissões controladas e as atividades administrativas realizadas por aquela instituição (Campus Universitário de Palmas) durante o ano base de 2009 para calcular o número de árvores nativas do Cerrado a serem plantadas na região do município de Palmas para neutralizá-las. As categorias consideradas envolveram a contabilização dos escopos 1 (combustão móvel, agrícola e estacionária) e 2 apenas, tendo sido apresentado os seguintes resultados: emissões totais 218,31 tCO<sub>2e</sub>, dentre as quais 76% são emissões provenientes do escopo 1 e 24% correspondem a emissões do escopo 2 (SANTOS *et al*, 2010)

Na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), o inventário das emissões de GEE foi elaborado de acordo com todas as atividades e serviços realizados dentro do Campus de São Leopoldo, tendo por base o ano de 2015. A pesquisa demonstrou que a Unisinos emitiu 2.706 tCO<sub>2e</sub>, onde 22% foram emissões do escopo 1 (combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas, resíduos sólidos e efluentes), 49% correspondem a emissões do escopo 2 (energia elétrica) e 29% estão relacionadas a emissões do escopo 3 (transporte e distribuição e viagens à negócios). Observa-se que em relação ao escopo 3, a pesquisa contabilizou apenas duas categorias, não abordando a principal fonte de emissão de IES que está relacionada ao deslocamento de alunos, professores e funcionários. Além disso, observa-se que o trabalho contabilizou os resíduos sólidos no escopo 1, quando deveria ter contabilizado no escopo 3, já que consta das próprias informações extraídas da pesquisa que a

instituição encaminha estes resíduos para o aterro sanitário de propriedade ou controlada por terceiros.

Os resultados referentes as pesquisas brasileiras são listados na Tabela 3 a seguir de forma resumida:

Tabela 3 – Pesquisas científicas sobre inventários de GEE em IES nacionais

	Pesquisas científicas	Instituição de Ensino e Pesquisa	Local	Resultados por escopo		
				01	02	03
1	Gonzaga (2016)	Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia MG	29% (1 categoria e 1 fonte)	71% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
2	Gonçalves e Pozza (2016)	Unicamp	Limeira SP	0,47% (2 categorias e 2 fontes)	4,53% (1 categoria e 1 fonte)	95% (2 categorias e 2 fontes)
3	Carvalho, Van Elk e Romanel (2017)	PUC	Rio de Janeiro RJ	1,78% (3 categorias e 3 fontes)	0,22% (1 categoria e 1 fonte)	98% (2 categorias e 2 fontes)
4	Brianeze <i>et al</i> (2014)	Universidade Federal de Viçosa	Viçosa MG	80% (5 categorias e 5 fontes)	20% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
5	Melara, Kaminski e Langer (2011)	Universidade Unoesc	Xanxerê SC	Não calculado	100% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
6	Yabushita (2013)	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Campo Mourão PR	96,02% (4 categorias e 4 fontes)	3,98% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
7	Da Cruz e D'Avila (2013)	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Curitiba PR	6,54% (2 categorias e 2 fontes)	5,46% (1 categoria e 1 fonte)	88% (2 categorias e 3 fontes)
8	Santos <i>et al</i> (2010)	Universidade Federal do Tocantins	Palmas TO	76% (3 categorias e 3 fontes)	24% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
9	Preuss (2017)	Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	São Leopoldo RS	22% (5 categorias e 5 fontes)	49% (1 categoria e 1 fonte)	29% (2 categorias e 2 fontes)

Fonte: Elaboração própria.

Da mesma forma que as pesquisas internacionais, os resultados obtidos pelas estudos nacionais trazem o escopo 3 em números percentuais como sendo as maiores emissões quando contabilizados, exceto para a UNISINOS (esta última devido às particularidades já

anotadas em passagem anterior) e podem ser analisados sob a ótica populacional das IES, conforme Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Resultado das emissões de GEE pelas IES citadas na Tabela 3 conforme população.

	<b>IES</b>	<b>Ano base</b>	<b>População</b>	<b>Emissões (tCo2)</b>	<b>Emissões per capita (tCO<sub>2e</sub>/p)</b>
1	Universidade Federal de Uberlândia	2014	Não informado	2.369	-----
2	Unicamp	2015	1.572	2.066	1,31
3	PUC	2011	19.699	5.781	0,29
4	Universidade Federal de Viçosa	2010/2011	Não informado	6.034,18	-----
5	Universidade Unoesc	2009	Não informado	10,46	-----
6	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão	2012	1.940	954,82	0,49
7	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba	2011	10.797	1.378	0,13
8	Universidade Federal do Tocantins	2009	Não informado	218,31	-----
9	Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	2015	Não informado	2.706	-----

Fonte: Elaboração própria.

Assim como os estudos citados na Tabela 1, nem todos inventários elaborados em IES brasileiras abrangeram os escopos 1, 2 e 3, mas somente alcançaram a completude aqueles que indicam percentuais apontados na Tabela 3, representando 44,44% do total de pesquisas analisadas. Esse dado demonstra que as pesquisas brasileiras diferem das pesquisas internacionais, cuja tendência em sua maioria, como referido, está em priorizar o computo de todas as emissões, incluindo as do escopo 3.

Ozawa-Meida *et al* (2013) explicam que tradicionalmente inventários de GEE referentes às organizações têm se limitado em emissões diretas e em algumas emissões indiretas associadas à geração de eletricidade adquirida usada pelas instituições (escopos 1 e 2), excluindo emissões de GEE indiretas associadas à produção de bens e serviços adquiridos pelos consumidores (escopo 3). Isso porque as emissões do escopo 1 e 2 são relativamente fáceis de calcular, mas as emissões do escopo 3 podem ser bastante desafiadoras, especialmente quando se trata de grandes instituições de ensino, altamente descentralizadas (THURSTON; ECKELMAN, 2011).

No entanto, o foco da elaboração de inventários de emissões de GEE para instituições de ensino superior agora está mudando para relatar, além das emissões de escopo 1 e 2,

emissões indiretas incorporadas na cadeia de suprimentos de uma organização ou causadas pelo uso e descarte de seus produtos e esta nova realidade indica a necessidade de uma abordagem baseada também no consumo universitário considerando as emissões do ciclo de vida e da cadeia de suprimentos de diferentes atividades, incluindo aquelas causadas pela produção de bens e serviços consumidos pela instituição, sendo necessária a identificação do escopo 3 (OZAWA-MEIDA *et al* 2013).

Atualmente, as instituições de ensino superior são comparáveis a pequenos centros urbanos, consumidores de recursos naturais e geradoras de resíduos sólidos, efluentes líquidos e desperdício de materiais, sendo imprescindível a percepção dos impactos ambientais originados destas atividades para que a comunidade acadêmica possa desenvolver a sensibilidade e avaliar a realidade ambiental com soluções que minimizem os impactos, alcançando sustentabilidade no campus universitário (RANDOW, 2015).

Não se pode perder de vista que, no Brasil, desde os anos 80, as IES brasileiras vêm se expandindo e passando por um processo de reestruturação, implementado através de programas governamentais, como o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), elaborado para o decênio 2001-2010, que estimulou a ampliação do número de universitários, exigindo o aumento dos números de campi e melhoria da infraestrutura dos existentes, o Programa REUNI (Reestruturação e Expansão das Universidades Federais), que reestruturou e expandiu as instituições num prazo de 5 (cinco) anos, compreendido entre 2008-2012, criou condições de acesso e permanência na educação superior, em nível de graduação e melhoria do aproveitamento da estrutura física e recursos humanos; e os programas FIES (Fundo de Financiamento Estudantil) e PROUNI (Programa Universidade para Todos), que estimulam o acesso e garantem a permanência de estudantes em instituições privadas (RANDOW, 2015).

Diante de um contexto de alteração e ampliação do espaço universitário brasileiro, ganha importância o planejamento e gestão como forma de reduzir os impactos ambientais (RANDOW, 2015) e a elaboração de inventário de GEE que abranja os escopos 1, 2 e 3 deve ser considerada uma prioridade. Não fosse somente isso, a inexistência de um método padronizado de inventário de GEE adequado a realidade das IES a servir de orientação, impede a constante atualização e divulgação e dificulta a identificação de dados confiáveis. Nesse sentido, esta tese servirá para preencher esta lacuna.

### 2.3 ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO PARA ENFRENTAMENTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Diante da capacidade humana de transformar o meio ambiente, frente às mudanças climáticas, uma atitude possível está relacionada a adoção de estratégias de mitigação por meio da realização de atividades que visem reduzir as emissões antrópicas de GEE, pela eliminação ou atenuação de suas causas, prevenindo-se a própria alteração do clima e aos danos que disto possam advir (CGEE, 2010).

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992, fixou como objetivo a estabilização da concentração de GEE na atmosfera em nível seguro, que não compromettesse a segurança alimentar e permitisse a adaptação natural dos ecossistemas, dentro de um modelo de desenvolvimento sustentável (PBMC, 2014).

De forma complementar, em 1997, durante a COP-3, o Protocolo de Quioto definiu metas de redução de emissões para os países desenvolvidos e os que à época apresentavam economia em transição para o capitalismo, considerados responsáveis históricos pela mudança atual do clima e previu mecanismos de flexibilização para auxiliar os signatários daquele acordo a alcançá-las.

Devido a imprecisão da extensão dos impactos das mudanças climáticas em âmbito regional, não se conhece exatamente qual seria o índice seguro de concentração de GEE. No entanto, a ciência demonstra por estudos que os impactos das alterações no clima crescem fortemente a partir de um aumento de temperatura de 2°C a 3°C. Com base nisto, na Conferência das Partes de Copenhague (COP-15), ficou definido um limite aceitável de no máximo 2°C (PBMC, 2014).

Na COP-21, realizada em 2015, na cidade de Paris (Acordo de Paris), foi definido por meio de NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinada) que os países signatários, inclusive, o Brasil, se comprometeriam a adotar ações com vistas a reduzir as emissões de GEE às mudanças climáticas (EPE, 2018) para atingir o limite até então aceitável de concentração de GEE. Neste sentido, também foram previstos mecanismos de mercado com vistas a acelerar o alcance das metas (PROLO; OLIVEIRA; STOPPE, 2019).

Recentemente, contudo, o Relatório Especial divulgado pelo IPCC (2018) apontou que um cenário de 1,5°C é mais seguro do que 2°C, em termos de impactos climáticos e que



permitir que as temperaturas globais subam 2°C acima dos níveis pré-industriais terá consequências ainda mais devastadoras, incluindo a perda de habitats naturais e de espécies, diminuição de calotas polares e aumento do nível do mar, impactando, conseqüentemente em nossa saúde, nossos meios de subsistência, nossa segurança humana e nosso crescimento econômico.

Diante de tal constatação, imperioso reconhecer que as NDCs atuais não são suficientemente ambiciosas, ainda que complementadas com ações de mitigação muito desafiadoras após 2030 (EPE, 2018). Rever as estratégias de combate e estabilização dos efeitos do aquecimento global provocado por emissões de GEE em âmbito global, por isso, se mostra tão urgente e necessário.

No âmbito interno, este panorama não deve ser diferente. Instituições e organizações civis, em especial IES, precisam adotar ações para mitigar os efeitos das mudanças climáticas visando a garantia do bem-estar de todos. Neste sentido, esforços de mitigação já podem ser percebidos em várias IES.

Este item destina-se, portanto, a expor algumas estratégias de mitigação adotadas pelos países, pelo Brasil e, em especial, por IES para enfrentamento das mudanças climáticas, conforme se verá adiante.

### **2.3.1 Contexto global**

Durante a COP-3, realizada em 1997, propôs-se, no Protocolo de Quioto, a utilização de instrumentos de mercado ou mecanismos de flexibilização pelos quais as reduções de emissões de GEE poderiam ocorrer em diferentes países ou projetos, que foram importantes indutores para a formação de um novo mercado global e ambiental denominado mercado de carbono (CGEE, 2010):

- a) Comércio de Emissões (CE) ou *Emissions Trade* (ET);
- b) Implementação Conjunta (IC) ou *Joint Implementation* (JI); e
- c) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ou *Clean Development Mechanism* (CDM).

O CE e a IC tinham atuação restrita aos países integrantes do Anexo I (países desenvolvidos que assumiram compromissos em função de suas responsabilidades históricas pelas emissões de GEE). Já o MDL permitia o financiamento por países desenvolvidos de projetos de redução de emissões de GEE implantados em países em desenvolvimento, com aplicação aos países em desenvolvimento, inclusive o Brasil, denominados partes não integrantes do Anexo I.

O CE correspondia a um mercado de compra e venda do direito de emitir GEE em que a moeda de troca seria os denominados créditos de carbono. Noutras palavras, significava que países que poluísem mais poderiam comprar créditos daqueles que conseguissem reduzir suas emissões para além das metas impostas (FELIPETTO, 2007).

Já o mecanismo da IC significava que qualquer parte incluída no Anexo I poderia transferir para ou adquirir de qualquer dessas mesmas partes unidades de redução de emissões resultantes de projetos que visassem à redução das emissões antrópicas por fontes ou ao aumento das remoções antrópicas por sumidouros de GEE em qualquer setor da economia (FELIPETTO, 2007).

Por seu turno, o MDL tinha por objetivo conceder créditos para projetos que comprovadamente reduzissem ou evitassem emissões nos países em desenvolvimento, obtidos em forma de reduções certificadas de emissões (RCEs). Ou seja, este mecanismo envolvia a compra pelos países desenvolvidos de certificados de redução de emissões (créditos de carbono) aos países em desenvolvimento (FELIPETTO, 2007).

Com o advento do Acordo de Paris, na COP-21, realizada em 2015, os mecanismos de flexibilização previstos no Protocolo de Quioto foram substituídos por outros dois mecanismos que também buscam facilitar e acelerar a redução das emissões de GEE por parte de todos os países signatários, sem esquecer de promover o desenvolvimento sustentável, em especial, dos países em desenvolvimento (PROLO; OLIVEIRA; STOPPE, 2019):

a) *Internationally Transferable Mitigation Outcomes* (ITMOS), que refere a possibilidade de negociação entre países de créditos oriundos de resultados de mitigação para cumprir a sua NDC; e

b) Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS), que permite a geração de créditos decorrentes da redução de emissões promovida por um projeto especificamente em relação a uma linha de base de projeção de emissões, que pode ser realizado, inclusive, pela iniciativa privada com a anuência do governo local.

Segundo Prolo, Oliveira e Stoppe (2019), o ITMOS e o MDS devem não somente permitir que os países cumpram as suas metas de redução as emissões de GEE estabelecidas nas NDCs, mas também gerem esforços adicionais de mitigação, porque foram criados em contexto fático, diferente daqueles primeiros mecanismos previstos no Protocolo de Quioto.

Diferentemente da IC, do CE e do MDL, cuja principal crítica residia no fato de não promoverem ganhos ambientais adicionais, pois apenas “gerenciavam” um *cap* de “poluição” tolerada e não promovia efetivas reduções do passivo, o ITMOS e o MDS devem ser adicionais às NDCs frente ao novo contexto indicado pela ciência que demonstra a necessidade e urgência de reduções significativas de emissões de forma global (PROLO; OLIVEIRA; STOPPE, 2019).

Na linha desta orientação, na COP-25, realizada em Madri no fim do ano de 2019, os quase 200 países participantes concordaram em apresentar compromissos mais ambiciosos que os previstos nas NDCs para reduzir gases poluentes. A despeito disto, restou adiado para 2020 a tomada de decisões mais detalhadas sobre ações coordenadas para conter o aquecimento global, entre estas, a regulamentação do mercado de carbono e outros mecanismos de cooperação.

### **2.3.2 Contexto brasileiro**

A Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima- PNMC e dá outras providências, editada ainda no contexto do Protocolo de Quioto, define mitigação como sendo as mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de GEE e aumentem os sumidouros (art. 2º, inciso VII).

Dentre as tecnologias de práticas de mitigação por setor, são consideradas as mais relevantes para as condições brasileiras (PNMC, 2008):

a) Setor de Energia – melhoria da eficiência da oferta e distribuição de energia, substituição de combustíveis mais carbono-intensivos por aqueles com menor teor de carbono ou por combustíveis de fontes renováveis, e captação e armazenamento de carbono.

b) Setor de Transportes – Utilização de veículos eficientes e modernização de frota, expansão do uso de sistemas ferroviários e aquaviários, e incentivos aos transportes coletivos em substituição aos particulares.

c) Setor de Edificações – Utilização de equipamentos eficientes e de energia solar, além da adoção de um sistema de planejamento integrado que permita ganhos de eficiência no uso da energia.

e) Setor de Indústria – Utilização de equipamentos eficientes, adoção de práticas de reciclagem e de substituição de materiais, controle das emissões de gases, e captação e armazenamento de carbono.

f) Setor Agrícola – Manejo adequado para aumentar o armazenamento de carbono no solo, recuperação de áreas degradadas, intensificação da pecuária bovina, melhorias em cultivos e na fertilização para reduzir emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, e estabelecimento de culturas energéticas.

g) Setor de Silvicultura/Florestas – redução do desmatamento, estímulo ao manejo florestal sustentável, ao florestamento e reflorestamento, e estímulo ao uso de produtos e subprodutos florestais, obtidos em bases sustentáveis, para geração de energia.

h) Setor de Resíduos – Recuperação do metano de aterros sanitários, incineração com recuperação energética, e reciclagem.

Além destas, podem ainda ser citadas práticas de mitigação relacionadas a veículos elétricos, políticas sob mobilidade sustentável modos não motorizados de transportes, cogeração, ecologia industrial, simbiose industrial, reuso e valorização do lixo.

Sob a égide do Acordo de Paris, importa destacar o compromisso brasileiro, assumido por meio de NDC, de reduzir as emissões de GEE em 37% em 2025 e 43% em 2030, tendo por referência no ano de 2005, o que equivale a um teto de emissões de 1.300 e 1.200 MtCO<sub>2e</sub> em 2025 e 2030, respectivamente (RATHMANN *et al*, 2017). Neste sentido, o Brasil deve envidar esforços para uma transição para sistemas de energia baseados em fontes renováveis e descarbonização da economia mundial até o final deste século, no contexto do desenvolvimento sustentável e do acesso aos meios financeiros e tecnológicos necessários para tanto, pelas seguintes ações:

a) Uso sustentável da bioenergia;

b) Medidas em grande escala no setor de mudança do uso da terra e florestas;

c) Triplicar a quase quadruplicar na matriz energética mundial, até 2050, a participação de fontes de energia sem emissão ou com baixo nível de emissões de carbono.

Demais disto, o Brasil se comprometeu ainda a adotar as seguintes iniciativas:

a) Aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel;

b) No setor florestal e de mudança do uso da terra: fortalecer o cumprimento do Código Florestal, em âmbito federal, estadual e Municipal; fortalecer políticas e medidas com vistas a alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero até 2030 e a compensação das emissões de GEE provenientes da supressão legal da vegetação até 2030; restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para múltiplos usos; e ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas, por meio de sistemas de georeferenciamento e rastreabilidade aplicáveis ao manejo de florestas nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis;

c) No setor da energia, alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo: expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030; expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar; alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030;

d) no setor agrícola, fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura, inclusive por meio da restauração adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 e pelo incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (iLPF) até 2030;

e) no setor industrial, promover novos padrões de tecnologias limpas e ampliar medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono; e

f) no setor de transportes, promover medidas de eficiência, melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas.

A abrangência da NDC brasileira abarca todo o território nacional, para o conjunto da economia e inclui os gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, perfluorcarbonos, hidrofluorcarbonos e SF<sub>6</sub>, o que significa que o meio de verificação da meta será o próprio inventário nacional de emissões (EPE, 2018), seguindo as diretrizes aplicáveis do IPCC. Além disto, não há uma distribuição formal da contribuição de cada setor específico para atingir a meta, sendo livre a alocação de esforços nas medidas mais custo-efetivas, sendo possível o alcance das metas por diferentes caminhos (EPE, 2018). É neste ponto que reside a oportunidade de exercitar o papel de liderança das IES como forma de auxiliar o país ao alcance das metas previstas na NDC.

É fato que a redução de emissões de GEE requer uma ação conjunta envolvendo governo, sociedade civil e a indústria de energia (MMA, 2019), pensamento esse fortemente reiterado na COP-25, realizada em 2019. Assim, por exemplo, no setor de transportes, a mitigação está relacionada não somente à escolha de combustíveis alternativos (biocombustíveis), mas também à melhoria da eficiência energética. No setor agrícola, a mitigação pode ser alcançada por meio de práticas de plantio direto, evitando a liberação de dióxido de carbono pelo solo. Adicionalmente, uma agricultura menos intensa no uso de fertilizantes nitrogenados, responsáveis por emissões de óxido nitroso, também é uma alternativa para o setor (MMA, 2019).

### **2.3.3 Contexto em Instituições de Ensino Superior (IES)**

É consenso que a maior parte das emissões de GEE em nível global são oriundas da queima de combustíveis fósseis com fins energéticos e, justamente por isso, a pesquisa sobre mitigação tem se concentrado na busca por tecnologias mais eficientes e fontes de energia renováveis e/ou não emissoras (EPE, 2018).

Sob a perspectiva da administração das IES, a importância econômica e ambiental de se adotar medidas de mitigação dos efeitos climáticos vem se consolidando a cada dia, exigindo planejamento, organização e gestão eficiente, tal como vem acontecendo em âmbito global e nacional. Cumpre aqui reforçar mais uma vez o papel de liderança das universidades e os centros de pesquisa como instituições influenciadoras da sociedade, onde os profissionais recebem educação, o conhecimento é gerado e muitas tecnologias são desenvolvidas (GÜERECA; TORRES; NOYOLA, 2013).

Klein-Banai *et al* (2010) assinalam que os primeiros programas de sustentabilidade em faculdades e universidades concentraram-se na reciclagem de resíduos (papel, vidro e plásticos) e só mais recentemente passaram a abordar os impactos da vida humana no planeta, estimulando projetos que envolvem os materiais consumidos pela comunidade universitária como, por exemplo, alimentos, água, papel, energia para práticas de gestão de resíduos e reduções de emissões de GEE.

Essas iniciativas, segundo Klein-Banai *et al* (2010), frequentemente desenvolvida por alunos e professores, são práticas comuns em alguns campi do mundo e envolvem a compostagem de alimentos, refeições sem bandeja em lanchonetes para reduzir o desperdício e o consumo de água, a reutilização de óleo vegetal usado como combustível para abastecer os veículos do campus, competições de conservação de energia, projetos de eficiência energética com estímulos à implantação de fontes renováveis como eólica e solar, construções destinadas a atender padrões ecológicos, com estímulo à implantação de políticas de compra ecológica, promoção do transporte público, incentivo a caronas e ao ciclismo, conservação de água através de instalações sanitárias de baixo fluxo e sem fluxo, sistemas de água cinza e captação de água da chuva para fins de irrigação.

Várias estratégias de mitigação dos efeitos climáticos têm sido propostas e implementadas como decorrência de algumas das pesquisas científicas mencionadas nas Tabela 1 e 3 do item 2.4 desta tese, as quais tiveram por objeto a elaboração de inventário de emissões de GEE em IES.

Na Universidade Autônoma do México, para o Instituto de Engenharia, onde o deslocamento representa a atividade com a maior quantidade de emissões foi indicada a alteração dos padrões de deslocamento, com a prática do trabalho remoto e o compartilhamento de carros particulares como medida mais eficiente. Para a redução do uso de eletricidade, que representa o segundo lugar em emissões de GEE, foi sugerida a melhoria dos sistemas de iluminação (GÜERECA; TORRES; NOYOLA, 2013).

Naquela mesma Universidade, para o campus principal, as recomendações para obter maior economia de energia consideram tecnologias mais eficientes em termos de consumo de eletricidade para iluminação, refrigeração, ar condicionado e equipamentos de informática, aquecimento solar de água para chuveiros e piscinas e substituição de diesel por GLP por aquecimento de água. Foram propostas a substituição de lâmpadas e reatores, instalação de sistema híbrido (solar-eletricidade – GLP) para a piscina olímpica e sistema híbrido (solar-GLP) para chuveiros e substituição de diesel por GLP, desenvolvimento de manual de boas

práticas energéticas para quiosques externos em substituição de antigos por novos refrigeradores, substituição de cinescópicos antigos por novas telas de computador e modos de economia de energia, substituição de ar condicionados antigos, instalação de medidores de eletricidade nos prédios principais e quiosques externos (ESCOBEDO *et al*, 2014).

Na Universidade de Illinois, o estudo identificou que a precisão e a confiabilidade dos registros de consumo de energia ao nível dos edifícios são deficientes na medida em que fornecidos por um sistema central, sugerindo que o controle ocorra por meio de medidores eletrônicos de última geração para eletricidade, água gelada, água quente de alta temperatura e vapor a fim de criar uma linha de base para projetos de eficiência e conservação de energia, como contratação de desempenho, aquecimento, ventilação e atualizações, automação de sistemas de ar condicionado e faturamento paralelo para tornar as unidades administrativas mais conscientes e responsáveis pelo uso de energia. Além disso, foi proposta a substituição de luminárias por outras mais eficientes, uso de telhados reflexivos e verdes para economizar energia e o uso de fontes de energia renováveis, como sistema geotérmico de aquecimento e resfriamento e o sistema solar fotovoltaico, aquisição de energia produzida por biogás ou termelétricas (KLEIN-BANAI *et al*, 2010).

Na Universidade de Talca, campus Curico, identificou-se que a medida de mitigação mais eficaz está relacionada a substituição do uso de veículos motorizados (ônibus, automóvel e motocicleta) por bicicletas considerando que o deslocamento de estudantes é a categoria com maior contribuição de emissões de GEE (VÁSQUEZ *et al*, 2015).

Para a Universidade Tecnológica da Malásia, o estudo sugeriu o aproveitamento dos raios solares para geração de energia limpa, aproveitando a condição climática do local em que instalada para reduzir os custos e as emissões de CO<sub>2</sub> (YASDANI, 2012).

Na Universidade E, a pesquisa estabeleceu um plano de implementação para economia de energia e redução de GEE em dois setores principais correspondentes a equipamentos de máquinas e equipamentos elétricos, tendo sido propostas ideais como substituição de caldeiras e resfriadores de alta eficiência, ajuste da posição da torre de resfriamento, substituição por luzes de LED, luzes de emergência LED e motores de alta eficiência e a instalação de sensores de movimento (SONG, 2014).

Convergindo a análise para as IES brasileiras, verifica-se que na Universidade Federal de Uberlândia, foi proposta como medida compensatória das emissões de GEE ali geradas o plantio de 13.148 mudas nativas do Bioma Cerrado, em 7,89 hectares (GONZAGA, 2016). A



mesma medida foi sugerida para a UNOESC Campus I, sendo que o plantio deveria corresponder a 57 árvores nativas, a serem manejadas e conservadas por um ciclo de vida de 20 anos (MELARA; KAMINSKI; LANGER, 2011) e Universidade do Tocantins, para a qual seria necessário o plantio de 1.702 mudas em 1,02 hectares (SANTOS *et al*, 2010).

Na PUC, a sugestão ficou a cargo do estímulo a caronas solidárias, possibilidade de isenção do pagamento de estacionamento para automóveis com mais de três passageiros transportados e incentivos para a utilização de bicicletas por alunos, funcionários e professores (CARVALHO; VAN ELK; ROMANEL, 2017).

Na Universidade de Viçosa e na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, foram propostas a compensação das emissões a partir do plantio de árvores e em complementação a compra de créditos de carbono em bolsa de valores a fim de abater o restante de emissões não compensadas pelas áreas verdes (BRIANEZE *et al*, 2014; YABUSHITA, 2013). Em paralelo, na Universidade de Viçosa, o estudo demonstrou a necessidade de substituição da gasolina utilizada pela frota de veículos por etanol, quando possível; diminuição da geração de lixo, e aumento da coleta seletiva e da reciclagem; e melhorias no manejo dos animais (BRIANEZE *et al*, 2014).

Já na Universidade Tecnológica do Paraná, Campus Curitiba, foram propostas para redução de emissões a utilização do etanol em maior quantidade nos veículos *flex* e manutenção periódica; substituição do aquecimento a gás por aquecimento elétrico cuja fonte de energia provém de painéis fotovoltaicos, sensores de presença em corredores e banheiros, substituição da iluminação atual por lâmpadas LED, estímulo a campanhas de incentivo ao uso de bicicletas como meio de transporte; aumento do número de bicicletários cobertos dentro da instituição e da segurança no local; incentivo ao transporte coletivo, a carona solidária e campanhas que orientem a separação correta dos resíduos produzidos e registro dos dados de viagens a negócios por avião ou outro meio de transporte não computado pelos carros oficiais (DA CRUZ; D`AVILA, 2013).

Na Universidade do Rio dos Sinos, restou sugerida para a redução das emissões ações de mitigação correspondentes a abastecimento da frota própria com etanol nos veículos *flex*, replantio de áreas verdes com espécies nativas, maior eficiência na reciclagem dos resíduos, melhoria de eficiência nos processos de consumo de energia elétrica, manutenção e recarga de aparelhos de ar condicionado e redução de viagens aéreas mediante a adoção de videoconferências nas bancas envolvendo professores externos (PREUSS, 2017).

### 3 METODOLOGIA

Consoante preconiza Silva (2005), existem várias formas de classificar uma pesquisa, segundo a ótica de análise. Do ponto de vista da sua natureza, uma pesquisa pode ser classificada como básica ou aplicada. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a pesquisa pode ser definida como quantitativa e qualitativa. Do ponto de vista de seus objetivos uma pesquisa pode ser enquadrada como exploratória, descritiva ou explicativa. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos ela pode ser bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, *expost-facto*, ação ou participante.

Convergindo a análise para esta pesquisa, tem-se que ela pode ser classificada como aplicada, sob a ótica da natureza, com abordagem qualitativa e quantitativa, quanto à forma de abordagem, de cunho exploratório e descritivo, no que toca aos seus objetivos e quanto aos procedimentos técnicos utilizados, bibliográfica com estudo de caso.

O enquadramento como pesquisa aplicada justifica-se na medida em que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigido a solução de problema específico, envolvendo verdades e interesses locais (SILVA, 2005).

A abordagem é qualitativa, porque a análise ocorre pela relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, com interpretação dos fenômenos e atribuição de significados, onde o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave (SILVA, 2005).

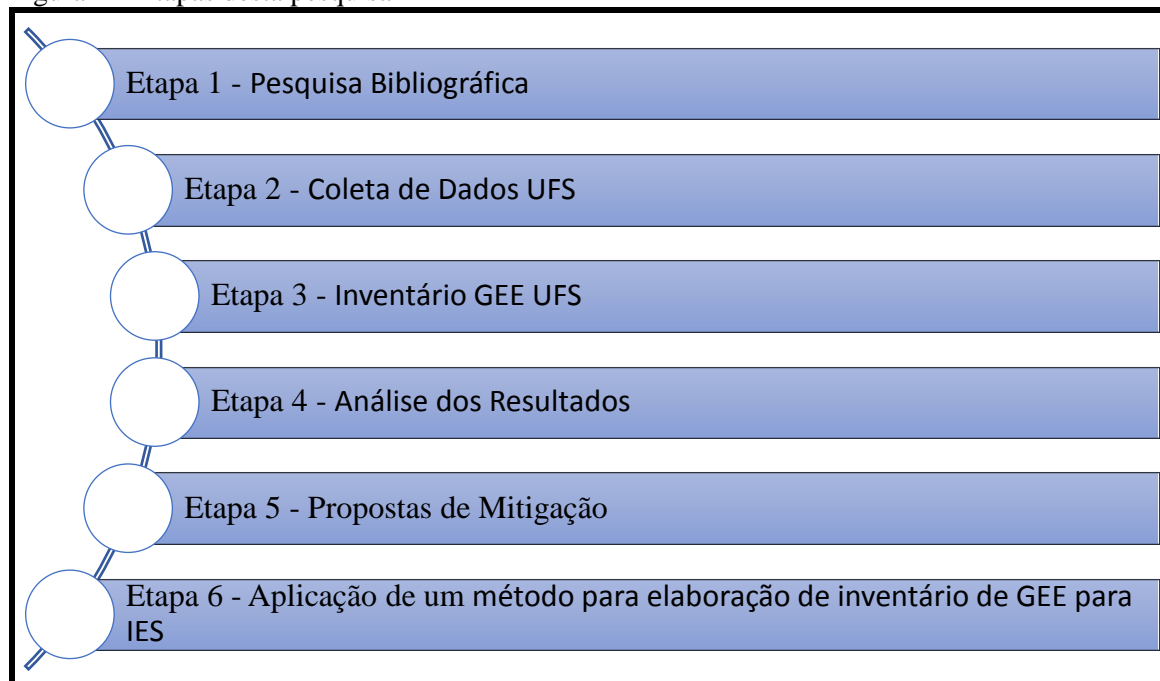
Também é possível o enquadramento deste estudo como sendo quantitativo, por considerar tudo o que pode ser quantificável, traduzindo em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (SILVA, 2005).

Sob a ótica dos objetivos, esta pesquisa tem cunho exploratório e descritivo, por envolver levantamento bibliográfico e análise de exemplos que estimulem compreensão, descrição de características ou fenômeno (SILVA, 2005).

No que diz respeito aos procedimentos técnicos, justifica-se o enquadramento desta pesquisa como bibliográfica e estudo de caso (SILVA, 2005), este último ser mais adequado ao exame de eventos contemporâneos quando os comportamentos relevantes não podem ser manipulados (YIN, 2015).

Com o fim de alcançar os objetivos propostos, este estudo foi realizado em seis etapas correlacionadas e independentes, especificadas na Figura 1:

Figura 1 – Etapas desta pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

Na primeira etapa foi realizada pesquisa bibliográfica, em diversos sites na internet, livros e trabalhos científicos publicados, todos eles mencionados na bibliografia que integra a presente tese e embasa todo o referencial teórico aqui especificado, relacionada aos efeitos climáticos e aquecimento global, a elaboração de inventários de GEE em instituições e organizações civis e, em especial, em IES, as metodologias utilizadas e as estratégias de mitigação destas emissões, tendo início de janeiro de 2018 até os dias atuais.

Na segunda etapa ocorreu o levantamento ou coleta de dados no âmbito da UFS, necessários à confecção do inventário de emissões de GEE, com o fim de traduzir em números as informações para classificá-las e analisá-las, tendo início em fevereiro de 2018 até novembro de 2019. Os dados primários e secundários foram coletados por meio do levantamento de documentos disponíveis no site eletrônico da UFS ou fornecidos após contato telefônico, e-mails e reuniões, pelo setor de transportes, planejamento, pessoal e meio ambiente daquela instituição superior de ensino, como também por meio de observação participante do autor desta tese que exerce o cargo de engenheiro eletricista na Pró Reitoria de Planejamento e ainda por meio de consulta as seguintes fontes de informação, dentre outras:

\* PDI/UFS (2016-2020) - documento que expressa um diagnóstico da UFS, sua missão, visão, políticas acadêmicas e administrativas, fundamentadas em sua realidade institucional, estabelecendo objetivos e metas estratégicas para o período de 2016 a 2020.

\* Relatório de Gestão (2017) - documento apresentado aos órgãos de controle interno e externo como prestação de contas anual a que a UFS está obrigada nos termos do art. 70 da Constituição Federal, elaborado de acordo com as disposições da Decisão Normativa TCU nº 161, de 01 de novembro de 2017; Decisão Normativa TCU nº 163, de 06 de dezembro de 2017; Instrução Normativa TCU nº 63, de 01 de setembro de 2010, Instrução Normativa TCU nº 72 de 15 de maio de 2013, Portaria TCU nº 65, de 28 de fevereiro de 2018 e pelas orientações do sistema E-contas.

\* Anuário estatístico da UFS (2015-2017) - documento que expressa um conjunto de informações oficiais demográficas, acadêmicas, gerenciais, orçamentárias e infraestrutura da instituição.

\* Relatório anual material de consumo (2017) – documento que traz em seu contexto a lista de material de consumo da UFS durante o ano inventariado, discriminada por tipo e quantidade, a exemplo dos combustíveis e gases utilizados.

A terceira etapa destinou-se à elaboração do inventário de GEE da UFS, incluindo a análise de incertezas, com observância dos conceitos protocolos de cálculos e trabalhos já realizados em outras IES no Brasil e exterior expostos no referencial teórico, para responder as questões desta pesquisa, com o alcance dos objetivos gerais e específicos a que se propõe.

Na quarta etapa foi realizada a triangulação de dados e os resultados obtidos através da análise documental foram confrontados com dados primários e secundários registrados mediante consultas com informantes-chave da UFS e complementados com a observação participante realizada pelo autor desta tese, no exercício de sua atividade laboral no âmbito da Pró-Reitoria de Administração da UFS como engenheiro eletricista.

A quinta etapa corresponde à proposição de melhoria com redução das emissões de GEE por meio de ações de mitigação dentro da instituição inventariada. Nessa etapa realizou-se, a título de exemplo, uma medida para reduzir os custos operacionais das IES com a redução dos GEE, demonstrado através da análise de viabilidade econômica de um sistema fotovoltaico de 5MWp.

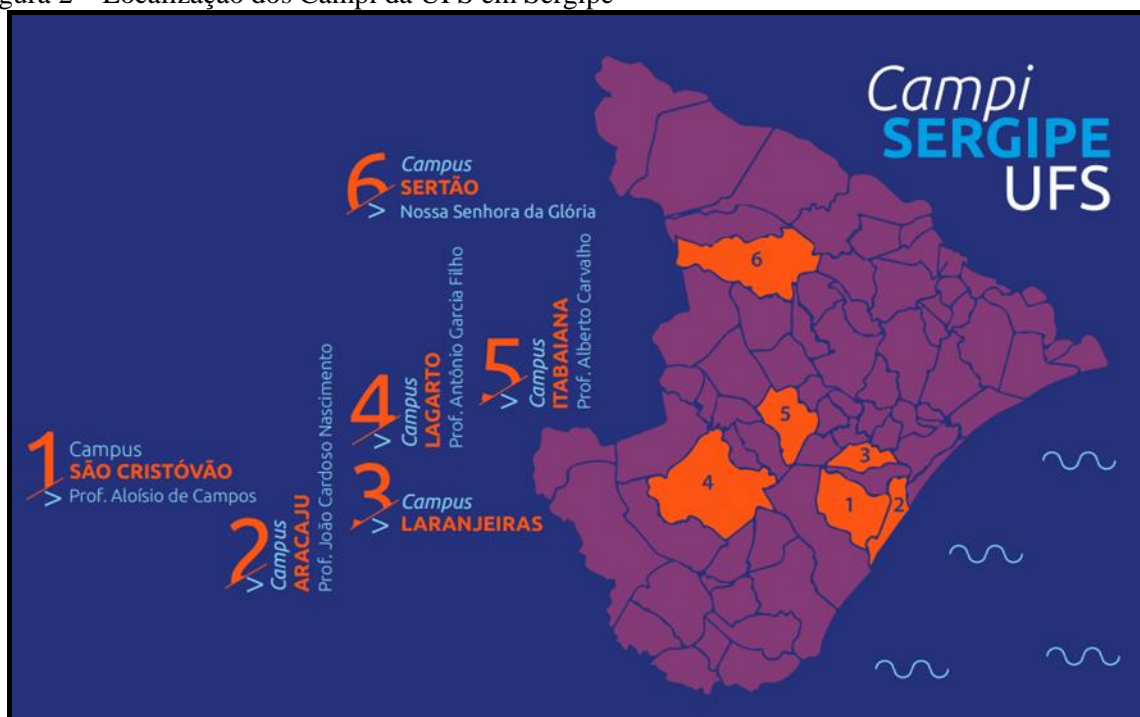
Na sexta etapa foi proposta a aplicação de um método de inventário de GEE para IES, com base no que foi constatado no estudo de caso.

### 3.1 DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS)

A UFS é a única universidade pública do Estado de Sergipe, apresentando em 2017 29.827 alunos matriculados, 1.504 docentes efetivos no ensino superior, 35 docentes efetivos no ensino médio (Colégio de Aplicação) e 1.429 servidores técnico-administrativos (RELATÓRIO DE GESTÃO UFS, 2017).

A instituição, segundo PDI/UFS (2016-2020), conta atualmente com seis campi: Campus Sede Prof. José Aloísio Campos, localizado em São Cristóvão/SE, instalado em 1968; Campus da Saúde Prof. João Cardoso do Nascimento Júnior, localizado em Aracaju/SE, instalado em 1989; Campus Prof. Alberto Carvalho, localizado em Itabaiana/SE, instalado em 2006; Campus de Laranjeiras, situado em Laranjeiras/SE, instalado em 2007; Campus. Prof. Antônio Garcia Filho, situado em Lagarto/SE, instalado em 2011 e o Campus do Sertão, localizado em Nossa Senhora da Glória/SE, instalado 2015, conforme Figura 2.

Figura 2 – Localização dos Campi da UFS em Sergipe

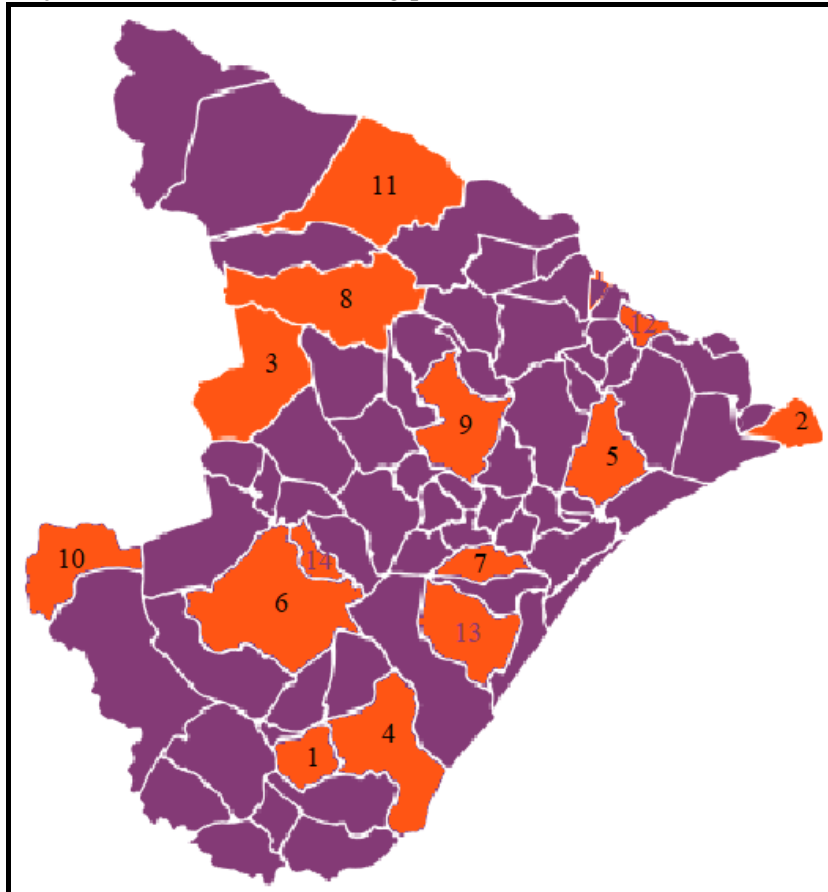


Fonte: UFS, 2019.

Há, também, outros espaços fora da sede e dos campi citados onde são desenvolvidas atividades acadêmicas: Campus Rural, utilizado pelos cursos da área de Ciências Agrárias, no município de São Cristóvão, Museu do Homem Sergipano (MUHSE) e Museu de Arqueologia de Xingó (MAX) (PDI/UFS, 2016-2020).

No tocante ao ensino a distância, coordenado pelo Centro de Ensino Superior à Distância (CESAD), a instituição mantém 13 polos localizados nas cidades de Arauá, Brejo Grande, Carira, Estância, Japarutuba, Lagarto (Colônia 13), Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora das Dores, Poço Verde, Porto da Folha, Propriá, São Cristóvão e São Domingos (RELATÓRIO DE GESTÃO UFS, 2017), conforme Figura 3.

Figura 3 - Localização dos Polos da UFS em Sergipe



Fonte: Adaptado (UFS,2019).

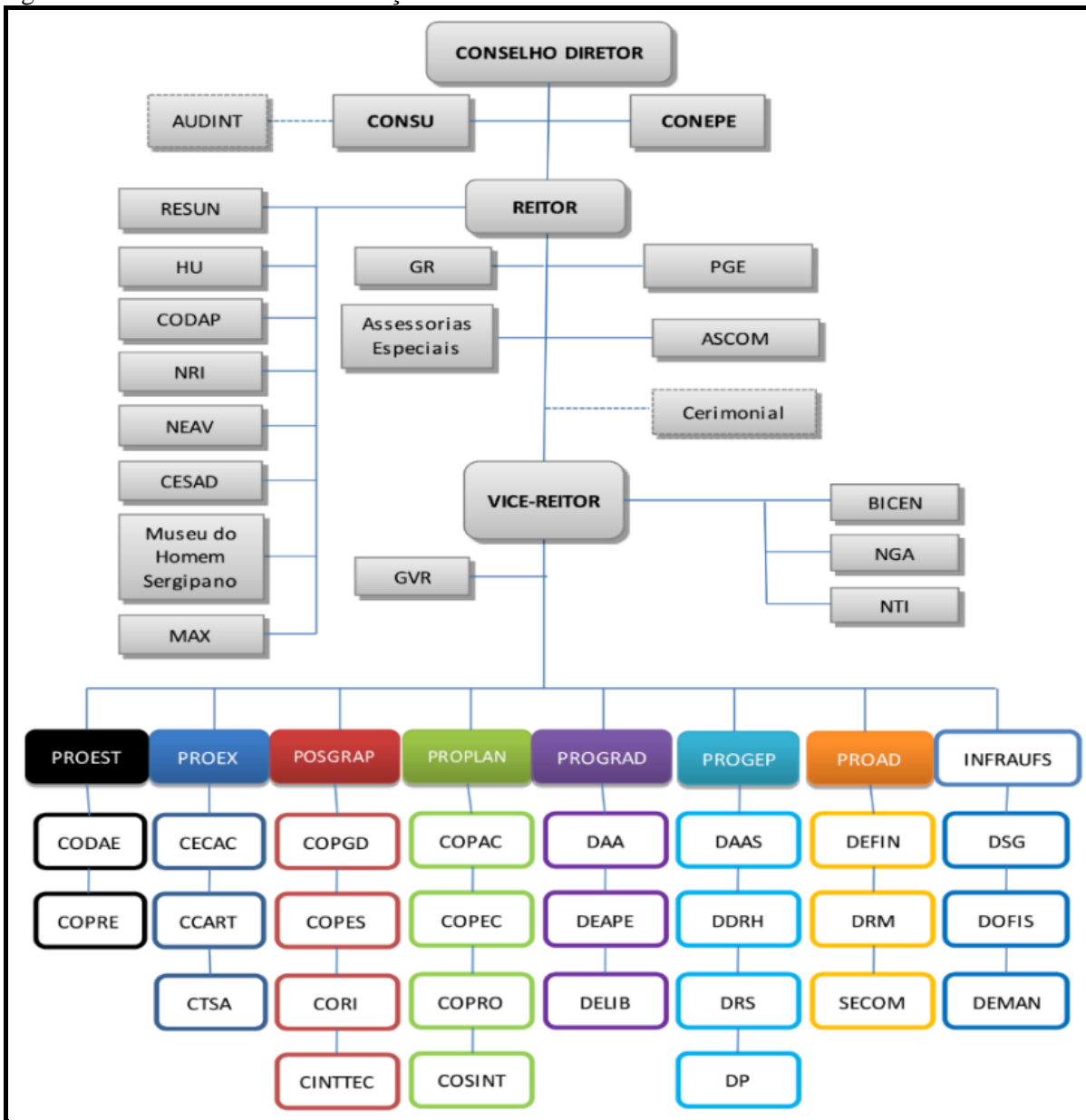
Legenda:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 - Polo Arauá              | 8 - Polo: N. Sra. das Dores |
| 2 - Polo: Brejo Grande      | 9 - Polo: Poço Verde        |
| 3 - Polo: Carira            | 10 - Polo: Porto da Folha   |
| 4 - Polo: Estância          | 11 - Polo: Propriá          |
| 5 - Polo: Japarutuba        | 12 - Polo: São Cristóvão    |
| 6 - Polo: Lagarto           | 13 - Polo: São Domingos     |
| 7 - Polo: N. Sra. da Glória |                             |

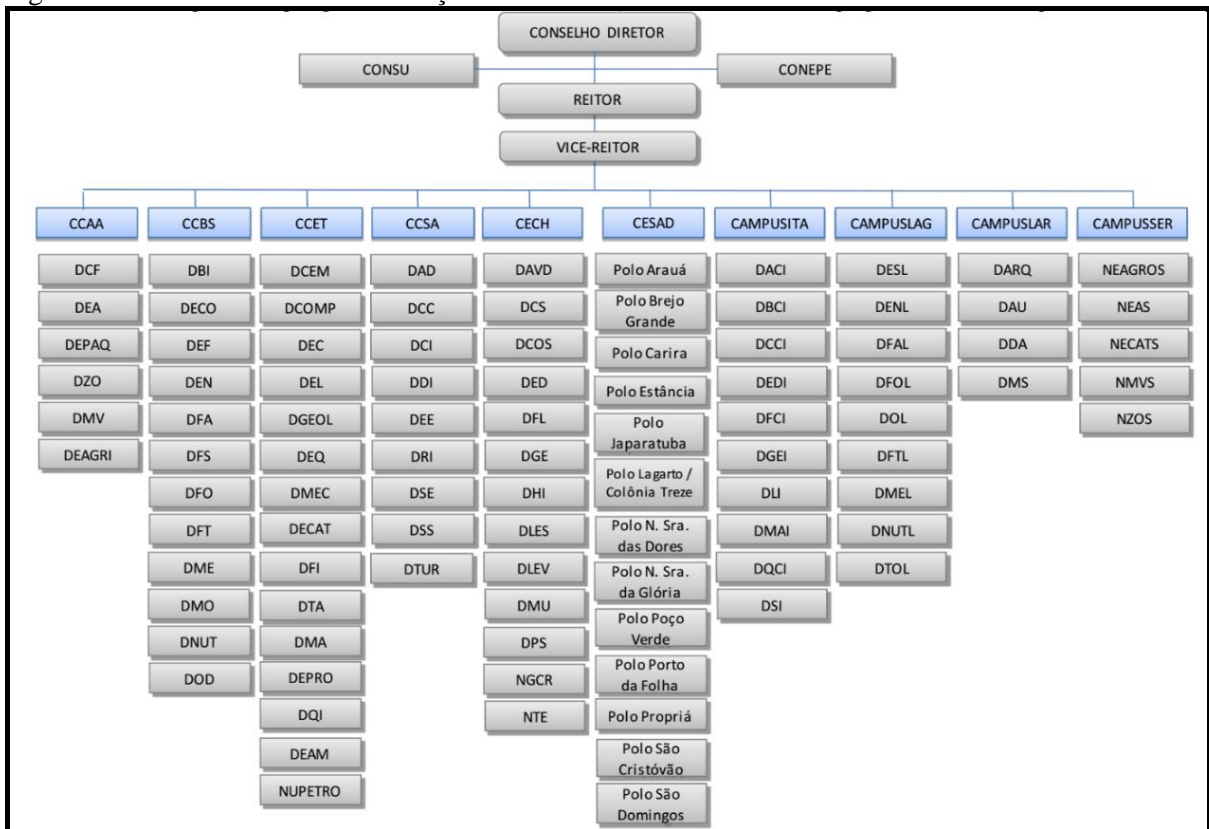
A Administração da UFS é realizada por um Conselho Diretor (órgão máximo da instituição), sendo constituída por dois subsistemas interdependentes: Subsistema de Administração Geral e Subsistema de Administração Acadêmica. O primeiro, composto pelos órgãos voltados à direção geral da Universidade e à implementação dos meios necessários a

consecução de seus objetivos, sendo estes os Conselhos Superiores e a Reitoria. O segundo, composto pelos órgãos orientados para as atividades de ensino, pesquisa e extensão, compreendendo os Conselhos Acadêmicos, os Centros e Departamento e os Órgãos Suplementares (RELATÓRIO DE GESTÃO UFS, 2017). Ambos os subsistemas estão representados nos organogramas das Figura 4 e 5:

Figura 4 - Subsistema de Administração Geral



Fonte: Relatório de Gestão UFS, 2017.

Figura 5 - Subsistema de Administração Acadêmica<sup>3</sup>

Fonte: Relatório de Gestão UFS, 2017.

Randow (2015) assinala que a gestão ambiental da instituição, desde o ano de 2014, está a cargo do Núcleo de Gestão Ambiental (NGA), que possui a responsabilidade de gerir as políticas ambientais de todos os campi, reativando projetos já existentes e estruturando novas ações no âmbito do meio ambiente. De forma sistemática, descreve algumas ações ambientais já implementadas pela instituição:

\* Campanha “otimizar é preciso” – visa reduzir os custos com consumo de água, energia, combustível, entre outros, e reduzir o desperdício de materiais e alimentos, sem comprometer a qualidade das atividades da instituição;

\* Comissão interna de conservação de energia – comissão formada por professores, técnicos e alunos com o objetivo de realizar estudos sobre o consumo de energia elétrica na instituição e empreender ações efetivas nessa área;

\* Levantamento topográfico planialtimétrico – realizado com o fim de obter descrição detalhada da topografia do terreno do Campus São Cristóvão e do Campus da Saúde, ambos

<sup>3</sup> No Quadro 30 do Anexo A foram relacionadas todas estas unidades da UFS e respectivas siglas.



localizados em Aracaju a fim de realizar projetos com mais qualidade e economia, aproveitando adequadamente as características do terreno;

\* Duplicação da Rodovia “João Bebe Água” e melhora do tráfego no campus São Cristóvão – a duplicação facilitou o acesso de veículos ao Campus e a construção de novas áreas de estacionamento para carros, construção de estacionamento para bicicletas, motos, passarelas cobertas para pedestres, pavimentação de vias internas e duplicação da passarela interligando o terminal de ônibus ao bloco das didáticas, proporcionaram melhores condições de conforto de segurança para o tráfego de pedestres e veículos;

\* Análise da vegetação e recuperação da paisagem do Campus São Cristóvão – com origem em projeto de extensão do Núcleo de Engenharia Florestal teve por objetivo buscar alternativas para uma maior interação entre a comunidade universitária e o seu espaço natural, bem como resgatar a biodiversidade da flora e fauna;

\* Projeto Sala Verde – visa a democratização do acesso às informações materiais e publicações sobre as questões ambientais e o oferecimento de atividades diversas voltadas à educação ambiental;

\* Programa UFS Ambiental – objetiva implantar várias ações ambientais efetivas nos campi, como por exemplo, a coleta seletiva; fortalecer as ações ambientais já existentes, como a redução do desperdício em energia, água e alimentação; sensibilizar a comunidade acadêmica da importância de uma gestão ambiental nos campi como forma de garantir a sustentabilidade do ambiente universitário; informar a comunidade sobre os resultados obtidos com ações ambientais;

\* Projeto Coleta Seletiva – tem por objetivo sensibilizar a comunidade acadêmica e do entorno do campus sobre a importância da reciclagem e redução de consumo de materiais; e

\* Campanha de educação no trânsito – visa educar a comunidade acadêmica sobre questões diversas como velocidade, respeito aos pedestres e estacionamentos.

A UFS vem implementando ações dentro do Programa de Eficiência Energética, como é o caso do projeto de construção da subestação elétrica SE UFS 69kV (Anexo E, Foto 8) e da implementação dos sistemas fotovoltaicos, listados no Quadro 4:

Quadro 4 – Instalações da UFS com sistema fotovoltaico

Local de instalação	Potencial (kWp)	Capacidade (kWh/mês)	Ano Funcionamento
Departamento de Engenharia Elétrica (DEL) Campus São Cristóvão – Anexo E, Foto 9	42,24	5.000	2017
Didática V Campus São Cristóvão – Anexo E, Foto 10	66	8.580	2017
Biblioteca Central (BICEN) Campus São Cristóvão -Anexo E, Foto 11	58,96	7.950	2018
Ambulatório Hospital Universitário (HU) - Anexo E, Foto 13	33	4.350	2019
Centro de Simulações e Práticas da Saúde Campus Lagarto – Anexo E, Foto 18	66	8.712	2020

Fonte: UFS, 2017-2020.

Ainda dentro da implementação de seu Programa de Eficiência Energética estão previstos para serem implementados em 2020-2021 uma Usina Térmica a Gás Natural dentro do Restaurante Universitário – RESUN e o Parque Fotovoltaico de 1MWp que será instalado no Campus do Sertão, além de 28 projetos fotovoltaicos de microgeração de 18,48kWp cada, a serem instalados em diversas unidades dos diferentes *Campi* da instituição (UFS, 2020). Existe ainda uma pretensão em se expandir a capacidade de geração do Parque Fotovoltaico a ser instalado no Campus do Sertão para que alcance o limite permitido na legislação que corresponde a 5MWp.

Em que pese a importância das ações ambientais e medidas de eficiência energética já existentes, a elaboração de inventário de GEE propiciará o monitoramento, avaliação e eficácia destas medidas associadas a fontes de emissões de GEE nas atividades da instituição de forma muito mais abrangente, estimulando também a adoção de outras práticas sustentáveis, uma vez constatada a sua necessidade de implantação.

Acresça-se que o ano base considerado para elaboração do inventário refere-se ao 2017 (1º de janeiro a 31 de dezembro). Nos anos subsequentes, os dados constantes deste documento poderão servir como comparativo e acompanhamento do progresso da instituição em direção a redução das emissões de GEE.

### 3.2 ESTRUTURA DO INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

A estrutura do inventário de GEE, conforme consignado no item 2.3.3 deve observar cinco etapas relacionadas segue a (i) definição dos limites geográficos e organizacionais; (ii)

definição dos limites operacionais; (iii) monitoramento das emissões de GEE; (iv) identificação e cálculo das emissões de GEE e (v) e relato das emissões de GEE.

### 3.2.1 Limite organizacional

Para a elaboração do inventário, a pesquisa considerou por limite organizacional o controle operacional, o que significa incluir todas as unidades que integram a UFS, incluindo centros de ensino e pesquisa, órgãos centrais de direção e serviço, institutos especializados, hospitais e serviços, conforme descrito resumidamente no Quadro 5 a seguir:

Quadro 5 – Unidades da UFS incluídas no inventário separadas por campus/centros

<b>Unidade</b>	<b>Sigla</b>
<b>Campus São Cristóvão</b>	
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia	CCET
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde	CCBS
Centro de Ciências Sociais Aplicadas	CCSA
Centro de Educação e de Ciências Humanas	CECH
Centro de Ciências Agrárias Aplicadas	CCAA
Centro de Educação Superior a Distância	CESAD
<b>Campus de Itabaiana</b>	
Centro Campus Universitário Prof. Alberto Carvalho OU Campus de Itabaiana	CAMPUSITA
<b>Campus de Laranjeiras</b>	
Centro Campus de Laranjeiras	CAMPUSLAR
<b>Campus de Lagarto</b>	
Centro Campus Universitário Prof. Antônio Garcia Filho ou Campus de Ciências da Saúde de Lagarto	CAMPUSLAG
<b>Campus do Sertão</b>	
Centro Campus do Sertão	CAMPUSSER

Fonte: Relatório de Gestão UFS, 2017.

### 3.2.2 Limite geográfico

Por limite geográfico entende-se todas as emissões localizadas no território brasileiro, levando em consideração os principais gases de GEE, segundo o *GHG Protocol*. Assim sendo, no inventário foram considerados o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonos (FCs), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e perfluorcarbonos (PFCs) decorrentes de atividades da UFS.

### 3.2.3 Limite operacional

As emissões de GEE foram divididas em 3 escopos, seguindo a norma estabelecida pelo GHG *Protocol* sendo este o limite operacional.

Os dados de atividades utilizados nos cálculos de emissões são listados no Quadro 6:

Quadro 6 – Categorias e fontes de emissões de GEE utilizados neste inventário por escopo

Escopos		Categoria	Fontes de emissão em IES
Escopo 1		1. Combustão estacionária	*Fogão industrial - utiliza o GLP, mas que esteve inoperante durante o ano inventariado *Geradores a diesel – em relação a esta fonte, não há um controle ou registro da quantidade de litros consumidos de forma específica, o que impossibilitou sua apuração *Secadora 50kg e 100 kg – substituíram as caldeiras e utiliza do GLP.
		2. Combustão móvel	*Consumo de combustíveis utilizados por veículos próprios da UFS para transporte de funcionários e alunos e transporte de carga.
		3. Emissões fugitivas	*Emissões provenientes de extintores de incêndio *Emissões provenientes de equipamentos de refrigeração e ar condicionado.
		4. Processos industriais	*Não aplicável, pois a UFS não possui processos industriais.
		5. Emissões agrícolas e mudança no uso do solo	*A UFS não possui registros dos dados necessários para a contabilização das emissões provenientes de atividades de agricultura, pecuária ou de mudança no solo (fermentação entérica, cultivo do arroz, drenagem e preparo do solo, queima prescrita de vegetação nativa).
		6. Resíduos sólidos	*O tratamento de resíduos sólidos é realizado por outra empresa e, desta forma, será contabilizada no escopo 3.
		7. Efluentes líquidos	* Emissões provenientes da estação de tratamento de esgoto.
Escopo 2		Emissões provenientes de energia elétrica	*Aquisição e consumo de energia na UFS.
Escopo 3	Upstream	1. Serviços	*Ciclo de vida dos produtos (serviços) comprados ou adquiridos.
		2. Bens	*Ciclo de vida dos bens de capital e consumo adquiridos.
		3. Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos escopos 1 e 2	*Não aplicável, pois a UFS não pratica as atividades de extração, produção e transporte de combustíveis e revenda de eletricidade.

		4. Transporte e distribuição	*A UFS não possui registros dos dados necessários para contabilização desta fonte que refere ao transporte e distribuição de <i>produtos adquiridos</i> em veículos que não são de propriedade nem operados pela instituição, a exceção do transporte de resíduos que foi apurado.	
		5. Resíduos gerados nas operações	*Tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos. Foram calculados de forma englobada, devido a não disponibilização de dados separados por categoria referentes aos resíduos hospitalares produzidos pelo HU e classificados como infectantes ou comuns.	
		6. Viagens a negócios	*Transporte de funcionários e alunos para atividades da UFS realizado em veículos operados ou de propriedade de terceiros.	
		7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	*Deslocamento de funcionários casa-trabalho em transportes não operados nem pertencentes a UFS.	
		8. Bens arrendados (instituição como arrendatária)	*Considerando o tipo de abordagem deste inventário e o fato de a UFS só possuir arrendamento operacional, as emissões já foram contabilizadas nos escopos 1 e 2.	
		Downstream	9. Transporte e distribuição	*Não aplicável, pois esta categoria refere a emissões provenientes do transporte e distribuição de <i>produtos vendidos</i> pela organização inventariante (se não for pago por esta) entre suas operações e o consumidor final, incluindo varejo e armazenagem em veículos e instalações de terceiros. A UFS não realiza venda de produtos.
			10. Processamento de produtos vendidos	*Não aplicável, pois a UFS não realiza esta atividade.
			11. Uso de bens e serviços vendidos	*Não aplicável, pois a UFS não realiza esta atividade.
	12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos		*A UFS não apresentou registros de produtos vendidos durante o ano inventariado. Não foram disponibilizados documentos de registros referentes à destinação final para cômputo desta fonte.	
	13. Bens arrendados (instituição como arrendadora)		*A UFS possui 18 imóveis locados/cedidos a terceiros, dentre os quais 14 estão localizados nos Campis e suas emissões já foram computadas nos escopos 1 e 2. Dos 4 imóveis situados fora dos Campi, só foi possível a contabilização de apenas 1, frente aos dados disponibilizados pela instituição.	
	14. Franquias		*Não aplicável, pois a UFS não disponibiliza franquias.	
	15. Investimentos		*As emissões desta categoria foram comutadas no escopo 1.	

Fonte: Elaboração própria com adaptações (FGV, 2018c).

### 3.2.3.1 Escopo 1

No escopo 1, foram incluídas as emissões diretas de GEE que pertencem ou são controladas pela UFS. O PBGHGP recomenda a classificação das emissões diretas de GEE em sete categorias, quais sejam: combustão estacionária, combustão móvel, processos industriais, resíduos sólidos, efluentes líquidos, fugitivas e agrícolas (FGV, 2018a).

#### 3.2.3.1.1 Categoria 1 - Combustão estacionária

Nesta categoria estão incluídas as emissões de GEE provenientes da queima de combustível em equipamentos estacionários, geralmente utilizada para produzir vapor de água ou energia elétrica. São as emissões provenientes, por exemplo, de caldeiras, fornos, queimadores, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, geradores, explosivos, entre outros (FGV, 2018a).

Para esta categoria, a ferramenta do PBGHGP oferece fatores-padrão de emissão médios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) para combustíveis e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para energia elétrica.

O PBGHGP exige a identificação do tipo e da quantidade de litros consumidos do combustível durante o ano inventariado. Este dado será, em seguida, multiplicado pelos fatores de emissão correspondentes e potencial de aquecimento para totalizar as emissões gerais (tCO<sub>2e</sub>), como demonstrado na

Equação 1 abaixo:

Equação 1 – Emissões da Combustão Estacionária

$$ECE(tCO_{2e}) = C \times FE \times GWP \quad (01)$$

Onde:

$ECE(tCO_{2e})$  – Emissões da Combustão Estacionária;

$C$  – Combustível em m<sup>3</sup> ou litros;

$FE$  – Fator de Emissão;

$GWP$  – Potencial de Aquecimento Global.

No caso da UFS, existem seis (06) geradores de energia que estão em funcionamento e utilizam óleo diesel. Estes equipamentos são eventualmente acionados apenas na hipótese de ausência de energia elétrica fornecida pela distribuidora. Há também um (01) fogão industrial, localizado no restaurante que não estava em funcionamento durante o ano inventariado e duas secadoras (02), uma de 50kg e outra de 100kg que substituíram as caldeiras em 2016 e estão localizadas no Hospital Universitário.

Na UFS não há um controle ou registro da quantidade de litros consumidos pelos geradores de energia elétrica dissociado da aquisição deste combustível para veículos, cujas emissões estão incluídas na categoria 2. Por esse motivo, as emissões originárias desta fonte não foram aqui computadas, mas essa circunstância não implica em alteração relevante já que serão englobadas quando do cálculo das emissões da categoria 2.

A contabilização das emissões originárias das secadoras foi possível após a apresentação de documento denominado Controle de Fornecimento de Gás Liquefeito de Petróleo pelo setor de manutenção do Hospital Universitário – HU, correspondente ao período alvo desta pesquisa.

### **3.2.3.1.2 Categoria 2 – Combustão móvel**

Correspondem as emissões de GEE provenientes da queima de combustível, cuja energia é utilizada para produzir movimento e percorrer um trajeto, como, por exemplo, carros, motocicletas, caminhões, ônibus, tratores, empilhadeiras, aviões, trens, navios, barcos, entre outros (FGV, 2018a).

O cálculo das emissões desta categoria segue a metodologia apropriada em conformidade com os meios de transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e hidroviário.

O gerenciamento operacional da frota da UFS é realizado pela Divisão de Transporte, ligada ao Departamento de Serviços Gerais da Superintendência de Infraestrutura, com auxílio de um sistema computadorizado (RELATÓRIO DE GESTÃO UFS, 2017), que entrou em funcionamento somente em agosto de 2017, segundo informações do chefe do setor.

A frota da UFS está disponível para atender toda a comunidade acadêmica, sendo destinada ao transporte de servidores entre os diversos campi e as unidades descentralizadas, transporte de professores e alunos para aulas de campo, para pesquisa, para eventos científicos, transporte de materiais etc. (RELATÓRIO DE GESTÃO UFS, 2017).

No ano de 2017, a UFS possuía uma frota composta por 73 (setenta e três) veículos em plena atividade (modal exclusivamente rodoviário), cuja rodagem correspondeu a um total de 846.666,00 km, utilizando 119.161,11 litros de combustível (RELATÓRIO DE GESTÃO UFS, 2017).

O GHG *Protocol* disponibiliza para o modal rodoviário três métodos de cálculo do mais para o menos específico, o que importa em maior ou menor grau de precisão. São eles: (i) pelo o tipo de combustível e ano de fabricação da frota, (ii) pelo tipo de combustível e (iii) pela distância percorrida por cada veículo.

Considerando apenas os dados disponibilizados pela instituição (RELATÓRIO ANUAL DO MATERIAL DE CONSUMO, 2017), foram contabilizadas as emissões considerando o modal rodoviário, pelo tipo de combustível e consumo anual, como demonstrado na Equação 2. A opção por esta metodologia de cálculo se deve à ausência de controle da instituição quanto a dados de consumo individualizado por veículo mês a mês.

Equação 2 – Emissões da Combustão Móvel

$$ECM(tCO_{2e}) = C \times FE \times GWP \quad (02)$$

Onde:

$ECM(tCO_{2e})$  – Emissões da Combustão Móvel;

$C$  – Combustível em m<sup>3</sup> ou litros;

$FE$  – Fator de Emissão;

$GWP$  – Potencial de Aquecimento Global.

Há de se registrar também que o Relatório Anual do Material de Consumo (2017) aponta o tipo de combustível, quantidade de litros adquiridos, preço do litro e o valor total gasto pela UFS até o mês de junho do ano de referência deste inventário. A partir do mês de julho, os dados referentes à quantidade de litros e valor do preço por litro dos combustíveis adquiridos são omitidos. Em virtude disto, estimou-se a quantidade de litros pela divisão do valor total pelo preço por litro do combustível relativo ao mês de junho.

### 3.2.3.1.3 Categoria 3 – Emissões Fugitivas

Equivalem a liberações de GEE, geralmente não intencionais, que não passam por chaminés, drenos, tubos de escape ou outra abertura funcionalmente equivalente. A liberação (escape) ocorre durante a produção, processamento, transmissão, armazenagem ou uso do gás



(FGV, 2018a). Aqui estão incluídas, por exemplo, operação de extintores de incêndio (CO<sub>2</sub>); vazamento de equipamentos elétricos de alta capacidade (SF<sub>6</sub>); vazamento de equipamentos de refrigeração e ar condicionado (HFC ou PFC); vazamento da tubulação do gás natural (CH<sub>4</sub>); minas a céu aberto e subterrâneas (CH<sub>4</sub>); liberação controlada de gases durante as operações de produção de petróleo e gás natural (*venting*) (FGV, 2018a).

Para esta categoria o PBGHGP apresenta três metodologias de cálculo: uma abordagem baseada no estágio do ciclo de vida, uma abordagem baseada no balanço de massa (compra) e uma abordagem baseada na triagem (FGV; WRI, 2019).

Na UFS foram identificados como fontes de emissões fugitivas de GEE durante o ano inventariado apenas (i) extintores de incêndio e (ii) aparelhos de refrigeração e ar condicionado. As emissões fugitivas por vazamento de equipamentos elétricos de alta capacidade (SF<sub>6</sub>) somente passaram a ocorrer a partir de agosto de 2018 quando entrou em operação a subestação de 69kV e, por isso, não foram consideradas nesta pesquisa.

As emissões fugitivas foram contabilizadas tomando por base o Relatório Anual do Material de Consumo (2017) onde constam registrados o total de recarga de extintores tipo CO<sub>2</sub> (capacidade 6kg e 4kg), o total de recarga de R407C e R22 utilizados nos aparelhos de ar condicionado e refrigeração, respectivamente, durante o ano objeto de análise.

Cabe frisar que a UFS não tem o controle de todos os dados suficientes para preenchimento de todos os campos solicitados pelo PBGHGP, a exemplo da quantidade total de carga em unidades novas, como também da recuperação dos gases em unidades dispensadas. Contudo, o cálculo foi possível utilizando apenas o total de recargas em unidades existentes, dessa forma, optou-se por utilizar o primeiro método para o cálculo das emissões fugitivas, como demonstrado na Equação 3.

Equação 3 – Emissões Fugitivas

$$EF(tCO_{2e}) = [(CG_N - CP_N) + RG_E + (CP_D - RP_D)] \times GWP \quad (03)$$

Onde:

$EF(tCO_{2e})$  – Emissões Fugitivas;

$CG_N$  – Carga de gás em equipamentos novos em m<sup>3</sup>;

$CP_N$  – Capacidade de gás dos equipamentos novos em m<sup>3</sup>;

$RG_E$  – Recarga de gás em equipamentos existentes em m<sup>3</sup>;

$CP_D$  – Capacidade de gás dos equipamentos dispensados em m<sup>3</sup>;

$RP_D$  – Recuperado de gás em equipamentos dispensados em m<sup>3</sup>;

$GWP$  – Potencial de Aquecimento Global.

### 3.2.3.1.4 Categoria 4 – Processos Industriais

São emissões de GEE provenientes da transformação química ou física de algum material, com exceção da sua combustão. De modo geral, essas emissões decorrem dos processos produtivos das indústrias, porém, não resultam da queima de combustíveis (FGV, 2018a).

Essa categoria não é aplicável a uma instituição de nível superior que não possui dentre as suas atividades processos produtivos industriais e por isso não foi considerada no inventário da UFS.

### 3.2.3.1.5 Categoria 5 – Emissões agrícolas e mudança no uso do solo

Correspondem as emissões não mecânicas de atividades de agricultura ou pecuária, de que são exemplos: fermentação entérica ( $\text{CH}_4$ ), cultivo de arroz ( $\text{CH}_4$ ), preparo do solo ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), emissões provenientes da utilização de fertilizantes nitrogenados ( $\text{N}_2\text{O}$ ), adição de ureia e calcário para solos, drenagem e preparo dos solos, adição de fertilizantes sintéticos, resíduos animais e resíduos de culturas deixados ou depositados sobre o solo; queimada controlada para abertura de terreno e queimada de resíduos de culturas deixados no terreno; manejo florestal; oxidação de substratos suportes de cultura hortícola, etc (FGV, 2018a).

Para as emissões agrícolas o PBGHGP exige a identificação do tipo de GEE durante o ano inventariado. Este dado será, em seguida, multiplicado pelos potenciais de aquecimento correspondentes para totalizar as emissões gerais ( $\text{tCO}_2\text{e}$ ), como demonstrado na Equação 4:

Equação 4 – Emissões Agrícolas e Mudança no Uso do Solo

$$EAMUS(\text{tCO}_2\text{e}) = GEE \times GWP \quad (04)$$

Onde:

$EAMUS(\text{tCO}_2\text{e})$  – Emissões Agrícolas e Mudança no Uso do Solo;

$GEE$  – Gases de Efeito Estufa;

$GWP$  – Potencial de Aquecimento Global.

Para identificação do tipo de GEE é preciso estar ciente das principais categorias de emissões do setor agrícola, que engloba florestas e outros usos da terra, denominado AFOLU, os quais podem ser resumidos no Quadro 7.

Quadro 7 – Principais Categorias de GEE do Setor AFOLU para IES

SETOR	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	DESCRIÇÃO
Agricultura, Floresta e Outros Usos da terra	Mudança do uso da terra		Emissões oriundas de conversão de usos da terra
	Rebanho	Fermentação entérica	Emissões de CH <sub>4</sub> por fermentação entérica de rebanho bovino; equino; bubalino; asinino; muar; suíno; caprino e ovino
		Manejo de dejetos de animais	Emissões de CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O no manejo de dejetos de rebanho bovino; equino; bubalino; asinino; muar; suíno; caprino; ovino; frangos e galinhas
	Fontes agregadas e fontes de gases não- CO <sub>2</sub> na terra	Emissões de N <sub>2</sub> O pelo manejo do solo	Inclui emissões diretas e indiretas de N <sub>2</sub> O em solos manejados. Exemplo, aplicação de fertilizantes
		Calagem	Aplicação de calcário em solo agrícola

Fonte: Elaboração própria com adaptações (Distrito Federal, 2016)

Nos subitens seguintes, essas categorias serão detalhadas, com indicação das equações necessárias a apuração do GEE correspondente.

#### a) Mudança do uso da terra

As mudanças no uso do solo correspondem à maneira a partir da qual o território é explorado e/ou ocupado pelas atividades humanas. Também conhecidas como MUT ou LUC – (*Land Use Change*) elas ocorrem quando são realizadas conversões entre as diferentes categorias de uso do solo, vale dizer, quando ocorre desmatamento, queimada para abertura de área, alagamento, entre outros, podendo gerar fluxos de CO<sub>2</sub> (emissões e remoções) (FGV, 2017).

O PBGHGP possibilita apenas o registro tanto das emissões, quanto das remoções de CO<sub>2</sub> por atividades agrícolas decorrentes da mudança no uso do solo ocorridas dentro e fora da instituição inventariada (FGV, 2017), mas não possibilita o cálculo.

Para a apuração das remoções de CO<sub>2</sub> desta categoria, a metodologia aplicável encontra-se disponível no IPCC (2006a), sendo importante para identificar o estoque de C (carbono) e fluxos de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) existentes na instituição inventariada.

Os estoques de C correspondem à quantidade de carbono não disponível na atmosfera, a exemplo da biomassa acima e abaixo do solo, na matéria orgânica morta, na matéria orgânica incorporada ao solo e podem ser quantificados e relatados a partir do seu tamanho medido em unidades de massa de C, por padrão, em toneladas, no último dia do ano inventariado, em caráter voluntário, no Registro Público de Emissões, no campo denominado “informações sobre o estoque de carbono, em 31 de dezembro do ano inventariado (FGV, 2017). São considerados reversíveis, porque todo o carbono sequestrado eventualmente poderá ser novamente emitido para a atmosfera, gerando, dessa maneira novos fluxos de emissões e remoções de CO<sub>2</sub> (FGV, 2017).

Por sua vez, os fluxos de carbono são definidos por meio de balanço entre as emissões e remoções de CO<sub>2</sub> entre um determinado estoque em dois pontos distintos no tempo, medidos em unidades de massa de CO<sub>2</sub> (FGV, 2017). Noutras palavras, corresponde à diferença da quantidade de carbono entre o início e o final de um determinado período, ou seja, no início e no final de cada ano inventariado.

Os fluxos de carbono de contabilização recomendada nos inventários de GEE correspondem a (FGV, 2017):

- ✓ Emissões referentes à decomposição de matéria orgânica morta (MOM);
- ✓ Emissões referentes à combustão de biomassa;
- ✓ Emissões e remoções por supressão/crescimento de biomassa (acima e abaixo do solo);
- ✓ Emissões e remoções dos estoques orgânicos de C nos solos;
- ✓ Emissões referentes a distúrbios naturais (queimadas, vendavais, tempestades, secas, pragas, etc.).

Os fluxos de carbono acima citados devem ser contabilizados a partir do relato das categorias “Emissões de CO<sub>2</sub> biogênico” e “Remoções de CO<sub>2</sub> biogênico” para cada um dos escopos do inventário, a exceção das emissões de CO<sub>2</sub> dos solos e da biomassa lenhosa que resultem da mudança no uso do solo de áreas de vegetação primária (FGV, 2017).

Fluxos de carbono referentes a remoções de produtos madeireiros colhidos, vegetação herbácea e o agregado ao rebanho de animais (incorporado ao tecido animal) não devem ser contabilizados, porque não influenciam substancialmente na contabilização (FGV, 2017).

Ressalta-se que o PBGHGP não adota o conceito de emissões líquidas de GEE, mas sim orienta que as organizações inventariantes relatem emissões e remoções separadamente (FGV, 2017).

No contexto do PBGHGP, os fluxos de CO<sub>2</sub> decorrentes da mudança do uso do solo devem ser quantificados e contabilizados nos inventários de emissão de GEE das organizações da seguinte maneira (FGV, 2017):

- ✓ As emissões de CO<sub>2</sub> referentes às conversões de área de vegetação primária para qualquer outro tipo de uso do solo devem ser contabilizadas como emissões da categoria “Mudanças no uso do solo” (escopo 1) ou nas categorias de escopo 3, de acordo com cada situação. Estas emissões não devem, em hipótese alguma, ser classificadas como emissões de CO<sub>2</sub> biogênico, pois o carbono estocado na vegetação primária é permanentemente perdido para a atmosfera com a mudança no uso do solo.
- ✓ As emissões de CO<sub>2</sub> referentes a quaisquer conversões no uso do solo que resultem em diminuição do estoque de C, exceto a citada no item acima, devem ser contabilizadas e relatadas na categoria “Emissão de CO<sub>2</sub> biogênico” para os escopos que sejam aplicáveis.
- ✓ As remoções de CO<sub>2</sub> referentes a quaisquer conversões no uso do solo realizadas por uma organização que resultem num aumento de estoque de C devem ser contabilizadas e relatadas na categoria “Remoção de CO<sub>2</sub> biogênico” dos escopos aplicáveis. Isto deve-se ao fato de não ser possível garantir que esta remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera será permanente.

O Quadro 8 sintetiza as situações de mudança de uso no solo e a correspondência com as categorias de relato no PBGHGP (FGV, 2017).

Quadro 8 – Síntese das situações de mudança de uso no solo e categorias correspondentes

Situação de Mudança no uso do solo	Categoria de relato no PBGHGP
Vegetação primária convertida para qualquer outro tipo de uso de solo	Emissões de CO <sub>2</sub> na categoria “Mudanças no uso do solo” classificada dentro dos escopos - (não contabilizar como emissão biogênica)
Outras conversões no uso do solo que resultem em diminuição do estoque de carbono (exemplo: cultivo de eucalipto → cultivo de soja)	Emissões de CO <sub>2</sub> biogênico na categoria “Mudanças no uso do solo”
Conversões no uso do solo que resultem em aumento no estoque de carbono (remoções) (exemplo: área degradada → reflorestamento)	Remoções de CO <sub>2</sub> biogênico na categoria “Mudanças no uso do solo”

Fonte: FGV, 2017.

Quando mudanças no uso do solo geram remoções ou emissões de CO<sub>2</sub> com efeitos duradouros sobre os estoques de carbono, a amortização pode ser utilizada para que os fluxos sejam distribuídos ao longo de um período de tempo, sendo contabilizados em múltiplos inventários com utilização de abordagem linear, exceto se a organização inventariada possuir informações para realizar o relato com base na incorporação real de carbono ao longo do tempo ou as taxas de decomposição de matéria orgânica reais, seguindo a curva de crescimento de espécies em um bioma específico (FGV, 2017). O período de amortização a ser adotado pode variar, dependendo do tipo de alteração nos fluxos de CO<sub>2</sub> e na sua falta, recomenda-se a utilização de um período padrão de 20 anos (FGV, 2017).

O Quadro 9 sintetiza as situações em que a emissão ou remoção poderão ser amortizadas no PBGHGP (FGV, 2017):

Quadro 9 – Síntese dos fluxos de CO<sub>2</sub> e a forma de relato sob ponto de vista da amortização

Fluxo de CO <sub>2</sub>	Forma de Relato
<b>Amortizar</b>	
Remoção de C incorporado em estoques lenhosos de biomassa (ex. reflorestamento)	Amortizar, o período da amortização deve iniciar-se a partir do ano em que se iniciou o reflorestamento.
<b>Poderá ser amortizado</b>	
Emissões de C provenientes da decomposição de matéria orgânica morta	Considerando a decomposição de matéria orgânica morta: - Amortizar, se houver dados disponíveis OU - Não amortizar e relatar no ano inventariado
<b>Não amortizar</b>	
Emissões de C por perda de estoques lenhosos de biomassa (ex. desmatamento)	Não amortizar e relatar todas as emissões no ano inventariado
Emissões de C provenientes da queima de biomassa e matéria orgânica morta	Não amortizar e relatar todas as emissões no ano Inventariado
Emissões de C incorporados aos solos	Não amortizar e relatar todas as emissões no ano

	Inventariado
Remoções de C em solos	Não amortizar e relatar todas as remoções no ano inventariado

Fonte: FGV, 2017.

Para o cálculo de estoque de carbono em área de reflorestamento (AVREF), pode ser utilizada a Equação 5 (IPCC, 2006a):

Equação 5 – Estoque de Carbono em área de reflorestamento

$$ECA_{REF}(tCO_{2e}) = A \times AvREF \times \frac{44}{12} \quad (05)$$

Onde:

$ECA_{REF}(tCO_{2e})$  - Estoque de Carbono em área de reflorestamento;

$A$  - Área Plantada em um determinado período (ha);

$AvREF$  - Estoque Médio de Carbono em áreas de Reflorestamento (AvRef) (tC/ha) – informação para consulta disponível na Tabela 24 do Anexo D;

$\frac{44}{12}$  - Fator de conversão de C para CO<sub>2</sub>.

Já para o cálculo de estoque de carbono de mata nativa, as recomendações do IPCC (2006a), seguem adaptadas e resumidas conforme Equação 6.

Equação 6 – Estoque de carbono em área de vegetação primária

$$ECV_P(tCO_{2e}) = A \times E_T \times \frac{44}{12} \quad (06)$$

Onde:

$ECV_P(tCO_{2e})$  - Estoque de carbono em área de vegetação primária;

$A$  - Área de conversão de vegetação primária (ha);

$E_T$  - Estoque de carbono total por hectare do bioma em específico (tC/ha) – informações para consulta disponíveis no Quadro 34, Figura 15 e Tabela 25 constantes do Anexo D;

$\frac{44}{12}$  - Fator de conversão de C para CO<sub>2</sub>.

## b) Rebanho

Nesta categoria são apresentadas as metodologias de cálculos das emissões de metano proveniente da fermentação entérica que ocorre no sistema digestório dos animais e do manejo de dejetos da pecuária.

### *b.1) Cálculo das Emissões por Fermentação Entérica*

As categorias de animais considerados pela metodologia que constituem a base das atividades de pecuária geradoras de metano por fermentação entérica incluem: animais ruminantes (gado de leite, gado de corte, búfalos, ovelhas e cabras) e animais não ruminantes (cavalos, mulas, asnos e suínos) (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

O cálculo de emissões devido à fermentação entérica é realizado a partir da Equação 7:

Equação 7 – Emissões do Metano pela Fermentação Entérica

$$EFE(kgCH_4) = NA \times FE_{CH_4FERM} \quad (07)$$

Onde:

$EFE(kgCH_4)$  - Emissão de metano associada à fermentação entérica em kg de CH<sub>4</sub>/ano;

$NA$  - É o número de animais;

$FE_{CH_4FERM}$  - Fator de emissão de CH<sub>4</sub> para fermentação entérica em kg de CH<sub>4</sub>/cabeça/ano - informações para consulta disponíveis nas Tabela 26 e 27 constantes do Anexo D.

### *b.2) Cálculo das Emissões por Manejo de Dejetos*

A equação utilizada para calcular as emissões de metano do manejo de dejetos proveniente de animais é realizado a partir da Equação 8 (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015):

Equação 8 – Emissões do Metano pelo Manejo de Dejetos

$$EMD(kgCH_4) = NA \times FE_{CH_4DEJ} \quad (08)$$

Onde:

$EMD(kgCH_4)$  - Emissão de metano associada ao manejo de dejetos em kg de CH<sub>4</sub>/ano;

$NA$  - É o número de animais;

$FE_{CH_4DEJ}$  - Fator de emissão de CH<sub>4</sub> para manejo de dejetos em kg de CH<sub>4</sub>/cabeça/ano - informações para consulta disponíveis nas Tabela 28 e 29 constantes do Anexo D.



*b.3) Cálculo das Emissões por Manejo de Dejetos de animais (exceto animais em pastagem)*

O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) também é produzido no processo de manejo de dejetos. A Equação 9 é utilizada para calcular as emissões de óxido nitroso do manejo de dejetos proveniente de animais exceto pastagens (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015):

Equação 9 – Emissões do Óxido Nitroso pelo Manejo de Dejetos (exceto animais em pastagem)

$$EMD(kgN_2O) = NA \times N_{EX} \times (1 - FRAC_{PRP}) \times FE_3 \quad (09)$$

Onde:

$EMD(kgN_2O)$  - Emissão de óxido nitroso associada ao manejo de dejetos em Kg N<sub>2</sub>O/Kg de dejetos depositado;

$NA$  - É o número de animais por rebanho;

$N_{EX}$  - É o total de N excretado anualmente por animal de cada categoria em Kg N/animal/ano);

$FRAC_{PRP}$  - É a fração do N total excretado pelos animais diretamente em pastagens (%);

$FE_3$  - É o fator de emissão (kg N<sub>2</sub>O-N/kg de N excretado) - informações para consulta disponíveis nas Tabela 30 e 31 constantes do Anexo D.

*b.4) Cálculo das Emissões por Dejetos de animais em pastagens*

A Equação 10 é utilizada para calcular as emissões de óxido nitroso proveniente de animais em pastagens (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

Equação 10 – Emissões do Óxido Nitroso pelo Manejo de Dejetos animais em pastagem

$$EMDA_{PAST}(N_2O) = NA \times N_{EX} \times FRAC_{PRP} \times FE_3 \quad (10)$$

Onde:

$EMDA_{PAST}(kgN_2O)$  - Emissão de óxido nitroso associada aos dejetos de animais em pastagens (Kg N<sub>2</sub>O/Kg de dejetos depositado);

$NA$  - É o número de animais por rebanho;

- $N_{EX}$  - É o total de N excretado anualmente por animal de cada categoria em Kg;  
 N/animal/ano);  
 $FRAC_{PRP}$  - É a fração do N total excretado pelos animais diretamente em pastagens (%);  
 $FE_3$  - É o fator de emissão - informações para consulta disponíveis na Tabela 32  
 constantes do Anexo D.

### c) Fontes agregadas e fontes de gases não- CO2 na terra

Nesta categoria são apresentadas as metodologias de cálculos das emissões do óxido nitroso e dióxido de carbono proveniente das emissões por aplicação de fertilizantes orgânicos, aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos (exceto ureia), aplicação de ureia, aplicação de calcário, fontes secundárias de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) na deposição atmosférica e lixiviação ou escoamento superficial.

#### c.1) Cálculo das Emissões por Aplicação de fertilizantes orgânicos

A Equação 11 é utilizada para calcular as emissões de óxido nitroso proveniente do uso de fertilizantes orgânicos (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

Equação 11 – Emissões do Óxido Nitroso pela Aplicação de fertilizantes orgânicos

$$EAF_{ORGAN}(N_2O) = Q_{ORGAN} \times N_{ad} \times (1 - FRAC_{GASM}) \times FE_1 \times \frac{44}{28} \quad (11)$$

Onde:

$EAF_{ORGAN}(N_2O)$  - Emissão de óxido nitroso associada à aplicação de fertilizantes orgânicos em (Kg N<sub>2</sub>O/ Kg de adubo aplicado);

$Q_{ORGAN}$  - É a quantidade de adubo orgânico aplicado (Kg);

$N_{ad}$  - É o percentual de nitrogênio do adubo orgânico (%) - informações para consulta disponíveis na Tabela 34 constantes do Anexo D;

$FRAC_{GASM}$  - É a fração do N aplicado que volatiliza na forma de NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> (%) - informações para consulta disponíveis na Tabela 33 constantes do Anexo D;

$FE_1$  - É o fator de emissão - informações para consulta disponíveis na Tabela 33 e 34 constantes do Anexo D;

$\frac{44}{28}$  - É o fator da Conversão de N-N<sub>2</sub>O para N<sub>2</sub>O.

#### c.2) Cálculo das Emissões por Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos (exceto ureia)

A Equação 12 é utilizada para calcular as emissões de óxido nitroso proveniente do uso de fertilizantes sintéticos (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

Equação 12 – Emissões do Óxido Nitroso pela Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos (exceto ureia)

$$EAF_{SINETET}(N_2O) = N_{FERT} \times (1 - FRAC_{GASF}) \times FE_1 \times \frac{44}{28} \quad (12)$$

Onde:

$EAF_{SINETET}(N_2O)$  - Emissão de óxido nitroso associada à aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos em (Kg N<sub>2</sub>O/ Kg de adubo aplicado);

$N_{FERT}$  - é a quantidade de N aplicado como fertilizante nitrogenado sintético (Kg);

$FRAC_{GASF}$  - É a fração do N aplicado que volatiliza na forma de NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> (%) – informações para consulta disponíveis na Tabela 35 constantes do Anexo D;

$FE_1$  - É o fator de emissão - informações para consulta disponíveis na Tabela 35 constantes do Anexo D;

$\frac{44}{28}$  - É o fator da Conversão de N-N<sub>2</sub>O para N<sub>2</sub>O.

### c.3) Cálculo das Emissões por Aplicação de ureia

As emissões provenientes da aplicação de ureia são divididas em emissões de óxido nitroso e emissões de dióxido de carbono (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

A emissão de N<sub>2</sub>O na aplicação de ureia é calculada utilizando-se a Equação 13 (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015):

Equação 13 – Emissões de óxido nitroso na aplicação de fertilizante ureia

$$EAF_{UREIA}(N_2O) = N_{FERT} \times (1 - FRAC_{GASFU}) \times FE_1 \times \frac{44}{28} \quad (13)$$

Onde:

$EAF_{UREIA}(N_2O)$  - Emissão de óxido nitroso associada à aplicação de fertilizante ureia no solo em (Kg N<sub>2</sub>O/ Kg de adubo aplicado);

$N_{FERT}$  - É a quantidade de N aplicado como fertilizante ureia (Kg);

$FRAC_{GASFU}$  - É a fração do N aplicado que volatiliza na forma de NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> (%) - informações para consulta disponíveis na Tabela 36 constantes do Anexo D;

$FE_1$  - É o fator de emissão - informações para consulta disponíveis na Tabela 36 constantes do Anexo D;  
 $\frac{44}{28}$  - É o fator da Conversão de N-N<sub>2</sub>O para N<sub>2</sub>O.

A emissão de CO<sub>2</sub> na aplicação de ureia é calculada utilizando-se a Equação 14 (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

Equação 14 – Emissões de dióxido de carbono na aplicação de fertilizante ureia

$$EAF_{UREIA}(CO_2) = Q_{UREIA} \times FE_{UREIA} \times \frac{44}{12} \quad (14)$$

Onde:

$EAF_{UREIA}(CO_2)$  - Emissão de dióxido de carbono associada à aplicação de fertilizante ureia no solo em Kg CO<sub>2</sub>;

$Q_{UREIA}$  - É a quantidade de ureia aplicada ao solo em Kg;

$FE_{UREIA}$  - É o fator de emissão – conteúdo de carbono no calcário (%) - informações para consulta disponíveis na Tabela 37 constantes do Anexo D;

$\frac{44}{12}$  - É o fator de conversão de C para CO<sub>2</sub> (adimensional).

#### c.4) Cálculo das Emissões por Aplicação de calcário

A emissão de CO<sub>2</sub> na calagem é calculada utilizando-se a Equação 15 (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015):

Equação 15 – Emissões do Dióxido de Carbono pelo Aplicação de calcário

$$EAC(KgCO_2) = (Q_{CALCÍTICO} \times FE_{CALCÍTICO} + Q_{DOLIMÍTICO} \times FE_{DOLIMÍTICO}) \times \frac{44}{12} \quad (15)$$

Onde:

$EAC(KgCO_2)$  - Emissão de dióxido de carbono associada à aplicação de calcário no solo em Kg CO<sub>2</sub>;

$Q_{CALCÍTICO}$  - É a quantidade anual de calcário calcítico (CaCO<sub>3</sub>) aplicado ao solo por ano em Kg;

$FE_{CALCÍTICO}$  - É o fator de emissão – conteúdo de carbono no calcário (%) - informações para consulta disponíveis na Tabela 38 constantes do Anexo D;

$Q_{DOLIMÍTICO}$  - É a quantidade anual de calcário dolomítico (CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) (Mg) aplicado ao solo por ano em Kg;

$FE_{DOLIMÍTICO}$  - É o fator de emissão – conteúdo de carbono no calcário (%) - informações para consulta disponíveis na Tabela 38 constantes do Anexo D;

- É o fator de conversão de C para CO<sub>2</sub> (adimensional).

*c.5) Fontes secundárias de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) na deposição atmosférica e lixiviação ou escoamento superficial*

As emissões secundárias de N<sub>2</sub>O são calculadas considerando duas fontes principais: a deposição atmosférica (de NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub>) e a lixiviação ou escoamento superficial. Para tanto, são utilizados os dados referentes ao uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos (N<sub>FERT</sub>) e à quantidade de N contida nos resíduos adicionados ao solo (N<sub>RESID</sub>) (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

**c.5.1) Cálculo das Emissões de N<sub>2</sub>O proveniente da deposição atmosférica**

Parte-se do princípio de que parte do N aplicado ao solo é volatilizada na forma de NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> e retorna ao solo pela deposição atmosférica, ficando novamente passível de ser emitida na forma de N<sub>2</sub>O (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

A Equação 16 é utilizada para calcular as emissões de óxido nitroso proveniente de deposição atmosférica.

Equação 16 – Emissão de N<sub>2</sub>O proveniente da deposição atmosférica

$$EDA(kgN_2O) = [(N_{FERT} \times FRAC_{GASF}) + (N_{RESID} \times FRAC_{GASM})] \times FE_3 \quad (16)$$

Onde:

$EDA(kgN_2O)$  - Emissão de óxido nitroso associada à deposição atmosférica em Kg N<sub>2</sub>O-N;

$N_{FERT}$  - É a quantidade de N aplicada na forma de fertilizante sintético em kg de N/ano;

$FRAC_{GASF}$  - É a fração do N aplicada na forma de fertilizante sintético que volatiliza como NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> em (kg [NH<sub>3</sub>-N e NO<sub>x</sub>-N]/kg N aplicado) - informações para consulta disponíveis na Tabela 39 constantes do Anexo D;

$N_{RESID}$  - É a quantidade de N contido nos resíduos aplicados aos solos como fertilizante em kg de N/ano;

$FRAC_{GASM}$  - É a fração do N aplicada como resíduos que volatiliza como NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> em (kg [NH<sub>3</sub>-N e NO<sub>x</sub>-N]/kg N excretado) - informações para consulta disponíveis na Tabela 39 constantes do Anexo D;

$FE_3$  - É o fator de emissão para a deposição atmosférica em (kg N<sub>2</sub>O-N/kg [NH<sub>3</sub>-N e NO<sub>x</sub>-N] emitido) - informações para consulta disponíveis na Tabela 39 constantes do Anexo D.

### c.5.2) Cálculo das Emissões de N<sub>2</sub>O proveniente da lixiviação ou escoamento superficial

A Equação 17 é utilizada para calcular as emissões de óxido nitroso proveniente da lixiviação ou escoamento superficial (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015).

Equação 17 – Emissão de N<sub>2</sub>O proveniente da lixiviação ou escoamento superficial

$$ELix(kgN_2O) = (N_{FERT} + N_{RESID}) \times FRAC_{LEACH} \times FE_4 \quad (17)$$

Onde:

$ELix(kgN_2O)$  - Emissão de óxido nitroso associada à lixiviação ou escoamento superficial em Kg N<sub>2</sub>O-N;

$N_{FERT}$  - É a quantidade de N aplicada na forma de fertilizante sintético em kg de N/ano;

$N_{RESID}$  - É a quantidade de N contido nos resíduos aplicados aos solos como fertilizante em kg de N/ano;

$FRAC_{LEACH}$  - É a fração do N adicionado ao solo que é perdida por lixiviação ou escoamento superficial em (kg N lixiviado ou escoado/kg de fertilizante ou esterco) - informações para consulta disponíveis na Tabela 40 constantes do Anexo D;

$FE_4$  - É o fator de emissão de N<sub>2</sub>O para lixiviação/escoamento em (kg N<sub>2</sub>O-N/kg N lixiviado/escoado) - informações para consulta disponíveis na Tabela 40 constantes do Anexo D.

No que se refere à UFS, foi observado que esta não dispõe de dados necessários para contabilização nem das emissões de GEE e nem das remoções de CO<sub>2</sub>, inviabilizando a apuração desta categoria e do respectivo balanço para fins de eventual compensação/neutralização.

#### 3.2.3.1.6 Categoria 6 – Resíduos sólidos

Nesta categoria, estão incluídas as emissões de GEE provenientes do tratamento de resíduos sólidos. As emissões podem ocorrer por decomposição em aterros sanitários, processo de compostagem, entre outros. A emissão decorrente da incineração de resíduos também está incluída nessa categoria. Podem ser citadas como exemplos: compostagem de resíduos alimentares (CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>), manejo de dejetos de animais (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), resíduos aterrados (CH<sub>4</sub>), incineração de resíduos perigosos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O), etc. (FGV, 2018a).

Nos termos do Relatório de Gestão (2017), a UFS promove a gestão e monitoramento das coletas de resíduos sólidos não recicláveis e recicláveis. Em 2017, ano inventariado, os resíduos sólidos não recicláveis foram administrados mediante contrato mantido com empresa especializada Planeta Indústria e Serviços Ltda (016/2016 UFS) e os resíduos recicláveis, mediante convênio com a Cooperativa de Agentes de Reciclagem de Aracaju (CARE). Efetuou-se também a coleta de um passivo ambiental, representado por resíduos sólidos não recicláveis (restos de construção, móveis danificados, inservíveis e outros – Contrato 016/2016-UFS). Também foram apresentados dados referentes à remoção de lixos originários dos laboratórios integrantes dos departamentos da UFS recolhidos pela empresa Remolix (planilha *excel* elaborada pelo NGA) e do Hospital Universitário constante no documento Programa de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde, cujo o recolhimento é realizado pelas empresas EMTRES – Empresa de Transporte e Gerenciamento de Resíduos LTDA, Torre Empreendimentos Rural e Construção Ltda e Cooperativa de Reciclagem.

Como o tratamento de resíduos sólidos é realizado por outras empresas que não a própria UFS, impõe-se registrá-lo no escopo 3, categoria 5 (resíduos gerados nas operações) a fim de evitar a dupla contabilização (*vide* item 3.2.3.3.5 a seguir).

### **3.2.3.1.7 Categoria 7 – Efluentes líquidos**

Nesta categoria, estão incluídas as emissões de GEE provenientes do tratamento de efluentes líquidos, cujas emissões podem ocorrer por tratamento de esgoto ( $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ) (FGV, 2018a).

Segundo o Relatório de Gestão (2017), a UFS possui licença ambiental da ADEMA para realizar o tratamento de efluentes por meio de uma estação de esgotos denominada Estação de Tratamento de Efluentes – ETE (LO - Licença de Operação ADEMA No 266/2016) que está localizada no Campus São Cristóvão.

O cálculo das emissões referentes a esta categoria foi elaborado multiplicando a quantidade total de efluentes líquidos gerados pela UFS vezes a composição orgânica degradada do efluente, vezes o fator de conversão de metano e vezes o fator de emissão, com o auxílio da ferramenta disponibilizada pelo PBGHGP, como demonstrado na Equação 18:

Equação 18 – Emissões do Efluentes Líquidos

$$EEL(tCO_{2e}) = \left[ \sum_j (CMPM \times MCF_j) \times (MO_T - MORL) - R \right] \times GWP \quad (18)$$

Onde:

- $EEL(tCO_{2e})$  – Emissões do Efluentes Líquidos;
- $CMPM$  – Capacidade máxima de produção de metano;
- $MCF$  – É o Fator de Conversão de Metano;
- $MO_T$  – Matéria orgânica total;
- $MORL$  – Matéria orgânica removida como lodo;
- $R$  – Recuperação do Metano;
- $GWP$  – É o potencial de aquecimento global

### 3.2.3.2 Escopo 2

No escopo 2 foram consideradas as emissões indiretas pela geração da eletricidade adquirida e consumida pela UFS. A energia adquirida é definida como sendo aquela que é comprada ou então trazida para dentro dos limites organizacionais da empresa (FGV; WRI, 2008).

O PBGHGP adota três categorias para estas emissões; (i) aquisição de energia elétrica, (ii) aquisição de energia térmica e (iii) perdas por transmissão e distribuição (FGV, 2018b).

Desde o ciclo 2018 (inventários de 2017), a contabilização de escopo 2, relacionadas à aquisição de energia elétrica e por perdas por transmissão e distribuição, fica subdivida em duas abordagens ou métodos de cálculo. A primeira - obrigatória a todas as organizações - é baseada na localização, representa o modelo de abordagem tradicional, quantifica as emissões de GEE por aquisição de energia elétrica utilizando como fator de emissão (calculado e disponibilizado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação) a média para geração da eletricidade em um determinado sistema elétrico (por exemplo, o Sistema Interligado Nacional - SIN), considerando seu limite geográfico e um dado período de tempo. A segunda, facultativa e adicional, é baseada na escolha de compra, contabiliza as emissões utilizando o fator de emissão específico de cada fonte de geração da eletricidade que a organização inventariante escolheu adquirir e consumir. Nesta abordagem, o fator de emissão



está diretamente associado à origem da geração de eletricidade, sendo necessária sua comprovação e rastreamento (FGV, 2018b).

Registre-se que ambas as abordagens ou métodos de cálculos são úteis para diferentes fins e, juntas, fornecem informações completas que permitem às organizações realizarem avaliações de riscos, mapeamento de oportunidades e gestão nas emissões relacionadas à aquisição de energia elétrica (FGV, 2019) em prol da eficiência energética e do consumo de energia, possibilitando novos investimentos em tecnologias e processos (WRI, 2008).

Ademais, a organização inventariante somente pode relatar suas emissões pela abordagem baseada na escolha de compra se possuir ao menos um dos instrumentos de rastreamento aceitos para essa abordagem que refere à existência de certificados de energia renovável ou contrato de compra e venda de energia elétrica no ambiente de contratação livre (FGV, 2019).

No caso da UFS, optou-se por contabilizar as emissões desta categoria apenas e tão somente pela abordagem da localização por dois motivos: por ser este o obrigatório para todas as organizações, como já dito, e pelo fato de a instituição não deter ao menos um dos documentos exigidos para possibilitar o cálculo pela abordagem da escolha de compra (facultativa e complementar).

O fato de o autor desta tese exercer atividade laborativa na PROPLAN, trabalhando diretamente com a análise das faturas de energia de todos os Campi da UFS, facilitou o acesso às informações necessárias para contabilização das emissões de forma segmentada, o que não ocorreu em relação aos documentos necessários ao cômputo de emissões de outros escopos.

Apesar de implementar programa de eficiência energética citado no item 3.1 e a instituição ser considerada a maior geradora de energia fotovoltaica em Sergipe e uma das maiores no Nordeste dentre unidades educativas (UFS, 2018d) ainda não é autossuficiente em geração, pois os sistemas fotovoltaicos já instalados representam 1,75% do seu consumo, sendo necessária a aquisição da maior parte da energia utilizada em seus *Campi* junto à concessionária fornecedora de eletricidade (98,25%).

O cálculo das emissões desta categoria foi elaborado com o auxílio da ferramenta de cálculo do GHG, mediante a multiplicação do consumo mensal de eletricidade (t) pelo fator de emissão correspondente, conforme Equação 19.

Equação 19 – Emissões do Consumo de Energia Elétrica

$$ECEE (tCO_{2e}) = CEE \times FE_{SIN} \quad (19)$$

Onde:

$ECEE(tCO_{2e})$  – Emissões do Consumo de Energia Elétrica;

$CEE$  – Consumo de Energia Elétrica em kWh;

$FE_{SIN}$  – Fator de Emissão do SIN<sup>4</sup>.

### 3.2.3.3 Escopo 3

No escopo 3 foram relacionadas todas as outras emissões indiretas, que não pertencem ou não são controladas pela instituição. No PBGHGP, as emissões são classificadas entre emissões *Upstream* e *Downstream*. A primeira, representa emissões indiretas relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos pela instituição. A segunda, representa as emissões indiretas relacionadas a bens e serviços que não foram comprados ou adquiridos pela instituição (FGV, 2018c)

#### 3.2.3.3.1 Categoria 1 – Serviços comprados ou adquiridos

Correspondem a todas as emissões que ocorrem no ciclo de vida (extração, produção e transporte) dos produtos (serviços) comprados ou adquiridos, até o ponto de recepção pela organização inventariante que não estejam contabilizadas em outra categoria de Escopo 3 (FGV, 2018c).

Para a contabilização desta categoria, foram observados os parâmetros previstos em orientação técnica para cálculo do escopo 3, que prevê 4 (quatro) métodos para cálculo: (i) específico do fornecedor; (ii) híbrido; (iii) dados médios e (iv) baseado em gastos (WRI; WBCSD, 2013).

O método específico do fornecedor coleta dados de inventário de GEE do fornecedor de bens ou serviços para o cálculo das emissões. O método híbrido utiliza uma combinação de dados para cálculo das emissões relacionados ao de inventário de GEE do fornecedor de bens

---

<sup>4</sup> SIN – Sistema Integrado Nacional

ou serviços (quando disponível), à quantidade de materiais, combustível, eletricidade, distância transportada e resíduos gerados a partir da produção de bens e serviços e à fatores de emissão apropriados. O método de dados médios leva em consideração estimativas para produtos e serviços através de dados relacionados à massa (quilogramas ou libras, por exemplo) ou outras unidades relevantes de bens ou serviços adquiridos, multiplicando pelo fator de emissão adequado para o cômputo das emissões e o método baseado em gastos estima as emissões de bens e serviços coletando dados sobre o seu valor econômico multiplicando por fator de emissão adequado (WRI; WBCSD, 2013).

Nesta pesquisa, decidiu-se apurar as emissões desta categoria utilizando o método baseado em gastos (para os serviços), diante da ausência de dados de inventários de GEE de fornecedores de bens ou serviços e de todas as informações disponíveis coletadas na UFS, seguindo árvore de decisão para selecionar um método de cálculo para emissões apropriada prevista em orientação técnica correspondente (WRI; WBCSD, 2013).

Os dados foram extraídos de faturas de contas emitidas por empresas de telefonia (Claro e OI) e do Relatório de Gestão (2017), todos disponibilizados pela instituição, referentes ao ano inventariado. O cálculo foi realizado levando em conta a unidade funcional (valor financeiro) multiplicada pelo fator de emissão específico ou similar (CMUGDI, 2017), conforme descrição contida no Quadro 10 e de acordo com a Equação 20:

Quadro 10 – Serviços x fatores de emissão

<b>Descrição da fonte (Serviços)</b>	<b>Característica</b>	<b>Fator de emissão (tCO<sub>2</sub>e/M US\$)</b>
Telefonia fixa	Serv. de telecomunicações	213
Telefonia móvel	Serv. de telecomunicações	213
Limpeza e higienização	Serv. de manutenção	491
Editoração e audiovisual	Serv. de informática	183
Escritório e TI	Serv. de informática	183
Serviços gerais e jardinagem	Serv. de campo	256
Serviços gerais	Serv. de manutenção	491
Escritório e TI	Serv. de informática	183
Fiscalização de obras	Serv. de campo	256
Manutenção	Serv. de manutenção	491
Vigilância armada	Serv. de vigilância	159
Vigilância armada	Serv. de vigilância	159
Vigilância armada	Serv. de vigilância	159
Motoristas	Serv. de campo	256

Fonte: Elaboração própria baseado nas faturas de telefonia (2017), Relatório de Gestão (2017) e CMUGDI (2017)

M US\$ - Milhão de dólares

Equação 20 – Emissões dos Serviços Comparados ou Adquiridos

$$ESCA (tCO_{2e}) = SCA \times FE \quad (20)$$

Onde:

$ESCA(tCO_{2e})$  – Emissões dos Serviços Comparados ou Adquiridos;

$SCA$  – Serviços Comparados ou

$FE$  – Fator de Emissão.

### 3.2.3.3.2 Categoria 2 – Bens (consumo e capital)

Os bens correspondem a todas as emissões que ocorrem no ciclo de vida (extração, produção e transporte) dos produtos comprados ou adquiridos, até o ponto de recepção pela organização inventariante que não estejam contabilizadas em outra categoria (FGV, 2018c).

Para a contabilização desta categoria, foram observados os parâmetros previstos em orientação técnica para cálculo do escopo 3, que prevê 4 (quatro) métodos para cálculo: (i) específico do fornecedor; (ii) híbrido; (iii) dados médios e (iv) baseado em gastos (WRI; WBCSD, 2013), todos eles já descritos no item 3.1.3.3.1 acima.

Nessa linha, decidiu-se apurar as emissões utilizando o método de dados médios, diante da ausência de dados de inventários de GEE de fornecedores de bens ou serviços e de todas as informações disponíveis coletadas na UFS, seguindo árvore de decisão para selecionar um método de cálculo para emissões apropriada prevista em orientação técnica correspondente (WRI; WBCSD, 2013).

Os dados originários da UFS foram coletados do Relatório Anual de Material de Consumo (2017) e Aquisição de Material Permanente (2017) onde constam informações relativas a unidades compradas/adquiridas e correspondente valor econômico para os bens. Cabe frisar que nestes documentos não constam informações detalhadas atinentes a peso, litros, metros cúbicos, kwh, entre outros, bem ainda não há divisão de enquadramento entre bens de consumo e bens de capital, circunstância que limitou a contabilização levando em conta apenas a unidade e os bens adquiridos/comprados de forma geral. Ao se proceder desta forma, os resultados não devem ser alterados, pois a forma de apuração é idêntica para emissões de GEE de bens de consumo e bens de capital (WRI; WBCSD, 2013), tendo sido respeitadas as orientações do PBGHGP no sentido de se concentrar nas atividades mais relevantes para a instituição (FGV; WRI, 2008).

O cálculo das emissões de GEE para bens adquiridos/comprados consistiu em multiplicar o valor físico (unidade) dos bens adquiridos/comprados pelo fator de emissão específico ou similar, conforme dados descritos no Quadro 11 e de acordo com a Equação 21:

Quadro 11 – Bens x fatores de emissão

<b>Descrição da fonte (Produtos)</b>	<b>Fator de emissão (kgCO<sub>2e</sub>/UF)</b>	<b>Fonte</b>
Aparelho Telefônico	39,1	ADEME (2016) (Bilan GES)
Armário	238,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Banqueta	80,2	ADEME (2016) (Bilan GES)
Bola	4,6	ADEME (2016) (Bilan GES)
Cadeira fixa sem braços	34,4	ADEME (2018) (Bilan GES)
Cadeira giratória com braços	34,4	ADEME (2018) (Bilan GES)
Cadeira giratória sem braços	35,4	ADEME (2018) (Bilan GES)
Caixa multiuso amplificada	123,0	ADEME (2018) (Bilan GES)
Câmera fotográfica digital	40,2	ADEME (2018) (Bilan GES)
Câmera IP	30,6	ADEME (2018) (Bilan GES)
Carteira escolar	34,4	ADEME (2018) (Bilan GES)
Computador estação avançada	296	ADEME (2018) (Bilan GES)
Computador estação padrão	169	ADEME (2018) (Bilan GES)
Conectores elétricos	0,4	ADEME (2016) (Bilan GES)
Estufa de secagem digital	302,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Forno de microondas	98,4	ADEME (2016) (Bilan GES)
Freezer horizontal	415,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Gaveteiro volante	69,2	ADEME (2016) (Bilan GES)
Gêneros de Alimentação	33,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Gravador e reproduzidor de som	7,2	ADEME (2018) (Bilan GES)
Impressora jato de tinta	88,2	ADEME (2018) (Bilan GES)
Impressora multifuncional	87,9	ADEME (2018) (Bilan GES)
Material de expediente	2,3	ADEME (2016) (Bilan GES)
Material de processamento de dados	124,8	ADEME (2018) (Bilan GES)
Mesa	80,2	ADEME (2016) (Bilan GES)
Mesa com gaveteiro	149,4	ADEME (2016) (Bilan GES)
Mobiliário de refeitório	260,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Monitor de vídeo tela < 23"	222,0	ADEME (2018) (Bilan GES)
Monitor de vídeo tela >= 23"	248,0	ADEME (2018) (Bilan GES)
Motor elétrico	2,93	CARBONE 4 (2014) (Bilan GES)
Multiprocessador de alimentos	41,3	ADEME (2016) (Bilan GES)
Notebook	156	ADEME (2018) (Bilan GES)
Ônibus rural escolar	5.500,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Poltrona	24,8	ADEME (2016) (Bilan GES)
Projektor multimídia	133	ADEME (2018) (Bilan GES)
Refrigerador tipo frigobar	87,6	ADEME (2016) (Bilan GES)
Relógio	9,7	ADEME (2016) (Bilan GES)
Scanner de mesa	2.935,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Sofá	197,0	ADEME (2016) (Bilan GES)
Switch	82,9	ADEME (2018) (Bilan GES)
Tablet	63,2	ADEME (2018) (Bilan GES)
Uniformes, tecidos e aviamentos	85,8	ADEME (2016) (Bilan GES)

Fonte: Elaboração própria com base no Relatório Anual de Material de Consumo (2017) e Aquisição de Material Permanente (2017)

Equação 21 – Emissões dos Bens (consumo e capital)

$$EBCC(tCO_{2e}) = SCA \times FE \quad (21)$$

Onde:

$EBCC(tCO_{2e})$  – Emissões dos Bens de Consumo e Capital;

$BCC$  – Bens de Consumo e Capital;

$FE$  – Fator de Emissão.

### **3.2.3.3.3 Categoria 3 – Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2**

Correspondem as emissões relativas à extração, produção e transporte de combustíveis e energia comprados e consumidos pela organização inventariante no ano inventariado, os quais não estão contabilizados nos Escopos 1 e 2 (ou seja, excluída a combustão de combustíveis ou o consumo de eletricidade) (FGV, 2018c).

A UFS não exerce, dentre as suas atividades, extração, produção e transporte de combustíveis ou energia e, por isso, não é responsável por emissões desta categoria. Essas atividades são particularmente relevantes para empresas concessionárias que compram energia por atacado fornecidos por produtores independentes de energia para revenda a seus clientes (WRI; WBCSD, 2013). Este não é o caso da instituição aqui inventariada.

### **3.2.3.3.4 Categoria 4 – Transporte e distribuição *upstream***

Referem-se as emissões de transporte e distribuição de produtos (excluindo combustíveis e produtos energéticos - ver categoria 3) comprados ou adquiridos pela organização inventariante no ano inventariado em veículos e instalações que não são de propriedade nem operados pela organização, bem como de outros serviços terceirizados de transporte e distribuição (incluindo tanto logística de entrada quanto de saída) (FGV, 2018c).

Segundo orientação técnica para cálculo do escopo 3 (WRI; WBCSD, 2013), as emissões podem surgir das atividades de transporte e distribuição em toda a cadeia de valor

relacionadas ao transporte aéreo, ferroviário, rodoviário e marítimo, armazenamento de produtos adquiridos em armazéns, centros de distribuição e instalações de varejo e, assim, prevê três métodos de cálculo baseados: no combustível, na distância e em gastos. O primeiro, exige que seja identificada a quantidade de combustível consumido, qualquer outra energia utilizada e as emissões fugitivas que o fornecedor gastou para o transporte até a instituição inventariada. Opcionalmente, podem ser incluídas as emissões do retorno sem carga (jornada do veículo vazio). O segundo, envolve a determinação da massa, distância e modo de cada remessa, aplicando o fator de emissão dos transporte ou tipo de veículo e o terceiro, envolve a determinação da quantia gasta em cada modo de transporte e viagens de negócios e a aplicação de fatores de emissão relevantes por unidade de valor econômico (WRI; WBCSD, 2013).

A quantidade e o valor gasto pelos fornecedores com o combustível utilizado no trajeto da entrega da mercadoria para IES é de difícil controle, pois depende do repasse dessas informações pelo fornecedor. Esse fator foi determinante na escolha do método de cálculo baseado em distância, representado pela Equação 22:

Equação 22 – Emissões dos Transporte e Distribuição *Upstream*

$$ETD (tCO_{2e}) = DP \cdot CT \cdot FE \cdot GWP \quad (22)$$

Onde:

- $ETD(tCO_{2e})$  – Emissões dos Transporte e Distribuição upstream;
- $DP$  – Distância Percorrida em km;
- $CT$  – Carga Transportada em toneladas;
- $FE$  – Fator de Emissão;
- $GWP$  – Potencial de aquecimento global.

O Quadro 12 traz a demonstração da distância percorrida pelos veículos das empresas terceirizadas que transportam os resíduos sólidos da instituição inventariante (UFS) para suas disposições finais, visando a contabilização das emissões por esta categoria.

Quadro 12 - Distância até a disposição final dos resíduos sólidos

Empresa	Resíduos dos Grupos	Veículo/Equipamento	Frequência	Distância até a Disposição Final	Distância Anual
EMTRES – Empresa de Transporte e Gerenciamento de Resíduos LTDA-ME	A, B e E	Caminhão de carga carroceria fechada	6 vezes por semana	79,2 km	49.420,8 km
Torre Empreendimentos Rural e Construção Ltda	D	Caminhão compactador	3 vezes por semana	40 km	12.480 km
Cooperativa de Reciclagem participante do Termo de Cooperação técnica	D Reciclável	Caminhão Baú	Semanal	20 km	2.080 km
Remolix Removedora de Lixo	A, B e E	Caminhão de carga carroceria fechada	Semanal	81,1 km	8.434,4 km
Planeta Indústria e Serviços Ltda	D	Caminhão compactador	3 vezes por semana	36,9 km	11.512,8 km

Fonte: Elaboração própria com base no documento Programa de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde e planilha Excel do NGA

Contudo, para os demais serviços (comprados ou adquiridos) e transporte de bens (consumo e capital), a UFS não disponibilizou dados necessários para apuração das suas emissões por esta categoria (combustível gasto pelo fornecedor, massa, distância percorrida e modal da remessa), inviabilizando a apuração por qualquer um dos métodos dos transportes destes produtos/serviços.

### 3.2.3.3.5 Categoria 5 – Resíduos gerados nas operações

Inclui as emissões do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos e efluentes líquidos decorrentes das operações da organização inventariante no ano inventariado, realizados em instalações de propriedade ou controladas por terceiros. Esta categoria contabiliza todas as emissões futuras (ao longo do processo de tratamento e/ou disposição final) que resultam dos resíduos gerados no ano inventariado (FGV, 2018c).

As atividades de tratamento de resíduos podem incluir o descarte em aterro, o descarte em aterro com combustão de gás para gerar eletricidade, recuperação em reciclagem,



incineração, compostagem, resíduos em energia e tratamento de água poluída (WRI; WBCSD, 2013).

Dependendo do tipo de resíduo, podem ser gerados diferentes gases de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub> (originário da degradação do carbono fóssil e biogênico), CH<sub>4</sub> (originário da decomposição de materiais biogênicos em aterros sanitários ou tecnologias WTE) e HFC<sub>s</sub> (originário do descarte de unidades de refrigeração e ar condicionado) (WRI; WBCSD, 2013).

Existem três métodos para apurar as emissões desta categoria, que remontam ao específico do fornecedor, ao específico do resíduo e aos dados médios. O primeiro, envolve a coleta de dados das emissões de escopo 1 e 2 desta categoria diretamente da empresa de tratamento. O segundo, envolve o uso de fatores de emissão para tipos específicos de resíduos e métodos de tratamento e o terceiro envolve a estimativa de emissões com base no desperdício total aplicado a cada método de disposição e nos fatores médios de emissão correspondentes (WRI; WBCSD, 2013).

A escolha pelo método de cálculo das emissões desta categoria foi feita em conformidade com os parâmetros traçados na árvore de decisão prevista nas orientações de cálculo de emissões do escopo 3 (WRI; WBCSD, 2013), em cotejo com os dados disponibilizados pela UFS (planilha *excel* elaborada pelo NGA, no documento denominado Programa de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde e planilha *excel* elaborada pelo HU) que remetem à composição do resíduo e a qualidade de disposição (ou seja, sua destinação final) pelas empresas de tratamento de resíduos contratadas, que já foram citadas no item 3.2.3.1.6, conforme Quadro 13, 14 e 15:

Quadro 13 – Quantidade de resíduos recolhidos em 2017

PLANETA INDÚSTRIA E SERVIÇOS LTDA												
Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Entrada (Kg)	177.570	173.470	605.000	156.590	210.320	181.150	186.910	256.020	194.770	161.590	192.920	176.450
Saída (Kg)	156.950	149.260	346.420	136.440	191.670	157.350	158.770	221.930	169.280	148.300	169.410	152.410
Líquido (Kg)	20.620	24.210	258.580	20.150	18.650	23.800	28.140	34.090	25.490	13.290	23.510	24.040

Fonte: Elaboração própria baseada na planilha Excel do NGA

Quadro 14 – Quantidade de resíduos recolhidos em 2017 – Remolix

<b>REMOLIX REMOVEDORA DE LIXO LTDA 2017</b>		
<b>CAMPUS</b>	<b>BOMBONAS TOTAL ANUAL – LIXO INFECTANTE</b>	
	<b>Quantidade</b>	<b>Peso (kg)</b>
<b>CLIODONTO LAGARTO</b>	215	5.739
<b>FISIOLOGIA SÃO CRISTÓVÃO</b>	126	2.475
<b>LAPENE SÃO CRISTÓVÃO</b>	131	3.476
<b>HOSP. VET. SÃO CRISTÓVÃO</b>	143	3.840

Fonte: Elaboração própria baseada na planilha Excel do NGA

Quadro 15 - Quantidade de resíduos recolhidos em 2017 no HU - EMTRES

<b>RESÍDUOS DO HOPITAL UNIVERSITÁRIO</b>		
<b>ANO 2017</b>	<b>INFECTANTES</b>	<b>COMUM</b>
<b>Meses</b>	<b>Vol. A+B+E (Kg)</b>	<b>Vol. D (Kg)</b>
<b>Janeiro</b>	2.307,30	5.034,83
<b>Fevereiro</b>	2.516,85	9.505,90
<b>Março</b>	2.648,95	10.657,90
<b>Abril</b>	2.181,17	5.907,70
<b>Mai</b>	2.382,50	8.846,20
<b>Junho</b>	2.283,95	9.298,60
<b>Julho</b>	2.743,97	9.696,40
<b>Agosto</b>	2.845,94	10.432,80
<b>Setembro</b>	2.690,66	10.276,60
<b>Outubro</b>	2.411,80	9.689,62
<b>Novembro</b>	2.537,45	10.178,95
<b>Dezembro</b>	2.156,52	9.652,05
<b>TOTAL</b>	<b>29.707,06</b>	<b>109.177,55</b>

Fonte: Elaboração própria baseada na planilha Excel do HU

Em relação ao Quadro 13, nota-se que no mês de março de 2017 foi registrado um aumento considerável de resíduos sólidos recolhidos. A explicação para isso decorre do acúmulo decorrente de restos de construção, segundo informação obtida junto ao NGA. Demais disto, convém salientar que, conforme mostrado no Quadro 15, não foram até o momento, disponibilizadas as quantidades por classe de resíduos hospitalares (A, B e E) e sim somente o total das três classes juntas.

Nestes termos, o método escolhido foi o específico de resíduos aterrados, que consiste em multiplicar a quantidade total de resíduos enviados ao aterro pela composição em percentual, pela classificação do local de disposição, ou seja, temperatura anual média e

precipitação anual, pelo fator de emissão, pela fração de CH<sub>4</sub> no biogás, pelo fator de correção do metano e fator de oxidação, conforme Equação 23:

Equação 23 – Emissões dos Resíduos Gerados nas Operações

$$ERGO(tcO_{2e}) = k \times QR_T \times \left( (DOC \times DOC_f \times MCF \times CB) - R \right) \times (1 - OX) \times FC \times GWP$$

Onde:

*ERGO(tcO<sub>2e</sub>)* – Emissões dos Resíduos Gerados nas Operações;

*k* – é o fator definido a partir da precipitação anual [mm/ano] e temperatura anual média [°C] do local de disposição final dos resíduos;

*QR<sub>T</sub>* – Quantidade de Resíduos Total em toneladas;

*DOC* – é o Carbono Orgânico Degradável no ano;

*DOC<sub>f</sub>* – é a Fração de Carbono Orgânico Degradável;

*MCF* – é o Fator de Correção do Metano;

*CB* – Concentração do Biogás<sup>5</sup> em m<sup>3</sup>;

*R* – Recuperação do Metano em m<sup>3</sup>;

*OX* – é o Fator de Oxidação;

*FC* – é a Fração de Conversão Metano/Carbono;

*GWP* – é o Potencial de Aquecimento Global.

Quando forem disponibilizados os dados da quantidade de resíduos hospitalares destinados a incineração, que corresponde à combustão de resíduos sólidos e líquidos em instalações de incineração controlada, a contabilização deve seguir os parâmetros específicos previstos no IPCC (2006b). Os tipos de resíduos incinerados incluem resíduos sólidos urbanos, resíduos industriais, resíduos perigosos, resíduos clínicos e lodo de esgoto (IPCC, 2006b).

A incineração e a queima aberta de resíduos são fontes de emissão de GEE, como outros tipos de combustão. Os gases relevantes emitidos incluem o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Normalmente, as emissões de CO<sub>2</sub> da incineração de resíduos são mais significativas que as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (IPCC, 2006b). Se o monitoramento detalhado mostrar que a concentração de um gás de efeito estufa (CH<sub>4</sub> ou N<sub>2</sub>O) na descarga de um processo de combustão é igual ou menor que a concentração do mesmo gás no ar de admissão do ambiente para o processo de combustão, as emissões podem ser relatadas como zero (IPCC, 2006b).

<sup>5</sup> É a fração de CH<sub>4</sub> no biogás. Quando o dado não está disponível a ferramenta adota o default do IPCC (2006a), que é igual a 0,5.

O cálculo das emissões do processo de incineração para CO<sub>2</sub> é detalhado conforme Equação 24:

Equação 24 – Emissões CO<sub>2</sub> dos Resíduos Incinerados

$$ERI(tCO_2) = \sum_i (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times \frac{44}{12} \quad (24)$$

Onde:

- $ERI(tCO_2)$  – Emissões dos Resíduos Incinerados no ano do inventário;  
 $SW_i$  – Quantidade total de resíduos sólidos incinerados do tipo i (peso úmido);  
 $dm_i$  – Teor de matéria seca nos resíduos incinerados (peso úmido) (fração)<sup>6</sup>;  
 $CF_i$  – Fração de carbono na matéria seca (teor total de carbono)<sup>6</sup>;  
 $FCF_i$  – Fração de carbono fóssil no carbono total<sup>6</sup>;  
 $OF_i$  – Fator de oxidação (fração)<sup>6</sup>;  
 $\frac{44}{12}$  – Fator de conversão de C para CO<sub>2</sub>;  
 $i$  – Categoria ou tipo de resíduo incinerado;

Para as emissões de CH<sub>4</sub> baseado na quantidade de resíduos incinerados e no fator de emissão relacionado, o cálculo é realizado conforme Equação 25:

Equação 25 – Emissões CH<sub>4</sub> dos Resíduos Incinerados

$$ERI(tCH_4) = \sum_i (IW_i \times FE_i) \times 10^{-6} \quad (25)$$

Onde:

- $ERI(tCH_4)$  – Emissões dos Resíduos Incinerados no ano do inventário;  
 $IW_i$  – Quantidade total de resíduos sólidos incinerados do tipo i;  
 $FE_i$  – Fator de emissões do CH<sub>4</sub> por tipo de resíduo i, em kg CH<sub>4</sub> por tonelada de resíduo;  
 $10^{-6}$  – Fator de conversão de quilograma para tonelada;  
 $i$  – Categoria ou tipo de resíduo incinerado;

Quanto as emissões de N<sub>2</sub>O baseado na entrada de resíduos nos incineradores e em um fator de emissão padrão o cálculo está demonstrado na Equação 26:

<sup>6</sup> Informações para consulta disponíveis na Tabela 41 constantes do Anexo D.

Equação 26 – Emissões N<sub>2</sub>O dos Resíduos Incinerados

$$ERI(tN_2O) = \sum_i (IW_i \times FE_i) \times 10^{-6} \quad (26)$$

Onde:

$ERI(tN_2O)$  – Emissões dos Resíduos Incinerados no ano do inventário;

$IW_i$  – Quantidade total de resíduos sólidos incinerados do tipo  $i$ ;

$FE_i$  – Fator de emissões do N<sub>2</sub>O por tipo de resíduo  $i$ , em kg N<sub>2</sub>O por tonelada de resíduo;

$10^{-6}$  – Fator de conversão de quilograma para tonelada;

$i$  – Categoria ou tipo de resíduo incinerado;

Assim, cumpre salientar que a UFS produz em suas atividades espécies de lixo normal e infectante. O primeiro é recolhido e transportado para o aterro sanitário sem qualquer tratamento. O segundo passa previamente por processo de tratamento denominado autoclavagem e/ou incineração antes de ser destinado ao aterro sanitário, conforme dados obtidos junto à instituição inventariada.

A quantidade de lixo normal produzido pela UFS está discriminada nos Quadros 13 e 15 e para o cálculo das emissões de GEE desta categoria utilizou-se a metodologia específica de resíduos aterrados.

No que se refere ao lixo infectante, impõe-se fazer uma diferenciação a fim de se identificar a metodologia de cálculo adequada, já que este, como ressaltado acima, sofre tratamento antes de ser destinado ao aterro sanitário. A depender a metodologia aplicada os valores das emissões sofrem significativa alteração.

O Quadro 14 apresenta a quantidade de lixo infectante que sofre tratamento por autoclavagem. Segundo informações obtidas junto a instituição inventariada, o lixo recolhido e transportado pela empresa REMOLIX, em sua totalidade, passa por essa espécie de tratamento previamente ao encaminhamento ao aterro sanitário, o que motivou a escolha pela utilização da metodologia específica de resíduos aterrados.

Para o lixo infectante ilustrado no Quadro 15, que conforme informações da instituição inventariada sofre processo de autoclavagem e/ou incineração, não se obteve dados específicos e seguros que traduzissem individualmente a quantidade de lixo que passa por um ou outro processo de tratamento, apesar de reiteradas solicitações até a presente data. Devido a essa incerteza, optou-se por utilizar as duas metodologias (específica de resíduos aterrados e de incineração), encontrando-se valores bem diferenciados. Considerando somente o lixo

infectante do Hospital Universitário - HU, pela metodologia específica de resíduos aterrados obtemos um total de 63,67 tCO<sub>2e</sub>. Já utilizando a metodologia de incineração, encontramos um total de 16,99 tCO<sub>2e</sub>.

Por contato telefônico com o preposto da empresa responsável pelo tratamento dos resíduos, foi informado que dentre o total de lixo infectante produzido pelo Hospital Universitário – HU apenas uma pequena parte passava pelo processo de incineração, sem que houvesse demonstração precisa no que diz respeito a sua quantidade. Para que a contabilização das emissões de GEE desta categoria refletisse valor mais próximo dessa realidade, decidiu-se então considerar na estimativa que a quantidade de lixo infectante total ilustrada no Quadro 15 passa apenas pelo processo de autoclavagem como forma de tratamento predominante na instituição inventariada, o que enseja necessariamente a opção pela metodologia específica de tratamento de resíduo aterrado no inventário da UFS aqui elaborado. Essa decisão, contudo, não retira do inventário a sua credibilidade e precisão, pois aplicado aqui o princípio do conservadorismo, conforme orienta a ABNT (2015) para casos em que parâmetros incertos sejam utilizados como base para o cenário de referência da quantificação das emissões de GEE.

Importa destacar que não foram contabilizadas emissões do processo de reciclagem diante da orientação de cálculo que remonta a não contabilização pela empresa geradora de resíduos, caso estas mesmas emissões sejam consideradas no fator de emissão do bem reciclado utilizado pela empresa consumidora (WRI; WBCSD, 2013).

#### **3.2.3.3.6 Categoria 6 – Viagens a negócios**

Diz respeito a emissões do transporte de funcionários para atividades relacionadas aos negócios da organização inventariante, realizado em veículos operados por ou de propriedade de terceiros, tais como aeronaves, trens, ônibus, automóveis de passageiros e embarcações. São considerados nesta categoria todos os funcionários de entidades e unidades operadas, alugadas ou de propriedade da organização inventariante. Podem ser incluídos nesta categoria funcionários de outras entidades relevantes (por exemplo, prestadores de serviços terceirizados), assim como consultores e outros indivíduos que não são funcionários da organização inventariante, mas que se deslocam às suas unidades (FGV, 2018c).

Existem três métodos para cômputo das emissões desta categoria: baseado em combustíveis, distância e nos gastos. O método baseado nos combustíveis envolve a

determinação da quantidade de combustível consumida durante as viagens de negócios e a aplicação do fator de emissão apropriado. O método baseado na distância envolve determinar a distância e o modo de viagens a negócios aplicando o fator de emissão apropriado e o método baseado nos gastos envolve a determinação da quantia gasta em cada modo de transporte de viagens a negócios e aplicação do fator de emissão correspondente (WRI; WBCSD, 2013).

No caso desta categoria, trilhando os caminhos previstos na árvore de decisão prevista nas orientações de cálculo de emissões do escopo 3 para esta categoria (WRI; WBCSD, 2013), optou-se pelo método baseado em distância por restar disponibilizado pela UFS as informações necessárias para a contabilização quando os custos do deslocamento ficaram a cargo da instituição, inclusive, englobando viagens realizadas por pessoas não integrantes do quadro de seus servidores, mas que se deslocaram até lá com objetivo de prestar atividades de consultoria, palestras, cursos, entre outros.

Cumpra destacar, contudo, que no que diz respeito a deslocamentos realizados por prestadores de serviços cujos custos não foram de responsabilidade da UFS, estes não foram incluídos diante da ausência de registros/controle correspondente pela instituição.

Outro ponto a ser ressaltado refere-se ao fato de que as viagens a negócios realizadas por servidores ou terceiros cujos custos de deslocamento foram pagos pela UFS se restringem ao modal aéreo, por ser a mais relevante segundo orienta o PBGHGP (FGV; WRI, 2008) e por não haver controle ou registros de dados necessários à contabilização de deslocamentos utilizando ônibus e táxi.

A ausência destes dados, contudo, não implica em alteração significativa da contabilização, pois as viagens a negócios realizadas por ônibus e táxi são esporádicas (conforme informação prestada pelo DEFIN) e as viagens realizadas utilizando frota própria ou veículos alugados, mais comuns, já foram considerados na categoria 2, do escopo 1 (combustão móvel).

As informações necessárias à contabilização desta categoria foram prestadas pelo DEFIN e encontram-se registradas em sistema de controle de passagens – SCDP, relacionada ao ano inventariado (2017). Neste documento constam informações relacionadas a data de embarque, data de retorno, trechos de origem e destino, nome do passageiro, número do bilhete, companhia aérea que prestou o serviço, tarifa cheia, tarifa paga e natureza (doméstico ou internacional).

A contabilização foi realizada com o auxílio da ferramenta PBGHGP, opção 1, por ser a mais precisa, computando as viagens à negócios em aeronaves de acordo com os aeroportos de origem e destino, conforme Quadro 16:

Quadro 16 – Viagens a negócios utilizando o modal aéreo

Partida	Chegada	Distância do trecho (km)	Número de trechos voados	Distância total (km)
Aracaju	São Paulo	1.732,64	56	97.027,71
Aracaju	Rio de Janeiro	1.468,13	72	105.705,43
Aracaju	Recife	395,18	28	11.065,03
Aracaju	Campina Grande	432,55	6	2.595,27
Aracaju	Ilhéus	475,92	4	1.903,69
Aracaju	Salvador	254,26	43	10.933,11
Aracaju	Fortaleza	816,92	8	6.535,40
Aracaju	Brasília	1.291,71	67	86.544,57
Aracaju	Belo Horizonte	1.212,10	25	30.302,40
Aracaju	Maceió	215,27	24	5.166,39
Aracaju	Uberlândia	1.483,86	10	14.838,62
Aracaju	Boa Vista	3.028,70	1	3.028,70
Boa Vista	João Pessoa	3.061,69	1	3.061,69
Aracaju	João Pessoa	485,52	21	10.196,01
Aracaju	Natal	598,17	19	11.365,24
Aracaju	Teresina	913,06	4	3.652,25
Recife	Campina Grande	143,76	1	143,76
Aracaju	Porto Alegre	2.565,70	11	28.222,69
Porto Alegre	Presidente Prudente	867,83	1	867,83
Aracaju	Campinas	1.709,75	10	17.097,47
Aracaju	Curitiba	2.057,13	17	34.971,19
Aracaju	Altamira	1.880,43	2	3.760,87
Aracaju	Florianópolis	2.207,22	13	28.693,87
Aracaju	Ribeirão Preto	1.604,38	4	6.417,53
Aracaju	Maringá	2.096,45	4	8.385,79
Aracaju	Montes Claros	966,97	2	1.933,94
São Paulo	Belo Horizonte	523,29	1	523,29
Aracaju	Cuiabá	2.122,72	4	8.490,88
Aracaju	Caxias do Sul	2.497,87	4	9.991,47
Aracaju	Vitória da Conquista	597,26	4	2.389,05
Aracaju	Goiânia	1.452,90	11	15.981,91
Aracaju	Campo Grande	2.154,29	4	8.617,18
Aracaju	São Luís	1.222,55	6	7.335,32
Goiânia	Porto Alegre	1.496,93	1	1.496,93
Salvador	Brasília	1.082,88	1	1.082,88
Aracaju	Petrolina	422,96	2	845,92
Porto Alegre	Natal	3.151,55	1	3.151,55



Natal	Belém	1.549,67	1	1.549,67
Aracaju	Belém	1.649,16	1	1.649,16
Brasília	Curitiba	1.081,04	1	1.081,04

Fonte: Elaboração própria com base SCDP e adaptado da ferramenta PBGHGP

O cálculo foi realizado multiplicando a distância do trecho (km) pelo número de trechos vezes o fator de emissão apropriado vezes o potencial de aquecimento, como demonstrado na Equação 27:

Equação 27 – Emissões das Viagens a Negócios

$$EVN (tCO_{2e}) = DT \times QT \times FE \times GWP \quad (27)$$

Onde:

$EVN(tCO_{2e})$  – Emissões das Viagens à Negócios;

$DT$  – Distância Trecho em km;

$QT$  – Quantidade de Trechos;

$FE$  – Fator de Emissão;

$GWP$  – Potencial de aquecimento global.

### 3.2.3.3.7 Categoria 7 – Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)

Correspondem às emissões ocasionadas pelo deslocamento de funcionários entre suas casas e seus locais de trabalho nos diferentes modais de transporte não operados nem pertencentes à organização inventariante (FGV, 2018c), como automóvel, ônibus, trem, avião, metrô, ciclismo, caminhada e trabalho remoto (WRI; WBCSD, 2013).

São considerados nesta categoria todos os funcionários de entidades e unidades operadas, alugadas ou de propriedade da organização inventariante (FGV, 2018c) e podem ser incluídos funcionários de outras entidades relevantes (por exemplo, prestadores de serviços terceirizados), assim como consultores e outros indivíduos que não são funcionários da organização inventariante, mas que se deslocam às suas unidades (FGV, 2018c).

Para esta categoria existem três métodos de cálculo. O método baseado em combustível, que envolve a determinação da quantidade de combustível consumida durante o deslocamento e a aplicação do fator de emissão apropriado. O método baseado em distância, que envolve a coleta de dados de funcionários sobre padrões de transporte e aplicação de fatores de emissão apropriados e o método dados médios, que engloba a estimativa de emissões do deslocamento

dos funcionários com base na média dos dados sobre padrões pendulares (WRI; WBCSD, 2013).

A escolha pelo método utilizado seguiu a orientação prevista na árvore de decisão para cálculo das emissões de escopo 3 desta categoria (WRI; WBCSD, 2013), levando em conta as respostas a um questionário disponibilizado no sítio eletrônico da UFS por servidores, professores e alunos (público alvo). Isso porque a instituição, apesar de ter os registros relacionados ao endereço residencial dos alunos, professores e servidores não os disponibilizou ao argumento de se tratar de questão relacionada à segurança. A instituição também não tem registros de dados relacionados ao meio de transporte utilizado para deslocamento e distância percorrida, o que impôs a consulta direta ao público alvo para eliminar estas lacunas e possibilitar a contabilização das emissões desta categoria, tal como procedeu Ozawa-Meida *et al* (2013).

Através das respostas ao citado questionário (cópia no Apêndice A), disponibilizado pelo período de 20 (vinte) dias, foram colhidas informações relativas ao CEP residencial, o tipo de transporte utilizado para deslocamento casa-UFS, a distância percorrida, quantas vezes por semana ocorre o deslocamento (frequência), que possibilitou o encontro de informações necessárias à contabilização pelo método da distância percorrida de acordo com o modal utilizado conforme Equação 28 e 29:

Equação 28 – Emissões dos Deslocamentos de Funcionários (casa-trabalho, modal ônibus)

$$EDF_O(tCO_{2e}) = DP \times NP \times DTA \times FE \times GWP \quad (28)$$

Onde:

- $EDF_O(tCO_{2e})$  – Emissões dos Deslocamento de Funcionários modal Ônibus;
- $DP$  – Distância Percorrida em km;
- $NP$  – Número de Passageiros;
- $DTA$  – Dias Trabalhado no Ano;
- $FE$  – Fator de Emissão;
- $GWP$  – Potencial de aquecimento global.

Equação 29 – Emissões dos Deslocamentos de Funcionários (casa-trabalho, modais veículos particulares)

$$EDF_{CP}(tCO_{2e}) = (DP/CM) \times DTA \times FE \times GWP \quad (29)$$

Onde:

$EDF_{CP}(tCO_{2e})$  – Emissões dos Deslocamento de Funcionários modal Carros Particulares;

$DP$  – Distância Percorrida em km;

$CM$  – Consumo Médio em l/km;

$DTA$  – Dias Trabalhado no Ano;

$FE$  – Fator de Emissão;

$GWP$  – Potencial de aquecimento global.

No total, o questionário foi respondido por 14.431 pessoas (1.036 professores, 12.997 alunos e 398 servidores). No entanto, foram consideradas as respostas de apenas 9.761 pessoas (829 professores, 8.643 alunos e 289 servidores), correspondente a 30% do total<sup>7</sup>, devido a inconsistências de alguns registros, bem ainda as respostas relacionadas ao deslocamento a pé ou por bicicleta, objetivando aumentar o grau de precisão da estimativa. A distância percorrida e o modal utilizado computado no cálculo podem ser resumidos conforme Quadro 17:

Quadro 17 – Deslocamento casa-trabalho por modal utilizado

População	CARRO Distância (km)	ONIBUS Distância (km)	MOTO Distância (km)	TOTAL Distância (km)
Professores	5.097.092	381.172	139.656	5.617.920
Técnicos	1.310.364	939.840	45.540	2.295.744
Alunos	9.556.520	89.303.900	2.370.536	101.230.956
Terceiros	ND	ND	ND	ND
Total	15.963.976	90.624.912	2.555.732	109.144.620

Fonte: Elaboração própria baseado nas respostas da população ao questionário

O cálculo das emissões foi realizado com o auxílio da ferramenta PBGHGP, utilizando a planilha adequada a esta categoria. Foram selecionados no tipo de frota ônibus urbano a diesel, motocicleta flex a gasolina e automóvel flex a gasolina e esta decisão foi adotada levando-se em conta o que acontece de ordinário no dia a dia da sociedade, objetivando encontrar o retrato mais próximo da realidade. Em geral, a opção é por abastecer os veículos com gasolina, ao invés do etanol. Além disso, para o ano da frota foi selecionado o ano de 2013.

Para veículos particulares, o cálculo foi realizado pela multiplicação da distância diária unidirecional entre casa e trabalho (km) multiplicado pelo número de frequência multiplicado pelo número de dias trabalhados por ano multiplicado pelo específico (fator) do veículo.

<sup>7</sup> Conforme relatado no item 3.1 desta tese a UFS contava em 2017, com 29.827 alunos, 1.539 docentes e 1.429 servidores (RELATÓRIO DE GESTÃO, 2017).

Quanto aos deslocamentos realizados por veículos públicos, foi realizado a partir do número de passageiros vezes a distância percorrida por trechos vezes dias trabalhados por ano e o tipo de veículo (ônibus municipal ou de viagem) vezes o fator de emissão específico.

### **3.2.3.3.8 Categoria 8 – Bens arrendados (a organização como arrendatária)**

São as emissões provenientes da operação de bens arrendados pela organização inventariante (arrendatária) e que não foram incluídas nos escopos 1 e 2 da mesma (FGV, 2018c).

A contabilização das emissões do bem arrendado está relacionada ao tipo de arrendamento e à abordagem de consolidação utilizada nos limites organizacionais (FGV, 2018c).

Segundo o PBGHGP (FGV; WRI, 2008), existem dois tipos de arrendamento: o financeiro ou de capital e o operacional. O financeiro ou de capital permite que o tomador do arrendamento (locador) opere um bem e assuma todos os riscos e recompensas de ser proprietário do bem. Do contrário, no arrendamento operacional, o tomador do arrendamento (locador) não assume os riscos e recompensas de ser proprietário do bem. Na maioria dos casos, o arrendamento operacional cobre imóveis alugados e veículos, enquanto o de capital relacionam-se a grandes equipamentos industriais (FGV; WRI, 2008).

Via de regra, o locatário tem o controle operacional do bem arrendado (TORRES, 2019). Em assim sendo, nos casos em que a abordagem de consolidação do inventário está relacionada ao controle operacional, as emissões desta categoria não são contabilizadas, pois já foram contempladas nos escopos 1 (combustão móvel) e 2 (energia).

Os métodos de cálculo previsto para emissões dessa categoria correspondem ao método específico de ativo, ao específico do locador e a dados globais. O primeiro, envolve a coleta de dados de uso de combustível e energia específicos de ativos. O segundo, envolve a coleta do escopo 1 e do escopo 2 das emissões do locador e a alocação destas para o ativo arrendado e o terceiro, envolve a estimativa de emissões para cada ativo arrendado ou grupos de ativos arrendados com base em dados médios (WRI; WBCSD, 2013).

A decisão sobre a escolha do método de cálculo mais adequado para esta categoria deve ter por parâmetro a análise dos dados disponibilizados pela instituição, seguindo a árvore de decisão correspondente (WRI; WBCSD, 2013).

Conforme consta do Relatório de Gestão (2017), a UFS locou de terceiros 4 (quatro) imóveis, localizados em Aracaju e Lagarto, para atendimento de demandas de Departamentos Acadêmicos de Graduação que não podem ser supridas por espaços próprios da instituição, os quais geraram uma despesa mensal correspondente a R\$ 51.138,23. Os contratos de aluguéis se enquadram na definição de arrendamento operacional e considerando a abordagem deste inventário refere-se ao controle operacional, considerou-se que as emissões desta categoria já foram incluídas nos escopos 1 e 2.

Desta forma, não se efetuou nova contabilização, evitando-se o cômputo de emissões em duplicidade.

#### **3.2.3.3.9 Categoria 9 – Transporte e distribuição (*downstream*)**

São as emissões do transporte e distribuição de produtos vendidos pela organização inventariante (se não for pago por esta) entre suas operações e o consumidor final, incluindo varejo e armazenagem, em veículos e instalações de terceiros (FGV, 2018c).

A UFS não realiza atividade de venda de produtos ou serviços e em assim sendo não foram computadas emissões desta categoria.

#### **3.2.3.3.10 Categoria 10 – Processamento de produtos vendidos**

Equivalem a emissões do processamento de produtos intermediários, realizado por outra organização, após sua venda pela organização inventariante (FGV, 2018c).

A UFS não realiza atividade de vendas de produtos intermediários, o que justifica a não contabilização de emissões desta categoria.

#### **3.2.3.3.11 Categoria 11 – Uso de bens e serviços vendidos**

As emissões desta categoria são as provenientes do uso final de bens e serviços vendidos pela organização inventariante no ano inventariado. São contabilizadas no ano inventariado todas as emissões ao longo da sua vida útil (FGV, 2018c).

A UFS não realiza atividade de venda de produtos ou serviços. Deste modo, não foram contabilizadas emissões desta categoria.

#### **3.2.3.3.12 Categoria 12 – Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos**

Relacionam-se às emissões provenientes da disposição final e tratamento dos produtos vendidos no ano inventariado pela organização inventariante, ao final de sua vida útil (FGV, 2018c).

Os métodos de tratamento em fim de vida (por exemplo, aterro, incineração e reciclagem) descritos na categoria 5 (item 3.1.3.3.5) aplicam-se também nesta categoria (WRI; WBCSD, 2013). O único ponto diferencial reside no fato de que enquanto na categoria 5 a coleta dos dados engloba a massa total de resíduos gerados nas operações, nesta categoria o inventariante deve coletar dados sobre a massa total de produtos vendidos (e embalagens) a partir do ponto da venda até o fim da vida útil após o uso pelo consumidor (WRI; WBCSD, 2013).

Nestes termos, é preciso identificar a massa total de produtos e embalagens vendidos desde o ponto de venda pela empresa relatora até o final da vida útil após o uso do consumidor (por exemplo, embalagem usada para transportar produtos até o ponto de varejo e qualquer embalagem que seja descartados antes do final da vida útil do produto final), a proporção desse resíduo sendo tratado por diferentes métodos (por exemplo, percentual de aterro, incinerado, reciclado e os fatores de emissão necessários) (WRI; WBCSD, 2013).

Segundo consta o Balanço Patrimonial contido no Relatório de Gestão (2017), a UFS não realizou alienação de bens ou produtos durante o ano inventariado. Também não foram disponibilizados outros documentos que contenham registros acerca da destinação final relacionados à atividade aqui relatada. Em virtude disto, não foram computadas emissões desta categoria.

#### **3.2.3.3.13 Categoria 13 – Bens arrendados (a organização como arrendadora)**

São as emissões da operação dos bens de propriedade da organização inventariante (arrendadora) e arrendados a outras entidades no ano inventariado, não incluídas nos escopos 1 e 2 da organização inventariante.

A contabilização das emissões do bem arrendado está relacionada ao tipo de arrendamento e à abordagem de consolidação adotada nos limites organizacionais e não diferem daqueles já descritos no item 3.1.3.3.8 categoria 8.

Por idêntico, os métodos de cálculo existentes para contabilização das emissões são os mesmos previstos para a categoria 8 (WRI; WBCSD, 2013) e a decisão sobre qual deles deve ser aplicado no caso concreto deve seguir os parâmetros traçados na árvore de decisão em conformidade com os dados existentes à disposição.

Segundo o Relatório de Gestão (2017), a UFS possui 18 (dezoito) imóveis alugados/cedidos a terceiros (particulares, órgãos e entidades públicas), destinados a atender o interesse público e a realização de atividades que atendam de maneira imediata ou indireta a população local. Dentre os 18 (dezoito) imóveis alugados/cedidos, observa-se que 14 (quatorze) estão localizados dentro dos *Campi* cujas emissões já foram computadas no escopo 2, pois não há uma separação das despesas de energia correspondente aos imóveis alugados, a despeito de existir entrada de receitas com a recepção de aluguéis.

Dos 4 (quatro) imóveis remanescentes, localizados fora dos *Campi*, apenas em relação a 01 (um), especificado no Quadro 18, foi disponibilizada informação suficiente para a contabilização das emissões. Os demais, carecem de apresentação de dados correspondentes a área o que inviabiliza a contabilização por qualquer um dos métodos de cálculo desta categoria.

Quadro 18 – Imóvel locado a terceiro pela UFS localizado fora dos *Campi* e seu consumo médio

Registro da fonte	Consumo médio (GWh)
Aluguel Imóvel	39,01
<b>Total</b>	<b>39,01</b>

Fonte: Elaboração própria baseado no Relatório de Gestão (2017)

O cálculo destas emissões foi realizado pelo método dados médios, utilizando a multiplicação do consumo médio anual (kWh/m<sup>2</sup>a) dos edifícios, pela área, vezes o fator de emissão correspondente, conforme Equação 30:

Equação 30 – Emissões dos Bens Arrendados

$$EBA(tCO_{2e}) = CM_A \times A \times FE \quad (30)$$

Onde:

$EBA(tCO_{2e})$  – Emissões dos Bens Arrendados;

$CM_A$  – Consumo Médio Anual;

$A$  – Área;

$FE$  – Fator de Emissão.

O consumo médio anual dos edifícios foi estimado levando em conta pesquisa realizada pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), no ano de 2013, para a região Nordeste, conforme Quadro 19.

Quadro 19 – Consumo médio anual de edifícios por região brasileira

Região	Consumo Médio (kWh/m <sup>2</sup> . a)
Centro Oeste	263
Nordeste	300
Norte	300
Sudeste	236
Sul	185

Fonte: Elaboração própria baseado no CBCS (2013).

Justifica-se a adoção dos resultados da pesquisa desenvolvida no ano de 2013, tendo em vista estar ainda em elaboração iniciativa envolvendo o Ministério do Meio Ambiente, Eletrobrás/Procel e Conselho Brasileiro de Construção Sustentável para realizar *benchmark* de consumo de energia de edifícios do Brasil visando compreender o padrão de consumo e demanda de energia de edifícios de várias tipologias, como escolas, hospitais, prédios de escritórios, shoppings, entre outras (MMA, 2020). Quando concluído este trabalho, as informações poderão ser atualizadas para que o cálculo se torne ainda mais preciso.

### 3.2.3.3.14 Categoria 14 – Franquias

Correspondem às emissões das operações de franquias no ano inventariado, não inclusas nos escopos 1 e 2 da organização inventariante (franqueador) (FGV, 2018c).

A UFS não pratica atividades desta categoria, por não se enquadrar na definição de franqueadora.



### **3.2.3.3.15 Categoria 15 – Investimentos**

São as emissões das operações de investimentos (incluindo investimentos de capital, investimento de dívida e financiamento de projetos) no ano inventariado, não incluídas nos escopos 1 e 2 (FGV, 2018c).

É aplicável a investidores (com fins lucrativos ou não) e empresas que prestam serviços financeiros e foi projetada principalmente para financeiras privadas como bancos comerciais, mas também é relevante para as instituições financeiras como bancos multilaterais de desenvolvimento, agências de crédito e outras entidades com investimentos não incluído nos escopos 1 e 2. Os investimentos podem ser incluídos no inventário de escopo 1 e 2 de uma empresa, dependendo de como ela define seu limite operacional (WRI; WBCSD, 2013).

A análise do balanço patrimonial e orçamentário da UFS existente no Relatório de Gestão (2017), ano inventariado, indica a existência de investimentos registrados em conta de despesas de capital que são despesas que contribuem diretamente para a formação ou aquisição de um bem de capital (MCASP, 2017). Em sendo assim, as emissões desta categoria já foram computadas no escopo 3, categoria 2 (bens de capital).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES: INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE GEE DA UFS PARA 2017

Os resultados encontrados após a análise dos dados em conformidade com a metodologia e referencial teórico descritos nos tópicos anteriores são expostos a seguir. Correspondem as estimativas de emissões de GEE referentes às atividades da UFS durante o ano de 2017.

A análise destes mesmos resultados é também realizada, comparando-os entre categorias integrantes do mesmo escopo, a exceção do escopo 2, que só está relacionada a uma categoria, e aos resultados mais significativos encontrados nos inventários elaborados por outras IES mencionadas no referencial teórico, a fim de identificar pontos de similitude ou divergências de modo a extrair subsídios suficientes para a aplicação de um método de inventário customizado.

### 4.1 ESCOPO 1

As emissões diretas de GEE derivadas das atividades da UFS são descritas a seguir e referem-se as categorias 1 (combustão estacionária), 2 (combustão móvel), 3 (emissões fugitivas e 7 (efluentes líquidos).

#### 4.1.1 Categoria 1 – Combustão estacionária

Em relação a esta categoria foram identificadas três fontes de emissão para o período inventariado, 01 (um) fogão industrial, 06 (seis) geradores e 02 (duas) secadoras, cujas emissões estão relacionadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Emissões por combustão estacionária – UFS – 2017

Fontes	Consumo anual (Ton) 2017	Emissões totais (t CO <sub>2</sub> e) 2017
Secadora	22,63	66,458
Geradores	ND	ND
Fogão Industrial	ND	ND
<b>Total</b>	<b>22,63</b>	<b>66,458</b>
<b>t CO<sub>2</sub>e / Ton</b>	<b>2,936</b>	

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019).

Ressalta-se que as emissões referentes à combustão originárias dos geradores foram contabilizadas junto com a categoria 2, diante da ausência de dados dissociados que permitissem o cálculo em separado, conforme dito no item 3.1.3.1.1. Já em relação às emissões do fogão industrial, relembramos que ele não estava em operação durante o ano inventariado.

O total de emissões de GEE desta categoria em 2017 correspondeu a **66,458 tCO<sub>2e</sub>** e a fonte mais significativa é atribuída às secadoras instaladas no Hospital Universitário – HU, devido a todas as circunstâncias aqui registradas.

#### 4.1.2 Categoria 2 – Combustão móvel

A Tabela 6 apresenta as emissões por combustão móvel, durante o ano de 2017 da UFS, e outras informações correspondentes ao número de veículos pertencentes à frota, a quantidade de litros de combustíveis consumidos pelos veículos e geradores (conforme explicado no item 4.1.1 e 3.1.3.1.1) anual e mensal e o tipo de combustível utilizado (gasolina ou óleo diesel).

Tabela 6 - Emissões por combustão móvel (2017)

Tipo de Combustível	Veículos	Consumo anual 2017	Percentual do Consumo	Litros/Veículos Mensal	Emissões totais (t CO <sub>2e</sub> ) 2017	Percentual
Gasolina	33	45.162	29,69%	114,05	76	22,60%
Óleo Diesel	40	106.939	70,31%	222,79	261	77,40%
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>152.102</b>	<b>100,00%</b>	<b>336,84</b>	<b>337</b>	<b>100,00%</b>
<b>t CO<sub>2e</sub> / l</b>	<b>0,0022</b>					

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

Observa-se da simples leitura da Tabela 6 que as emissões totais desta categoria representam **337 tCO<sub>2e</sub>** e que a frota da UFS é composta apenas por veículos que utilizam combustíveis de origem fóssil altamente poluentes. Não há na instituição veículos movidos a etanol que possuem menor fator de emissão de CO<sub>2</sub>.

Apesar de a quantidade de veículos movidos a diesel ser um pouco superior aos veículos movidos a gasolina comum, apenas 07 (sete), verifica-se também da Tabela 6 que o consumo daqueles é muito superior a estes, correspondendo a 70,31% (diesel) e 29,69% (gasolina), de forma a influenciar significativamente nas emissões de GEE referentes a combustão móvel, as quais alcançaram os percentuais de 77,4% (diesel) e 22,6% (gasolina).

#### 4.1.3. Categoria 3 – Emissões Fugitivas

A Tabela 7 a seguir retrata a quantidade dos gases CO<sub>2</sub>, R407C e R22 utilizados nas recargas de extintores, aparelhos de refrigeração e ar condicionados e respectivas emissões de GEE existentes na UFS durante o ano inventariado.

Tabela 7 – Emissões fugitivas (2017)

Gás	2017		2.017	
	Qt (kg)	Percentual	Emissões totais (t CO <sub>2</sub> e)	Percentual
(CO <sub>2</sub> ) - Extintores de incêndio	1.338	91,14%	1,34	0,57%
(R407C) - RACs - Gases Refrigerante	30	2,04%	53,22	22,59%
(R22) - RACs - Gases Refrigerantes	100	6,81%	181	76,84%
(SF <sub>6</sub> ) - Sistema elétrico	ND		ND	
<b>Total</b>	<b>1.468</b>		<b>236</b>	
<b>t CO<sub>2</sub>e / kg</b>	<b>0,16</b>			

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

Verifica-se da Tabela 7 que em 2017 as emissões totais correspondentes a esta categoria corresponderam a **236 tCO<sub>2</sub>e**. As recargas que utilizaram o gás R407C, apesar de representarem uma quantidade mínima, apenas 30kg, foram capazes de emitir GEE na atmosfera equivalente a 53,22 tCO<sub>2</sub>e, muito mais do que as recargas originárias o uso de CO<sub>2</sub> em extintores de incêndio que corresponderam a 1.338kg e geraram 1,34 tCO<sub>2</sub>e de GEE. Do mesmo modo, as recargas que utilizaram o gás R22, representaram 100kg e foram capazes de emitir 181 tCO<sub>2</sub>e, que representa a maioria das emissões fugitivas originárias da UFS.

O R407C e R22 são gases altamente poluentes e, por isso, mesmo utilizados em menor quantidade alcançaram o percentual maior de emissões fugitivas com 22,59% e 76,84%, respectivamente. Por seu turno, o CO<sub>2</sub> representou apenas 0,57% das emissões fugitivas ainda que utilizado em maior quantidade por quilograma.

#### 4.1.4. Categoria 7 – Efluentes líquidos

As emissões correspondentes a esta categoria no âmbito da UFS correspondem as provenientes dos gases CH<sub>4</sub> (metano) e o N<sub>2</sub>O (óxido nitroso), conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Emissões de efluentes líquidos

Emissões	Quantidade (t/ano)
CH <sub>4</sub>	4,14
N <sub>2</sub> O	0,04
<b>Total tCO<sub>2e</sub></b>	<b>115,47</b>

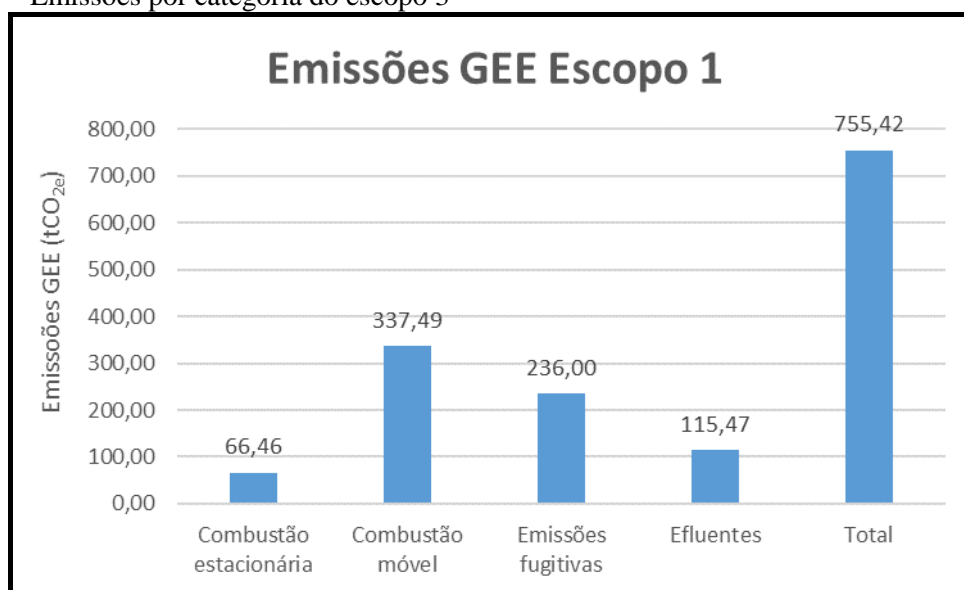
Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

Em relação ao ano inventariado, a quantidade de efluentes líquidos tratada foi de 60.909,60m<sup>3</sup>/ano, que foram responsáveis por um total de emissões equivalentes a **115,47 tCO<sub>2e</sub>**.

#### 4.2. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DAS CATEGORIAS DO ESCOPO 1

Conhecidas as emissões das quatro categorias computadas do escopo 1 (combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas e efluentes líquidos), tem-se que no total elas correspondem a **755,42 tCO<sub>2e</sub>**, conforme ilustra Gráfico 1.

Gráfico 1 – Emissões por categoria do escopo 3

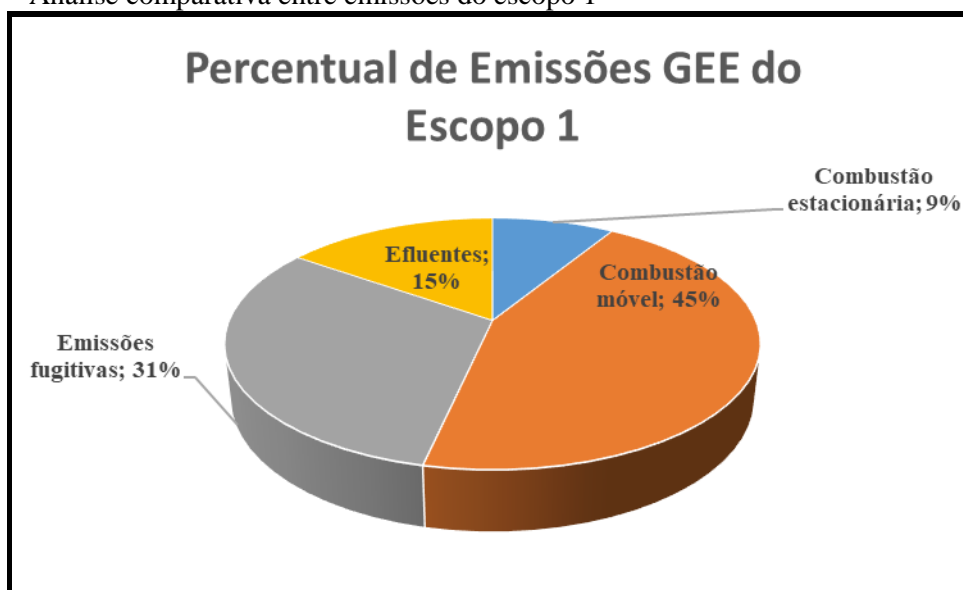


Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

Comparando-se os resultados da contabilização das emissões do escopo 1 (categorias 1, 2, 3 e 7), conclui-se que a maior delas é a combustão móvel, responsável por 45% das

emissões, enquanto a menor refere-se à combustão estacionária, responsáveis por 9%, segundo ilustrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Análise comparativa entre emissões do escopo 1



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

#### 4.3 ESCOPO 2

A Tabela 9 demonstra o consumo anual de energia elétrica (MWh) segmentada por Campi, durante o ano inventariado.

Tabela 9 – Consumo anual de energia elétrica (2017)

Registro da fonte	Consumo Anual de Energia Elétrica (MWh)							TOTAL	
	Campi	SC	HU	ITAB	LAR	LAG	GLOR		OUTRAS
Consumo de Energia		12.416	2.905	766	211	1.420	82	112	17.912

Fonte: Elaboração própria com base nas faturas de energia dos Campi da UFS

O total das emissões da UFS para esta categoria corresponde a **1.633 tCO<sub>2e</sub>**, durante o ano inventariado, conforme demonstra a Tabela 10.

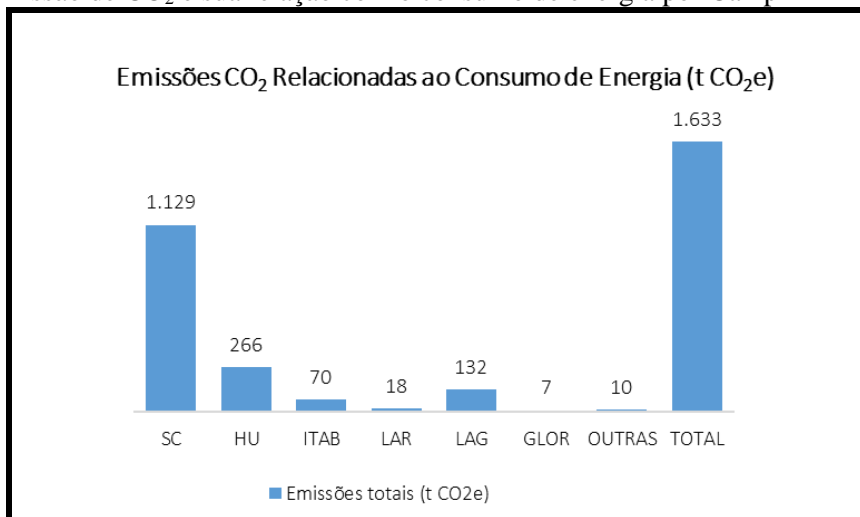
Tabela 10 – Emissões totais escopo 2

Emissões totais (t CO <sub>2e</sub> )							
SC	HU	ITAB	LAR	LAG	GLOR	OUTRAS	TOTAL
1.129,27	265,92	69,87	18,45	132,13	7,31	9,72	1.632,67
<b>t CO<sub>2e</sub> / MWh</b>		<b>0,09</b>					

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

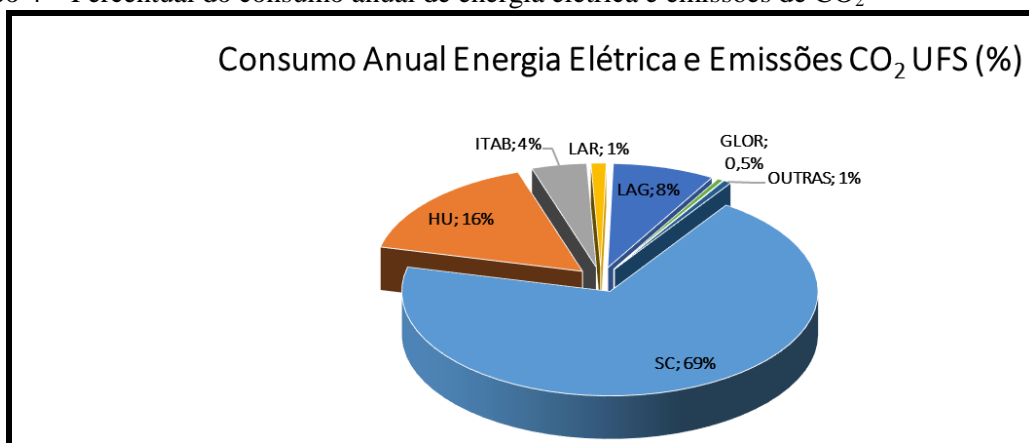
Verifica-se da análise que as maiores emissões foram do Campus São Cristóvão (69%) e as menores foram do Campus do Sertão (0,5%), sendo esse resultado justificado pela proporcional dimensão entre os Campi, segundo ilustram os Gráfico 3 e 4.

Gráfico 3 – Emissão de CO<sub>2</sub> e sua relação com o consumo de energia por Campi



Fonte: Elaboração própria com base nas faturas de energia dos Campi da UFS e na ferramenta FGV e WRI (2019)

Gráfico 4 – Percentual do consumo anual de energia elétrica e emissões de CO<sub>2</sub>



Fonte: Elaboração própria com base nas faturas de energia dos Campi da UFS e na ferramenta FGV e WRI (2019)

#### 4.4 ESCOPO 3

Os resultados das emissões de GEE do escopo 3 da UFS são a seguir apresentados e remontam as categorias 1 (serviços comprados ou adquiridos), 2 (bens de consumo e de capital), 4 (transporte e distribuição *upstream*), 5 (resíduos gerados nas operações), 6 (viagens

a negócios), 7 (deslocamento de funcionários e alunos casa-trabalho) e 13 (bens arrendados - a organização como arrendadora).

#### 4.4.1 Categoria 1 – Serviços comprados ou adquiridos

A Tabela 11 apresenta o total das emissões originárias dos serviços contratados pela UFS no período inventariado.

Tabela 11 – Emissões serviços comprados ou adquiridos

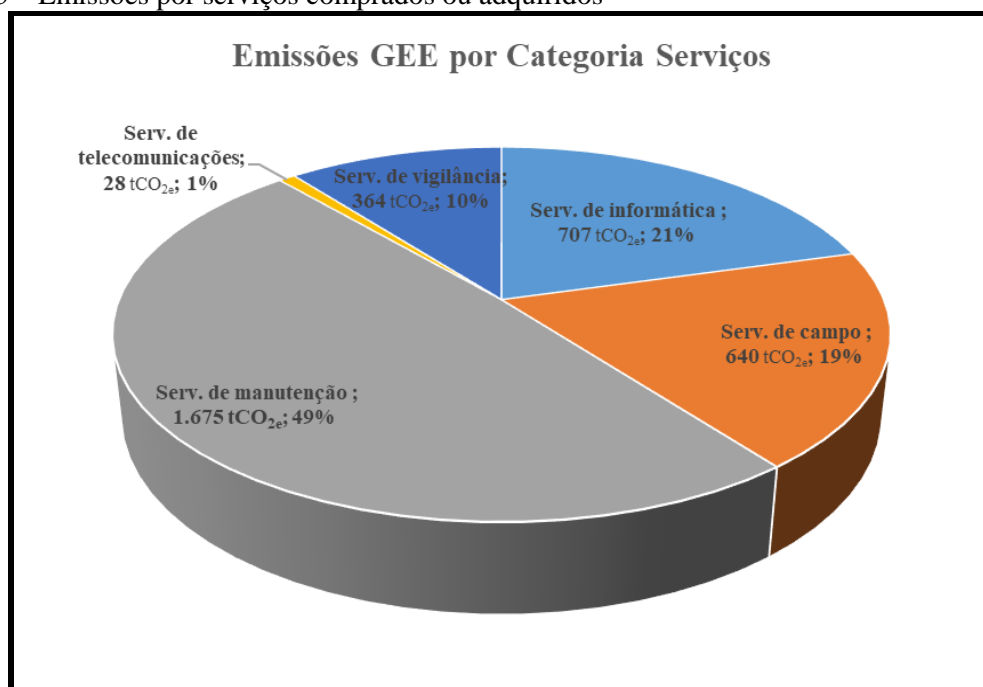
Descrição da fonte (Serviços)	M US\$	Característica	Fator de emissão (tCO <sub>2e</sub> /M US\$)	tCO <sub>2e</sub>
Editoração e audiovisual	0,209	Serv. de informática	183	38,19
Escritório e TI	1,890	Serv. de informática	183	345,84
Escritório e TI	1,765	Serv. de informática	183	323,02
Fiscalização de obras	1,058	Serv. de campo	256	270,84
Limpeza e higienização	1,602	Serv. de manutenção	491	786,73
Manutenção	1,207	Serv. de manutenção	491	592,44
Motoristas	0,525	Serv. de campo	256	134,50
Serviços gerais	0,602	Serv. de manutenção	491	295,58
Serviços gerais e jardinagem	0,917	Serv. de campo	256	234,86
Telefonia fixa	0,087	Serv. de telecomunicações	213	18,45
Telefonia móvel	0,043	Serv. de telecomunicações	213	9,25
Vigilância armada	1,914	Serv. de vigilância	159	304,25
Vigilância armada	0,301	Serv. de vigilância	159	47,80
Vigilância armada	0,075	Serv. de vigilância	159	11,95
Emissões totais em CO <sub>2</sub> equivalente (toneladas métricas)				3.414

Fonte: Elaboração própria baseado nas faturas de telefonia (2017), Relatório de Gestão (2017) e CMUGDI (2017) e na ferramenta FGV e WRI (2019)

A análise dos dados indica que as emissões desta categoria corresponderam a um total de **3.414 tCO<sub>2e</sub>** e que os serviços responsáveis pelas maiores emissões foram os relacionados à manutenção, limpeza e serviços gerais (1.675 tCO<sub>2e</sub> – 49%), ao passo que as menores emissões estão relacionadas a serviços de telecomunicações (28 tCO<sub>2e</sub> – 1%), conforme Gráfico 5.



Gráfico 5 – Emissões por serviços comprados ou adquiridos



Fonte: Elaboração própria baseado nas faturas de telefonia (2017), Relatório de Gestão (2017) e CMUGDI (2017) e na ferramenta FGV e WRI (2019)

#### 4.4.2 Categoria 2 – Bens (consumo e de capital)

A Tabela 12 apresenta o total de emissões por bens (capital e consumo) da UFS referente ao ano inventariado.

Tabela 12 – Emissões por bens (capital e consumo) comprados ou adquiridos

Descrição da fonte (Produtos)	Quantidade	UF	Fator de emissão (kgCO <sub>2e</sub> /UF)	kgCO <sub>2e</sub>	tCO <sub>2e</sub>
Aparelho telefônico	101	Unidade	39,1	3.949	3,95
Armário	52	Unidade	238,0	12.376	12,38
Banqueta	300	Unidade	80,2	24.060	24,06
Bola	65	Unidade	4,6	299	0,30
Cadeira fixa sem braços	609	Unidade	34,4	20.950	20,95
Cadeira giratória com braços	124	Unidade	34,4	4.266	4,27
Cadeira giratória sem braços	180	Unidade	35,4	6.372	6,37
Caixa multiuso amplificada	2	Unidade	123,0	246	0,25
Câmera fotográfica digital	2	Unidade	40,2	80	0,08
Câmera IP	25	Unidade	30,6	765	0,77
Carteira escolar	2.350	Unidade	34,4	80.840	80,84
Computador estação avançada	40	Unidade	296	11.840	11,84

Computador estação padrão	164	Unidade	169	27.716	27,72
Conectores elétricos	3.830	Unidade	0,4	1.455	1,46
Estufa de secagem digital	2	Unidade	302,0	604	0,60
Forno de micro-ondas	10	Unidade	98,4	984	0,98
Freezer horizontal	1	Unidade	415,0	415	0,42
Gaveteiro volante	50	Unidade	69,2	3.460	3,46
Gêneros de alimentação (ex.: frutas, verduras, pães, azeite, açúcar, carnes, ovos, entre outros)	13.542	Kg	33,0	446.873	446,87
Gravador e reproduzidor de som	23	Unidade	7,2	166	0,17
Impressora jato de tinta	2	Unidade	88,2	176	0,18
Impressora multifuncional	1	Unidade	87,9	88	0,09
Material de expediente	185.717	Unidade	2,3	425.292	425,29
Material de processamento de dados	5.003	Unidade	124,8	624.374	624,37
Mesa	306	Unidade	80,2	24.541	24,54
Mesa com gaveteiro	100	Unidade	149,4	14.940	14,94
Mobiliário de refeitório	30	Unidade	260,0	7.800	7,80
Monitor de vídeo tela < 23"	200	Unidade	222,0	44.400	44,40
Monitor de vídeo tela >= 23"	15	Unidade	248,0	3.720	3,72
Motor elétrico	35	Unidade	2,93	103	0,10
Multiprocessador de alimentos	1	Unidade	41,3	41	0,04
Notebook	17	Unidade	156	2.652	2,65
Ônibus rural escolar	16	Toneladas	5.500,0	88.000	88,00
Poltrona	609	Unidade	24,8	15.103	15,10
Projektor multimídia	230	Unidade	133	30.590	30,59
Refrigerador tipo frigobar	10	Unidade	87,6	876	0,88
Relógio	40	Unidade	9,7	389	0,39
Scanner de mesa	30	Unidade	2.935,0	88.050	88,05
Sofá	2	Unidade	197,0	394	0,39
Switch	84	Unidade	82,9	6.964	6,96
Tablet	5	Unidade	63,2	316	0,32
Uniformes, Tecidos e Aviamentos	833	Unidade	85,8	71.471	71,47
Emissões totais em CO2 equivalente (toneladas métricas)					2.098

Fonte: Elaboração própria com base no Relatório Anual de Material de Consumo (2017) e Aquisição de Material Permanente (2017)

Verifica-se que o total das emissões desta categoria corresponde a **2.098 tCO<sub>2e</sub>**. e que as maiores emissões foram as correspondentes aquisição de material de processamento de dados, que correspondem a 624 tCO<sub>2e</sub>.

#### 4.4.3 Categoria 4 – Transporte e distribuição (*upstream*)

A Tabela 13 apresenta o total das emissões por transporte e distribuição (*upstream*) da UFS referente ao ano inventariado, que corresponde a **5.622 tCO<sub>2e</sub>**.

Tabela 13 - Emissões por transporte e distribuição (*upstream*) dos resíduos sólidos

Empesa	Resíduos dos Grupos	Tipo da frota de veículos	Distância anual (km)	Carga transportada (t)	Emissões (tCO <sub>2e</sub> )	tCO <sub>2e</sub> / Qt
EMTRES – Empresa de Transporte e Gerenciamento de Resíduos LTDA-ME	A, B e E	Caminhão de carga carroceria fechada	49.421	30	245	8,234
Torre Empreendimentos Rural e Construção Ltda	D	Caminhão Compactador	12.480	109	227	2,079
Remolix Removedora de Lixo	A, B e E	Caminhão de carga carroceria fechada	8.434	16	22	1,405
Planeta Indústria e Serviços Ltda	D	Caminhão Compactador	11.513	2.673	5.127	1,918
Cooperativa de Reciclagem participante do Termo de Cooperação Técnica	D Reciclável	Caminhão Baú	2.080	-	1	-
<b>Total</b>			<b>83.928</b>	<b>2.827</b>	<b>5.622</b>	<b>1,988</b>

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

O cálculo foi realizado levando em consideração apenas e tão somente as emissões por transporte e distribuição (*upstream*) dos resíduos sólidos, devido à ausência de registros da instituição inventariada quanto às demais emissões de veículos e instalações que não são de sua propriedade nem por ela operados, bem como de outros serviços terceirizados de transporte e distribuição (incluindo tanto logística de entrada quanto de saída).

#### 4.4.4 Categoria 5 – Resíduos gerados nas operações

A Tabela 14 traz o total de emissões de resíduos sólidos da UFS atinente ao ano inventariado, que corresponde a **4.956 tCO<sub>2e</sub>**.

Tabela 14 – Emissões por resíduos sólidos

<b>Registro da fonte Resíduos sólidos</b>	<b>ton/ano 2017</b>	<b>Emissões totais (t CO<sub>2e</sub>) 2017</b>
Resíduos sólidos	2.313	4.956
<b>Total</b>	<b>2.313</b>	<b>4.956</b>
<b>t CO<sub>2e</sub> /ton/ano</b>		<b>2,1431</b>

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

Constata-se que as maiores emissões de resíduos sólidos correspondem as decorrentes do descarte de papel/papelão não reaproveitado para reciclagem, segundo informações colhidas junto ao NGA da UFS, consolidadas conforme Quadro 20.

Quadro 20 – Composição dos resíduos sólidos

<b>Composição do resíduo</b>	<b>Ano</b>	<b>2017</b>
A - Papéis/papelão	A / Total [%]	60,0%
B - Resíduos têxteis	B / Total [%]	
C - Resíduos alimentares	C / Total [%]	20,0%
D - Madeira	D / Total [%]	10,0%
E - Resíduos de jardim e parque	E / Total [%]	10,0%
F - Fraldas	F / Total [%]	
G - Borracha e couro	G / Total [%]	
H - Lodo de esgoto	H / Total [%]	
Outros materiais inertes	[%]	
<b>DOC - Carbono Orgânico Degradável no ano</b>	<b>[tC/tMSW]</b>	<b>0,333</b>

Fonte: Elaboração com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

#### 4.4.5 Categoria 6 – Viagens a negócios

A Tabela 15 apresenta as emissões geradas através de viagens a negócios realizadas pelo modo aéreo e corresponderam a **55 tCO<sub>2e</sub>**.

Tabela 15 – Emissões por viagens a negócios

Registro da fonte	km/ano 2017	Emissões totais (t CO <sub>2</sub> e) 2017
Viagens a negócios	54.970	55
<b>Total</b>	<b>54.970</b>	<b>55</b>
<b>t CO<sub>2</sub>e /km/ano</b>	<b>0,0010</b>	

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

#### 4.4.6 Categoria 7 – Deslocamento de funcionários e alunos (casa-trabalho)

A Tabela 16 traduz as emissões geradas através do deslocamento dos alunos e funcionários próprios (professores e técnicos) no percurso entre suas casas e a UFS nos diferentes modais de transporte não operados nem pertencentes à instituição, respectivos combustíveis utilizados e distância total anual percorrida, que totalizam **10.449 tCO<sub>2</sub>e**.

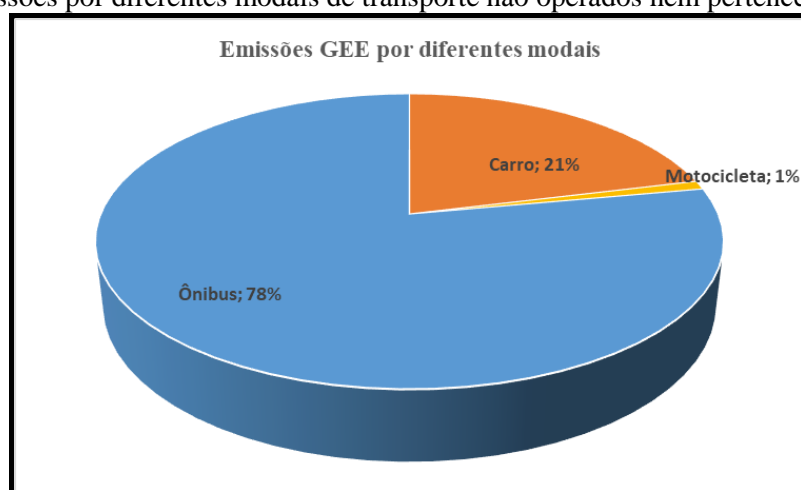
Tabela 16 – Emissões por deslocamento de funcionários (casa-trabalho)

Tipo de transporte	Tipo de Combustível	Distância total (km)	Emissões (t CO <sub>2</sub> e)	tCO <sub>2</sub> e / km
Carro	Gasolina (flex)	15.963.976	2.209	0,00014
Motocicleta	Gasolina (flex)	2.555.732	98	0,00004
Ônibus	Óleo Diesel	90.624.912	8.141	0,00009
<b>Total</b>		<b>109.144.620</b>	<b>10.449</b>	<b>0,00010</b>

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

Observa-se que as maiores emissões correspondem aos deslocamentos realizados por ônibus, os quais correspondem a 8.141 tCO<sub>2</sub>e, que equivalem a 78% do total. As menores emissões são atribuídas aos carros, com 2.209 tCO<sub>2</sub>e (21%) e moto com 98 tCO<sub>2</sub>e (1%), conforme Gráfico 6.

Gráfico 6 – Emissões por diferentes modais de transporte não operados nem pertencentes à instituição



Fonte: Elaboração própria baseado na ferramenta FGV e WRI (2019)

As emissões pela utilização do modal rodoviário por parte da maioria dos alunos para deslocamento até a instituição, representam as maiores deste inventário e isso pode ser atribuído a deficiência do transporte público no Estado de Sergipe, servido quase que exclusivamente por ônibus movidos a diesel, combustível altamente poluente como já dito.

#### 4.4.7 Categoria 13 – Bens arrendados (a organização como arrendadora)

A Tabela 17 dispõe sobre as emissões provenientes de bens arrendados pela estimativa de consumo de energia elétrica do imóvel alugado pela UFS a terceiro.

Tabela 17 – Emissões por bens arrendados (a organização como arrendadora)

Registro da fonte	2017 (GWh)	Emissões totais (t CO <sub>2</sub> e) 2017
Aluguel	39,01	3.618
<b>Total</b>	<b>39,01</b>	<b>3.618</b>
<b>t CO<sub>2</sub>e / GWh</b>	<b>93</b>	
<b>Fator SIN</b>	<b>0,09</b>	
<b>t CO<sub>2</sub>e / Fator SIN</b>	<b>0,0390</b>	

Fonte: Fonte: Elaboração própria com base no CBCS (2013), Relatório de Gestão UFS (2017) e ferramenta do FGV e WRI (2019)

Verifica-se que as emissões desta categoria correspondem a **3.618 tCO<sub>2</sub>e**, maiores do que todas as emissões do escopo 2, que corresponde a **1.633 tCO<sub>2</sub>e**. A explicação disto está no fato de que a estimativas destas emissões pelo critério de dados médios leva em conta o metro

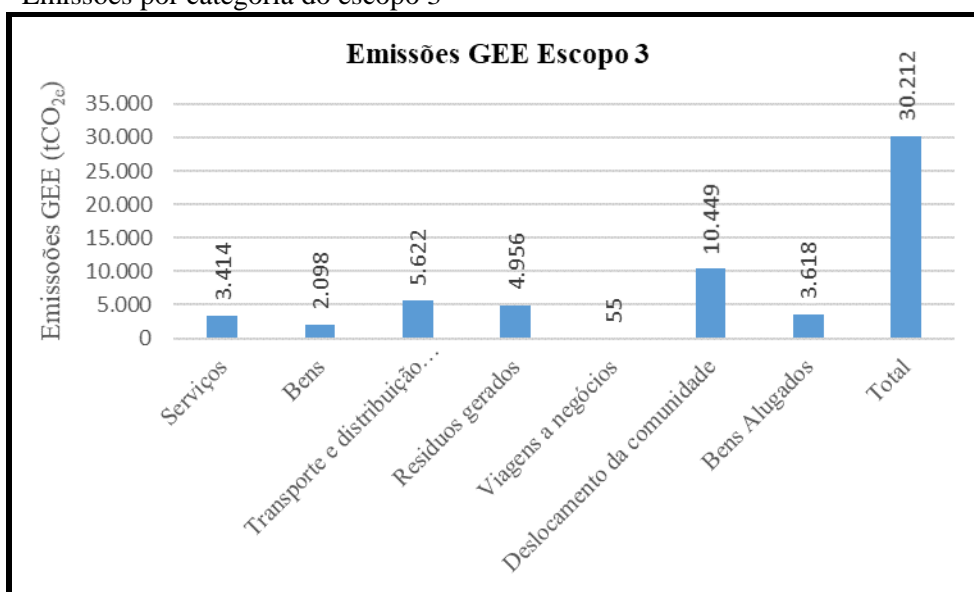
quadrado correspondente ao bem e, neste caso, trata-se de um imóvel alugado com área de 130.036 m<sup>2</sup>, conforme aponta o Relatório de Gestão UFS (2017).

Se o cômputo destas emissões fosse baseado nos métodos específicos de ativo ou específico do locador, onde se leva em conta o consumo real de energia, os resultados aqui demonstrados poderiam ser diferentes.

#### 4.5 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DAS CATEGORIAS DO ESCOPO 3

Conhecidas as emissões das sete categorias computadas do escopo 3 (serviços, bens, transporte, resíduos gerados nas operações, viagens à negócios, deslocamento de funcionários casa-trabalho e bens arrendados - a instituição como arrendadora), tem-se que no total elas correspondem a **30.211,16 tCO<sub>2e</sub>**, conforme ilustra Gráfico 7.

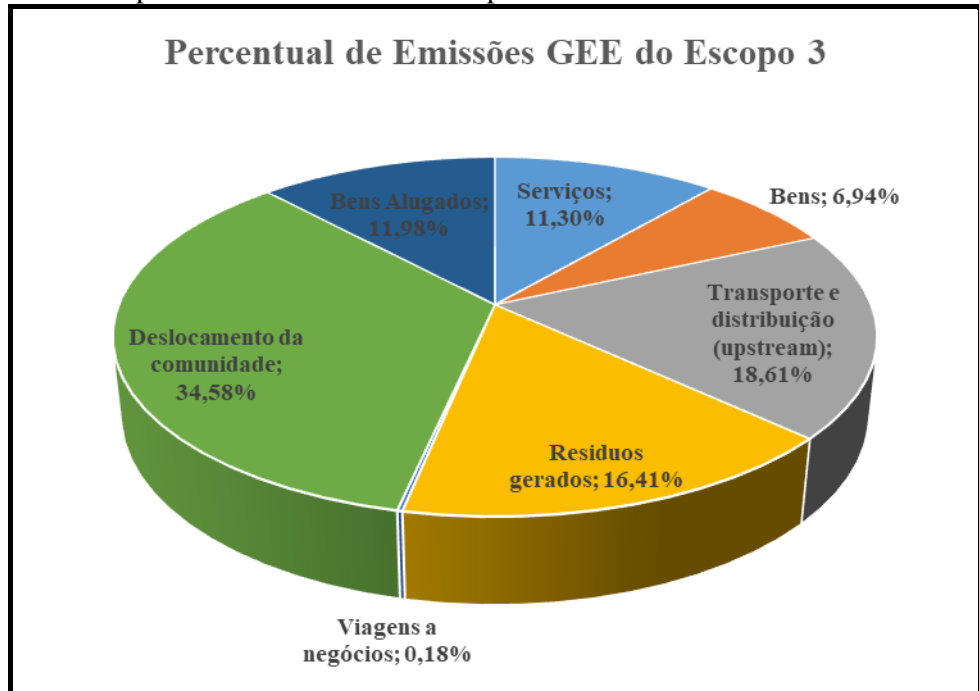
Gráfico 7- Emissões por categoria do escopo 3



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

As maiores emissões correspondem a categoria 7 (deslocamento de funcionários e alunos casa-trabalho), as quais representam **10.499 tCO<sub>2e</sub>**. (34,58%). As menores emissões ficaram com a categoria 6 (viagens à negócios), as quais equivalem a **55 tCO<sub>2e</sub>** (0,18%), segundo ilustra o Gráfico 8.

Gráfico 8 - Análise comparativa das emissões do escopo 3

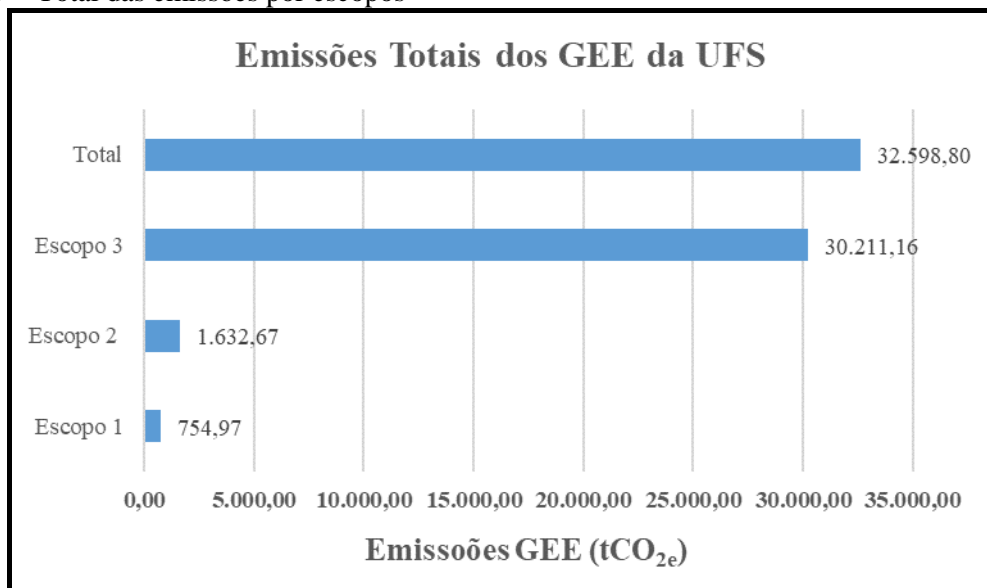


Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

#### 4.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS) ENTRE OS ESCOPOS 1, 2 E 3

Comparando-se as emissões de todos os escopos, que correspondem a **32.598,80 tCO<sub>2e</sub>**, tem-se que as emissões do escopo 3 representam as maiores em relação aos escopos 1 e 2, com o total de **30.211,16 tCO<sub>2e</sub>**, e que as emissões do escopo 1 representam as menores alcançando a marca de **754,97 tCO<sub>2e</sub>**, conforme ilustra o Gráfico 9.

Gráfico 9 – Total das emissões por escopos

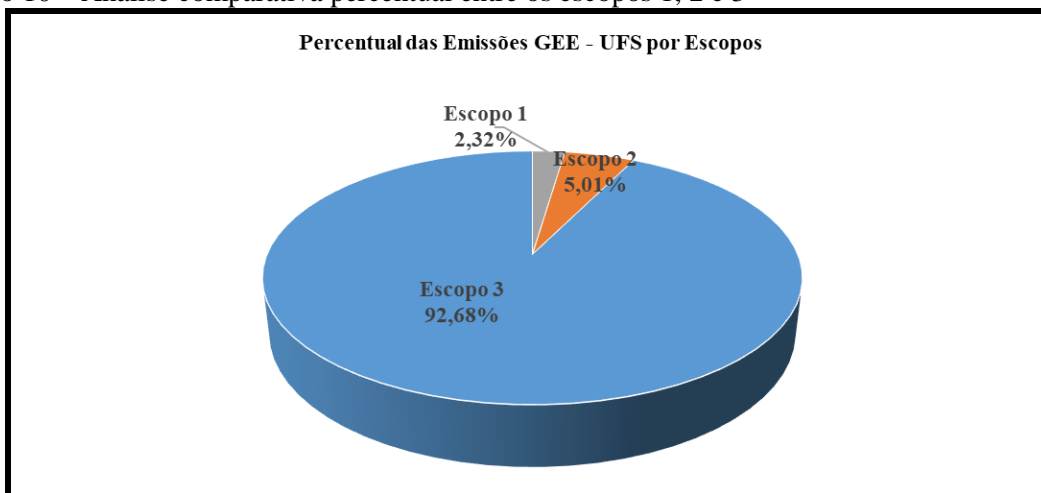


Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)



As maiores emissões equivalem a 92,68% do total (escopo 3), enquanto as menores representam 2,32% do total (escopo 1), segundo ilustra o Gráfico 10. As emissões do escopo 2, totalizam **1.632,67 tCO<sub>2e</sub>**. e correspondem a 5,01%.

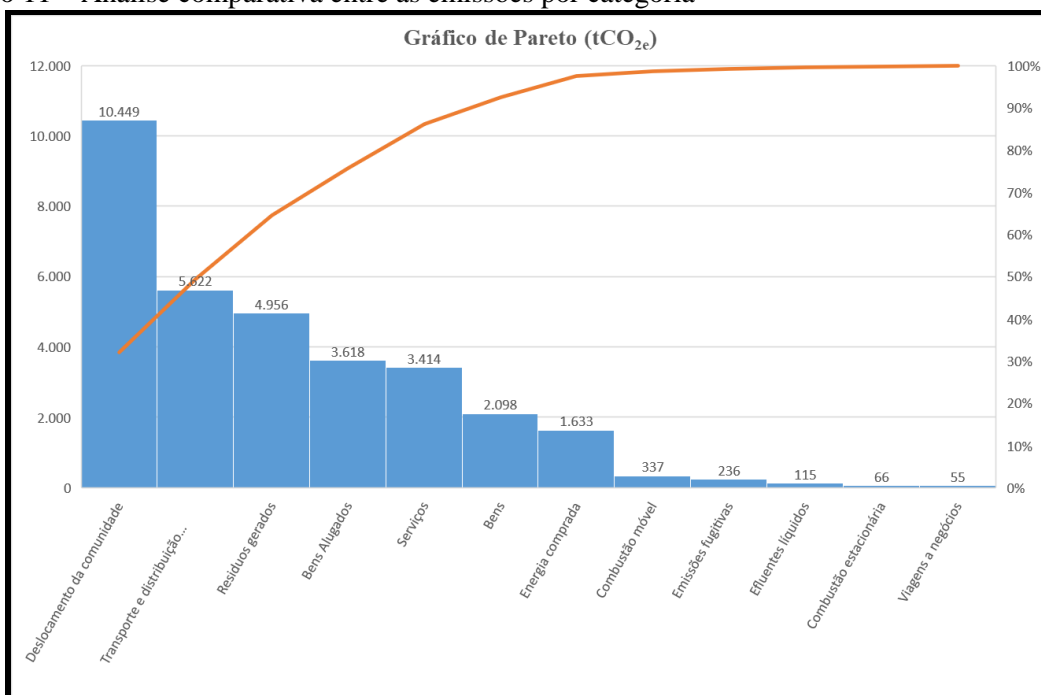
Gráfico 10 – Análise comparativa percentual entre os escopos 1, 2 e 3



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

Entre as categorias analisadas, restou evidente que as maiores emissões foram originadas de deslocamento de professores, alunos e servidores (casa-trabalho), responsáveis por **10.449 tCO<sub>2e</sub>** ao passo que as menores correspondem às viagens a negócios com o total de **55 tCO<sub>2e</sub>**, conforme ilustra ao Gráfico 11.

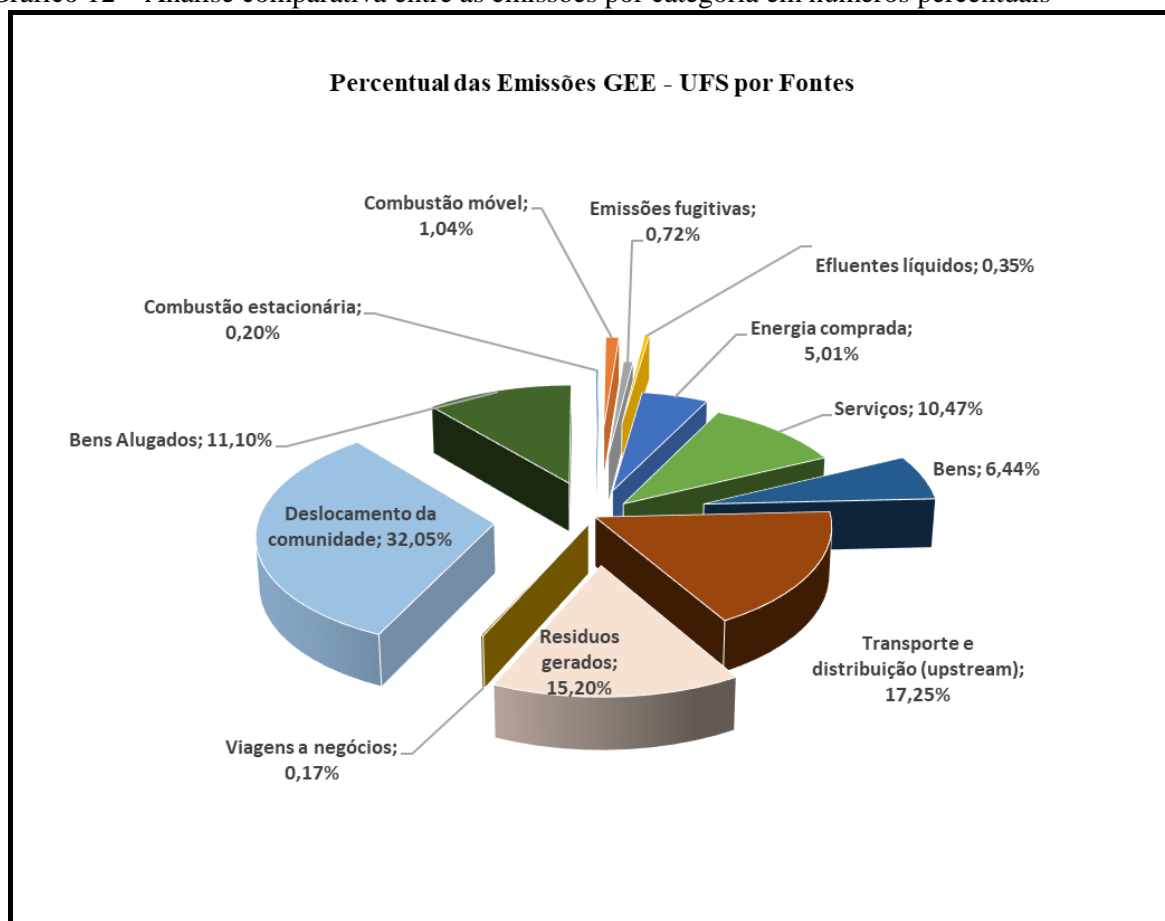
Gráfico 11 – Análise comparativa entre as emissões por categoria



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

A análise comparativa entre as emissões por categoria em números percentuais é demonstrada no Gráfico 12.

Gráfico 12 – Análise comparativa entre as emissões por categoria em números percentuais



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta do FGV e WRI (2019)

#### 4.7 ANÁLISE DAS INCERTEZAS

Segundo o PBGHGP (FGV; WRI, 2008) incerteza corresponde a um termo geral e impreciso que se refere à falta de certeza em dados relacionados com emissões resultantes de quaisquer fatores causais, tais como a aplicação de fatores ou métodos não representativos, dados incompletos sobre fontes e sumidouros, falta de transparência etc. As informações de incerteza relatadas normalmente especificam uma estimativa quantitativa da diferença provável ou percebida quanto ao valor relatado e uma descrição qualitativa das causas prováveis da diferença.

Em se tratando de inventário para contabilização de GEE, os dados devem ser suficientemente precisos para permitir que os usuários tomem decisões com confiança razoável de que as informações relatadas têm credibilidade atendendo ao princípio da exatidão (FGV e WRI, 2008). Nesse sentido, o processo de quantificação deve ser conduzido de forma a minimizar incertezas (FGV; WRI, 2008), considerando todo o conhecimento científico existente e os recursos disponíveis (IPCC, 2007).

Segundo a ABNT (2015) as principais fontes de incerteza correspondem à metodologia de quantificação, à incerteza física e científica e aos escopos relatados no inventário. Nesta pesquisa, as incertezas foram minimizadas através da utilização de dados obtidos, em sua maioria, de fontes oficiais e confiáveis, metodologias de cálculos e fatores de emissão mais recentes e de credibilidade, conforme descrito item 3.2.3 e subitens.

No caso do cálculo das emissões do escopo 3, para as categorias 1 (serviços comprados ou adquiridos) e 2 (bens de consumo e de capital) foi necessária a utilização de fatores de emissões similares onde se constatou a ausência de fator de emissão específico. Em relação à categoria 7 (deslocamento de funcionários e alunos casa-trabalho), foram utilizados além dos dados oficiais existentes na instituição inventariada, informações colhidas junto a múltiplos atores (discentes, docentes e servidores), relacionadas ao CEP residencial, o tipo de transporte utilizado para deslocamento casa-UFS, a distância percorrida e frequência do trajeto, por não dispor a UFS destes dados.

Em razão das dificuldades técnicas e limitação de tempo para conclusão dos estudos, optou-se por utilizar para o cálculo das incertezas a mesma metodologia utilizada pelo WAYCARBON e *International Council for Local Environmental Initiatives* (ICLEI) na elaboração do inventário da Região Metropolitana de Campinas/São Paulo, a partir de uma abordagem qualitativa, quanto às incertezas dos dados coletados, considerando três níveis de classificação (BITTENCOURT *et al*, 2018):

- Nível de Incerteza Baixo (NIB): classificação adotada quando os dados coletados foram obtidos de órgãos públicos gestores de dados nacionais, que não necessitaram de tratamentos prévios. Estes são dados transparentes, rastreáveis e de fontes confiáveis.
- Nível de Incerteza Médio (NIM): classificação adotada quando os dados foram obtidos de órgãos públicos gestores de dados nacionais, sendo necessário realizar algum tipo de tratamento ou adotar algum tipo de premissa.

• Nível de Incerteza Alto (NIA): classificação adotada quando os dados foram obtidos por múltiplos atores (ex.: grupos focais) e/ou quando foi necessário adotar inúmeras premissas com base em fontes bibliográficas diversificada não pública.

A análise das incertezas é exposta no Quadro 21, segmentadas por escopo e categorias.

Quadro 21 – Níveis de incerteza por grupo de fonte de emissão dos resultados obtidos inventário UFS

ESCOPO	CATEGORIAS	Fonte Pública	Tratamento/ Premissa	Múltiplos Atores	Fontes Diversas	Nível de Incertezas	
ESCOPO 1	1 - Combustão estacionária	Sim	Não	Não	Não	Baixo	
	2 - Combustão móvel	Sim	Não	Não	Não	Baixo	
	4 - Emissões fugitivas	Sim	Não	Não	Não	Baixo	
	8 - Efluentes Líquidos	Sim	Não	Não	Não	Baixo	
ESCOPO 2	Aquisição de energia elétrica	Sim	Não	Não	Não	Baixo	
ESCOPO 3	Upstream	1. Serviços comprados ou adquiridos	Sim	Sim	Não	Não	Médio
		2. Bens de consumo e capital	Sim	Sim	Não	Não	Médio
		4. Transporte e distribuição (upstream)	Sim	Sim	Sim	Sim	Alto
		5. Resíduos gerados nas operações	Sim	Sim	Não	Sim	Alto
		6. Viagens a negócios	Sim	Não	Não	Não	Baixo
		7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	Sim	Sim	Sim	Não	Alto
	Downstream	13. Bens arrendados (a organização como arrendadora)	Sim	Não	Não	Não	Baixo

Fonte: Adaptado (BITTENCOURT *et al*, 2018)

Verifica-se que para todas as categorias dos escopos 1 e 2 o nível de incerteza pode ser considerado baixo, pois sob os dados obtidos não houve nenhum tratamento prévio, sendo eles fornecidos pela própria instituição inventariada. No que se refere ao escopo 3, o nível de incerteza entre a maioria das categorias pode ser classificado como baixo e médio, a exceção das categorias 4, 5 e 7, cujo nível de incerteza deve ser enquadrado como alto na medida em que se exigiu a complementação e tratamento dos dados que não estavam sob a gerência da instituição inventariada junto a múltiplos atores.

Deste modo, a avaliação qualitativa indica que há ainda um caminho longo para termos um inventário preciso, o que reforma a necessidade de se preparar/planejar para a

obtenção de dados cada vez mais confiáveis, possibilitando, inclusive, realizar estimativas mais próximas da realidade.

Todas as fontes dos parâmetros utilizados foram referenciadas nesta pesquisa e arquivadas para posterior análise e verificação por terceiros interessados, em atenção aos princípios norteadores da confecção de inventários de GEE, relacionados à transparência e precisão.

#### 4.8 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS) EM RELAÇÃO A OUTRAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)

##### 4.8.1 Cenário Internacional

A partir do cenário internacional, pode-se comparar o resultado das emissões de GEE decorrentes das atividades da UFS contabilizadas neste inventário com outras IES situadas em vários países, diante das pesquisas científicas referidas no item 2.4. O Quadro 22, ilustra as emissões totais de cada instituição.

Quadro 22 – Emissões totais (tCO<sub>2e</sub>) IES internacionais e UFS.

ESCOPO	CATEGORIAS	UFS	II-UNAM	UIC	DMU	Yale	UTALCA	NTNU	UNAM	UTM	UE	
ESCOPO 1	1 - Combustão estacionária	66	5	176	NR	210.700.000.000	NR	5.005	4	NR	NR	
	2 - Combustão móvel	337	76	1	14.689	2.300.000.000	251	545	NR	NR	NR	
	3 - Processos industriais	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	4 - Emissões fugitivas	236	NR	NR	NR	NR	5	NR	NR	NR	NR	
	5 - Emissões agrícolas	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	6 - Mudança de uso do solo	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	7 - Resíduos Sólidos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	8 - Efluentes Líquidos	115	NR	NR	NR	NR	NR	298	NR	NR	NR	
ESCOPO 2	Aquisição de energia elétrica	1.633	653	53	17.118	51.400.000.000	250	13.298	47	47.677.000.000	NR	
ESCOPO 3	Upstream	1. Serviços comprados ou adquiridos	3.414	12	NR	NR	NR	NR	24.706	NR	NR	NR
		2. Bens de consumo e capital	2.098	18	NR	19.273	NR	11	30.087	NR	NR	NR
		3. Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		4. Transporte e distribuição (upstream)	5.622	NR	NR	NR	NR	NR	677	NR	NR	NR
		5. Resíduos gerados nas operações	4.956	15	2	NR	NR	21	NR	NR	NR	NR
		6. Viagens a negócios	55	84	NR	NR	44.700.000.000	96	13.867	NR	NR	NR
		7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	10.449	713	43	NR	16.200.000.000	934	NR	NR	NR	NR
		8. Bens arrendados (a organização como arrendatária)	NC	NR	NR	NR	NR	NR	3.425	NR	NR	NR
	Downstream	9. Transporte e distribuição (downstream)	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		10. Processamento de produtos vendidos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		11. Uso de bens e serviços vendidos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		13. Bens arrendados (a organização como arrendadora)	3.618	NR	NR	NR	NR	NR	8	NR	NR	NR
		14. Franquias	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		15. Investimentos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
<b>TOTAL</b>		<b>32.600</b>	<b>1.577</b>	<b>275</b>	<b>51.080</b>	<b>325.300.000.000</b>	<b>1.569</b>	<b>91.916</b>	<b>50</b>	<b>47.677.000.000</b>	<b>29.701</b>	

Fonte: Elaboração própria com base na pesquisa realizada

NA – Não Aplicável / NR – Não Relatado pelas IES internacionais / NC – Não contabilizado por falta de informação na UFS

A Tabela 18 retrata a comparação entre o inventário da UFS e IES no plano internacional, indicando os resultados das emissões em números percentuais por escopo, além do número de categorias e fontes analisadas em cada pesquisa.

Tabela 18 – Análise comparativa UFS x IES (plano internacional)

	Pesquisas científicas	IES	Local	Resultados por escopo		
				01	02	03
1	Güereca, Torres e Noyola (2013)	Universidade Nacional Autônoma do México	Cidade do México México	5% (2 categorias e 2 fontes)	42% (1 categoria e 1 fonte)	53% (3 categorias e 3 fontes)
2	Klein-Banai <i>et al</i> (2010)	Universidade de Illinois	Chicago EUA	65% (3 categorias e 3 fontes)	17% (1 categoria e 1 fonte)	18% (3 categorias e 3 fontes)
3	Ozawa-Meida <i>et al</i> (2013)	Universidade de Montfort	Leicester Reino Unido	6% (2 categorias e 2 fontes)	15% (1 categoria e 1 fonte)	79% (2 categorias e 2 fontes)
4	Thurston e Eckelman (2011)	Universidade de Yale	Connecticut EUA	66% (2 categorias e 2 fontes)	16% (1 categoria e 1 fonte)	19% (2 categorias e 2 fontes)
5	Vásquez <i>et al</i> (2015)	Universidade de Talca	Talca Chile	16% (3 categorias e 3 fontes)	16% (1 categoria e 1 fonte)	68% (3 categorias e 3 fontes)
6	Larsen <i>et al</i> (2013)	Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia	Trondheim Noruega	10% (2 categorias e 2 fontes)	19% (1 categoria e 2 fontes)	70% (3 categorias e 5 fontes)
7	Escobedo <i>et al</i> (2014)	Universidade Nacional Autônoma do México	Cidade do México México	7% (1 categoria e 2 fontes)	93% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
8	Yazdani, Naderipour e Kamsah (2012)	Universidade de Tecnologia	Johor Malásia	Não calculado	100% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
9	Song <i>et al</i> (2014)	Universidade de E	Seul Coréia do Norte	% Não calculado 2 categorias e 2 fontes	% Não calculado (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
<b>10</b>	<b>Autor</b>	<b>UFS</b>	<b>Brasil/Sergipe</b>	<b>2,32%</b> <b>(4 categorias e 4 fontes)</b>	<b>5,01%</b> <b>(1 categoria e 1 fonte)</b>	<b>92,68%</b> <b>(7 categorias e 9 fontes)</b>

Fonte: Elaboração própria

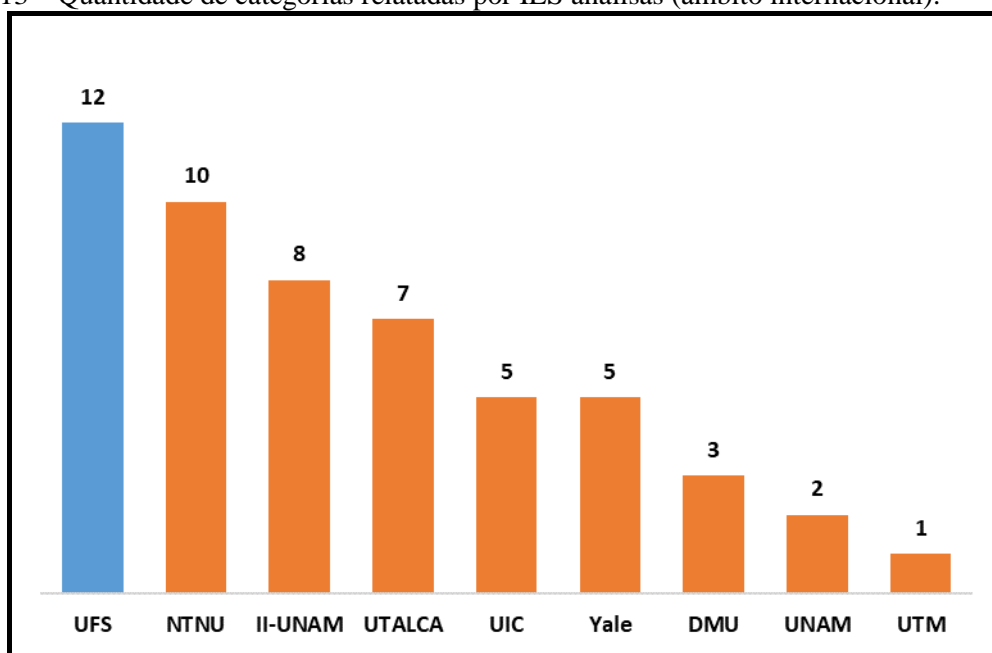
A análise conjunta do Quadro 22 e Tabela 18 indica que dentre as 10 (dez) pesquisas ali referidas, 7 (sete) inventários de GEE podem ser reputados como completos, pois 3 (três) deles não contabilizaram emissões do escopo 3. Importa ressaltar que, segundo o PBGHGP o

relato de emissões do escopo 3 é opcional, mas é fortemente recomendável o relato destas emissões quando elas contribuem significativamente para o total de emissões da organização inventariada (FGV; WRI, 2008). Ainda nesse sentido, LARSEN *et al*, 2013 afirma que o inventário só se torna completo com análise de emissões do escopo 3.

No caso das IES, o relato de emissões do escopo 3 é particularmente importante por se identificar a realização de atividades relacionadas as várias categorias nele abrangidas, em especial, a seguintes: viagens a negócios, deslocamento de funcionários e alunos (casa-trabalho), bens e serviços adquiridos, descarte de resíduos (*vide* item 4.4).

O Gráfico 13 ilustra a quantidade de categorias relatadas por IES dentre as pesquisas internacionais e a realizada nesta tese, valendo destacar que o inventário da UFS foi o que contabilizou o maior número de categorias em um total correspondente a 12.

Gráfico 13 – Quantidade de categorias relatadas por IES analisadas (âmbito internacional).

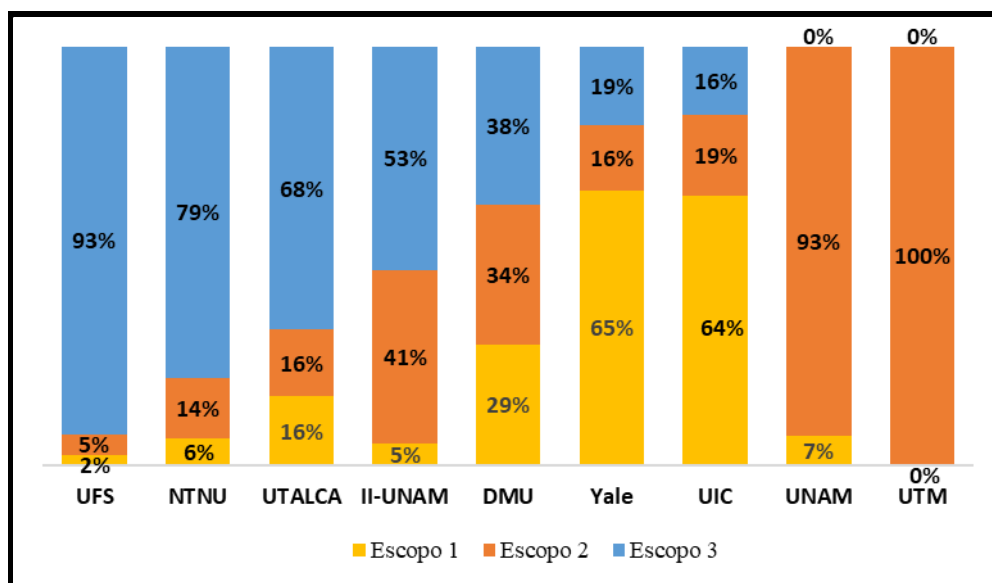


Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 14 ilustra os dados do Quadro 22 sob outro aspecto, demonstrando em números percentuais, os resultados dos inventários analisados, indicando que dentre os 7 (sete) inventários de GEE que contemplaram os 3 (três) escopos, em 4 (quatro) deles as maiores emissões correspondem ao escopo 3, inclusive, o inventário da UFS com 93% das emissões.



Gráfico 14 – Percentual dos escopos nos inventários das IES internacionais em comparação a UFS



Fonte: Elaboração própria.

É preciso atentar, no entanto, para o fato de que a comparação entre instituições para o escopo 3 não se afigura confiável, se não houver identidade entre as categorias analisadas (GUERECA; TORRES; NOYOLA, 2013).

Conforme se observa do Quadro 22, entre as IES ali listadas, depreende-se inexistir identidade entre as categorias analisadas do escopo 3. Na UFS, por exemplo, foram contabilizados serviços comprados ou adquiridos, mas na UIC, DMU, Yale, UTALCA estes dados não foram considerados. Deslocamento de funcionários e alunos (casa-trabalho) foi considerado na UFS, II-UNAM, UIC e não foram computados na DMU.

Deste modo, a análise deve convergir também para outros indicadores, optando-se nesta tese, pela comparação dos resultados no que se refere também ao número populacional e a quantidade de emissões de GEE por IES, conforme Tabela 19.

Tabela 19 - Indicadores de população x emissões de GEE das IES internacionais e UFS.

Ref	Indicador	Und	UFS	II-UNAM	UIC	DMU	Yale	UTALCA	NTNU	UNAM	UTM	UE
1	População	Und	36.795	1.076	20.125	25.580	ND	1.568	25.500	155.200	25.911	22.000
2	Emissões	tCO <sub>2e</sub>	32.599	1.577	275.000	51.050	325000M	1.569	92.000	50	47.677.000.000	29.701
3	Emissões/População	tCO <sub>2e</sub> /Und	0,89	1,47	13,66	2,00	-	1,00	3,61	0,00032	1.840.029,33	1,35

Fonte: Elaboração própria

Dentre as IES internacionais que mais se assemelham em seus inventários, por ter contabilizado o escopo 3 entre as maiores emissões de GEE, quais sejam, a UFS, NTNU, UTALCA e II-UNAM, depreende-se que a primeira é a responsável por 0,89 tCO<sub>2e</sub> *per capita*, enquanto que NTNU, UTALCA e II-UNAM emitem, respectivamente, 3,61 tCO<sub>2e</sub>, 1 tCO<sub>2e</sub>, 1,47 tCO<sub>2e</sub>, conforme indica a Tabela 19.

Ainda quando comparamos as 4 (quatro) IES que contabilizaram emissões do escopo 3 dentre as maiores emissões, verifica-se que somente os inventários da UFS e NTNU abrangeram toda a instituição, enquanto as demais só compreenderam um Departamento (II-UNAM) ou um Campus (UTALCA).

Dessa forma, é possível concluir que quanto maior o limite organizacional da IES inventariada, mais representativas serão as emissões do escopo 3, como demonstrado no Gráfico 14, devendo haver especial atenção para os fins comparativos e análise de dados globais sem levar em conta identidade entre as categorias analisadas.

Também é possível concluir que as 2 (duas) categorias que estão destacadas na cor laranja no Quadro 22 podem ser excluídas da análise para fins de aplicação de um método de inventário de emissões de GEE, pela inaplicabilidade a IES. Elas correspondem a: a) no escopo 1, categoria 3, processos industriais; e b) no escopo 3, categoria 3, atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos escopos 1 e 2.

#### **4.8.2 Cenário Nacional**

O Quadro 23 demonstra a comparação entre os inventários de GEE das IES nacionais e a UFS, com inclusão de seus resultados.

Quadro 23 – Emissões totais (tCO<sub>2e</sub>) IES nacionais e UFS.

ESCOPO	CATEGORIAS	UFS	UFU	UNICAMP Limeira	PUC RIO	UFV	UNOESC	UTFPR		UFT	UNISINOS	
								Morão	Curitiba			
ESCOPO 1	1 - Combustão estacionária	66	NR	NR	C-ND	NR	NR	884	43	1	4,71	
	2 - Combustão móvel	337	682	0,08	C-ND	NR	NR	26	48	154	76	
	3 - Processos industriais	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	4 - Emissões fugitivas	236	NR	NR	C-ND	NR	NR	6	NR	NR	262	
	5 - Emissões agrícolas	NC	NR	NR	NR	3.071	NR	NR	NR	NR	NR	
	6 - Mudança de uso do solo	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	10	NR	
	7 - Resíduos Sólidos	NC	NR	NR	NR	1.000	NR	2	NR	NR	200	
	8 - Efluentes Líquidos	115	NR	NR	NR	751	NR	60	NR	NR	56	
ESCOPO 2	Aquisição de energia elétrica	1.633	1.687	94	13	1.212	10	76	75	53	1.329	
ESCOPO 3	Upstream	1. Serviços comprados ou adquiridos	3.414	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		2. Bens de consumo e capital	2.098	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		3. Atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos Escopos 1 e 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		4. Transporte e distribuição (upstream)	5.622	NR	56	NR	NR	NR	NR	NR	NR	305
		5. Resíduos gerados nas operações	4.956	NR	1.917	C-ND	NR	NR	NR	153	NR	NR
		6. Viagens a negócios	55	NR	NR	C-ND	NR	NR	NR	NR	NR	475
		7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	10.449	NR	NR	C-ND	NR	NR	NR	1.060	NR	NR
		8. Bens arrendados (a organização como arrendatária)	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Downstream	9. Transporte e distribuição (downstream)	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		10. Processamento de produtos vendidos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		11. Uso de bens e serviços vendidos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		13. Bens arrendados (a organização como arrendadora)	3.618	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		14. Franquias	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		15. Investimentos	NC	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
<b>TOTAL</b>		<b>32.600</b>	<b>2.369</b>	<b>2.066</b>	<b>5.781</b>	<b>6.034</b>	<b>10</b>	<b>1.055</b>	<b>1.379</b>	<b>218</b>	<b>2.706</b>	

Fonte: Elaboração própria com base na pesquisa realizada

NA – Não Aplicável / NR – Não Relatado pelas IES nacionais / C-ND – Contabilizado-Não Disponibilizado / NC – Não Contabilizado por falta de informação na UFS

A Tabela 20 retrata a comparação entre o inventário da UFS e IES no plano nacional, indicando os resultados das emissões em números percentuais por escopo, além do número de categorias e fontes analisadas em cada pesquisa.

Tabela 20 – Análise comparativa UFS x IES (plano nacional)

	Pesquisas científicas	Instituição de Ensino e Pesquisa	Local	Resultados por escopo		
				01	02	03
1	Gonzaga (2016)	Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia MG	29% (1 categoria e 1 fonte)	71% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
2	Gonçalves e Pozza (2016)	Unicamp	Limeira SP	0,47% (2 categorias e 2 fontes)	4,53% (1 categoria e 1 fonte)	95% (2 categorias e 2 fontes)
3	Carvalho, Van Elk e Romanel (2017)	PUC	Rio de Janeiro RJ	1,78% (3 categorias e 3 fontes)	0,22% (1 categoria e 1 fonte)	98% (2 categorias e 2 fontes)
4	Brianeze <i>et al</i> (2014)	Universidade Federal de Viçosa	Viçosa MG	80% (5 categorias e 5 fontes)	20% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
5	Melara, Kaminski e Langer (2011)	Universidade Unoesc	Xanxerê SC	Não calculado	100% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
6	Yabushita (2013)	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Campo Mourão PR	96,02% (4 categorias e 4 fontes)	3,98% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
7	Da Cruz e D`Avila (2013)	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Curitiba PR	6,54% (2 categorias e 2 fontes)	5,46% (1 categoria e 1 fonte)	88% (2 categorias e 3 fontes)
8	Santos <i>et al</i> (2010)	Universidade Federal do Tocantins	Palmas TO	76% (3 categorias e 3 fontes)	24% (1 categoria e 1 fonte)	Não calculado
9	Preuss (2017)	Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	São Leopoldo RS	22% (5 categorias e 5 fontes)	49% (1 categoria e 1 fonte)	29% (2 categorias e 2 fontes)
<b>10</b>	<b>Autor</b>	<b>UFS</b>	<b>São Cristóvão SE</b>	<b>2,32%</b> <b>(4 categorias e 4 fontes)</b>	<b>5,01%</b> <b>(1 categoria e 1 fonte)</b>	<b>92,68%</b> <b>(7 categorias e 9 fontes)</b>

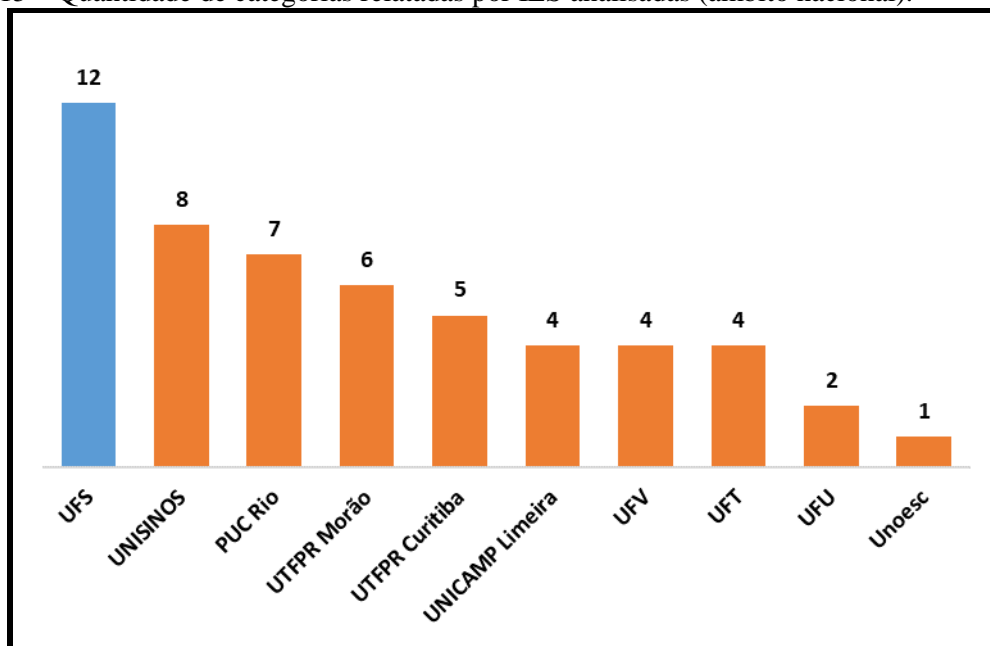
Fonte: Elaboração própria

Dentre os 10 inventários listados na Tabela 20, somente 5 (cinco), inclusive o da UFS, contabilizaram emissões do escopo 3, o que demonstra a incompletude de metade das

pesquisas nacionais em relação à contabilização de inventário de GEE, considerando que as categorias deste escopo são particularmente relevantes quando se trata de IES.

O Gráfico 15 ilustra a quantidade de categorias relatadas por IES dentre as pesquisas nacionais e a realizada nesta tese. O inventário da UFS foi o que contabilizou o maior número de categorias em um total correspondente a 12.

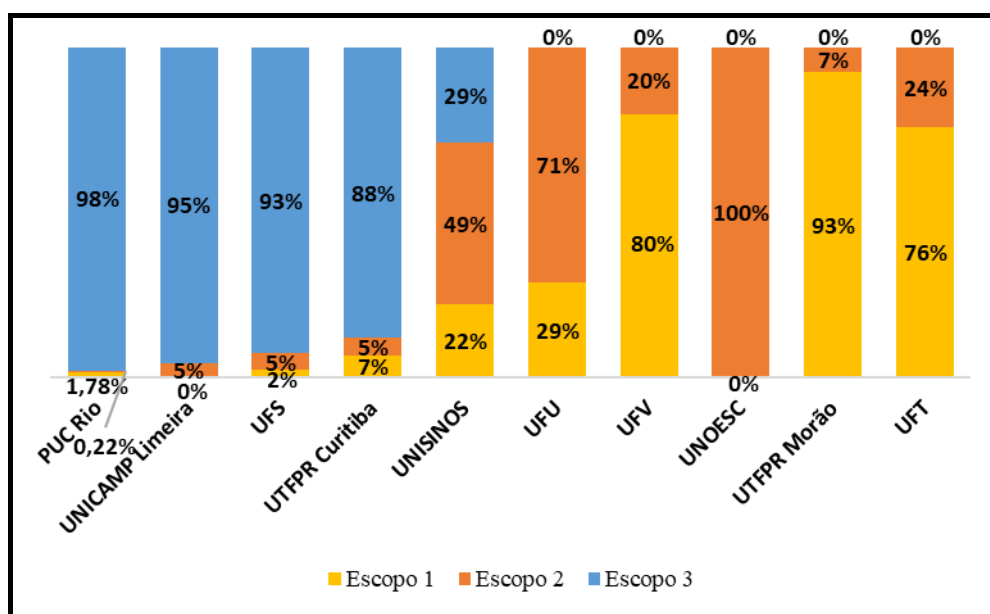
Gráfico 15 – Quantidade de categorias relatadas por IES analisadas (âmbito nacional).



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 16 ilustra os dados do Quadro 23 sob outro aspecto, demonstrando em números percentuais, os resultados dos inventários analisados, indicando que dentre os 5 (cinco) inventários de GEE que contemplaram os 3 (três) escopos, em 4 (quatro) deles as maiores emissões correspondem ao escopo 3, inclusive, o inventário da UFS com 93% das emissões.

Gráfico 16 – Percentual dos escopos nos inventários das IES nacionais em comparação a UFS



Fonte: Elaboração própria.

Dentre as categorias analisadas no escopo 3, a instituição que mais se assemelha a UFS é a PUC-RIO, onde foram relatadas as emissões provenientes de resíduos gerados nas operações, viagens a negócios e deslocamento de funcionários/alunos (casa-trabalho). Por outro lado, houve divergência quanto ao cômputo dos serviços comprados ou adquiridos, bens de consumo e de capital, transporte e distribuição (*upstream*) e bens arrendados (a organização como arrendadora) que foram contabilizados para a UFS ao passo que na PUC-RIO não foram relatadas.

Quando comparados os resultados dos inventários invocando os indicadores referentes ao número populacional e a quantidade de emissões de GEE por IES, tem-se os resultados registrados na Tabela 21.

Tabela 21 - Indicadores de população x emissões de GEE das IES nacionais e UFS.

Ref	Indicador	Und	UFS	UFU	UNICAMP Limeira	PUC RIO	UFV	Unoesc	UTFPR		UFT	UNISINOS
									Morão	Curitiba		
1	População	Und	36.795	NR	1.572	19.699	NR	NR	1.940	10.797	NR	NR
2	Emissões	tCO <sub>2e</sub>	32.599	2.369	2.066	5.781	6.034	10	955	1.378	218	2.706
3	Emissões/População	tCO <sub>2e</sub> /Und	0,89	NR	1,31	0,29	NR	NR	0,49	0,13	NR	NR

Fonte: Elaboração própria

Dentre as IES nacionais que mais se assemelham em seus inventários, por ter contabilizado o escopo 3 entre as maiores emissões de GEE, quais sejam, a UFS, UNICAMP, PUC-RIO e UTFPR CURITIBA, depreende-se que a primeira é a responsável por 0,89 tCO<sub>2e</sub> *per capita*, enquanto que as demais emitem, respectivamente, 1,31 tCO<sub>2e</sub>, 0,29 tCO<sub>2e</sub>, 0,13 tCO<sub>2e</sub>, conforme indica a Tabela 21.

Ainda quando comparamos as 4 (quatro) IES que contabilizaram emissões do escopo 3 dentre as maiores emissões, verifica-se que somente o inventário da UFS abrangeu toda a instituição, enquanto as demais só compreenderam um determinado Campus (UNICAMP, PUC-RIO e UTFPR CURITIBA).

Dessa forma, as mesmas conclusões expostas quando da análise em relação as IES internacionais são ratificadas quando se converge a análise para as IES nacionais.

## **5 ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) PROPOSTAS PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS)**

Conjuntamente com os inventários de GEE, outras ações de mitigação têm sido propostas, como a neutralização de GEE, que corresponde a compensação de emissões oriundas de determinada(s) atividades(s) através de iniciativas de redução e/ou remoção como reflorestamento, conservação de áreas verdes ou compras de crédito no mercado de carbono (BRIANEZI *et al*, 2014).

Importa destacar que nesta pesquisa não foi possível a contabilização das emissões evitadas por arborização, florestas nativas e plantadas, rebanhos e manejo de dejetos de animais, pois a UFS não dispõe de registro dos dados necessários para tanto, a exemplo de número de cubagem rigorosa em pé dos indivíduos arbóreos, densidade básica e do teor do carbono adotado, como também dispõe de uma quantidade ínfima de animais, constituindo-se esta em uma das limitações deste trabalho.

Reforça-se neste item a necessidade da atualização constante do inventário de contabilização de GEE de agora em diante, além de um programa mais amplo de educação ambiental, envolvendo editais internos que favoreçam projetos aplicados de extensão sobre as questões climáticas e soluções possíveis dentro das aqui sugeridas e a elas complementares.

### **5.1 ESCOPO 1**

#### **a) Categoria 1 – Combustão estacionária**

Os geradores da UFS utilizam combustível de origem fóssil (óleo diesel), que são responsáveis por emissões de GEE significativas, sendo recomendável a substituição deste por outros combustíveis menos poluentes, a exemplo do gás natural (ESCOBEDO *et al*, 2014; BRIANEZE *et al*, 2014). Na UFS, inclusive, já existem estudos neste sentido, sendo pretendida a substituição dos 06 (seis) geradores por um único, movido a gás que atenda toda a demanda.

#### **b) Categoria 2 – Combustão móvel**



Para estas emissões, percebe-se ser possível a redução através da adoção de condutas que priorizem o controle do consumo através da renovação da frota pela aquisição de veículos classificados como A ou B pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular ou movidos a combustíveis menos poluentes, como por exemplo, etanol (*flex*), GNV ou eletricidade e equipados por dispositivos de GPS (ESCOBEDO *et al*, 2014; BRIANEZE *et al*, 2014).

Outra recomendação importante consiste em instalar dispositivos de GPS nos veículos que já compõem a frota, capazes de registrar a distância percorrida e locais visitados para controle e redução do consumo de combustíveis (TORRES, 2019).

Noutra frente, percebe-se necessária a realização de revisões periódicas da frota objetivando detectar algum problema de manutenção, evitando o consumo desnecessário de combustível (DA CRUZ; D'AVILA, 2013).

Além disso, campanhas de conscientização e incentivo à programas de compras verdes poderia se estimular o abastecimento com etanol.

#### c) Categoria 3 - Emissões Fugitivas

Como medida de redução das emissões fugitivas, sugere-se a eliminação ou redução máxima da utilização de gases refrigerantes sintéticos R407C e R22(HCFC-22), com potencial de aquecimento global corresponde a 1774 e 1810, respectivamente, preferindo o uso de refrigerantes naturais como, por exemplo, amônia (R-717), dióxido de carbono (R-744) e HCs (R-600a, R-290 e R-1270), com potencial de aquecimento global menor ou igual a 1 e menor ou igual a 3, respectivamente (ver Anexo C).

Outra ação que pode ser adotada refere-se à aquisição de equipamentos de ar condicionado mais eficientes (ESCOBEDO *et al*, 2014; KLEIN-BANAI *et al*, 2010, classificados como A ou B pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem.

#### d) Categoria 7 – Efluentes Líquidos

Cumprir frisar que a ETE instalada em 2015 teve por objetivo utilizar o efluente tratado na irrigação da vegetação de parte do campus São Cristóvão. O lodo, decorrente do processo, passaria por um processo de compostagem para posterior utilização no paisagismo da

instituição. Já os gases, que também resultariam do processamento, serviriam como fonte de energia limpa (UFS, 2015). No entanto, atualmente, isso não vem ocorrendo, conforme informações fornecidas pela Divisão de Asseio e Jardinagem (DIAJI), devido a questões relacionadas à ausência de finalização integral do projeto.

Para redução destas emissões, portanto, sugere-se a finalização do projeto da ETE para que se cumpra efetivamente o seu objetivo inicial. Também se faz necessária a elaboração de projetos relacionados ao aproveitamento do metano recuperado no processo de tratamento de esgoto como forma de geração de energia limpa que, segundo Noyola *et al* (2013) configura-se como melhor opção tecnológica do ponto de vista ambiental dentre as diversas utilizadas na América Latina e Caribe.

Projetos que incluam aproveitamento/reutilização da água da chuva também é necessário, visando a redução de gastos com água utilizada em descargas em vasos sanitários, serviços de limpeza e jardinagem.

## 5.2 ESCOPO 2

No que diz respeito a redução das emissões deste escopo, tem-se que a UFS já está trilhando o caminho da sustentabilidade, com implantação de sistemas geradores de fontes de energia renovável e outras medidas de mitigação, como dito, sendo necessário impulsionar sempre a continuidade destes projetos, até como forma de economizar recursos e aplicá-los em outras necessidades da instituição (investimentos em projetos educacionais, por exemplo).

Só no ano de 2017, as despesas referentes aos contratos firmados para fornecimento de energia elétrica alcançaram o valor de R\$ 10.281.364,84, considerando impostos federais e estaduais, para atender uma demanda contratada de 3.550kW (fora-ponta<sup>8</sup>) e 2.950kW(ponta), no Campus São Cristóvão, de 300kW (fora-ponta) do Campus Itabaiana, de 650kW (fora-ponta) do Campus de Lagarto, de 80kW (fora-ponta) do Campus Laranjeiras, 154kW (fora-ponta) Campus Glória e de 600 kW (fora-ponta) do Hospital Universitário e outras demandas menores que não exigem a contratação diferenciada.

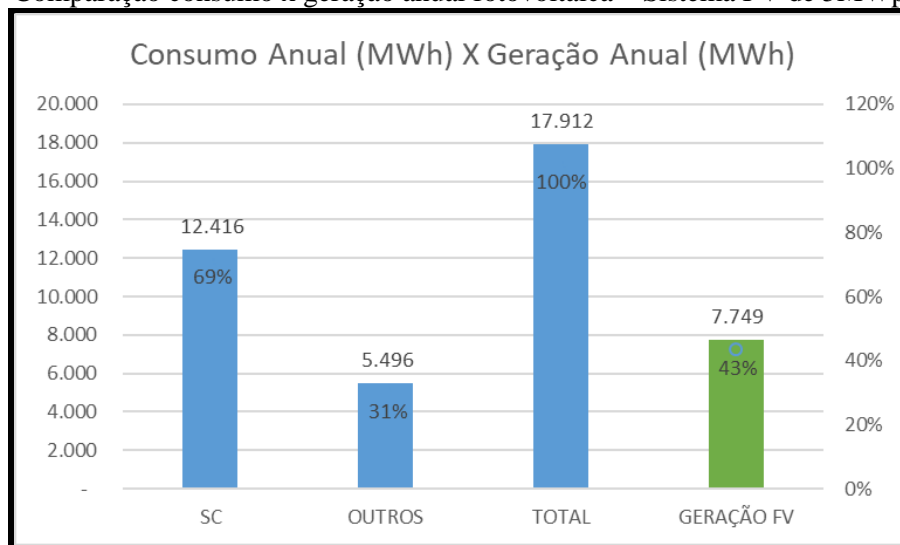
Cabe dizer que somados o consumo de energia de todos os outros Campi da UFS, a exceção do Campus São Cristóvão, tem-se que elas equivalem a 31% do total, conforme

---

<sup>8</sup> As expressões “ponta” e “fora-ponta” correspondem ao consumo de energia dentro e fora, respectivamente, do horário de ponta. Para o Estado de Sergipe, o horário que vai das 17h30min às 20h30min corresponde ao horário de ponta, cujo valor da tarifa é maior comparado ao horário fora-ponta.

ilustra ao Gráfico 17. Em um cenário otimista, mesmo que a instituição alcance o limite de geração fotovoltaica permitido por lei (5MWp), contudo, não atingirá a autossuficiência, mas suprirá a demanda exigida por todos os outros Campi, o que representa grandes ganhos não só ao meio ambiente como também financeiros (este último de aproximadamente R\$ 2.641.197,00 anual). Em se confirmando esse cenário a energia fotovoltaica será responsável por 43% do consumo total da instituição, conforme consta também do Gráfico 17.

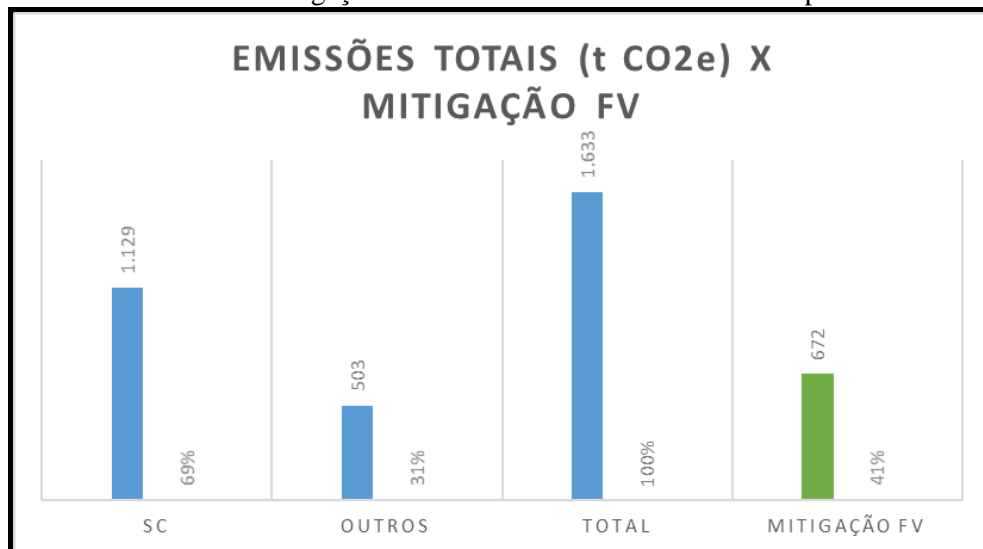
Gráfico 17 – Comparação consumo x geração anual fotovoltaica – Sistema FV de 5MWp



Fonte: Elaboração própria baseada no consumo de energia da UFS (2017) e simulação de um projeto fotovoltaico de 5MWp.

Sobre outro aspecto, ainda se referindo ao mesmo cenário otimista, caso se alcance o limite de geração fotovoltaica permitido em lei (5MWp), cabe destacar que a UFS reduzirá suas emissões originárias do consumo de energia em 41%, conforme retrata do Gráfico 18.

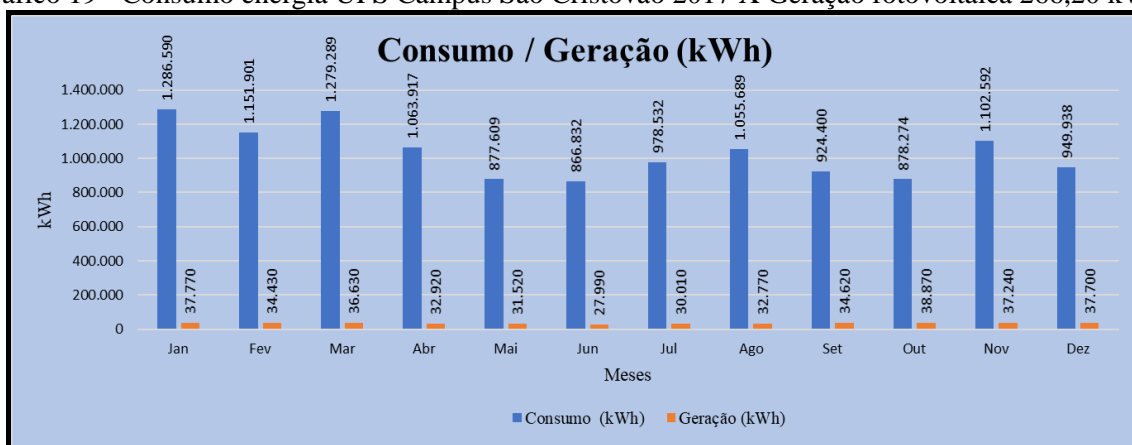
Gráfico 18 – Emissões totais x mitigação fotovoltaica – Sistema FV de 5MWp



Fonte: Elaboração própria baseada no consumo de energia da UFS (2017) e simulação de um projeto fotovoltaico de 5MWp.

Atualmente, a geração fotovoltaica total da UFS compreende um sistema de 266,20kWp, que corresponde a uma geração média mensal de 34.372,50kWh, conforme ilustrado no Gráfico 19:

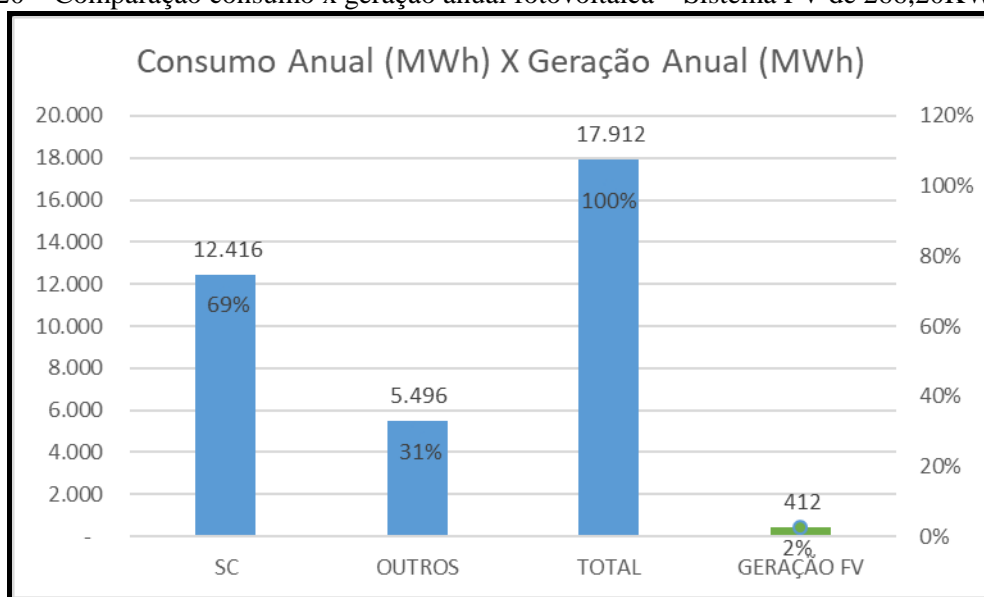
Gráfico 19 - Consumo energia UFS Campus São Cristóvão 2017 X Geração fotovoltaica 266,20 kWp



Fonte: Elaboração própria baseado no consumo de energia da UFS (2017).

A geração fotovoltaica da UFS atualmente corresponde a 2% do consumo total da instituição, conforme demonstrado no Gráfico 20.

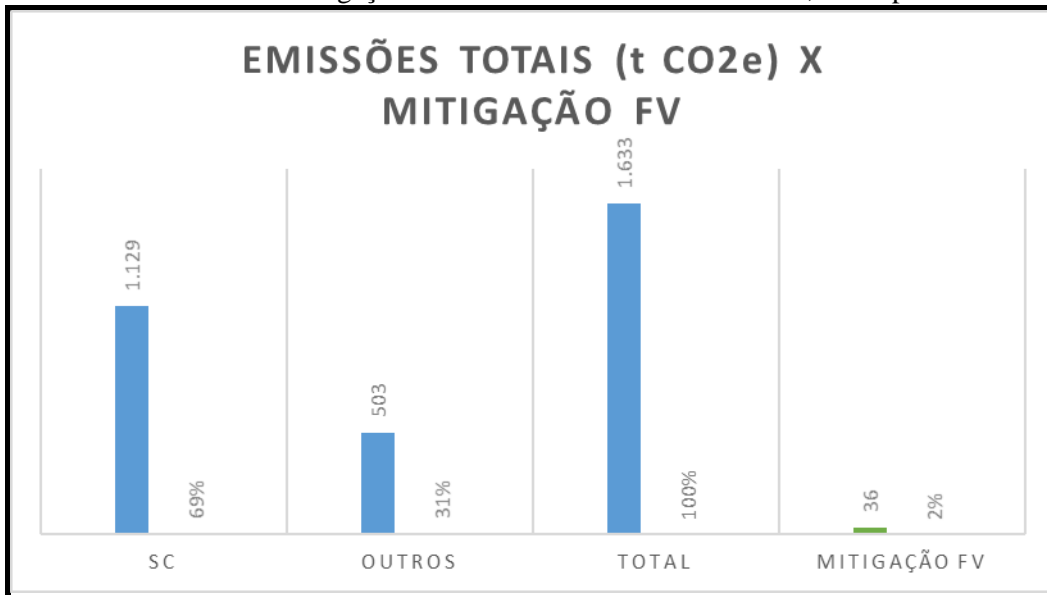
Gráfico 20 – Comparação consumo x geração anual fotovoltaica – Sistema FV de 266,20KWp



Fonte: Elaboração própria baseado no consumo de energia da UFS (2017).

Através do sistema fotovoltaico já instalado, a UFS evita a emissão de 36 tCO<sub>2</sub>, que corresponde a 2% das emissões através do consumo de energia elétrica, como retrata o Gráfico 21.

Gráfico 21 - Emissões totais x mitigação fotovoltaica – Sistema FV de 266,20KWp



Fonte: Elaboração própria baseado no consumo de energia da UFS (2017).

É preciso, portanto, continuar nesse caminho, como forma de mitigar as emissões desta categoria, aproveitando o potencial favorável do clima onde estão instalados os Campi da UFS, explorando, principalmente a energia solar (YASDANI, 2012) ou outras fontes de energia renováveis.

Ademais, a UFS pode considerar na execução de seu plano de expansão e construção de novas edificações ou mesmo na modernização de antigas construções, modelos com arquitetura que aproveitem a luz solar e a ventilação natural. Podem ser utilizadas também tecnologias mais eficientes, a exemplo de iluminação por lâmpadas LED com sensores de presença, ar condicionado e aparelhos eletro/eletrônicos mais eficientes (GUERECA; TORRES; NOYOLA, 2013; ESCOBEDO *et al*, 2014; KLEIN-BANAI *et al*, 2010; SONG, 2014; DA CRUZ; D'AVILA, 2013), classificados como A ou B pelo Programa Brasileiro e Etiquetagem.

Outra forma de mitigar as emissões de gases originárias desta categoria seria a instalação de medidores de eletricidade individualizados nos edifícios da instituição, com o objetivo de identificar individualmente os gastos de cada um deles e assim obter um maior controle e monitoramento do consumo.

### 5.3 ESCOPO 3

#### a) Categoria 1 – Serviços comprados ou adquiridos

Para redução destas emissões a UFS precisa primar pela eficiência na contratação de serviços, objetivando redução de custos, mas ao mesmo tempo realizando contratações inteligentes de prestadores de serviços que invistam em capacitação dos colaboradores conscientes da utilização adequada de produtos de limpeza, água e energia e adote práticas sustentáveis (coleta seletiva do lixo e recicláveis).

#### b) Categoria 2 - Bens (consumo e de capital)

Para redução destas emissões, propõe-se que ao se realizar novas aquisições de bens seja observado não apenas a eficiência dos equipamentos, mas também se opte por modelos classificados como A ou B pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem, considerados menos poluentes.

Outra prática de mitigação que pode ser incentivada consiste em conscientizar professores, servidores e alunos a evitar a produção de lixo ou resíduos sólidos, com o reaproveitamento/reciclagem de materiais que assim possam ser utilizados (exemplo, papel e copos), visando reduzir custos de novas aquisições, através de companhias (DA CRUZ; D'ÁVILA, 2013).

#### c) Categoria 4 – Transporte e Distribuição

Em relação a esta categoria, sugere-se que os processos de compostagem<sup>9</sup>, biodigestão e incineração sejam realizadas na própria IES, pois eles são capazes de mitigar as emissões de GEE geradas a partir do transporte envolvendo a coleta, acondicionamento e traslado de resíduos sólidos (GOMES, 2018).

---

<sup>9</sup> Transformação da matéria orgânica dos resíduos sólidos em composto para ser utilizado na agricultura. É um processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal que necessita de um controle rigoroso da qualidade do resíduo a fim de se evitar a geração de um composto orgânico com contaminantes (FELIPETTO, 2007)

Além disso, recomenda-se que nas contratações de prestadores de serviços para a instituição se inclua exigência relacionada à preferência pela utilização de veículos movidos a biocombustíveis, menos poluentes.

d) Categoria 5 – Resíduos gerados nas operações

Em termos de sustentabilidade, o melhor é sempre promover a não geração do resíduo ou na hipótese de gerar, promover sua reutilização e reciclagem, respectivamente (GOMES, 2018).

A UFS já realiza um trabalho de seleção dos resíduos para reciclagem, mas o que se observa é que não há uma política de conscientização da população estudantil, servidores e professores, que reforcem a necessidade de separação do lixo, o que aprimoraria o descarte e o reaproveitamento ou reutilização.

Como forma de reduzir as emissões desta categoria pela UFS, necessário implantar política de conscientização e incentivar projetos destinados à criação de hortas que utilizem a técnica de compostagem para aproveitamento dos resíduos sólidos (originários de resíduos alimentares, madeira, jardim e parque), o que pode acarretar, também, redução de custos na aquisição destes insumos para utilização nos restaurantes universitários e em cursos relacionados à aplicação de técnicas agrícolas.

Na hipótese de existirem resíduos sólidos urbanos gerados e disponibilizados para descarte, iniciativas locais e comunitárias como compostagem, biodigestão e incineração já são capazes de mitigar o problema do acúmulo desenfreado de sólidos para disposição em aterro e os problemas de logística envolvendo coleta, acondicionamento e traslado dos resíduos, ao mesmo tempo em que gera aquecimento para processos industriais ou eletricidade para consumo (GOMES, 2018).

A geração de eletricidade através da incineração baseia-se na produção de gases pela combustão dos resíduos sólidos urbanos, gases esses que estão em elevada temperatura e são capazes de vaporizar a água para movimentar turbinas a vapor. Não somente a incineração, mas processos como a gaseificação de resíduos também possibilitam aproveitamento energético. A diferença está no fato de a gaseificação destruir os materiais pelo calor sem ocorrer a combustão completa, formando gás de síntese que pode ser utilizado para a geração de eletricidade ou de combustíveis líquidos pelo processo de Fischer-Tropsch (GOMES, 2018).

Cabe ressaltar que, diferentemente da compostagem, a biodigestão não precisa da intervenção humana para o tratamento de resíduos orgânicos, pois todo o processo é feito em um biodigestor, sistema fechado em que os gases produzidos (biogás) são coletados e armazenados em compartimentos chamados gasômetros, que promove a conversão de compostos orgânicos complexos em produtos simples por microrganismos anaeróbios (GOMES, 2018).

MOURA (2017) realizou estudo indicativo de que a queima do biogás gerado a partir da biodigestão de resíduos orgânicos do Restaurante Universitário da Central da Cidade Universitária da UFRJ seria capaz de produzir aproximadamente 177,6 KWh/dia de eletricidade, suficiente a atender uma demanda de aproximadamente 33 casas de acordo com o consumo médio mensal residencial em 2015 divulgado pela EPE. Este, portanto, é um bom exemplo de aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados pelos restaurantes, praças de alimentação dos espaços das vivências, para geração de eletricidade e aproveitamento energético do biogás e do efluente líquido (fruto da biodigestão anaeróbica) como biofertilizantes em hortas e jardins (inclusive para a elaboração de telhados verdes).

É importante também manter uma gestão integrada de resíduos, que envolve toda a parte de promoção de incentivos a logística reversa, criar centros de triagem e separação de materiais recicláveis, fazer aproveitamento energético e incorporar os resíduos nos processos de produção de novos materiais (GOMES, 2018).

Um olhar mais cuidadoso para os resíduos e sua destinação pode fazer surgir não só oportunidades de redução de emissão de GEE e geração de energia limpa, mas também impulsionar recursos e empregos com movimentação da economia. Ainda que a UFS não tenha por objetivo final a obtenção do lucro, é inequívoco que necessita de recursos para impulsionar suas atividades acadêmicas e de pesquisas e a melhor gestão dos seus resíduos sólidos pode ser um caminho a seguir em direção a isso, como por exemplo, o uso dos resíduos orgânicos, provenientes dos restaurantes universitários da UFS e também do restaurante do HU, para produção de biogás e alimentos, que seriam utilizados por esses mesmos restaurantes, gerando assim uma economia de recursos.

#### e) Categoria 6 – Viagens a negócios

Para redução das emissões não somente de GEE, mas até de recursos financeiros e humanos, a UFS pode evitar a realização de viagens pelo modal aéreo em que se exija a



presença física por reuniões através de videoconferência, quando for possível (GUERECA; TORRES; NOYOLA, 2013; PREUSS, 2017).

f) Deslocamento de funcionários e alunos (casa-trabalho)

Para redução das emissões desta categoria seria necessário investir em melhorias do sistema de transporte coletivo, através da utilização de veículos menos poluentes (movidos a biodiesel ou eletricidade).

Nesse sentido, cabe o registro de que a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) desenvolve um projeto do ônibus elétrico (e-Bus), movido 100% a energia solar, que está em funcionamento desde o ano de 2016 (UFSC, 2019). O transporte está disponível à população para deslocamento do trajeto entre o Campus daquela instituição e o Sapiens Parque e já rodou quase 100 mil quilômetros, sendo mantido através de financiamento coletivo para captação de recursos e patrocínios (UFSC, 2019).

A UFS poderia também em parceria com a UFSC dar início a utilização do e-Bus no Estado de Sergipe, visando atender à necessidade de utilização do transporte público não só dos alunos, mas também demais funcionários para deslocamento até a instituição, ao menos da capital (Aracaju), cujo território é pequeno. A ideia é de que fossem adquiridos 03 (três) ônibus, para deslocamento entre a região Norte de Aracaju – UFS, Centro de Aracaju – UFS e Sul de Aracaju - UFS em horários específicos (antes do início e fim de cada turno).

Outras medidas de mitigação que podem ser adotadas, dizem respeito às relacionadas à utilização de veículos movidos a biocombustíveis, incentivo a caronas por aplicativo (carona segura que poderia ser criado pela UFS) com acesso a toda a comunidade da UFS, como também a implantação do teletrabalho ou trabalho remoto (VASQUEZ *et al*, 2015, CARVALHO; VAN ELK; ROMANEL, 2017) e teleaula.

Por fim, nos Quadro 31 e 32 do Anexo B são elencadas medidas de sustentabilidade que podem auxiliar as IES, de acordo com a realidade identificada nos respectivos inventários, a reduzir as emissões de GEE.

g) Categoria 13 – Bens arrendados (a organização como arrendadora)

Para esta categoria sugere-se que nos contratos concessão ou permissão de uso de bem da UFS sejam incluídas cláusulas que imponham ao concessionário ou permissionário adoção

de medidas eco-eficientes como, por exemplo, uso de equipamentos de iluminação, refrigeração, ar condicionado e de informática mais eficientes e instalação de sensores de presença.

Além disto, recomenda-se que seja solicitado do concessionário ou permissionário do bem público o encaminhamento mensal do consumo de energia para fins de acompanhamento e registro possibilitando a elaboração do cálculo destas emissões mais próximo da realidade.

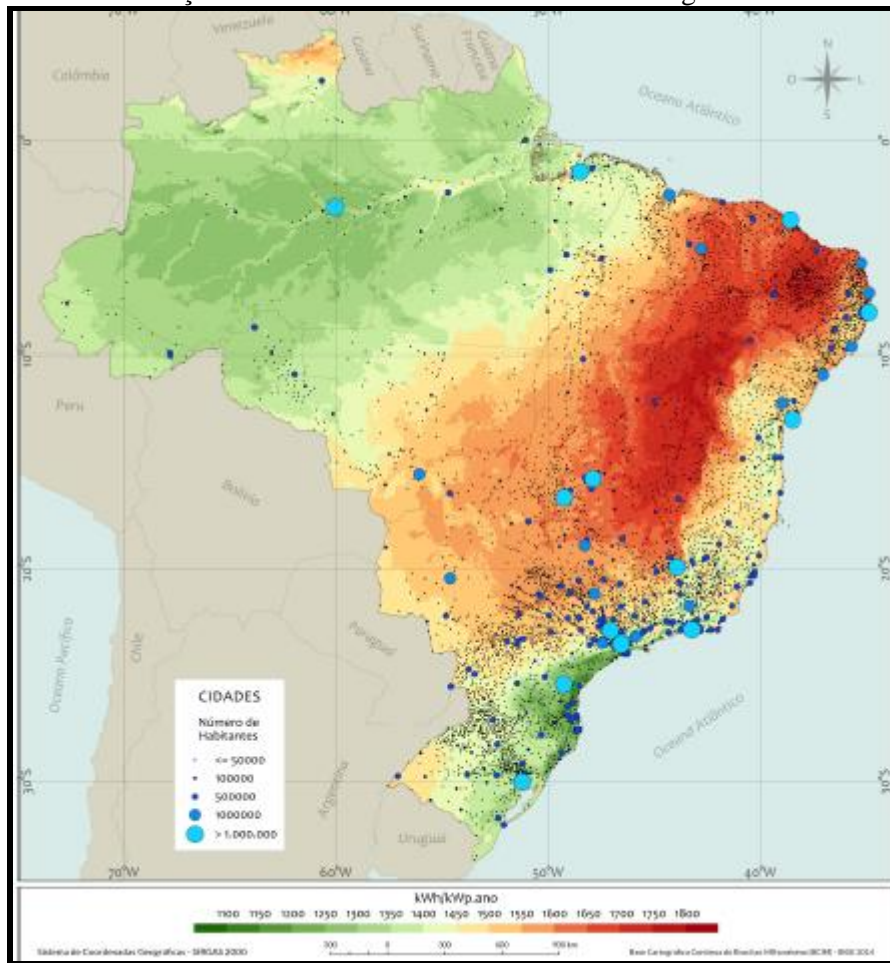
#### 5.4 VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA DAS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO

Diante do que restou analisado e discutido nos capítulos anteriores, percebe-se que a realização de inventário por meio da contabilização de emissões de GEE contribui não somente com um meio ambiente sustentável e para o alcance das metas a que o Brasil se comprometeu por meio de NDC no Acordo de Paris, mas também pode possibilitar a abertura de caminhos alternativos para economia de recursos financeiros que podem ser aplicados em outras necessidades da instituição, no caso da UFS, investimentos em projetos educacionais, por exemplo, conforme dito no item 4.8.2.

Para que a UFS alcance o limite de geração fotovoltaica permitido pela Resolução Normativa da ANEEL n.º 482, de 17 de abril de 2012, qual seja, 5MWp, sugeriu-se como uma das estratégias de mitigação, o aprofundamento e implantação de projetos de energia fotovoltaica suficiente para atendimento da demanda exigida para os Campi Lagarto, Itabaiana, Laranjeiras, da Saúde (Hospital Universitário) e Glória, o que representa ganhos da ordem de aproximadamente R\$ 2.641.197,00 por ano. Este capítulo, portanto, tem por objetivo realizar um estudo de viabilidade econômica do sistema fotovoltaico de 5MWp.

Inicialmente, é preciso deixar assentado que o Brasil é privilegiado em termos de radiação solar. O Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017) registra que essa radiação varia de 1100 a 1800 kWh/kWp.ano, conforme Figura 6.

Figura 6 - Potencial de Geração Solar Fotovoltaica – Rendimento Energético Anual



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017)

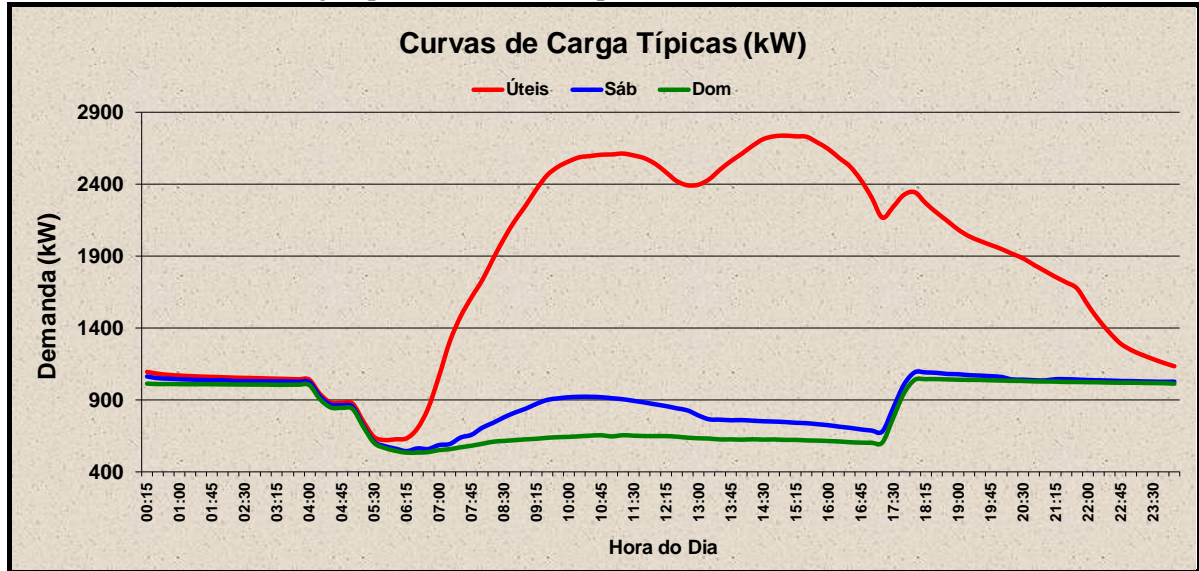
A região Nordeste, por seu turno, apresenta a maior disponibilidade energética solar, seguida pela região do Centro-Oeste, segundo se observa da Figura 6. A UFS, por estar localizada em um estado da região Nordeste, pode e deve aproveitar essa condição da natureza para gerar energia.

Em segunda ordem de ideias, cumpre registrar que gerar energia através da captação da força do sol requer utilização de tecnologia sem qualquer processo de combustão. Sua utilização em larga escala minimiza os impactos originados pelos combustíveis fósseis durante a sua extração, transformação, transporte e combustão, podendo ser denominada como energia limpa (ALDABÓ, 2002). Comparadas às usinas termelétricas, movidas a carvão, gás natural e óleo diesel, as usinas solares apresentam emissão zero de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no meio ambiente.

Pois bem. O Gráfico 22 retrata as curvas de carga típicas das demandas de potência elétrica nos dias úteis, sábado, domingos e feriados da UFS (Campus São Cristóvão). Nos

dias úteis, representado pela linha vermelha, o consumo de energia entre os horários das 7h às 17:45hs é muito alto, chegando aproximadamente 2.900kW de potência média consumida. Essa tendência permanece durante todo o dia, no período em que há incidência da luz do sol.

Gráfico 22 – Curvas de carga típicas da UFS (Campus São Cristóvão)



Fonte: Elaboração própria baseada no consumo de energia da UFS (2017).

A análise dos dados constantes no Gráfico 22 demonstra que o aproveitamento da luz solar como forma de gerar eletricidade pode ser uma oportunidade para redução das despesas financeiras, diminuindo os gastos com energia elétrica e impostos correlacionados.

#### 5.4.1 Indicadores básicos importantes na análise econômica de projetos

##### 5.4.1.1 Análise de sensibilidade e risco

A análise de sensibilidade e de risco mostra como muda a lucratividade do projeto quando um ou mais parâmetros importantes são alterados individualmente ou simultaneamente. A ideia básica, ao se utilizar a técnica de análise de sensibilidade e de risco, é a de verificar quão sensível é a variação do Payback, VPL e da TIR quando há uma variação

de um dos componentes do Fluxo de Caixa. Os parâmetros que proporcionalmente provocarem maior variação no Payback, VPL ou na TIR do projeto serão classificados como sensíveis (CLEMENTE *et al*, 2008).

De acordo com Clemente e colaboradores (2008), a análise de sensibilidade é utilizada para o caso em que alguns poucos componentes do fluxo de caixa estão sujeitos a certa margem de imprevisibilidade. Por exemplo, pode não haver certeza sobre a taxa de desconto a utilizar, mas se aceita o critério concernente ao intervalo de 8 a 12%.

#### *5.4.1.2 Recuperação do Investimento – Payback*

O Período de Recuperação do Investimento (PRI) ou (Payback) é o tempo necessário para recuperar o investimento. Segundo Clemente e outros (2008), para calcular o PRI ou Payback acumula-se período a período, o valor presente de cada benefício, até que a soma se iguale ao valor do investimento inicial. O período correspondente à última parcela da soma será o Payback.

A utilidade de se identificar o período de recuperação do investimento é que esse dado pode ser interpretado como uma medida do grau de risco do projeto. Nesse sentido, quanto maior for o Payback, mais incerta será a recuperação do capital.

#### *5.4.1.3 Valor Presente Líquido (VPL)*

Ensinam Laurencel Rrezende Filho (2013) que o Valor Presente Líquido – VPL descontado é a soma de todos os fluxos de caixa descontados da taxa de juros  $i$  (onde  $i$  é a taxa de desconto) para o instante presente ( $t=0$ ). Para Clemente e colaboradores (2008) o VPL

é a diferença entre o valor investido e o valor dos benefícios esperados, descontados para a data inicial, usando-se como taxa de desconto a Taxa de Mínima Atratividade (TMA).

Explicam Barros e outros (2010), que o VPL desconta a taxa de juros sobre o fluxo de caixa considerado em um determinado horizonte de tempo, sendo que a taxa de juros é aplicada proporcionalmente ao período em que está alocada essa despesa ou receita. O horizonte de tempo pode ser determinado pela vida útil dos equipamentos que estão sendo instalados. Desta forma, o valor do investimento inicial é subtraído do valor das receitas em valor presente.

Ressalta-se ainda, que para a tomada de decisão, se o resultado do VPL for maior que zero, significa que o projeto tem viabilidade, se o VPL for menor do que zero, significa que o projeto não tem viabilidade. Noutra vertice, se o VPL for igual a zero, é indiferente investir ou não, mas o projeto ainda é viável economicamente.

Apresenta-se, a Equação 31, que representa o cálculo do Valor Presente Líquido.

Equação 31 – Cálculo do Valor Presente Líquido

$$VPL = -Civ + \sum_{t=1}^T FCt / (1 + i)^t \quad (31)$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido;

Civ = Custo de Investimento;

FC = Fluxo de Caixa do Período t;

t = Número do período em que foi determinado o Fluxo de Caixa;

i = Taxa de Juros.

#### 5.4.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Laurencel e Rezende Filho (2013) a taxa interna de retorno (TIR) é um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo. Para Woiler e Franco Mathias (2011) a TIR é a taxa de desconto que torna nulo o valor presente líquido (VPL) do investimento. Já Clemente e colaboradores (2008) explicam que a TIR pode ser

interpretada de diversas formas. As duas interpretações citadas anteriormente e acrescenta outra interpretação para TIR, que consiste em considerá-la como um valor limite da taxa mínima de atratividade (TMA)<sup>10</sup>, ou seja, o projeto só será considerado viável enquanto sua TIR for maior ou igual a TMA. Nesse sentido, a distância entre TIR e a TMA pode ser vista como margem de segurança para as incertezas associadas ao projeto.

Barros e outros (2010) acrescentam que o cálculo da Taxa Interna de Retorno - TIR é similar ao cálculo do Valor Presente Líquido, com a diferença de que no VPL já está definida a taxa de juros que será considerada, sendo o resultado o valor financeiro em unidade monetária. No caso da TIR, o que seria o valor monetário é o valor 0 (zero) e o que seria a taxa de juros no cálculo do VPL é justamente o resultado do cálculo. Nestes termos, portanto, o cálculo da TIR resulta na taxa de retorno do investimento, a qual deve ser comparada com a taxa de juros aplicada pelo mercado. Assim, o investidor avalia se o dinheiro trará mais retorno se aplicado no projeto ou se mantido em uma aplicação bancária.

Quanto a tomada de decisão, se o resultado da TIR for maior que a TMA, significa que o projeto tem viabilidade, se a TIR for menor do que a TMA, significa que o projeto não tem viabilidade e se a TIR for igual a TMA, é indiferente investir ou não, mas o projeto ainda é viável economicamente ou pode deixar os recursos rendendo juros à taxa mínima de atratividade (TMA).

A Equação 32 apresenta a fórmula matemática que representa o cálculo da Taxa Interna de Retorno.

Equação 32 – Cálculo da Taxa Interna de Retorno.

$$0 = -Civ + \sum_{t=1}^T FCt / (1 + TIR)^t \quad (32)$$

Onde:

TIR = Taxa Interna de Retorno;

Civ = Custo de Investimento;

FC = Fluxo de Caixa do Período t;

t = Número do período em que foi determinado o Fluxo de Caixa.

#### 5.4.2 Ferramenta aplicada no Estudo da Viabilidade econômica (RETSCREEN4)

<sup>10</sup> Taxa de mínima atratividade pode ser conceituada como taxa de juro que deixa de ser obtida na melhor aplicação alternativa quando há emprego de capital próprio, ou é a menor taxa de juro obtível quando recursos de terceiros são aplicados (CLEMENTE et al, 2008).

Explicadas as premissas influenciadoras do estudo de viabilidade econômica de projetos fotovoltaicos, busca-se, nesta oportunidade, apresentar a ferramenta utilizada nesta pesquisa científica para os cálculos da viabilidade econômica do sistema fotovoltaico de 5MWp, que utiliza planilhas eletrônicas e um software comercial.

O software escolhido foi o RETScreen4 e os motivos que justificam a escolha desta ferramenta remontam a sua ampla utilização e aprovação geral pelos agentes do setor elétrico brasileiro e mundial, sendo que o aplicativo é disponibilizado gratuitamente para análise de projetos de energia limpa pelo *Minister of Natural Resources Canada*. O fato de ser compatível com planilhas eletrônicas do Excel da Microsoft, também contribuiu para escolha, notadamente, porque a utilização deste programa atualmente é amplamente popularizada, não sendo raro encontrar usuários que tenham ao menos uma noção do seu manuseio. Além disto, há perfeita compatibilidade entre um e outro programa, circunstância que proporciona rapidez e eficiência no manejo dos dados utilizados na análise financeira dos projetos.

#### **5.4.3 Estudo da viabilidade econômica do sistema fotovoltaico de 5MWP**

O estudo de viabilidade é baseado em um sistema fotovoltaico de 5MWp, em conformidade com a Resolução Normativa da ANEEL nº 482/2012, onde é permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. O prazo de validade dos créditos é de 60 meses, sendo que eles podem também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na mesma área de atendimento de uma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado “autoconsumo remoto”.



Como parâmetros iniciais, foram adotados na montagem do fluxo de caixa valores disponíveis no mercado. O Quadro 24 reflete os dados mencionados e foram utilizados para avaliar o estudo da viabilidade econômica tomado como “referência”.

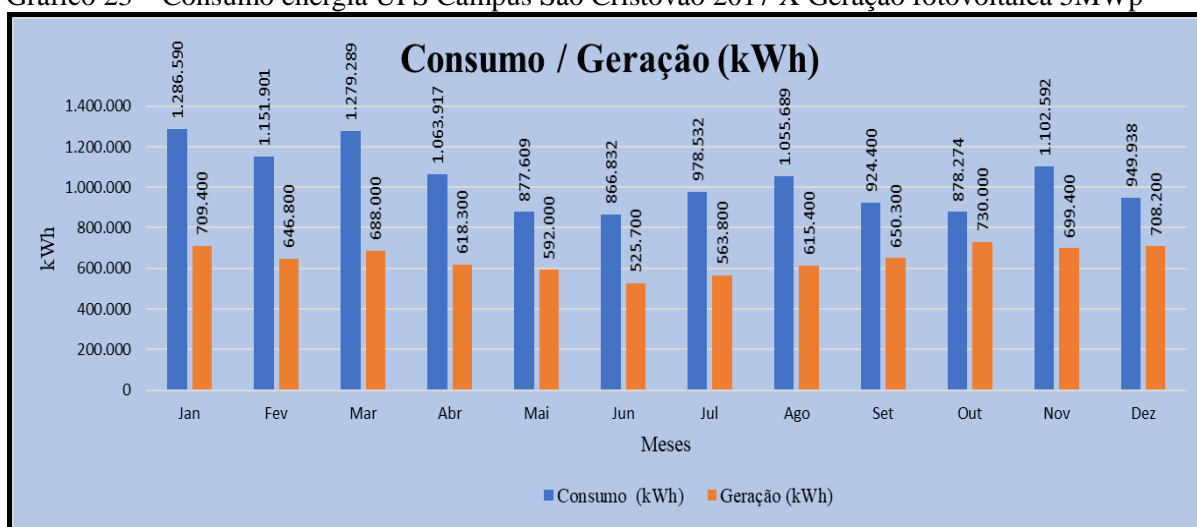
Quadro 24 - Dados adotados para avaliação do fluxo de caixa

<b>Dados de entrada no programa RETScreen4</b>	
<b>Variáveis relevantes</b>	<b>Dados</b>
Potência do sistema (Wp)	5M
Preço eletricidade fornecida (R\$/MWh)	336,78
Total de custos de investimento (R\$)	18.063.000,00
Radiação solar diária inclinada (kWh/m <sup>2</sup> /d)	5,27
Taxa de desconto (%)	12
Taxa de indexação sobre a eletricidade exportada (%)	7,2
Tempo de vida útil do sistema fotovoltaico (anos)	25

Fonte: Elaboração própria

Para a composição do sistema fotovoltaico de 5MWp serão necessários 12.822 módulos de 390Wp cada, necessitando de uma área de 25.644 m<sup>2</sup>, uma vez que cada módulo (placa solar) corresponde a 2m<sup>2</sup> de área. Esse sistema será localizado no Campus Glória, que possui área compatível e produzira por mês aproximadamente 645.608,33kWh, totalizando anualmente 7.747.300,00kWh. No total, representa 62,40% do consumo do Campus São Cristóvão que totalizou 12.415.563,00kWh de consumo no ano de 2017. O Gráfico 23 demonstra o consumo da UFS no ano de 2017 e a geração do sistema fotovoltaico de 5MWp.

Gráfico 23 – Consumo energia UFS Campus São Cristóvão 2017 X Geração fotovoltaica 5MWp



Fonte: Elaboração própria

Para o estudo foi considerado o tipo de tecnologia utilizado na placa Jinko Solar (referência JKM390M-72-V), Cheetah 72M-V, 370-390 Watt, Monocristalino Perc Module de 72 células, eficiência classe A e inversor fotovoltaico PHB85K-MT. A estimativa foi realizada considerando o consumo interno da UFS, em área com condições viáveis à implantação do sistema, onde a incidência solar corresponde a 5309 Wh/m<sup>2</sup>.dia conforme indica o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017). Nestas especificações, o sistema é autosuficiente, com garantia de módulos ou placas solares de 10 (dez) anos, dos inversores de 5 (cinco) anos e vida útil de 25 (vinte e cinco) anos, conforme informações do fabricante.

Para manutenção é necessário a lavagem das placas com água sem aditivos químicos regularmente, a cada três meses, por ter sido considerado que o local de instalação do sistema fotovoltaico estaria situado no sertão sergipano. No cálculo da viabilidade econômica, contudo, não foi levado em consideração os custos com manutenção preventiva do sistema fotovoltaico.

#### *5.4.3.1 Viabilidade Econômica*

A Tabela 22 demonstra o fluxo de caixa cumulativo com pagamento à vista do sistema fotovoltaico. Percebe-se que o retorno do capital próprio (Payback) ocorre em 5 anos e 5 meses, período considerado ótimo, pois a vida útil do sistema fotovoltaico é de 25 anos. Observa-se também que ao final de 10 (dez) anos (destaque em laranja) a UFS terá economizado aproximadamente R\$ 20.948.662,00 (vinte milhões, novecentos e quarenta e oito mil, seiscentos e sessenta e dois reais), ou seja, já se pagou os R\$ 18 milhões investidos e já se economizou R\$ 20 milhões de recursos que seriam gastos com o pagamento de contas em energia elétrica. No final da vida útil do sistema, os 25 (vinte e cinco) anos (destaque em laranja), a UFS terá economizado aproximadamente R\$ 164.007.311,00 (cento e sessenta e quatro milhões) que poderão ser empregados em outras demandas da UFS, a exemplo de outras ações de mitigações de GEE que contribuirão com desenvolvimento sustentável, assumindo o papel de educador exemplar.

Tabela 22 – Fluxo de caixa anual cumulativo

Fluxo de caixa anual		
Ano	Rendimentos (R\$)	Cumulativo (R\$)
0	-18.063.000	-18.063.000
1	2.797.005	-15.265.995
2	2.998.389	-12.267.607
3	3.214.273	-9.053.334
4	3.445.701	-5.607.633
5	3.693.791	-1.913.842
6	3.959.744	2.045.902
7	4.244.845	6.290.747
8	4.550.474	10.841.221
9	4.878.108	15.719.330
10	5.229.332	20.948.662
11	5.605.844	26.554.506
12	6.009.465	32.563.971
13	6.442.146	39.006.118
14	6.905.981	45.912.099
15	7.403.212	53.315.311
16	7.936.243	61.251.554
17	8.507.652	69.759.206
18	9.120.203	78.879.409
19	9.776.858	88.656.267
20	10.480.792	99.137.059
21	11.235.409	110.372.468
22	12.044.358	122.416.826
23	12.911.552	135.328.378
24	13.841.184	149.169.562
25	14.837.749	164.007.311

Fonte: Elaboração própria com base no RETScreen4 (2019)

A Figura 7 demonstra o quanto a UFS pagou para a concessionária de energia em janeiro e dezembro de 2017 referente ao Campus São Cristóvão, respectivamente.

Figura 7 - Desembolsos da UFS com fatura de energia em 2017 referente ao campus São Cristóvão

<b>VENCIMENTO</b> <b>26/02/2017</b>	<b>TOTAL A PAGAR</b> <b>R\$ 653.002,84</b>
<b>VENCIMENTO</b> <b>31/01/2018</b>	<b>TOTAL A PAGAR</b> <b>R\$ 528.378,63</b>

Fonte: Elaboração própria com base nas faturas de energia elétrica

No Gráfico 24 observa-se que a economia estimada mensal é de aproximadamente R\$ 279.290,33 (duzentos e setenta e nove mil, duzentos e noventa reais e trinta e três centavos), ou seja, para os dois meses apresentados na Figura 7, pagar-se-iam nas faturas de energia

apenas R\$ 373.712,51 (trezentos e setenta e três mil, setecentos e doze reais e cinquenta e um centavos) e R\$ 249.088,30 (duzentos e quarenta e nove mil, oitenta e oito reais e trinta centavos), respectivamente.

Gráfico 24 – Fluxo de caixa cumulativo pagamento à vista



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

Destaque-se que para o primeiro ano, a economia mensal é de aproximadamente R\$ 233.083,75 (duzentos e trinta e três mil, oitenta e três reais e setenta e cinco centavos) que dará um retorno simples do capital de 6 anos e 6 meses e pagar-se-iam nas faturas de energia R\$ 419.919,09 (quatrocentos e dezenove reais, novecentos e dezenove mil e nove centavos) e R\$ 295.294,88 (duzentos e noventa e cinco mil, duzentos e noventa e quatro e oitenta e oito centavos), respectivamente, num cenário pessimista.

<sup>11</sup> Para essa economia foi considerando a média dos 6 (seis) primeiros anos do fluxo de caixa

Ressalta-se ainda, que ao completar 25 anos o sistema não para de funcionar e sim diminui sua eficiência de geração para aproximadamente 80% de sua capacidade inicial, havendo necessidade apenas de reforçar o sistema.

O Quadro 25 representa o resumo do fluxo da caixa cumulativo para um melhor entendimento da Tabela 22 e do Gráfico 24.

Quadro 25 - Resumo do fluxo de caixa cumulativo

<b>Investimento</b>	<b>Economia mensal estimada</b>	<b>Retorno do investimento</b>	<b>Economia mensal para o primeiro ano</b>	<b>Retorno simples</b>	<b>Economizado final da vida útil do sistema fotovoltaico</b>
R\$ 18.063.000,00	R\$ 279.290,33	5 anos e 5 meses	R\$ 233.083,75	6 anos e 6 meses	R\$ 164.007.311,00

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 23 apresenta os valores obtidos através da ferramenta RETScreen4 para os indicadores financeiros da Taxa Interna de Retorno (TIR), Ano Retorno do Capital Próprio (Payback), do Valor Presente Líquido (VPL), Economia Anual no Ciclo de Vida, Razão Custo Benefício, Custo da Geração de Energia e Custo de Redução de GEE.

Tabela 23 - Indicadores da viabilidade econômica

<b>Viabilidade Econômica</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Uni</b>	<b>Resultados</b>
Taxa Interna de Retorno (TIR)	%	22,1%
Retorno Simples (Payback)	ano	6,9
Retorno do Capital Próprio (Payback)	ano	5,5
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$	20.715.273
Economia Anual no Ciclo de Vida	R\$/an	2.641.197
Razão Custo Benefício (C-B)	-	2,15
Custo da Geração de Energia	R\$/MWh	156,87
Custo de Redução de GEE	R\$/tCO <sub>2</sub>	-3.929

Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

Da análise da viabilidade econômica do projeto de geração solar fotovoltaico, pode-se constatar que ele é atrativo para a UFS, pois quando efetuado o comparativo entre receitas e despesas ao longo de 25 anos (vida útil do projeto), obteve-se uma rentabilidade auferida da TIR no valor de 22,1%, que é superior à taxa de desconto ou taxa de mínima atratividade (TMA) de 12%. Tal fato também é confirmado quando se visualiza um VPL positivo, no valor de R\$ 20.715.273,00 e uma razão custo benefício no valor de 2,15 (>1). Corroborar

ainda para a viabilidade do projeto o custo de geração de energia no valor de R\$ 156,87/MWh, que permite uma economia de R\$ 180,40/MWh, comparado com o preço da eletricidade fornecida (R\$ 337,27/MWh). A análise financeira ainda demonstra que a economia anual do ciclo de vida, noutras palavras, o lucro anual, corresponde a aproximadamente R\$ 2.641.197,00/an. Vale ressaltar ainda o custo de redução de GEE no valor de R\$ -3.929,00/tCO<sub>2</sub>.

#### *5.4.3.2 Análise de Sensibilidade*

Verifica-se a análise de sensibilidade provocada pela variação dos custos de investimento. Neste tópico se faz a análise de performance da TIR, Retorno do Capital Próprio (Payback) e do Valor Presente Líquido (VPL), variando-se os custos de investimento dentro de uma faixa de sensibilidade de 20% para mais e para menos.

##### **5.4.3.2.1 Análise de Sensibilidade da Performance da TIR**

A análise de performance da TIR é mostrada na Figura 8. Por essa análise de sensibilidade do projeto solar fotovoltaico foi observado o comportamento da TIR quando se variou os custos de investimento numa faixa de sensibilidade de +/- 20%. Nesse sentido, conclui-se que a partir de uma variação de 20% dos custos de investimento (para mais) que representa o pior cenário dentro da faixa de sensibilidade, ou seja, os custos iniciais passaram para R\$ 21.675.600,00 (vinte e um milhões e seiscentos e setenta e cinco mil e seiscentos reais), o projeto permanece viável. Nesse caso, a TIR corresponde a 19,2%, maior do que a taxa de desconto ou TMA de 12%, mantendo uma margem de segurança alta mesmo com um aumento de 20% nos custos iniciais.

Figura 8 - Análise de Performance da TIR

Análise de Sensibilidade e Risco RETScreen - Projeto produção de Eletricidade						
Análise de Sensibilidade						
Análise de performance	TIR após impostos - capital					
Fx. de sensibilidade	20%					
Limite	12	%				
			Custos iniciais			R\$
Custo combustível - caso de referência	14.450.400	16.256.700	18.063.000	19.869.300	21.675.600	
R\$	-20%	-10%	0%	10%	20%	
0	-20%	26,2%	23,9%	22,1%	20,5%	19,2%
0	-10%	26,2%	23,9%	22,1%	20,5%	19,2%
0	0%	26,2%	23,9%	<b>22,1%</b>	20,5%	19,2%
0	10%	26,2%	23,9%	22,1%	20,5%	19,2%
0	20%	26,2%	23,9%	22,1%	20,5%	19,2%

Fonte: Elaboração própria com base no RETScreen4 (2013)

#### 5.4.3.2.2 Análise de Sensibilidade da Performance do Payback

A análise da performance do Retorno do Capital Próprio (Payback) é mostrada na Figura 9. Por essa análise de sensibilidade do projeto foi observado o comportamento do Payback quando se variou os custos de investimento numa faixa de sensibilidade de +/- 20%. Também nesse sentido, conclui-se que a partir de uma variação de 20% dos custos de investimento (para mais) que representa o pior cenário dentro da faixa de sensibilidade, o projeto permanece viável. Nesse caso, o Payback não aumenta muito, havendo alteração de 5,5 anos para 6,4 anos, ou seja, mesmo com o aumento de 20% nos custos iniciais, o Payback permanece menor do que o Payback do Retorno Simples que é de 6,9 anos mostrado na Tabela 23. Consequentemente, abaixo do limite imposto nessa análise que foi de 12 anos.

Figura 9 - Análise de Performance do Payback

Análise de Sensibilidade e Risco RETScreen - Projeto produção de Eletricidade						
Análise de Sensibilidade						
Análise de performance	Retorno do capital próprio					
Fx. de sensibilidade	20%					
Limite	12	ano				
			Custos iniciais			R\$
Custo combustível - caso de referência	14.450.400	16.256.700	18.063.000	19.869.300	21.675.600	
R\$	-20%	-10%	0%	10%	20%	
0	-20%	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4
0	-10%	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4
0	0%	4,5	5,0	<b>5,5</b>	5,9	6,4
0	10%	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4
0	20%	4,5	5,0	5,5	5,9	6,4

Fonte: Elaboração própria com base no RETScreen4 (2013)

### 5.4.3.2.3 Análise de Sensibilidade da Performance do VPL

A análise da performance do VPL é mostrada na Figura 10. Observa-se que o comportamento do VPL quando se variou os custos de investimento numa faixa de sensibilidade de +/- 20%. Também nesse sentido, conclui-se que a partir de uma variação de 20% dos custos de investimento (para mais) que seria o pior cenário dentro da faixa de sensibilidade, o projeto permanece viável. O VPL permanece positivo com um valor ainda bem alto de aproximadamente R\$ 17.102.673,00 (dezesete milhões, cento e dois mil, seiscentos e setenta e três reais), ou seja,  $VPL > 0$  indicando que o projeto é viável.

Figura 10 - Análise de Performance do VPL

Análise de Sensibilidade e Risco RETScreen - Projeto produção de Eletricidade						
Análise de Sensibilidade						
Análise de performance	Valor Presente Líquido (VPL)					
Fx. de sensibilidade	20%					
Limite	1	R\$				
		Custos iniciais			R\$	
Custo combustível - caso de referência		-20%	-10%	0%	10%	20%
R\$		14.450.400	16.256.700	18.063.000	19.869.300	21.675.600
0	-20%	24.327.873	22.521.573	20.715.273	18.908.973	17.102.673
0	-10%	24.327.873	22.521.573	20.715.273	18.908.973	17.102.673
0	0%	24.327.873	22.521.573	<b>20.715.273</b>	18.908.973	17.102.673
0	10%	24.327.873	22.521.573	20.715.273	18.908.973	17.102.673
0	20%	24.327.873	22.521.573	20.715.273	18.908.973	17.102.673

Fonte: Elaboração própria com base no RETScreen4 (2013)

### 5.4.3.3 Análise de Risco

Variando-se os parâmetros dos custos iniciais e do preço da eletricidade exportada numa faixa de (+/-) 20%, verifica-se o impacto relativo do parâmetro (desvio padrão) na performance da TIR, do Payback e do VPL.

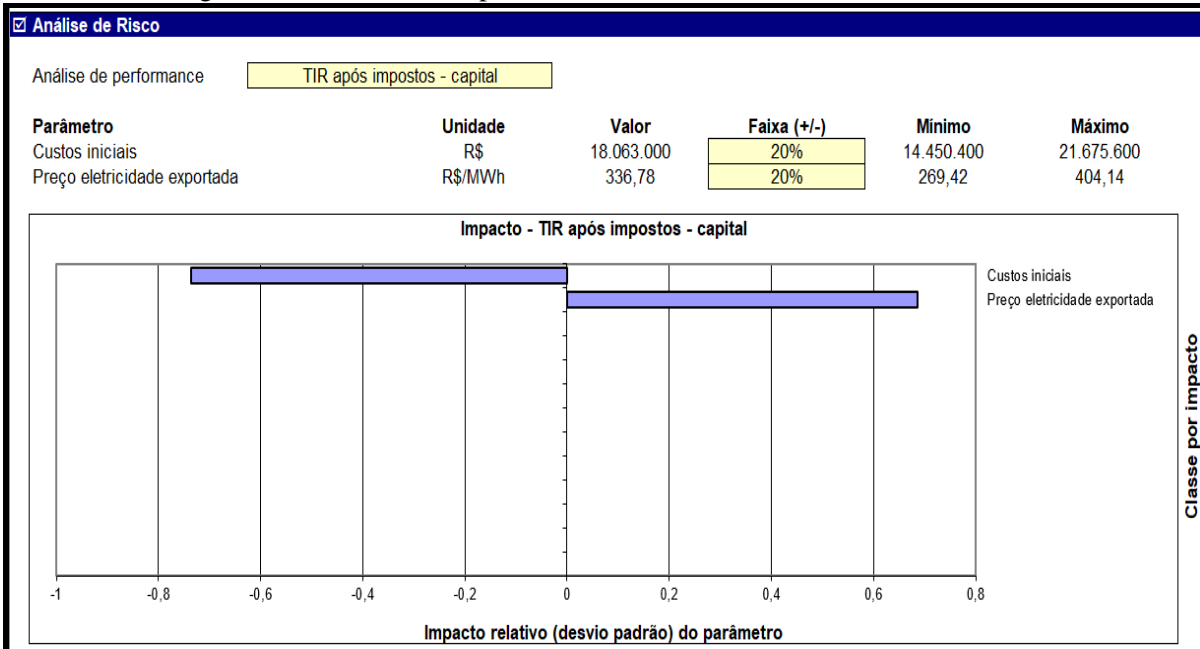
#### 5.4.3.3.1 Análise de Risco da Performance da TIR

Observa-se no Gráfico 25 o comportamento da TIR. Os custos iniciais têm as maiores influências na TIR e por consequência na viabilidade do projeto. Os custos iniciais influenciam negativamente a TIR, ou seja, quanto maiores forem os custos iniciais menor será



TIR. No outro parâmetro, o preço da eletricidade exportada, a influência é positiva, ou seja, quanto maior for o preço da eletricidade maior será a TIR viabilizando o projeto.

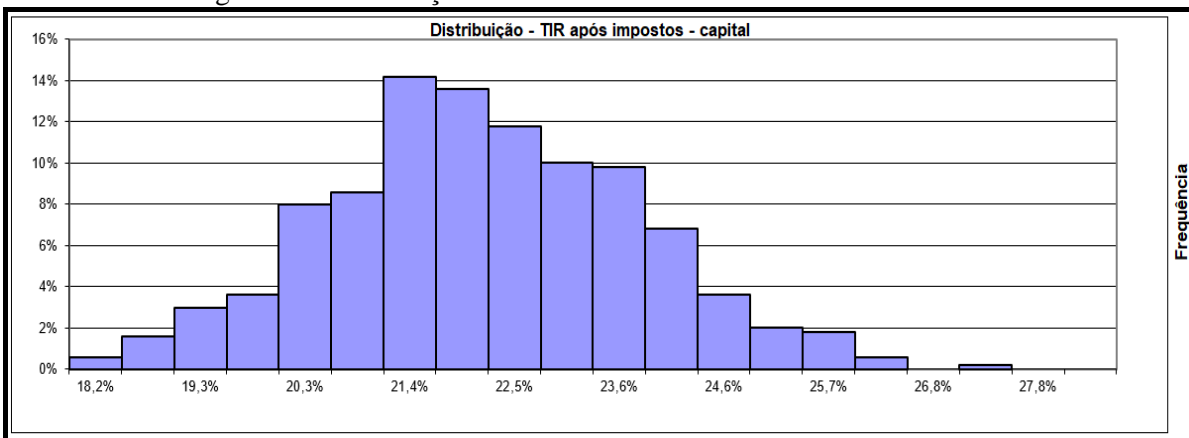
Gráfico 25 – Diagrama de tornado do impacto na TIR



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

Diante de tais constatações, portanto, é possível afirmar que no projeto de um sistema fotovoltaico 5MWp para a UFS, existem 100% de chances de obter uma TIR maior que a TMA, e existem 60% de chances de se obter uma TIR entre os valores de 21,4% e 23,6%, o que significa que o risco do investimento é mínimo ou zero, pois a probabilidade de sucesso é muito grande, como demonstrado no Gráfico 26.

Gráfico 26 – Histograma da distribuição da TIR

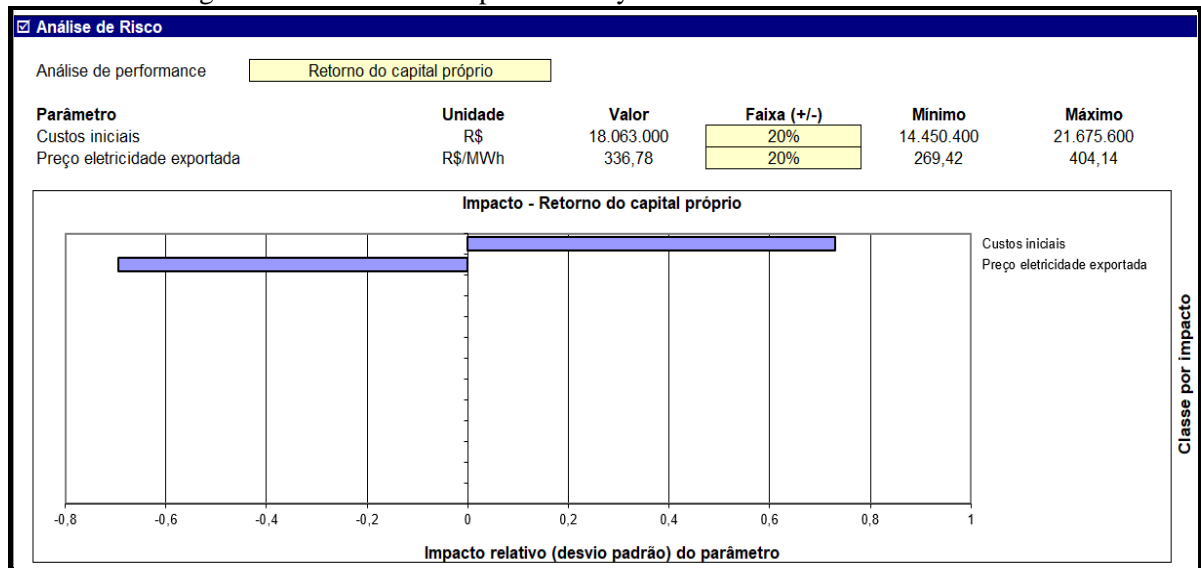


Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

**5.4.3.3.2 Análise de Risco da Performance do Payback**

No Gráfico 27 observa-se o comportamento do Payback, onde se constata que também os custos iniciais têm as maiores influências no que tange ao comportamento do Payback e por consequência na viabilidade do projeto. Os custos iniciais influenciam de maneira positiva o Payback, ou seja, quanto menores forem os custos iniciais menor será o Payback. No outro parâmetro, o preço da eletricidade exportada, a influência é negativa, ou seja, quanto menor for o preço da eletricidade maior será o Payback.

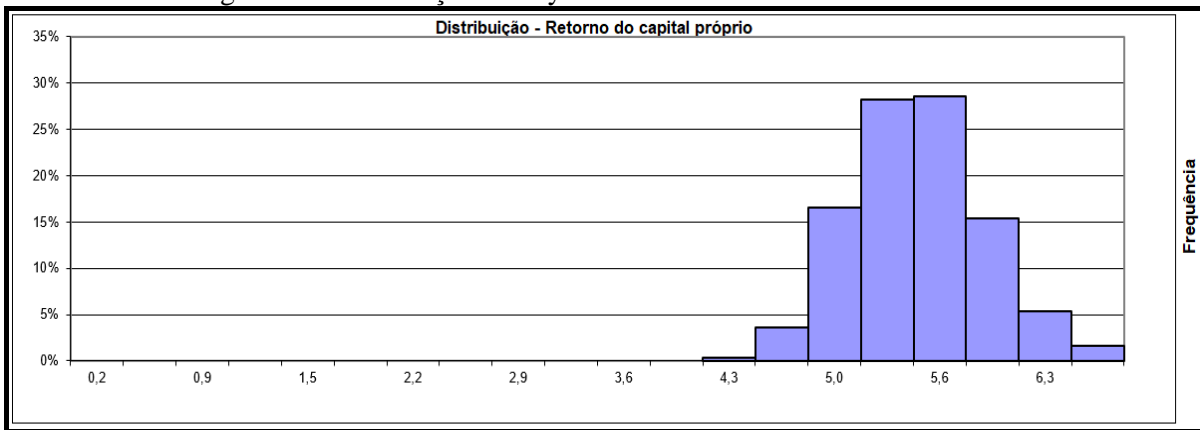
Gráfico 27 – Diagrama de tornado do impacto no Payback



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

Portanto, é possível afirmar através do Gráfico 28, que no projeto de um sistema fotovoltaico 5MWp para a UFS, existem 100% de chances de o Payback acontecer entre 4,6 e 6,7 anos, respeitando as condições do cenário em estudo, ou seja, o Payback permanece menor do que o Payback do Retorno Simples que é de 6,9 anos mostrado na Tabela 23. Ainda do Gráfico 28, verifica-se a possibilidade de 57% de que o Payback ocorra entre 5,3 e 5,6 anos, ou seja, 57% de chances de que o retorno do capital ocorra bem próximo dos 5,5 anos constatados no estudo da viabilidade econômica como mostrado no Gráfico 24, confirmando que o risco do investimento é mínimo, pois a probabilidade de sucesso é muito grande.

Gráfico 28 – Histograma da distribuição do Payback

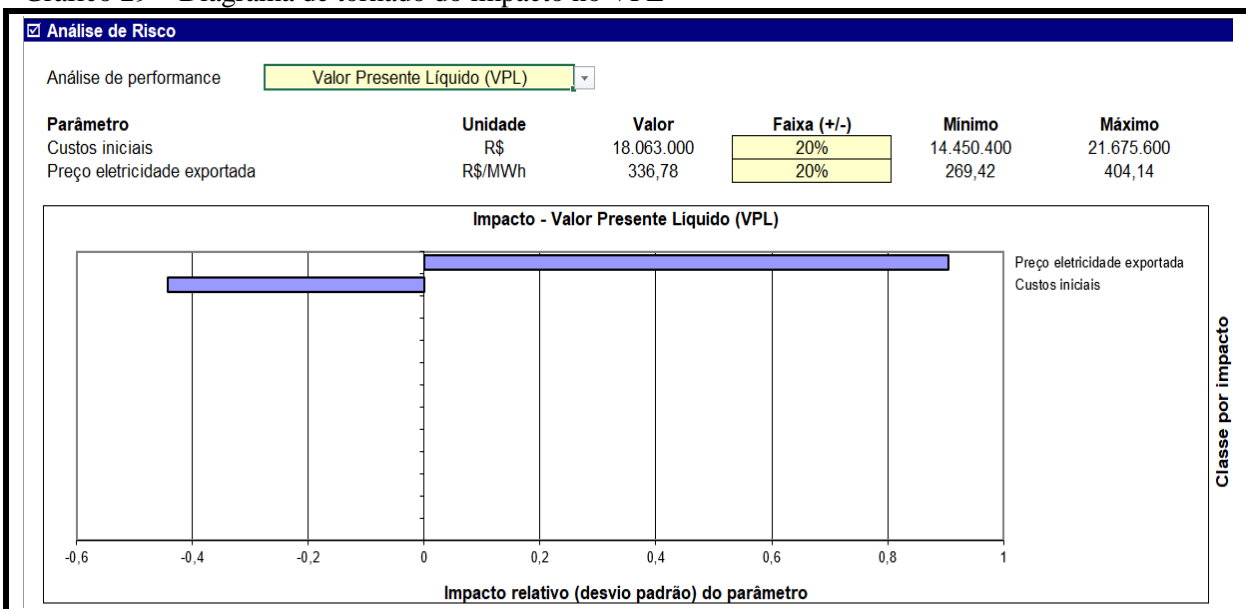


Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

### 5.4.3.3 Análise de Risco da Performance do VPL

No Gráfico 29 observa-se o comportamento do VPL. Constata-se que o preço da eletricidade exportada tem a maior influência na viabilidade do projeto. Esse parâmetro influencia positivamente o VPL, ou seja, quanto maior for o preço da eletricidade maior será o VPL. Já os custos iniciais influenciam de forma negativa, ou seja, quanto maior os custos iniciais, menor será o VPL.

Gráfico 29 – Diagrama de tornado do impacto no VPL

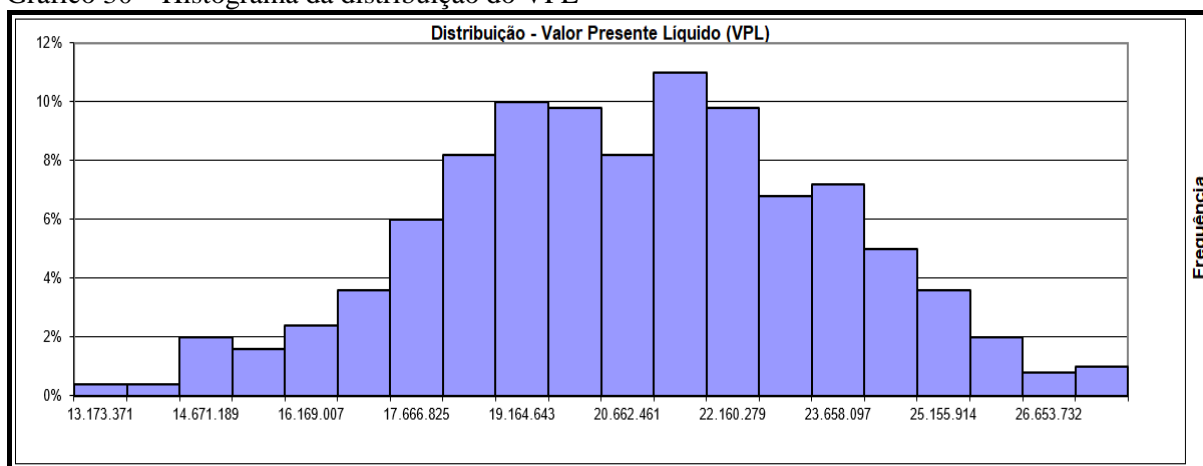


Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

O Gráfico 30 do histograma da distribuição do VPL demonstra que existem 100% de chances do VPL acontecer entre os valores de R\$ 14.671.189,00 (catorze milhões, seiscentos

e setenta e um mil, cento e oitenta e nove reais) e R\$ 27.402.641,00 (vinte e sete milhões, quatrocentos e dois mil, seiscentos e quarenta e um reais), como também demonstra a possibilidade de 49% de chances do VPL acontecer entre os valores R\$ 19.164.643,00 (dezenove milhões, cento e sessenta e quatro mil, seiscentos e quarenta e três reais) e R\$ 22.160.279,00 (vinte e dois milhões, cento e sessenta mil, duzentos e setenta e nove reais), ou seja, bem próximo aos R\$ 20.715.273,00 (vinte milhões e setecentos e quinze mil, duzentos e setenta e três reais) conforme ilustrado na Tabela 23 da análise da viabilidade econômica. Confirma-se, portanto, mais uma vez, que o risco do investimento é mínimo ou zero, já que a probabilidade de sucesso é muito grande com um VPL muito maior do que zero.

Gráfico 30 – Histograma da distribuição do VPL



Fonte: Elaboração própria com base na ferramenta RETScreen4 (2019)

Desta forma, conclui-se que tanto pela Análise de Sensibilidade como pela Análise de Risco, ficou demonstrado a viabilidade do sistema fotovoltaico de 5MWp para as IES, pois os riscos demonstrados através das análises são baixos ou quase zero, confirmando assim os indicadores da viabilidade econômica da Tabela 23. O caso da UFS, demonstrou que, com um sistema fotovoltaico de 5MWp instalado e em funcionamento, a instituição passará economizar mensalmente aproximadamente R\$ 279.290,33, gerando uma economia anual de aproximadamente R\$ 3.351.483,96 considerando um horizonte dos 6 primeiros anos.

## 6 APLICAÇÃO DE UM MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE UM INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)

Diante do que restou analisado e discutido nos itens anteriores, evidencia-se que a elaboração de inventários de GEE em IES envolve, como nos demais inventários de empresas e organizações, a observância de 7 (sete) etapas ilustradas na Figura 11, a serem seguidas em conformidade com princípios norteadores (relevância, completude, consistência, transparência e precisão).

Figura 11 – Etapas da elaboração do inventário dos GEE



Fonte: Adaptado ABNT (2015)

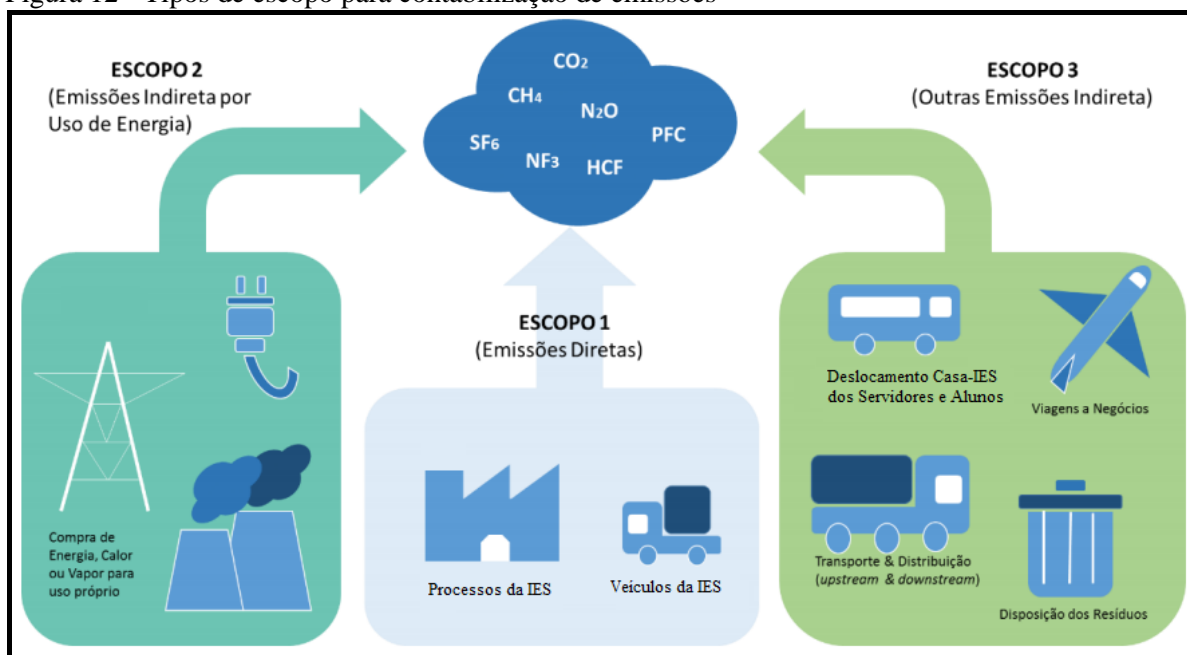
### 6.1 ETAPA 1 – DEFINIÇÃO DOS LIMITES ORGANIZACIONAIS

Consiste em definir os limites organizacionais segundo abordagem controle ou participação acionária, conforme mencionado 2.3.2 deste trabalho.

## 6.2 ETAPA 2 – DEFINIÇÃO DOS LIMITES OPERACIONAIS

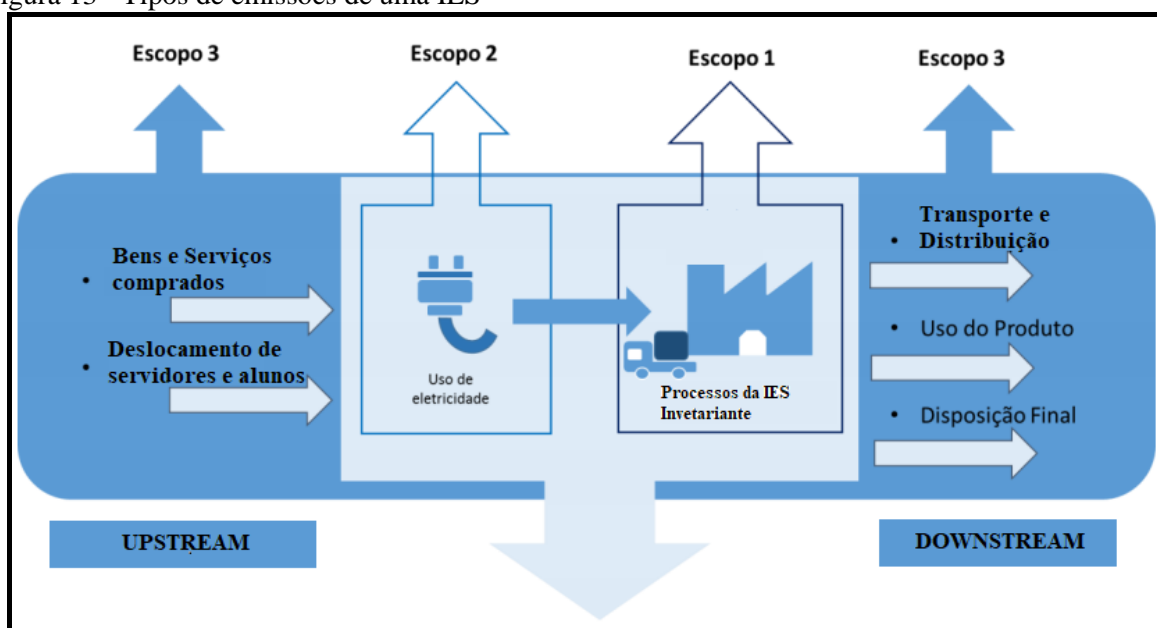
Diz respeito à definição dos limites operacionais com identificação das fontes de emissões de GEE, segundo os escopos 1 (emissões diretas), 2 (emissões indiretas por uso de energia) e 3 (emissões indiretas), ilustrado nas Figura 12 e 13:

Figura 12 - Tipos de escopo para contabilização de emissões



Fonte: Adaptado (ABNT, 2016)

Figura 13 - Tipos de emissões de uma IES



Fonte: Adaptado (ABNT, 2016)

As informações relevantes para atendimento desta etapa consistem basicamente em coletar dados que fundamentem a contabilização em IES, os quais são identificados, a título de exemplo, no Quadro 26:

Quadro 26 – Tipos de fontes de emissão em IES e espécies de dados a serem coletados

Esco po	Categoria	Fontes de emissão	Informações a serem coletadas	Documentação comprobatória
Escopo I	Combustão estacionária	Geradores a diesel Secadoras Fogão Industrial	Tipo e quantidade de combustível consumido durante o ano inventariado (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros)	Notas fiscais de compra do combustível Documento de controle interno de abastecimento do equipamento
	Combustão móvel	Veículos próprios para transporte pessoas e/ou cargas	Características do veículo (ano, modelo, tipo de combustível, tipo da frota e quilometragem) (kg, m <sup>3</sup> , litros, km)	Relatório de Gestão Relatório de Consumo Notas fiscais de compra do combustível Registro de abastecimento do veículo
	Emissões Fugitivas	Extintores, aparelhos de refrigeração e ar condicionado	Total de carga e recarga de gases utilizados nestes equipamentos (CO <sub>2</sub> , R407C, R22) e, se existente a quantidade recuperada ao fim da vida útil (kg)	Notas fiscais Relatório de Consumo
	Emissões agrícolas e mudança no uso do solo	Fermentação entérica (CH <sub>4</sub> ), cultivo de arroz (CH <sub>4</sub> ), preparo do solo (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O), emissões provenientes da utilização de fertilizantes nitrogenados (N <sub>2</sub> O), adição de ureia e calcário para solos, drenagem e preparo dos solos, adição de fertilizantes sintéticos, rebanho, resíduos de animais (dejetos) e resíduos de culturas deixados ou depositados sobre o solo;	Área plantada ou suprimida (m <sup>2</sup> , hectare), quantidade e tipo de fertilizantes utilizados e quantidade de CO <sub>2</sub> referente ao desmatamento e remoções de CO <sub>2</sub> referentes ao plantio (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros), número de animais por rebanho.	Notas fiscais de compra de fertilizantes, relatórios e registros da quantidade de área plantada ou suprimida, quantidade de fertilizantes, quantidade de animais e outros.

		queimada controlada para abertura de terreno e queimada de resíduos de culturas deixados no terreno; manejo florestal; oxidação de substratos suportes de cultura hortícola		
	Resíduos sólidos e efluentes líquidos	Tratamento dos resíduos e efluentes realizados pela própria instituição	Quantidade/composição de resíduos sólidos e efluentes tratados provenientes de estações de tratamento de esgoto. Registro se há recuperação de biogás e sua destinação (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros)	Relatório de Gestão e documentos emitidos pelo Departamento responsável pela instituição
Escopo 2	Energia Adquirida	Energia	Consumo mensal (kWh)	Faturas de energia elétrica
Escopo 3	Serviços	Serviços comprados ou adquiridos	Tipo e valor pago (R\$)	Relatório de Gestão; Contratos e Faturas de serviços
	Bens (consumo e de capital)	Bens comprados ou adquiridos	Unidades compradas/adquiridas e correspondente valor econômico (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros, Quantidade, R\$)	Relatório Anual de Material de Consumo; Relatório de Aquisição de Material Permanente
	Transporte e distribuição <i>upstream</i>	Consumo de combustível pelos veículos dos fornecedores referente ao transporte e distribuição de bens adquiridos pela IES, como também dos serviços terceirizados incluindo logísticas de entrada e saída	Características do modal, do veículo (ano, modelo, tipo de combustível, tipo da frota, quilometragem e peso da carga transportada em toneladas) (kg, m <sup>3</sup> , litros, km)	Inventário de GEE dos fornecedores/prestadores de serviços terceirizados ou documentos emitidos por ele onde constem essas informações (notas fiscais de compra de combustível, indicação da frota e quilometragem)
	Resíduos sólidos e	Tratamento dos resíduos de	Quantidade/composição por classe de resíduos	Relatório de Gestão e documentos emitidos pelo



efluentes líquidos gerados nas operações	todas as classes e a qualidade de disposição (ou seja, sua destinação final por classe de resíduo) efetuados pelas empresas de tratamento de resíduos contratadas	sólidos Registro se há recuperação de biogás e sua destinação (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros) incluindo a incineração	Departamento responsável da instituição
Viagens a negócios	Viagens servidores e alunos	Viagens a serviço ou participação em eventos ligados à atividade da instituição (kg, m <sup>3</sup> , litros, número de viagens por modal utilizado e kms percorridos)	Registros da vigem (bilhetes de embarque)
Deslocamento de funcionários	Combustível utilizado para deslocamento casa - trabalho	Meio de transporte utilizado e a distância percorrida no trajeto (kg, m <sup>3</sup> , litros, número de viagens por modal e kms percorridos)	Pesquisa mobilidade feita pela IES ou registros de dados pessoais (a exemplo do CEP residencial complementados por entrevista à comunidade)
Bens arrendados (a instituição como arrendatária)	Consumo de energia ou combustível	Bens alugados pela instituição para uso próprio (kg, m <sup>3</sup> , litros, kWh, m <sup>2</sup> )	Relatório de Gestão Contrato de aluguel Registro do imóvel no cartório imobiliário
Transporte e distribuição <i>downstream</i>	Consumo de combustível referente ao transporte e distribuição de bens vendidos ou doados pela IES mas com frete pago pelos compradores	Características do modal, do veículo (ano, modelo, tipo de combustível, tipo da frota, quilometragem e peso da carga transportada em toneladas) (kg, m <sup>3</sup> , litros, km)	Relatórios de Gestão ou Inventário de GEE do comprador ou donatário ou documentos emitidos pela IES ou comprador ou donatário onde constem essas informações (notas fiscais de compra de combustível, indicação da frota e quilometragem)
Processamento de produtos vendidos	Emissões do processamento de produtos intermediários, realizado por outra organização, após sua venda pela organização inventariante.	Unidades vendidas/doadas e correspondente valor econômico (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros, Quantidade, R\$)	Relatório de Gestão; Contratos e Faturas de Produtos vendidos
Uso de bens e serviços vendidos	Emissões provenientes do uso final de bens e serviços vendidos pela	Tipo e valor pago (R\$); unidades vendidas/doada e correspondente valor econômico (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros,	Relatório de Gestão; Contratos e Faturas de Produtos e Serviços vendidos; Relatório Anual de Material de Consumo;

		organização inventariante no ano inventariado. São contabilizadas no ano inventariado todas as emissões ao longo da sua vida útil.	Quantidade)	Relatório de Aquisição de Material Permanente
Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos		Emissões provenientes da disposição final e tratamento dos produtos, vendidos no ano inventariado pela organização inventariante, ao final de sua vida útil.	Unidades vendidas/doada e correspondente valor econômico (Tonelada, Kg, m <sup>3</sup> , litros, Quantidade, R\$)	Relatório de Gestão; Contratos e Faturas de Produtos vendidos; Relatório Anual de Material de Consumo; Relatório de Aquisição de Material Permanente
Bens arrendados (a instituição como arrendadora)		Consumo médio de energia e área do imóvel	Bens alugados pela instituição para uso de terceiros (kg, m <sup>3</sup> , litros, kWh, m <sup>2</sup> )	Relatório de Gestão Contratos de aluguel Registro do imóvel em cartório imobiliário
Investimentos		Operações de investimentos (incluindo investimentos de capital, investimento de dívida e financiamento de projetos)	Tipos/contabilização em conta do balanço patrimonial e orçamentário (R\$)	Balanço Patrimonial Balanço Orçamentário Relatório de Gestão

Fonte: Adaptado ABNT, 2015

Cumprir destacar que a elaboração do Quadro 26 levou em consideração somente as atividades mais essenciais das IES, ou seja, aquelas emissões de GEE identificadas por categorias/fontes quando da elaboração do inventário da UFS para o ano de 2017. A partir destes dados, foi possível identificar categorias e fontes relevantes para contabilização, excluindo-se categorias e fontes não existentes normalmente em IES que poderiam ser desprezadas tais como: processos industriais (categoria 4 do escopo 1); atividades relacionadas com combustível e energia não incluídas nos escopos 1 e 2 (categoria 3 do escopo 3) e franquias (categoria 14 do escopo 3) – ver Quadro 6 no Capítulo 3 referente a metodologia da tese.

A análise demonstrou que para o escopo 1, as categorias a serem analisadas em IES correspondem a combustão estacionária, combustão móvel, emissões fugitivas, emissões agrícolas, mudança de uso do solo e resíduos sólidos e efluentes líquidos, como demonstrado no Quadro 27:

Quadro 27 – Categorias do Escopo 1 em IES

CATEGORIAS ESCOPO 1
1 - Combustão estacionária
2 - Combustão móvel
3 - Emissões fugitivas
4 - Emissões agrícolas
5 - Mudança no uso do solo
6 - Resíduos Sólidos
7 - Efluentes Líquidos

Fonte: Elaboração própria

Para o escopo 2, que corresponde a energia adquirida ou comprada, importa saber as emissões que foram geradas no local onde a energia foi produzida e posteriormente consumida. No caso em que a IES produza sua própria energia, as emissões geradas por esse processo devem ser relatadas no escopo 1.

Quanto ao escopo 3, as categorias a serem analisadas em IES, correspondem aos serviços, bens (capital e consumo), transporte e distribuição *upstream*, resíduos sólidos, efluentes líquidos gerados nas operações, viagens a negócios, deslocamento de funcionários, bens arrendados (a instituição como arrendatária), transporte e distribuição *downstream*, processamento de produtos vendidos, uso de bens e serviços vendidos, tratamento de fim de vida dos produtos vendidos, bens arrendados (a instituição como arrendadora), franquia e investimentos, como demonstrado no Quadro 28:

Quadro 28 – Categorias do Escopo 3 em IES

CATEGORIAS ESCOPO 3	
Upstream	1. Serviços comprados ou adquiridos
	2. Bens de consumo e capital
	3. Transporte e distribuição (upstream)
	4. Resíduos gerados nas operações
	5. Efluentes gerados nas operações
	6. Viagens a negócios
	7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)
	8. Bens arrendados (a organização como arrendatária)
Downstream	9. Transporte e distribuição (downstream)
	10. Processamento de produtos vendidos
	11. Uso de bens e serviços vendidos
	12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos
	13. Bens arrendados (a organização como arrendadora)
	14. Franquias
	15. Investimentos

Fonte: Elaboração própria

### 6.3 ETAPA 3 – SELEÇÃO ANO-BASE

A definição do ano-base tem por objetivo realizar as comparações históricas, dessa forma poderá melhorar o planejamento da gestão das emissões ao longo do tempo.

### 6.4 ETAPA 4 – SELEÇÃO DA METODOLOGIA E FATORES DE EMISSÃO

Esta etapa é destinada a selecionar a metodologia de cálculo e fatores de emissão, que em sua maioria, estão registrados na planilha (ferramenta) disponibilizada pelo PBGHGP. Na ausência de previsão pelo PBGHGP, é permitida a utilização de fatores estabelecidos cientificamente por outras instituições como o Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), Ministério do Meio Ambiente (MMA), ADEME e em diretrizes do IPCC (ABNT, 2015)

Cumpra deixar registrado que fator de emissão ou remoções de GEE nada mais é do que um valor representativo relacionado à quantidade de emissões ou remoções de GEE com uma atividade associada à liberação dessas mesmas emissões ou remoções (ABNT, 2015). Para fins de elaboração do inventário, é preciso selecionar o mais apropriado e atual para cada fonte, explicitando como foram desenvolvidos, de onde se originam. Se houve mudança dos fatores de emissão anteriormente utilizados, cabe o registro do motivo que justifica tal conduta (ABNT, 2015).

#### 6.5 ETAPA 5 – COLETA DE DADOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

Nesta etapa ocorre o levantamento ou coleta de dados no âmbito da IES, necessários à confecção do inventário de emissões de GEE, com o fim de traduzir em números as informações para classificá-las e analisá-las. Os dados primários e secundários poderão ser coletados por meio do levantamento de documentos disponíveis no site eletrônico da IES ou também fornecidos após contato telefônico, e-mails e entrevistas, grupos focais, reuniões, pelo setor de transportes, planejamento, pessoal e meio ambiente, dentre outros.

#### 6.6 ETAPA 6 – CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

A ferramenta disponibilizada pelo PBGHGP precisa ser alimentada com as informações adequadas para fins de contabilização das emissões de GEE. O cálculo é realizado de forma automática e envolve, basicamente, as Equações 33 e 34 (ABNT, 2015):

Equação 33 – Emissões

<b>Emissões</b>	<b>=</b>	<b>Dados</b>	<b>da</b>	<b>atividade</b>	<b>x</b>	<b>Fator</b>	<b>de</b>	<b>emissão</b>
<b>(33)</b>								

Equação 34 – Emissões de GEE

<b>Emissões de GEE</b>	<b>=</b>	$\sum$	<b>(Emissões do GEE</b>	<b>x</b>	<b>Potencial de aquecimento global)</b>
<b>(34)</b>					

Como cada atividade possui suas especificidades, para um cálculo mais preciso, outras dimensões e variáveis devem ser incorporadas na equação básica (ABNT, 2015).

No Quadro 33 do Anexo C estão relacionados os gases regulados pelo Protocolo de Quioto e seus respectivos potenciais de aquecimento global necessários para apuração dos valores.

#### 6.7 ETAPA 7 - RELATO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

O relato das emissões de GEE deve conter obrigatoriamente o total dos cálculos por escopos e categorias, como demonstrado no Quadro 29:

Quadro 29 – Emissões totais (tCO<sub>2e</sub>) IES

ESCOPO		CATEGORIAS ESCOPO 1	IES
ESCOPO 1		1 - Combustão estacionária	
		2 - Combustão móvel	
		3 - Emissões fugitivas	
		4 - Emissões agrícolas	
		5 - Mudança de uso do solo	
		6 - Resíduos Sólidos	
		7 - Efluentes Líquidos	
ESCOPO 2		Aquisição de energia elétrica	
ESCOPO 3	Upstream	1. Serviços comprados ou adquiridos	
		2. Bens de consumo e capital	
		3. Transporte e distribuição ( <i>upstream</i> )	
		4. Resíduos gerados nas operações	
		5. Efluentes gerados nas operações	
		6. Viagens a negócios	
		7. Deslocamento de funcionários (casa-trabalho)	
		8. Bens arrendados (a organização como arrendatária)	
	Downstream	9. Transporte e distribuição ( <i>downstream</i> )	
		10. Processamento de produtos vendidos	
		11. Uso de bens e serviços vendidos	
		12. Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos	
		13. Bens arrendados (a organização como arrendadora)	
		14. Franquias	
		15. Investimentos	
<b>TOTAL</b>			-

Fonte: Elaboração própria

Além disso, deve conter ainda todas as informações relevantes à elaboração do inventário, segundo orienta o PBGHGP (2008), assim resumidas:

a) Identificação do responsável pela elaboração do inventário para contato (endereço institucional, *e-mail*, telefone), a fim de que possa eliminar quaisquer questionamentos em relação a ele;

b) Descrição dos limites da organização e do inventário, que inclua a abordagem de consolidação escolhida, a localidade em que situada a organização (município, estado e país), as atividades principais e secundárias exercidas e os documentos analisados e todas as outras informações que serviram de base ao processo que levou à definição deste limite.

c) Descrição dos limites operacionais escolhidos, inclusive, uma lista que especifique quais os tipos de atividades foram incluídas;

d) Descrição do programa de GEE ou a legislação pela qual o inventário está submetido e metodologias de quantificação utilizadas, justificando a escolha em relação à realidade da organização;

e) O total das emissões dos escopos 1 e 2, independentemente de quaisquer trocas de GEE, tais como vendas, compras, transferências ou poupança (*banking*) de créditos de carbono;

f) Dados de emissões separadas por escopo e em toneladas de CO<sub>2e</sub>;

g) Emissões desagregadas por unidade operacional para unidade em que emissões do escopo 1, combustão estacionária e fugitivas somem 10.000 tCO<sub>2e</sub> ou mais. Para as demais unidades e para escopos 2 e 3, o relato desagregado é opcional;

h) Dados de emissões para os seis gases/família gases de GEE separadamente em toneladas métricas de CO<sub>2e</sub> e como foram tratadas todas as emissões de CO<sub>2</sub> originadas da queima de biomassa, assim como explicar e justificar a exclusão de quaisquer fontes ou sumidouros de GEE da quantificação;

i) O período do inventário;

j) O ano escolhido como ano-base, além de um perfil de emissões ao longo do tempo que seja consistente com (e esclareça as razões para) o recálculo das emissões do ano-base;

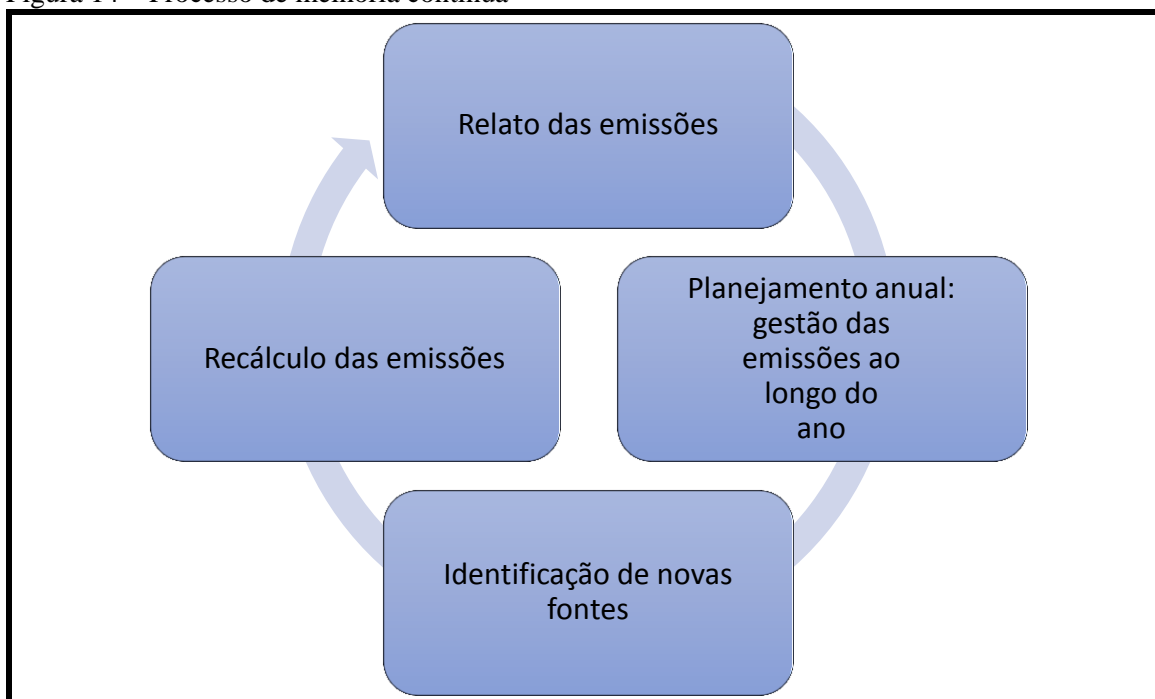
h) Um esquema de quaisquer certificações externas obtidas e, se houve, cópias de certificados de auditoria dos dados de emissão relatados.

Segundo a ABNT (2015), são obrigatórios também informações sobre o impacto das incertezas na precisão dos dados de emissões e remoções de GEE e uma declaração de que o relatório foi preparado de acordo com a ISO 14064-1, além de uma declaração informando se foi realizada a verificação do processo, identificando o tipo de verificação (primeira, segunda ou terceira parte) e o nível de confiança obtido.

Outras informações poderão ser adicionalmente incluídas, mas são de caráter opcional e dizem respeito, por exemplo, a políticas, estratégias ou programas de GEE da organização, uma descrição do sistema de gerenciamento de informações e procedimentos de monitoramento de GEE, entre outras (ABNT, 2015).

Há de se deixar registrado ser necessário a constante atualização. Nesse sentido, a partir do momento em que uma IES começa a elaborar seu inventário de emissões de GEE, cumpre estabelecer um sistema cíclico e contínuo, reavaliando sempre os processos, a fim de se adotar as mais adequadas medidas de mitigação e facilitar o processo, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Processo de melhoria contínua



Fonte: Adaptado SENAI (2017)

Frente aos resultados dos inventários de GEE, cumpre as IES traçar as suas próprias estratégias de mitigação, conforme a sua realidade. No Anexo B nos Quadro 31 e 32, estão elencadas algumas ações de sustentabilidade que pode auxiliar o gestor na tomada desta decisão.





## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

Diante de tudo o que foi exposto, verifica-se que o presente estudo cumpriu com o seu objetivo na medida em que se formulou a aplicação de um método de inventário de GEE, adaptado à realidade das IES que, de forma prática e didática, explicita um passo a passo de como contabilizar as emissões, facilitando a elaboração, o entendimento, a divulgação e a constante atualização, bem como propôs estratégias de mitigação das emissões provocadas no exercício das atividades institucionais com vistas ao enfrentamento das questões climáticas e do aquecimento global, a partir do estudo de caso da UFS, que envolveu a contabilização de suas emissões de GEE.

Como se destacou no decorrer desta tese, a elaboração de inventários de GEE pelas IES ampliam e reforçam o papel de liderança destas instituições e pode contribuir para o cumprimento da meta nacional de redução de GEE a que o Brasil se comprometeu por meio de NDC no Acordo de Paris por auxiliar no planejamento de metas individuais e objetivos específicos e propiciar a adoção de medidas mitigadoras, a partir do conhecimento das fontes de emissões por escopos (1, 2 e 3). Além disto, a elaboração de inventários pode proporcionar àquelas instituições economia de recursos que poderão ser utilizados em outras necessidades educacionais, em cumprimento à atividade fim.

Este estudo, comparado aos demais publicados em âmbito nacional e internacional que abordam tema similar, apresentou como diferencial um panorama detalhado sobre a elaboração de inventários de GEE relacionados a IES, discutindo e comparando pontos de similitude e divergências com o inventário da UFS, cujos resultados serviram para estruturar a aplicação de um método que atendessem as especificidades das IES de uma forma geral.

Quando comparado aos inventários existentes para as IES internacionais e nacionais, o inventário da UFS calculado neste estudo foi o que contabilizou o maior número de categorias, em um total correspondente a 12, e contempla os três escopos. O inventário se assemelha ao da NTNU (Norwegian University of Technology and Science) por envolver toda a instituição no cálculo do inventário. No cenário nacional, este inventário se assemelha ao da PUC-Rio, onde foram relatadas as emissões provenientes de resíduos gerados nas operações, viagens a negócios e deslocamento de funcionários/alunos (casa-trabalho), dentre as categorias referentes ao escopo 3. O inventário da UFS se destaca, contudo, por ampliar o número de categorias do escopo 3 analisadas e poderá servir como um guia para outras

instituições elaborarem seus próprios inventários, contribuindo assim para que cada vez mais se conheça a quantidade de emissões efetuadas e se possa elaborar planos de mitigação e ecoeficiência.

A análise demonstrou que o foco na elaboração de inventários para IES deve priorizar a contabilização de emissões do escopo 3, além das emissões do escopo 1 e 2, por se identificar a realização de atividades relacionadas as várias categorias nele abrangidas, em especial, viagens a negócios, deslocamento de funcionários e alunos (casa-trabalho), bens e serviços adquiridos, descarte de resíduos e que algumas categorias previstas no PBGHGP podem ser relevadas, diante da inaplicabilidade a IES.

A lacuna existente no Brasil sobre trabalhos que discutem o perfil das emissões de GEE em IES, foi suprimida com a elaboração desta tese que, além de tudo o que já foi dito, serve também para complementar ações de gerenciamento sustentável, na medida em que se torna um parâmetro para outras instituições com características e condições similares, contribui para o desenvolvimento sustentável e redução de custos e consumo de recursos naturais, econômicos e humanos nas IES e contribui para ampliação da conscientização em sustentabilidade perante a comunidade acadêmica e sociedade.

Reforça tal afirmação, a demonstração da viabilidade de implementação de um sistema fotovoltaico de 5MWp para as IES, pois os riscos demonstrados através das análises de sensibilidade e de riscos são mínimos ou quase zero, gerando uma economia de recursos mensais para UFS de aproximadamente R\$ 279.290,33, e aproximadamente R\$ 3.351.483,96 ao ano, considerando um horizonte dos 6 primeiros anos após entrada em funcionamento do sistema fotovoltaico.

Sob outro aspecto, identificou-se a necessidade de melhorar os procedimentos de coleta de dados para aumentar a precisão das estimativas tanto do inventário em si, no que diz respeito às aquisições de materiais, o deslocamento de docentes, discentes e servidores e o registro de viagens de visitantes, atividades de agricultura e mudança no solo, transporte e distribuição (*upstream* e *downstream*), classes dos diversos resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados nas operações, tratamento de fim de vida dos produtos (destinação de sucatas e resíduos eletro-eletrônicos), bens arrendados (a instituição como arrendatária), como nas ações de mitigação a envolver o aprofundamento de programa sobre educação ambiental e registro de dados necessários à contabilização de compensação de emissões oriundas das atividades de reflorestamento e conservação de áreas verdes.

Observou-se também a necessidade de aprimorar a gestão de informações dentro da instituição inventariada, através da criação de uma equipe composta de gestores de diversas áreas dentro da organização, o que representaria ganhos consideráveis em tempo de desenvolvimento e qualidade do inventário, como, aliás, prevê o *GHG Protocol* (FGV; WRI, 2008). Em acréscimo, deve existir a sistematização contínua dos dados necessários, evidenciando as informações necessárias de forma menos complexa a fim de facilitar atualização constata dos inventários seguintes ao aqui elaborado (SENAI, 2017).

Recomenda-se o aprimoramento deste estudo, nos pontos limitantes, devido à falta de informações disponíveis na UFS, e devidamente citados no Quadro 6 do capítulo metodológico desta tese, referente às categorias e fontes de emissões utilizadas para o cálculo do inventário de GEE na IES. Isto posto, recomenda-se que seja realizada uma avaliação quantitativa do cálculo das incertezas associadas ao resultado das emissões do inventário aqui elaborado, dentro de intervalos de confiança para análise e acompanhamento dos resultados.

Do mesmo modo, sugere-se como trabalho futuro a elaboração de um plano para reduzir a pegada de carbono da UFS, a realização da análise da viabilidade técnica, ambiental e econômica das demais medidas de redução de GEE sugeridas em cotejo com a realidade apresentada por cada IES objetivando a criação de uma padronização também sob tal aspecto, uma vez que a tese somente realizou tal análise para a proposta de implantação de um sistema fotovoltaico de 5MWp.

Espera-se que o inventário de GEE aqui elaborado possa auxiliar os gestores a adotarem decisões administrativas com mais subsídios e que consigam por em prática as ações de mitigação aqui sugeridas, que servem não apenas para o enfrentamento das questões climáticas, mas também para redução de despesas dentro da instituição notadamente em cenários de crise.



## REFERÊNCIAS

ADEME - AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE. **BILAN GES: Centre de ressources sur les bilans de gaz à effet de serre.** Disponível em: <http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil>. Acesso em: 13 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. **CARBONE 4. BILAN GES: Centre de ressources sur les bilans de gaz à effet de serre.** Disponível em: <http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil>. Acesso em: 13 mar. 2019.

AGÊNCIA USP DE INOVAÇÃO; CENA BIOGEOQUÍMICA AMBIENTAL; DELTA O2 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL. **Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa. Ano base 2007.** Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/117217/mod\\_resource/content/1/inventario\\_GEE\\_USP\\_final.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/117217/mod_resource/content/1/inventario_GEE_USP_final.pdf). Acesso em: 01 mar. 2018.

ALDABÓ, R. **Energia Eólica.** São Paulo: Artiliber Editora, 2002.

AMERICAN COLLEGE & UNIVERSITY PRESIDENTS CLIMATE COMMITMENT (ACUPCC). **A Call for Climate Leadership: Progress and Opportunities in Addressing the Defining Challenge of Our Time.** Boston: Second Nature, 2007.

ANDRADE, J.C.S.; COSTA, P. **Mudança Climática, Protocolo de Kyoto e Mercado de Créditos de Carbono: Desafios à Governança Ambiental Global.** Organização e Sociedade, v. 15, n.º 45, abr/jun, 2008.

ANDRADE, R. T. G. de; MATTOS, K. M. da C. **Pegada de carbono da unidade sede da Petrobras em Natal-RN.** HOLOS, ano 27, vol. 1. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura.** Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14064: Gases de efeito estufa – Parte 2: Especificação e orientação a organizações a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **Guia de Implementação: Gestão de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa [recurso eletrônico].** Rio de Janeiro: ABNT; Sebrae, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; BANCO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO. **Gestão de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Guia de Ações para Economia de Baixo Carbono em Pequenas e Médias Empresas.** Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: [https://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Documentos/ghg/METODOLOGIA\\_GuiaDeAcoes.pdf](https://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Documentos/ghg/METODOLOGIA_GuiaDeAcoes.pdf). Acesso em: jul, 2020.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L. de; RÜTHER, R.; ABREU, S. L. de; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J.

G. de. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São Paulo: São José dos Campos. 2ª ed. INPE, 2017.

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL. **Potencial Solar no Brasil**. Recife: Ed. Universitária da UFPE/CEPEL/ELETOBRAS/CHESF, 2000.

BARROS, B. F. de, BORELLI, R., GEDRA, R.L. **Gerenciamento de Energia**. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2010.

BITTENCOURT, F., BRITO, M., MELLO, A., DIAS, B., SALINA, F., ALBUQUERQUE, I., CHABAR, C., COLUNA, I., **Cálculo das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Região Metropolitana de Campinas**. São Paulo, 2018.

BRASIL. Decreto Legislativo n.º 144, 2002. Aprova o texto do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, aberto a assinaturas na cidade de Quioto, Japão, em 14 de dezembro de 1997, por ocasião da Terceira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 21 de jun. de 2002, pág. 2.

\_\_\_\_\_. Decreto n.º 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 10 de dez. de 2010.

\_\_\_\_\_. Decreto n.º 9.578, de 22 de novembro de 2018. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei n.º 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**, 23 de nov. de 2018.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 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**, 30 de dez. de 2009, edição extra.

\_\_\_\_\_. Resolução Normativa da ANEEL n.º 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 19 de abr. de 2012.

BRASIL, G. H.; SOUZA JÚNIOR, P. A. de; CARVALHO JÚNIOR, J. A. de. **Inventários corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão. vol. 3 (1), p. 15-26, janeiro – abril, 2008.

BRASIL, R.F. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para consecução do objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. 2015. Disponível em: [http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf). Acesso em mai. de 2018.

BRIANEZI, D; JACOVINI, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; GONÇALVES, W.; ROCHA, S. J. S. S. da. **Balanco de emissões e remoções de gases de efeito estufa no campus da Universidade Federal de Viçosa – UFV**. Floresta e Ambiente. Rio de Janeiro. vol. 21 (2), p. 182-191, 2014.

CARVALHO, J. P. A. F. de; ELK, A.G.H.P.V; ROMANEL, C. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Campus Gávea da PUC-Rio**. Engenharia Sanitária Ambiental. Rio de Janeiro, vol. 22, n.3, página inicial e final do artigo, mai. e jun. de 2017.

CBCS. **Benchmarking e etiquetagem energética “em uso”**. 2013. Disponível em: file:///C:/Users/kikas/Downloads/CBCS\_Apresentacao\_Benchmarking\_mai2013.pdf. Acesso em 28 de jan. de 2020.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Manual de Capacitação sobre Mudança Climática e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. Brasília: ed. rev. e atual. 2010.

CLEMENTE, A., SOUZA, A., CONSENZA, C.A.N, *et al.* **Projetos Empresariais e Públicos**. São Paulo: Atlas S.A, 3. ed., 2008.

CMUGDI – CARNEGIE MELLON UNIVERSITY GREEN DESIGN INSTITUTE. **Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA) US 2002 (428 sectors) Producer model. 2017**. Disponível em: <http://www.eiolca.net>. Acesso em: 5 fev. 2018.

DA CRUZ, F. A.; D’AVILA, S. P. **Inventário De Emissões De Gases De Efeito Estufa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Curitiba – Sede Central e Ecoville**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 84p, 2013.

DISTRITO FEDERAL, Governo do. **Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Distrito Federal, 2016**. Disponível em: [http://sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/Inventario-de-Emissoes\\_SEMA-1.pdf](http://sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/Inventario-de-Emissoes_SEMA-1.pdf) . Acesso em 04 de mai de 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Mudanças Climáticas e Desdobramentos sobre os Estudos de Planejamento Energético: Considerações Iniciais, 2018**. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Mudancas%20Climaticas%20e%20Planejamento%20Energetico.pdf> Acesso em 17 de nov. de 2019.

ESCOBEDO, A; BRICEÑO S.; JUÁREZ H.; CASTILLOA D.; IMAZ M.; SHEINBAUMA, C. **Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico**. Energy for Sustainable Development, v. 18, p. 49-57, 2014.

ESTRELA, D. A. **Quantificação da Pegada de Carbono da Empresa Vestas Portugal**. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Ramo 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.I.], 2010.

FELIPETTO, A.V.M. SEGALA, K. (coord.). **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo Aplicado a Resíduos Sólidos: conceito, planejamento e oportunidades**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.



FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS; WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. 2ª ed., 2008.

\_\_\_\_\_. Ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais. **Ferramenta v2019.3. 2019.** Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>. Acesso em: fev. 2019.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA EAESP. **Uso do GHG Protocol Agricultural Guidance e contabilização de emissões resultantes das práticas agrícolas e de mudanças no uso do solo – versão 3.0**, 2017. Disponível em: [http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol\\_notatecnica\\_agro-mudanca-uso-solo\\_-v3.pdf](http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol_notatecnica_agro-mudanca-uso-solo_-v3.pdf) Acesso em: 4 abril 2020.

\_\_\_\_\_. **Nota técnica: Definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 1 – versão 4.0**, 2018a. Disponível em: [http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol\\_notatecnica\\_categorias\\_escopo-1\\_-v4.pdf](http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol_notatecnica_categorias_escopo-1_-v4.pdf) Acesso em: jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Nota técnica: Definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 2 – versão 1.0**, 2018b. Disponível em: [http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol\\_notatecnica\\_categorias\\_escopo-2\\_v1.pdf](http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol_notatecnica_categorias_escopo-2_v1.pdf). Acesso em: jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Nota técnica: Definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 3 – versão 2.0**, 2018c. Disponível em < [http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol\\_notatecnica\\_categorias\\_escopo-3\\_v2.pdf](http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol_notatecnica_categorias_escopo-3_v2.pdf)>. Acesso em: jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Nota técnica: Diretrizes para a contabilização de emissões de Escopo 2 em inventários organizacionais de gases de efeito estufa no âmbito do Programa Brasileiro GHG Protocol 1. Versão 4. 0.** 2019. Disponível em <http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol-notatecnica-contabilizacao-de-escopo-2-v4.pdf>. Acesso em: mai. 2019.

GONÇALVES, P.B; POZZA, S. A. **Qualidade do ar. Inventário de gases de efeito estufa no campus 1 da UNICAMP em Limeira, SP.** XIV ENEEAmb, II Fórum Latino de Engenharia e Sustentabilidade e I SBEA – Centro-Oeste. Brasília, 2016.

GONZAGA, E. A. R. **Neutralização de carbono por meio de inventário das emissões de gases de efeito estufa a partir do planejamento institucional da UFU.** 55 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

GOMES, C. E. P. dos S. **Resíduo sólido urbano é energia jogada no lixo.** Caderno opinião. FGV Energia: Set. 2018. Disponível em: [https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna\\_opinioao\\_-\\_residuos\\_urbanos.pdf](https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opinioao_-_residuos_urbanos.pdf) . Acesso em: jul, 2020.

GÜERECA, L. P.; TORRES, N.; NOYOLA, A. **Carbon footprint as a basis for a cleaner research institute in Mexico**, Journal of Cleaner Production, v. 47, p. 396-403, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas do território brasileiro.** 2019. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/estudos\\_ambientais/biomas/mapas/biomas\\_e\\_sistema\\_costeiro\\_marinho\\_250mil.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/biomas_e_sistema_costeiro_marinho_250mil.pdf). Acesso em: 28 abr. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Sinopse Estatística da Educação Superior 2018.** Brasília: Inep, 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>. Acesso em: out, 2019.

IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, vol. 4, Agriculture, and Other Land Use. Florestry, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. 2006a. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_00\\_Cover.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_00_Cover.pdf) Acesso em: 28 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, vol. 5, Waste, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. 2006b. Disponível em: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_0\\_Cover.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_0_Cover.pdf) Acesso em: 28 abr.2020.

\_\_\_\_\_. **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland, 2019. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>. Acesso em: 28 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima [Core Writing Team, Pachauri, RK e Reisinger, A. (eds.)].** IPCC, Genebra, Suíça, 104 pp. Disponível em [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf). Acesso em: 01 ago., 2019.

\_\_\_\_\_. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III ao Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima [Core Writing Team, RK Pachauri e LA Meyer (eds.)].** IPCC, Genebra, Suíça, 151 p. Disponível em [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf). Acesso em: 01 ago, 2019.

\_\_\_\_\_. **Global Warming of 1.5 °C, 2018.** Disponível em <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Acesso em: 15 de nov .2019.

KLEIN-BANAI, C.; THEIS, T. L.; BRECHEISEN, T. A.; BANAI, A. **Inventário de gases de efeito estufa como medida de sustentabilidade para uma universidade de pesquisa pública urbana.** Environmental Practice, vol. 12 (1), p. 35-47, mar., 2010.

LARSEN, H.N.; PETTERSEN, J., SOLLI, C., HERTWICH, E.G., 2013. **Investigating the carbono footprint of a University e the case of NTNU**. Journal of Clean Production. v. 48, p. 39 e 47, 2013.

LAURENCEL, L. da C. e REZENDE FILHO, M. **Engenharia Financeira. Fundamentos para avaliação e seleção de projetos de investimentos e tomada de decisão**. Rio de Janeiro. LTC, 2013.

MELARA, G.; KAMINSKI, R.; LANGER, M. **Quantificação da emissão de gases de efeito estufa gerados na Unoesc Campus I de Xanxerê, SC**. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 105-112, jan./jun. 2011.

MOURA, R. P. **Avaliação do Potencial de Geração de Energia a partir dos Resíduos Orgânicos do Restaurante universitário Central da UFRJ**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 85p, 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Decreto Estadual 45.229, de 04 de dezembro de 2009. Regulamenta medidas do Poder Público do Estado de Minas Gerais referentes ao combate às Mudanças Climáticas e Gestão de Emissões de Gases de Efeito Estufa; p.2; 31 de agosto de 2010.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de Referência. Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas**. 2015a. Disponível em: [http://redd.mma.gov.br/images/FREL/RR\\_LULUCF\\_Mudana-de-Us-e-Floresta.pdf](http://redd.mma.gov.br/images/FREL/RR_LULUCF_Mudana-de-Us-e-Floresta.pdf). Acesso em 28 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Setor Agropecuária. Emissões de Metano por Fermentação Entérica e Manejo de Dejetos de Animais**. Embrapa, 2015b. Disponível em: [https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/RR\\_LULUCF\\_Mudanca\\_de\\_Uso\\_e\\_Floresta.pdf](https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/RR_LULUCF_Mudanca_de_Uso_e_Floresta.pdf). Acesso em 28 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Setor Agropecuária. Emissões de Óxido Nitroso de Solos Agrícolas e de Manejo de Dejetos**. Embrapa, 2015c. Disponível em: [https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/RR\\_LULUCF\\_Mudanca\\_de\\_Uso\\_e\\_Floresta.pdf](https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/RR_LULUCF_Mudanca_de_Uso_e_Floresta.pdf). Acesso em 28 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Setor Tratamento de Resíduos**. Embrapa, 2015e. Disponível em: [https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/RR\\_Tratamento\\_de\\_Residuos\\_III\\_Inventario\\_FINAL.pdf](https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/RR_Tratamento_de_Residuos_III_Inventario_FINAL.pdf). Acesso em 30 mai.2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (ME). **Coletânea Desafio da Sustentabilidade**. Disponível em: [http://www.ifs.edu.br/images/1Documentos/2015/5-Maio/Colet%C3%A2nea\\_Sustentabilidade.pdf](http://www.ifs.edu.br/images/1Documentos/2015/5-Maio/Colet%C3%A2nea_Sustentabilidade.pdf) . Acesso em: 01 jan. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Efeito Estufa e Aquecimento Global**. [2012]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>. Acesso em: 01 ago. 2019.

\_\_\_\_\_. **Convenção da ONU sobre Mudança do Clima: Compromissos Estabelecidos na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**, 2016. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/quem-%C3%A9-quem/itemlist/category/138->

conven%C3%A7%C3%A3o-da-onu-sobre-mudan%C3%A7a-do-clima.html. Acesso em: 18 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Protocolo de Quioto**, [2008]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto.html>. Acesso em: 18 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Acordo de Paris**. [2017]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 18 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Mitigação da Mudança do Clima** [2019]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/229-mitiga%C3%A7%C3%A3o-da-mudan%C3%A7a-do-clima.html>. Acesso em: 15 de nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima. Volume I: Estratégia Geral. Versão Pós-Consulta Pública**, Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/PNA-Volume1.pdf>. Acesso em: 17 de nov. 2019

\_\_\_\_\_. **Benchmark de consumo energético de edifícios**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/energia/projetos/item/10477-benchmark-de-consumo-energ%C3%A9tico-de-edif%C3%ADcios.html>. Acesso em: 28 de jan. de 2020.

\_\_\_\_\_. **Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/planos-setoriais-de-mitigacao-e-adaptacao.html>. Acesso em: 31 de jan 2020.

NAVARRO, A.; PUIG, R.; FULLANA-I-PALMER, P. **Product vs corporate carbono footprint: Some methodological issues – a case study and review on the wine sector**. Science of the Total Environment, p.722-733, 2017.

NOYOLA, A.; MORGAN, J.; GUERECIA, 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.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Universidade de todo o mundo declaram emergência climática**, 2019a. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/universidades-de-todo-o-mundo-declaram-emergencia-climatica/>. Acesso em: out, 2019.

\_\_\_\_\_. **Universities and Colleges for the Climate Summit Introduction**. [2019b]. Disponível em: <https://www.sdgaccord.org/climateletter> Acesso em: out, 2019.

OZAWA-MEIDA, L; BROCKWAY, P.; LETTEN, K.; DAVIES, J.; FLEMING, P. **Measuring carbon performance in a UK University through a con-sumption-based carbon footprint: De Montfort University case study**. Journal of Cleaner Production, v.56, p.185-. [198, 2013.

PBMC. **Mitigação das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas** [Bustamante, M.M.C., Rovere E.L.L., (eds)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 463p. 2014.

PINHO, I. P. R. **Inventário e gerenciamento de emissões de gases de efeito estufa na indústria de bebidas: um estudo de caso no Brasil.** Dissertação (Mestrado) – UFRJ/COOPE/Programa de Planejamento Estratégico. Rio de Janeiro. 2009.

PNMC, **Plano Nacional sobre Mudança do Clima.** Brasília, dezembro, 2008. Disponível em:

[https://www.mma.gov.br/estruturas/smcq\\_climaticas/arquivos/plano\\_nacional\\_mudanca\\_clima.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf) Acesso em: 24 fev. 2020.

PREUSS, M. J. **Inventário de gases de efeito estufa e emissões evitadas com o gerenciamento de resíduos e cobertura vegetal na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS**, 140 f., Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2017.

PROLO, C.D; OLIVEIRA, T.B.G de; STOPPE, T.de C. **Como os mercados de carbono do Acordo de Paris podem ajudar a salvar o planeta?** Jota Info, 2019. Disponível em: [https://www.jota.info/paywall?redirect\\_to=https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/coluna-do-stocche-forbes/como-os-mercados-de-carbono-do-acordo-de-paris-podem-ajudar-a-salvar-o-planeta-02082019](https://www.jota.info/paywall?redirect_to=https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/coluna-do-stocche-forbes/como-os-mercados-de-carbono-do-acordo-de-paris-podem-ajudar-a-salvar-o-planeta-02082019) Acesso em: 31 jan. 2020.

RANDOW, P. C. B. D. **Percepção ambiental e gestão universitária: novos olhares, novos desafios.** Curitiba, Appris, 2015.

RATHMANN, R. ARAÚJO, R.V., CRUZ, M.R.da, MENDONÇA, A. M. **Trajетórias de Mitigação e Instrumentos de Políticas Públicas Para Alcance das Metas Brasileiras no Acordo de Paris.** Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, ONU Meio Ambiente, 2017.

RETSscreen4 International. **Software de Análise de Projetos de Energia Limpa.** Minister of Natural Resources Canada. Disponível em: <http://www.retscreen.net/pt/home.php>. Acesso em: jul., 2019.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 5.690, 14 de abril de 2010. Institui a política estadual sobre mudança global do clima e desenvolvimento sustentável e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**; p. 1.

SANTOS, D. R. R.; PICANÇO, A. P.; MACIEL, G. F.; SERRA, R. C. V. **Estudo de neutralização dos gases de efeito estufa da Universidade Federal do Tocantins - Reitoria e Campus universitário de Palmas: uma forma de mitigação ambiental.** Rev. Geogr. Acadêmica v.4, n.2, 2010.

SANTOS, J. O. **Inventário das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na Embasa: oportunidades para o aprimoramento da gestão das emissões.** Tese (Doutorado). Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2015.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. 10 nov. 2009; 119(209).

SENAI. Departamento Regional do Estado do Rio de Janeiro. **Cartilha inventário de emissões de gases de efeito estufa.** Rio de Janeiro: [s.n]. 64 p.: il., color, 2017.

SILVA, E.L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SONG, M.; PEOM, W.; PARK, S.; SONG, D. **Methods to Reduce Greenhouse Gas for University Buildings to Make a Low-Carbon Green Campus - With Case Study on the 'E' University**. *Journal KIEAE*, v.14, n.2, p. 37-46, 2014.

STECHEMESSER, K.; GUENTHER, E. **Carbon accounting: A systematic literature review**. *Journal of Cleaner Production*, v. 36, p. 17-38, 2012.

TORRES, R. de C. S. R. **Impactos da Precificação Interna do Carbono em uma Distribuidora de Energia Elétrica Brasileira no Resultado Econômico e na Tarifa de Energia Elétrica: Estudo de Caso Coelba**. 229 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2019.

TESOURO DIRETO. **Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público (MCASP)**, 2017. Disponível em: <https://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/563508/MCASP+7%C2%AA%20edi%C3%A7%C3%A3o+Vers%C3%A3o+Republica%C3%A7%C3%A3o+2017+06+02.pdf/3f79f96f-113e-40cf-bbf3-541b033b92f6> Acesso em: 29 de jan. 2020.

THURSTON, M.; ECKELMAN, M.J. **Assessing greenhouse gas emissions from university purchases**. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v.12, p.225-235, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS). **Inventário das emissões de gases de efeito estufa da fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul na movimentação de pessoas e bens – ano 2016**. Disponível em: <https://proadi.ufms.br/files/2013/08/Invent%C3%A1rio-de-Emiss%C3%B5es-de-Gases-2016.pdf>. Acesso em: mar., 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Ônibus elétrico da UFSC lança campanha para manter o projeto**. 2019. Disponível em <https://noticias.ufsc.br/2019/02/onibus-eletrico-da-ufsc-lanca-campanha-para-manter-o-projeto/> . Acesso em: 02 de fev. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS). **Anuário Estatístico. 2015-2017**. Disponível em: [http://indicadores.ufs.br/uploads/page\\_attach/path/5878/Anu\\_rio\\_Estat\\_stico\\_da\\_UFS\\_2015-2016-2017\\_v1\\_m\\_dia\\_qualidade.pdf](http://indicadores.ufs.br/uploads/page_attach/path/5878/Anu_rio_Estat_stico_da_UFS_2015-2016-2017_v1_m_dia_qualidade.pdf). Acesso em: abr. de 2019.

\_\_\_\_\_. **Catálogo de Cursos Graduação 2019**. PROGRAD/UFS. Sergipe: Editora UFS. 2019. 3ª ed. Disponível em: [http://oficiais.ufs.br/uploads/page\\_attach/path/5776/CatalogoUFS2019-compressed.pdf](http://oficiais.ufs.br/uploads/page_attach/path/5776/CatalogoUFS2019-compressed.pdf). Acesso em: 15 mai 2020.

\_\_\_\_\_. **Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2016-2020**. Disponível em: <http://oficiais.ufs.br/pagina/20004-plano-de-desenvolvimento-institucional-2016-2020>. Acesso em: abr. de 2018.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Gestão 2017**. Sergipe: Editora UFS. 2017.

\_\_\_\_\_. **Relatório anual material de consumo, 2017.**

\_\_\_\_\_. **Eficiência Energética na UFS, 2020** Disponível em <http://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/60584-eficiencia-energetica-na-ufs> Acesso em: 30 de jan. de 2020.

\_\_\_\_\_. **Sistema Fotovoltaico do DEL, 2017.** Disponível em <http://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/60583-sistema-fotovoltaico-do-del>. Acesso em: 30 de jan. 2020.

\_\_\_\_\_. **Sistema Fotovoltaico do BICIN, 2018a.** Disponível em: <http://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/62611-sistema-fotovoltaico-da-bicen>. Acesso em 30 de jan 2020.

\_\_\_\_\_. **Sistema Fotovoltaico da DIDÁTICA – V, 2018b.** Disponível em <http://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/62637-sistema-fotovoltaico-da-didatica-v> .Acesso em: 30 de jan. 2020.

\_\_\_\_\_. **Ambulatório HU, 2018c.** Disponível em: <http://eficienciaenergetica.ufs.br/conteudo/63383-ambulatorio-hu>. Acesso em: 30 de jan. 2020.

\_\_\_\_\_. **Novo sistema de esgotamento sanitário é inaugurado.** 2015. Disponível em <http://www.ufs.br/conteudo/18085-novo-sistema-de-egotamento-sa>. Acesso em: 30 de jan 2020.

\_\_\_\_\_. **Como a UFS se tornou a maior geradora de energia solar de Sergipe.** 2018d. Disponível em: <http://ciencia.ufs.br/conteudo/62696-como-a-ufs-se-tornou-a-maior-geradora-de-energia-solar-de-sergipe> Acesso em: 30 de jan. 2020.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea. Sergipe, 2017a.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea. Sergipe, 2017b.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Área do Prédio da Reitoria. Sergipe, 2017c.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Área da Praça Memorial da Democracia. Sergipe, 2017d.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Área do Prédio da Reitoria, Praça Memorial da Democracia e da Biblioteca Central - BICEN. Sergipe, 2017e.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea da Estação de Tratamento. Sergipe, 2017f.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea da Entrada. Sergipe, 2017g.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea da Construção da Subestação Elétrica – SE 69k. Sergipe, 2017h.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea. Sistema Fotovoltaico 42,24kWp no Departamento de Engenharia Elétrica – DEL, Sergipe, 2017i.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea. Sistema Fotovoltaico 66kWp Didática V. Sergipe, 2017j.

\_\_\_\_\_. **Campus Hospital Universitário.** Foto. Vista Aérea. Sergipe, 2017k.

\_\_\_\_\_. **Campus Hospital Universitário.** Foto. Vista Aérea. Sistema Fotovoltaico 33kWp Ambulatório do Hospital Universitário. Sergipe, 2019.

\_\_\_\_\_. **Campus Itabaiana.** Foto. Vista Aérea. Sergipe, 2017l.

\_\_\_\_\_. **Campus Laranjeiras.** Foto. Vista Frontal da Biblioteca do Campus. Sergipe, 2017m.

\_\_\_\_\_. **Campus Laranjeiras.** Foto. Área Livre. Sergipe, 2017n.

\_\_\_\_\_. **Campus Lagarto.** Foto. Vista Aérea do Campus de Ciências da Saúde. Sergipe, 2017o.

\_\_\_\_\_. **Campus do Sertão.** Foto. Vista Aérea do Campus. Sergipe, 2017p.

\_\_\_\_\_. **Campus São Cristóvão.** Foto. Vista Aérea. Sistema Fotovoltaico 58,96kWp Biblioteca Central – BICEN. Sergipe, 2018.

\_\_\_\_\_. **Campus Lagarto.** Foto. Sistema Fotovoltaico 66kWp Centro de Simulações e Práticas da Saúde. Sergipe, 2020.

VASQUEZ, L.; IRIART, A; ALMEIDA, M; VILLALOBOS, P. **Evaluation of greenhouse gas emissions and proposals for their reduction at a university campus in Chile.** Journal of Cleaner Production, v. 108, p. 924-930, 2015.

WAYCARBON; ICLEI. **Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima em Salvador. PMAMC. Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Município de Salvador. Inventário de emissão atmosférica do município de Salvador.** Prefeitura Municipal do Salvador, 2020. Disponível em [http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/InventarioGEE\\_2014\\_2018\\_PMAMC.pdf](http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/InventarioGEE_2014_2018_PMAMC.pdf). Acesso em 04 mai 2020..

WIEDMANN, T; MINX, J. **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 em: 02 abr., 2018.

WOILER, S. e MATHIAS, W. F. **Projetos: planejamento, elaboração, análise.** 2. ed. São Paulo/SP. Atlas, 2011.

WRI BRASIL; UNICAMP. Metodologia do GHG Protocol da Agricultura, 2015. Disponível em [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/Metodologia.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/Metodologia.pdf). Acesso em 04 mai, 2020.

WRI. **Protocol Scope 2 Guidance An Amendment to the GHG Protocol Corporate Standard,** Geneva, Switzerland and Washington, DC, USA. 2015.



WRI;WBCSD. **The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition)**. The Greenhouse Gas Protocol Initiative, USA and Switzerland, mar., 2004.

\_\_\_\_\_. **Greenhouse Gas Protocol: Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions**. Genebra e Washington, D.C.: WRI/ WBCSD, 2013. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/scope-3-technical-calculation-guidance>. Acesso em: jan., 2020.

YABUSHITA, E. E. R. **Inventário e proposta de gerenciamento de gases de efeito estufa (GEE) na UTFPR: estudo de caso do Campus Campo Mourão**. Campo Mourão, 53p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

YAZDANI, Z.; NADERIPOUR, A.; KAMSAH, M. **Renewable energy and carbon footprint emission at University Technology Malaysia (UTM)**. Revista Advanced Materials Research, v.734-737, p. 1861-1864, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS  
ESCOPO 3 CATEGORIA 7 – DESLOCAMENTO DE FUNCIONÁRIOS E ALUNOS  
CASA – TRABALHO**

Questionário

Prezado usuário, solicitamos que responda a pesquisa abaixo visando o levantamento de dados para elaboração de inventário de Gases de Efeito Estufa da UFS. Com a penas poucos segundos você contribuirá para melhoria no gerenciamento do carbono da UFS. Portanto não deixe de responder:

- 1) Qual seu status?
  - ( ) Professor
  - ( ) Técnico Administrativo
  - ( ) Aluno
  - ( ) Visitante
  - ( ) Outros
  
- 2) Informe o CEP do seu local de partida (residência ou trabalho) para UFS?
  
- 3) Qual o modo ou combinação de modos você usa para se deslocar até o campus da UFS?
  - ( ) CARRO
  - ( ) ÔNIBUS
  - ( ) BICICLETA
  - ( ) MOTO
  - ( ) CAMINHANDO
  - ( ) Outros
  
- 4) Descreva a distância percorrida por esse modo, ou seja, quantos km, em média, você percorre nesse trajeto – considerando o trajeto como uma viagem de ida e uma viagem de volta de sua casa/trabalho até o campus:
  - ( ) CARRO
  - ( ) ÔNIBUS
  - ( ) BICICLETA
  - ( ) MOTO
  - ( ) CAMINHANDO
  - ( ) Outros
  
- 5) A frequência de seu trajeto semanalmente?
  - ( ) CARRO
  - ( ) ÔNIBUS
  - ( ) BICICLETA
  - ( ) MOTO
  - ( ) CAMINHANDO
  - ( ) Outros

## ANEXO A – UNIDADES DE TODOS OS CAMPI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS) E SUAS RESPECTIVAS SIGLAS

Quadro 30 – Unidades de todos os Campi da UFS e suas respectivas siglas

<b>Unidade</b>	<b>Sigla</b>
<b>Conselho Diretor</b>	
Conselho Universitário	CONSU
Conselho do Ensino, da Pesquisa e da Extensão	CONEPE
Auditoria Interna da Universidade	AUDINT
<b>Reitor</b>	
Gabinete do Reitor	GR
Procuradoria Geral	PGE
Assessorias Especiais	
Assessoria de Comunicação	ASCOM
Cerimonial	
Restaurante Universitário	RESUN
Hospital Universitário	HU
Colégio de Aplicação	CODAP
Núcleo de Relações Internacionais	NRI
Núcleo de Editoração e Audiovisual	NEAV
Centro de Educação Superior a Distância	CESAD
Museu do Homem Sergipano	MUHSE
Museu de Arqueologia de Xingó	MAX
<b>Vice-Reitor</b>	
Gabinete do Vice-Reitor	GVR
Biblioteca Central	BICEN
Núcleo de Gestão Ambiental	NGA
Núcleo de Tecnologia da Informação	NTI
<b>Pró-Reitoria de Planejamento</b>	
Coordenação de Planejamento e Avaliação Acadêmica	COPAC
Coordenação de Programação Orçamentária	COPRO
Coordenação de Sustentabilidade Institucional	COSINT
Coordenação de Programas, Projetos e Convênios	COPEC
<b>Pró-Reitoria de Graduação</b>	
Departamento de Administração Acadêmica	DAA
Departamento de Apoio Didático Pedagógico	DEAPE
Departamento das Licenciaturas e Bacharelados	DELIB
<b>Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa</b>	
Coordenação de Pós-Graduação	COPGD
Coordenação de Pesquisa	COPES
Coordenação de Relações Internacionais	CORI
Coordenação de Inovação e Transferência de Tecnologia	CINTTEC
<b>Pró-Reitoria de Extensão</b>	
Coordenação de Atividades de Extensão	CECAC
Coordenação de Cultura e Arte	CCART
Coordenação de Tecnologias Sociais e Ambientais	CTSA
<b>Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis</b>	
Coordenação de Assistência e Integração do Estudante	CODAE
Coordenação de Promoções Culturais e Esportivas	COPRE
<b>Pró-Reitoria de Administração</b>	
Serviço Geral de Comunicação e Arquivo	SECOM
Arquivo Central	ARQUIVO
Departamento de Recursos Materiais	DRM

Departamento de Recursos Financeiros	DEFIN
<b>Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas</b>	<b>PROGEP</b>
Departamento de Pessoal	DP
Departamento de Desenvolvimento de Recursos Humanos	DDRH
Departamento de Assistência ao Servidor	DAAS
Departamento de Recrutamento e Seleção de Pessoal	DRS
<b>Superintendência de Infraestrutura</b>	<b>INFRAUFS</b>
Departamento de Serviços Gerais	DSG
Departamento de Obras e Fiscalização	DOFIS
Departamento de Manutenção	DEMAN
<b>Centro de Ciências Agrárias Aplicadas</b>	<b>CCAA</b>
Departamento de Ciências Florestais	DCF
Departamento de Engenharia Agrônômica	DEA
Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura	DEPAQ
Departamento de Zootecnia	DZO
Departamento de Medicina Veterinária	DMV
Departamento de Engenharia Agrícola	DEAGRI
<b>Centro de Ciências Biológicas e da Saúde</b>	<b>CCBS</b>
Departamento de Biologia	DBI
Departamento de Ecologia	DECO
Departamento de Educação Física	DEF
Departamento de Enfermagem	DEN
Departamento de Farmácia	DFA
Departamento de Fisiologia	DFS
Departamento de Fisioterapia	DFT
Departamento de Fonoaudiologia	DFO
Departamento de Medicina	DME
Departamento de Morfologia	DMO
Departamento de Nutrição	DNUT
Departamento de Odontologia	DOD
<b>Centro de Ciências Exatas e Tecnologia</b>	<b>CCET</b>
Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais	DCEM
Departamento de Computação	DCOMP
Departamento de Engenharia Civil	DEC
Departamento de Engenharia Elétrica	DEL
Departamento de Geologia	DGEOL
Departamento de Química	DEQ
Departamento de Engenharia Mecânica	DMEC
Departamento de Estatística e Ciências Atuariais	DECAT
Departamento de Física	DFI
Departamento de Tecnologia de Alimentos	DTA
Departamento de Matemática	DMA
Departamento de Engenharia de Produção	DEPRO
Departamento de Química	DQI
Departamento de Engenharia Ambiental	DEAM
Núcleo de Graduação em Engenharia de Petróleo	NUPETRO
<b>Centro de Ciências Sociais Aplicadas</b>	<b>CCSA</b>
Departamento de Administração	DAD
Departamento de Ciências Contábeis	DCC
Departamento de Ciência da Informação	DCI
Departamento de Direito	DDI
Departamento de Economia	DEE
Departamento de Relações Internacionais	DRI
Departamento de Secretariado Executivo	DSE

Departamento de Serviço Social	DSS
Departamento de Turismo	DTUR
<b>Centro de Educação e de Ciências Humanas</b>	<b>CECH</b>
Departamento de Artes Visuais e Design	DAVD
Departamento de Ciências Sociais	DCS
Departamento de Comunicação Social	DCOS
Departamento de Educação	DED
Departamento de Filosofia	DFL
Departamento de Geografia	DGE
Departamento de História	DHI
Departamento de Letras Estrangeiras	DLES
Departamento de Letras Vernáculas	DLEV
Departamento de Música	DMU
Departamento de Psicologia	DPS
Núcleo de Graduação em Ciências da Religião	NGCR
Departamento de Teatro	DTE
Departamento de Letras Libras	DELI
<b>Centro de Educação Superior a Distância</b>	<b>CESAD</b>
Polo Arauá	
Polo Brejo Grande	
Polo Carira	
Polo Estância	
Polo Japaratuba	
Polo Lagarto/Colônia Treze	
Polo N. Sra. das Dores	
Polo N. Sra. da Glória	
Polo Poço Verde	
Polo Porto da Folha	
Polo Propriá	
Polo São Cristóvão	
Polo São Domingos	
<b>Campus de Itabaiana</b>	<b>CAMPUSITA</b>
Departamento de Administração	DACI
Departamento de Biociências	DBCI
Departamento de Ciências Contábeis	DCCI
Departamento de Educação	DEDI
Departamento de Física	DFCI
Departamento de Geografia	DGEI
Departamento de Letras	DLI
Departamento de Matemática	DMAI
Departamento de Química	DQCI
Departamento de Sistema de Informação	DSI
<b>Campus de Lagarto</b>	<b>CAMPUSLAG</b>
Departamento de Educação em Saúde	DESL
Departamento de Enfermagem	DENL
Departamento de Farmácia	DFAL
Departamento de Fonoaudiologia	DFOL
Departamento de Odontologia	DOL
Departamento de Fisioterapia Lagarto	DFTL
Departamento de Medicina Lagarto	DMEL
Departamento de Nutrição	DNUTL
Departamento de Terapia Ocupacional	DTOL
<b>Campus de Laranjeiras</b>	<b>CAMPUSLAR</b>
Departamento de Arqueologia	DARQ

Departamento de Arquitetura e Urbanismo	DAU
Departamento de Dança	DDA
Departamento de Museologia	DMS
<b>Campus do Sertão</b>	<b>CAMPUSSER</b>
Núcleo de Graduação de Agroindústria/Sertão	NEAGROS
Núcleo de Graduação de Agronomia/Sertão	NEAS
Núcleo de Graduação em Educação em Ciências Agrárias e da Terra/Sertão	NECATS
Núcleo de Graduação em Medicina Veterinária/Sertão	NMVS
<b>Núcleo de Graduação em Zootecnia/Sertão</b>	<b>NZOS</b>

Fonte: Elaboração própria com base no Relatório de Gestão UFS, 2017

## ANEXO B – AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE COM REDUÇÃO DOS GASTOS COM O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)

Quadro 31 – Ações para redução dos gastos com o consumo de energia elétrica nas IES

IDEIA	DESCRIÇÃO	CUSTO	BENEFÍCIO
Microgeração e Minigeração de energia através da implantação de painéis fotovoltaicos ligados à rede elétrica.	A energia solar pode ser aproveitada para gerar energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, sejam eles de silício monocristalino, policristalino, amorfo ou de muitas outras tecnologias, conectados diretamente à rede elétrica através de inversores, sem o uso de baterias. Para isso, é necessário um estudo técnico para avaliar: local da instalação, obras necessárias, orientação dos módulos, sombreamento, energia a ser gerada, entre outros. Caso contrário, o sistema pode não atender às expectativas. Detalhes para instalação deste sistema podem ser encontrados na resolução normativa N. 482 da Aneel, bem como nas normas técnicas da concessionária de distribuição de energia. Sugere-se usar apenas os equipamentos aprovados pelo INMETRO.	Alto	Alto
Microgeração e Minigeração de energia através da implantação de centrais eólicas ligados à rede elétrica.	A energia eólica, ou energia dos ventos, pode ser aproveitada para se gerar parte da energia elétrica usada, ao se conectar diretamente à rede, com a eletrônica apropriada e sem o uso de baterias. Deve-se, porém, realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica em cada região a ser instalada, caso contrário o sistema pode não atender às expectativas. Detalhes para instalação deste sistema podem ser encontrados na resolução normativa N. 482 da Aneel, bem como nas normas técnicas da concessionária de distribuição de energia.	Alto	Alto
Geração de energia através de painéis fotovoltaicos integrados à arquitetura e ligados à rede elétrica.	Além de todos os aspectos citados na micro e minigeração fotovoltaica, entre as vantagens de se integrar módulos fotovoltaicos à arquitetura, seja em estacionamentos, coberturas ou qualquer outra construção, estão a economia dos materiais que seriam utilizados em seu lugar, o controle de luminosidade em ambientes e a cor a ser escolhida. Isto pode facilitar a viabilidade de uma geração fotovoltaica. Ressalta-se a importância de um estudo técnico, pois, a instalação em janelas é quase sempre inadequada e ineficiente. Além disso, o sombreamento causado por árvores ou outras construções pode reduzir drasticamente a geração de energia.	Alto	Alto
Sistema solar de aquecimento de	Utilizar nos laboratórios, moradias e cozinhas das Instituições Federais de	Baixo	Alto

água.	Ensino sistemas de aquecimento de água por luz solar, visando a economia de energia.		
Capacitação dos Servidores para compras públicas sustentáveis de produtos que consomem menos energia elétrica conforme Selo Procel.	É necessário incentivar e oferecer a capacitação dos servidores sobre a troca de equipamentos ineficientes por aparelhos mais eficientes e a compra de aparelhos que consomem menos energia elétrica de acordo com o Selo Procel.	Baixo	Alto
Criação de um Desafio de Sustentabilidade com critérios estabelecidos.	Campanha para a redução do consumo de energia elétrica entre as Instituições Federais de Ensino e entre os Setores de cada Instituto ou Universidade, com critérios estabelecidos previamente, criando prêmios para as que mais economizarem. Um bom exemplo de premiação seria a reversão do dinheiro economizado para a própria universidade em caráter de incentivo de pesquisas na área de sustentabilidade e energia renováveis.	Médio	Médio
Criação de um Programa Interno de Gestão de Energia.	Deverá ser criado um Programa Interno de Gestão de Energia, cujo documento deverá conter diretrizes adaptadas às realidades específicas de cada Instituição Federal de Ensino, visando a melhor solução em relação a sua região, condições climáticas, tecnologias disponíveis, etc., sempre proporcionando uma melhor economia de energia elétrica.	Baixo	Alto
Criação de uma Comissão Institucional para Gestão Energética.	Cada Instituição deverá criar uma Comissão Interna exclusiva para que as ações e medidas de eficiência energética possam ser implementadas mais facilmente dentro da Instituição. Essa Comissão realizará levantamentos e cálculos da energia elétrica consumida em todos os Campi, dividindo-os em setores, procurando identificar uma nova sistemática de trabalho que permita reduzir o consumo de energia.	Baixo	Alto
Estabelecer padrões que norteiem a utilização da iluminação.	Nas Instituições de Ensino muitas luzes ficam acesas sem necessidade após o término das aulas do período noturno. Uma fiscalização dessa situação é necessária, por algum funcionário, para que só fiquem acesas as luzes que sejam indispensáveis.	Baixo	Alto
Determinar prazos para que os monitores e discos rígidos dos computadores desliguem após um período de inatividade.	Basta adaptar as configurações dos computadores, uma ação simples que ajuda a economizar energia.	Baixo	Baixo
Manter portas e janelas fechadas quando o ar condicionado estiver ligado	Manter portas e janelas fechadas quando o ar-condicionado estiver ligado faz com que o ambiente alcance a temperatura desejada mais rápido, bem como que o aparelho trabalhe menos para manter a temperatura. Podem ser	Baixo	Alto



	instaladas molas de portas para impedir que essas permaneçam abertas.		
Otimizar o uso de impressoras e copiadoras nas edificações.	As instituições podem criar centrais de impressão, nas quais funcionários que trabalham em um mesmo andar dos edifícios possam compartilhar as copiadoras e impressoras ligadas em rede, para diminuir os gastos de energia com esses equipamentos.	Baixo	Alto
Regular a temperatura nos aparelhos de refrigeração entre 22°C e 24°C.	Entre 22°C e 24°C é uma temperatura agradável que garantirá o conforto térmico nos ambientes das instituições, evitando o trabalho excessivo do compressor e assim reduzindo os gastos de energia elétrica e aumentando a vida útil dos equipamentos.	Baixo	Alto
Sugerir que as Instituições sigam as legislações e normas de qualidade e sustentabilidade vigentes.	Seguir como referência para implantação nas Instituições Federais de ensino as normas que preveem a eficiência energética dos edifícios e equipamentos, a exemplo do PROCEL e normas de qualidade ambiental, como referência AQUA. Outras normas também podem ser utilizadas, como a ISO 14001 e ISO 50000.	Baixo	Alto
Transparência nos gastos de energia nas Instituições Federais de Ensino.	A divulgação e transparência dos dados de consumo de energia das Instituições de Ensino são interessantes, pois incentivaria a comunidade a cobrar das Instituições Públicas um maior desempenho energético. Tal medida está em conformidade com a Lei de Acesso à informação.	Baixo	Alto
Treinamento dos servidores em eficiência energética.	Um treinamento dos servidores na área de eficiência energética seria um grande passo para a implementação de critérios de compra de equipamentos sustentáveis e de tomada de decisões que levem em conta a economia de energia.	Baixo	Alto
Reorganizar os horários de aula em cada sala, preenchendo-os de maneira contínua, para que menos equipamentos de ar condicionado sejam ligados.	A reorganização dos horários das aulas seria uma medida que proporcionaria economia, uma vez que o ar frio da aula anterior seria aproveitado, evitando assim que uma sala inteira tivesse que resfriar novamente.	Baixo	Médio
Aplicação do Plantio Planejado para melhorar o conforto térmico.	Incentivar a arborização do entorno visando proteger as edificações das Instituições Federais de Ensino do calor resultante da luz solar. Essa medida diminuiria a incidência direta de raios solares nas paredes e consequentemente o aquecimento dos ambientes internos melhorando o conforto térmico aos alunos e servidores. O resultado direto desta medida seria a economia de energia devido à redução do uso de aparelhos de ar condicionado.	Baixo	Médio
Estimular a criação de espaços de	A criação de áreas de estudo ao ar livre poderia ser uma alternativa à	Médio	Médio

estudo ao ar livre.	utilização das bibliotecas para realização de trabalhos e estudo pessoal, otimizando o aproveitamento da luz do dia e da ventilação natural, assim diminuindo a demanda pelo espaço nas bibliotecas, que poderiam reduzir a refrigeração e a iluminação de partes menos utilizadas pelos alunos.		
“Telhados verdes” para regulação térmica do edifício.	O “Telhado verde” é uma boa iniciativa para redução do uso de energia. Esse tipo de construção além de integrar o edifício à natureza, ajuda na regulação térmica do prédio e da região, absorvendo o calor do sol e também evita a perda de calor no inverno.	Alto	Alto
Implantação de Destiladores de água mais eficientes.	Nas Universidades e Institutos Federais um dos grandes consumidores de energia é o destilador de água que trabalha quase ininterruptamente produzindo pouca água. Sendo assim, visando aumentar a eficiência e propor medidas de economia de energia, as Instituições de Ensino podem adotar destiladores solares. O destilador solar de água demanda uma área externa para implantação, porém não utiliza energia para seu funcionamento e produz uma quantidade razoável de água.	Médio	Alto
Instalação de bancos de capacitores para correção de fator de potência.	A correção do fator de potência por bancos de capacitores é capaz de elevar o fator de potência quando as cargas são predominantemente indutivas. Esta correção atende à resolução normativa N° 569 da ANEEL de 23 de julho de 2013. Além disso, ela é capaz de reduzir parte do aquecimento no transformador e condutores, podendo evitar a cobrança de multas na conta de energia.	Baixo	Alto
Instalação de mantas térmicas nos telhados das edificações mais antigas da instituição.	Instalação de mantas térmicas nos telhados das edificações mais antigas da instituição a fim de reduzir o calor transmitido para o ambiente e reduzir os gastos com a refrigeração.	Baixo	Alto
Instalação de interruptor por cartão que permitam mais economia e melhor gestão de energia.	Instalação de interruptor por cartão que ficaria junto com a chave das salas de aula e laboratórios. Nota-se que muitas salas de aula ficam com as luzes, ventiladores e ar condicionado ligados sem nenhum usuário no ambiente. Desse modo, a alimentação de energia seria desligada assim que o cartão fosse retirado, evitando o desperdício de energia.	Médio	Alto
Instalação de sensores de presença.	Sensores de presença são ótimas alternativas para reduzir o consumo das lâmpadas que às vezes ficam ligadas sem necessidade.	Médio	Médio
Instalações de medidores de energia individualizados para gestão dos gastos com energia.	A instalação de medidores individualizados tem como objetivo realizar o rateio dos custos de energia. Esta medida pode incentivar cada unidade a ser mais eficiente e economizar quando possível.	Médio	Médio
Preferência à utilização de telhas	Pode-se conseguir redução do consumo de energia através da diminuição do	Alto	Médio

termo acústica.	calor que atravessa os telhados dos edifícios e aquece as dependências internas. Com menos calor entrando, exige-se menos dos condicionadores de ar e assim economiza-se energia.		
Preferência a coberturas de cores claras.	Cores claras absorvem menos calor e deixam o ambiente mais confortável termicamente.	Médio	Médio
Utilizar o conceito de freio regenerativo dos elevadores para gerar energia elétrica.	O uso da regeneração em elevadores é capaz de reduzir em 75% o consumo de energia elétrica, bastando para isso instalar a eletrônica apropriada. Essa economia é muito interessante em regiões de fluxo intenso de pessoas que usam o elevador, como nos Hospitais Universitários, por exemplo.	Médio	Médio
Ampliar o uso da iluminação natural, através da construção de claraboias, iluminação zenital e prateleiras de luz.	Adaptando os ambientes para a entrada de luz natural, não seriam necessárias as lâmpadas ligadas durante o dia.	Alto	Alto
Preferência a cores claras nos ambientes internos para otimizar a iluminação.	O ato de pintar as paredes internas da faculdade com cores claras ou prevê-las nos projetos arquitetônicos faz com que as paredes absorvam menos calor e reflitam mais a luz interna, otimizando a iluminação e o conforto térmico no ambiente.	Baixo	Médio
Prioridade a aspectos arquitetônicos que beneficiem o conforto térmico.	Ao projetar um edifício deve-se atentar para o seu posicionamento quanto à iluminação solar e quanto à direção prioritária do vento na região. Um bom projeto consegue aproveitar o máximo possível a luz e o vento de forma a melhorar o conforto térmico dentro do edifício. Como exemplo, pode-se projetar brises ou marquises para proteção da radiação direta do sol, telhados verdes para melhorar o conforto térmico, janelas maiores e mais eficientes para melhorar a iluminação. Telhados com telhas isotérmicas também podem ser utilizados para melhorar o conforto térmico.	Alto	Médio
Projetar as instalações das unidades condensadoras de ar em ambientes sombreados e adequados.	A parte externa dos aparelhos de ar condicionado geralmente fica exposta ao sol, elevando a temperatura deste item. Isso significa muito mais trabalho para a máquina fazer a troca de calor com o ambiente, por isso recomenda-se a proteção do aparelho de ar condicionado da exposição direta da luz solar, assim, economizando energia elétrica.	Médio	Médio
Substituição progressiva dos equipamentos ineficientes por sistemas mais eficientes avaliadas pelo INMETRO.	Equipamentos antigos sem manutenção geralmente consomem mais energia, por isso é importante promover a substituição gradual desses equipamentos por outros mais tecnológicos que consumam menos energia. Além disso, é importante que os equipamentos sejam, quando possível, aprovados pelo INMETRO e possuir classificação Procel A ou B.	Médio	Alto

Substituição progressiva dos sistemas de iluminação ineficientes por sistemas mais eficientes avaliadas pelo INMETRO.	Com o desenvolvimento da tecnologia, hoje há no mercado diversas opções de luminárias e lâmpadas. As lâmpadas fluorescentes são as mais difundidas atualmente e consomem menos energia em comparação às incandescentes. Existem ainda as lâmpadas de LED (Light Emitter Diode), que começam a entrar no mercado e podem consumir menos energia e emitindo menos calor em comparação às fluorescentes. Além disso, deve-se atentar também para a utilização de luminárias reflexivas e reatores eletrônicos de alta qualidade.	Médio	Alto
Utilização de cobogós como facilitadores de entrada de luz e ventilação.	Atualmente existem diversos elementos que proporcionam eficiência energética aos edifícios sempre aliados a um bom projeto e a um ótimo planejamento arquitetônico também eficiente. O cobogó é uma destas soluções como uma opção construtiva, visto que pode ser feito com materiais regionais e que não passam por longos processos de industrialização, além de integrar a paisagem urbana ao edifício, permite a passagem do vento e iluminação.	Médio	Médio
Estudo do projeto de iluminação dos edifícios.	Estudar os projetos de iluminação dos edifícios das Instituições de Ensino existentes, visando reduzir o consumo de energia elétrica e a melhoria do conforto visual.	Médio	Médio
Implantar iluminação externa através de postes de luz, alimentados por energia solar de forma individual.	Há diversas opções de iluminação externa alimentada por energia solar, que além de poupar energia do sistema, poupam também fiação.	Alto	Médio
Manutenção constante dos equipamentos e instalações.	Medidas simples como a limpeza de filtros de ar condicionado ou de lâmpadas e luminárias, realizados semestralmente ou de acordo com a necessidade, torna estes equipamentos mais eficientes.	Baixo	Médio
Criação de um Desafio entre os alunos com critérios estabelecidos para incentivar projetos em eficiência energética.	Criar nas IES uma Feira de Ciências de forma a premiar os alunos para o desenvolvimento de projetos em eficiência energética, estabelecendo critérios e premiações para os melhores projetos.	Médio	Médio
Criar bolsas de pesquisa e extensão voltadas para a redução do consumo e desperdício de energia elétrica.	A Instituição deverá criar bolsas em iniciação científica para pesquisa e extensão voltadas à redução do consumo e desperdício de energia elétrica e fontes de energia renováveis.	Médio	Médio
Campanhas de conscientização da comunidade acadêmica quanto ao desperdício de energia.	A criação de fóruns e campanhas para incentivar a troca de ideias, boas práticas e experiências, entre as Instituições Ensino Superior, aliada à união de ações coletivas e colaborativas, são essenciais para promover a redução	Médio	Alto

	dos gastos e consumo de energia elétrica em seus campi. Com isso, será possível fazer comparações e estabelecer o melhor método a ser implantado e aliar o melhor custo-benefício. Além disso, é importante ministrar palestras visando conscientizar os alunos e servidores sobre a importância da utilização responsável dos recursos naturais. Como exemplo de aplicação de campanhas educacionais, as IES podem elaborar adesivos e etiquetas lembrando os servidores e alunos de desligarem os equipamentos e luzes ao final do expediente.		
Colocar adesivos de lembretes nos interruptores e equipamentos.	Uma simples medida de colar adesivos visando lembrar os servidores e alunos do desligamento dos aparelhos eletrônicos e iluminação já ajudará na redução do consumo de energia.	Médio	Médio
Desligar o ar condicionado meia hora antes do fim do expediente e também durante o almoço.	Uma atitude simples do servidor de desligar o ar-condicionado aproximadamente 30 minutos antes do fim do expediente e antes do almoço diminui o consumo de energia elétrica e não reduz o conforto do ambiente de trabalho.	Baixo	Baixo
Programas na rádio universitária sobre conscientização de economia de energia elétrica com informações, dicas e entrevistas com especialistas sobre o assunto.	A Rádio da universidade pode criar programas e campanhas que ajudem na conscientização dos alunos e servidores em relação a aspectos de economia de energia elétrica.	Baixo	Alto

Fonte: Adaptado (ME, 2015).

Quadro 32 – Ações para redução dos gastos com o consumo de água nas IES

IDEIA	DESCRIÇÃO	CUSTO	BENEFÍCIO
Instalação de centrais de água purificada a fim de melhor atender às demandas dos laboratórios da Instituição.	Refere-se a uma Central que trata e concentra toda a água utilizada pela Instituição e reutiliza a água de descarte, com seu bombeamento para a caixa d'água, propiciando a recirculação da água que seria dispensada.	Médio	Alto

Colocar galões conectados aos ralos dos bebedouros para captar a água desperdiçada e utilizá-la na limpeza e no jardim.	Há muito desperdício nos bebedouros das IES, chegando a 35 % de água indo literalmente para o ralo, é necessário criar soluções para esse problema, e uma delas é a coleta e o reaproveitamento da água que sobra da utilização dos bebedouros.	Médio	Baixo
Instalar bombas circuladoras de água nos destiladores da universidade, com isso a cada 5 litros de água destilada produzida a universidade deixará de jogar fora aproximadamente 200 litros de água.	Reciclando a água através de bombas, economiza-se aproximadamente 200 litros de água a cada produção de 5 litros de água destilada. Já existem circuladores para estes fins no mercado, que refrigeram esta água para tornar esse processo mais eficiente.	Médio	Médio
Programas na rádio institucional que visem a sensibilização e economia de água com informações, dicas e entrevistas com especialistas sobre o assunto.	Ajudando na criação da consciência e na cultura institucional de sustentabilidade.	Baixo a Médio	Médio
Treinar o pessoal da Limpeza para a economia de água. Capacitação de gestores e responsáveis pela fiscalização e correção de problemas com o desperdício.	Capacitação do pessoal da limpeza e outros responsáveis por grande parte da utilização de água para praticarem técnicas de economia e reuso da água, durante a prestação de seus serviços. Além de ensiná-los, fornecer também todos os recursos e equipamentos necessários de acordo com cada prática para que eles exerçam essas técnicas. A mudança começa com a capacitação e conscientização das pessoas.	Baixo	Médio
Capacitar à equipe de projetistas das universidades nos requisitos que atendem a sustentabilidade ambiental para a preparação de projetos de economia de água dos novos prédios.	Uma equipe de projetistas melhor preparada estará em sintonia com os novos recursos tecnológicos e experiências de outros locais, para projetar instalações que atendam aos requisitos de sustentabilidade ambiental com relação à gestão de água.	Médio	Alto
Sinalizar áreas comuns das IFEs com informativos sobre como reduzir o consumo de água com medidas individuais em que alunos e funcionários possam colaborar.	A sensibilização é a palavra chave para se economizar. A prática individual, quando somada com todos, faz a diferença. Se cada um fizer sua parte na economia do consumo de água, o resultado final será menos gastos nas instituições.	Baixo	Médio
Oferecer ações de capacitação que	As ações de capacitação estão dentro do plano de carreira dos TAE e podem	Baixo	Médio

contemplem o tema de economia de água e sustentabilidade em geral, para os Técnicos Administrativos em Educação e Docentes.	ser vinculadas a diversos temas que agreguem à lotação dos servidores. Portanto, abordar temas como redução de gastos com água e energia, trabalhando dentro de um sistema mais sustentável, se torna cada dia mais essencial.		
Inserir próximos aos equipamentos hidráulicos fotos marcantes e impactantes do problema da FALTA de água no Brasil e no Mundo.	Dessa forma, a comunidade acadêmica teria a possibilidade de conhecer os problemas com o desperdício de água e a partir do conhecimento, ter melhores práticas em seu manejo.	Baixo	Médio
Fazer campanha de conscientização permanente, utilizando cartilhas sobre a importância da redução do consumo de água, juntamente com a fixação de adesivos com mensagens sobre atitudes de redução do consumo em banheiros, cozinhas e demais locais.	Fazer campanha permanente de sensibilização para a racionalização do consumo de água nas instituições.	Baixo	Médio
Malha inteligente de irrigação por gotejamento alimentado por sistema de captação sustentável de água pluvial e de ar condicionado.	Um dos grandes desafios de manter áreas verdes é a oferta de água com qualidade e em quantidade suficiente, com baixo custo atrelado ao uso racional dos recursos hídricos. Assim, pretende-se utilizar malha de gotejamento dimensionado para atender às necessidades hídricas das áreas verdes em substituição ao dispendioso e pouco eficiente sistema de aspersão. Sistemas convencionais de irrigação por aspersão utilizam água da rede, a qual é tratada e destinada para usos mais nobres, como beber e preparar alimentos, além de promover a perda de boa parte do recurso hídrico que sofre evaporação. O sistema inteligente proposto se mostra mais eficiente e sustentável, pois as gotículas de água são depositadas diretamente no solo, mantendo as raízes úmidas, alimentado por água captada de sistemas de ar condicionado e coletores de água pluvial, bombeadas por um sistema motorizado e microcontrolado suprido por energia solar. Espera-se reduzir sensivelmente o uso de água tratada da rede para esta finalidade, os custos com o insumo e as perdas por evaporação,	Alto	Alto

	bem como o desperdício de água. Essa técnica permite a irrigação de maneira precisa e constante, reduzindo consideravelmente os gastos com água em jardins e em plantações experimentais.		
Elaborar um sistema automatizado de irrigação nas áreas verdes das instituições de ensino.	Esse sistema é controlado através de um microcontrolador que tem objetivo de temporizar o período de irrigação das áreas, além de fornecer a quantidade de água ideal para o processo. Essa ideia visa a economia de água, visto que em algumas instituições esse processo não é automatizado, gerando um gasto excessivo de água.	Alto	Alto
Irigar os jardins nos horários menos quentes do dia para evitar a perda de água por evaporação.	A irrigação nos horários menos quentes, pela manhã, final da tarde ou durante à noite, diminui a perda de um considerável volume de água por evaporação.	Baixo	Médio
Usar mangueira furada no interior do solo para molhar as raízes das plantas, ao invés da técnica por aspersão.	A quantidade de água utilizada pela técnica de irrigação por aspersão é muito alta. Com a técnica de mangueira furada, pouca quantidade dessa água é utilizada para irrigar os jardins das IES.	Alto	Médio
Criar rotinas acerca da periodicidade de irrigação de jardins de forma a estipular períodos padronizados para esta atividade em cada época do ano de acordo com o local da IES. A economia seria grande.	Geralmente as IES possuem grandes áreas verdes, contudo, irrigam essas áreas sem qualquer rotina planejada ou controle. Vale criar rotinas e padronizar de acordo com a época do ano e principalmente o Estado, localização, dentre outros diante da realidade de cada Instituição.	Baixo	Alto
Inserir nos Programas de Desenvolvimento Institucional (PDI) ações e medidas exequíveis em relação ao uso da Água para os próximos 10 anos.	PDI consciente.	Médio	Alto
Instalar um sistema de válvulas nas saídas das caixas d'água, de modo que feche a alimentação para as edificações durante a noite, domingos e feriados.	A ideia visa bloquear a alimentação de água para a edificação nos horários e dias em que não há uso, de modo a evitar perdas com possíveis vazamentos e prolongar a vida útil de todo o sistema hidráulico.	Médio	Médio
Maior controle do gasto de água das empresas que prestam serviços às IES, seja construindo	Evitar o desperdício da água em construções de prédios e manutenção em geral.	Médio	Alto



ou reformando prédios nos campi, com maior fiscalização e metas previstas em contrato.			
Compras públicas sustentáveis de equipamentos hidráulicos que reduzam o consumo de água.	A princípio é necessário que ocorra capacitação dos servidores quanto às licitações sustentáveis, em seguida deve-se, quando houver necessidade, trocar os equipamentos hidráulicos de modo a consumir menos água.	Médio	Alto
Criar ou manter uma equipe de manutenção que atenda rapidamente aos chamados para consertos e realize manutenção preventiva constante dos equipamentos. Para isso, as IES devem sinalizar suas dependências com adesivos contendo telefone e e-mail da equipe de manutenção.	A manutenção deve atender rapidamente aos chamados para consertos de equipamentos, assim, a instituição evitará desperdício de água e economizará muitos recursos.	Médio	Alto
Realizar levantamento e monitorar periodicamente a situação das instalações hidráulicas para propor um sistema de medição individualizado de consumo de água por edificação e dar preferência ao sistema de reuso de água e de tratamento dos efluentes.	O monitoramento periódico das instalações facilita a avaliação da viabilidade de alocação de recursos, tendo por objetivo, implantar um sistema de controle de consumo de água nas unidades administrativas das Instituições e de adaptar sistemas de reuso de água e de tratamento dos efluentes gerados, adequados à realidade de cada IES.	Alto	Médio
Avaliação dos componentes hidráulicos da IES visando um programa de uso racional da água.	Tendo em vista que o desperdício de água é grande em IES, a avaliação dos equipamentos hidráulicos é muito importante para descobrir e corrigir vazamentos e aplicar economizadores. Essa política de uso racional da água é cada vez mais difundida entre países desenvolvidos ou em desenvolvimento.	Médio	Alto
Aplicação da ferramenta FMEA (Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos) nas Instituições Federais, visando identificar os	A FMEA é uma ferramenta de gestão muito aplicada em empresas, geralmente para avaliação dos riscos (inclusive ambientais) durante o processo produtivo, visando minimizar a chance de o produto falhar. Empregar essa técnica possibilitará identificar os gastos excessivos de água	Médio	Médio

pontos de desperdício de água, a resolução destes problemas e, assim a minimização do desperdício.	e sugerir ações para tornar as IES mais sustentáveis e conscientes.		
Definição, cálculo e divulgação de indicadores de consumo.	Os indicadores devem simplificar a análise dos dados de consumo e qualidade da água e permitir que a comunidade saiba de maneira mais simples como está a evolução do consumo e se as atividades de sustentabilidade estão fazendo efeito.	Baixo	Médio
Instituir programa de educação ambiental visando a redução do desperdício e fomentando projetos com esse objetivo dentro de cada IES.	Toda e qualquer adaptação realizada nas IES dificilmente se torna eficaz sem o apoio da comunidade acadêmica, faz-se necessário, além das melhorias visando à redução do desperdício, que os usuários de tal sistema usem esse recurso (água) de modo racional. Através de projetos administrados pelos alunos e orientados pelos professores, cursos, palestras, gincanas entre outras atividades, reeducar a comunidade acadêmica para atender ao propósito de um consumo consciente.	Baixo	Médio
Implantação de sistema de controle de água nos Restaurantes Universitários visando diminuição com gastos desnecessários.	Incorporação de sistema de controle de água nos Restaurantes Universitários possibilitando o conhecimento do consumo e, conseqüentemente, a identificação de oportunidades de redução e gastos desnecessários. Destacam-se como oportunidade os controladores e reguladores de fluxo dos equipamentos hidráulicos.	Médio	Alto
Criação e implantação do Programa de Controle e Estatística para Água. Esse programa pode ser utilizado, por exemplo, como plataforma de participação acadêmica, gestão de fluxo e monitoramento, gráfico/numérico.	Gestão do conhecimento do consumo de água e possibilidade de sua otimização.	Médio	Médio
Realizar levantamento de informações para construir um perfil de consumo de água para cada bloco ou centro nas IES, permitindo o direcionamento de medidas que promovam a redução dos gastos.	Para uma ação eficiente na redução dos gastos com água, é essencial conhecer onde se consome mais e, principalmente, onde se consome mais do que se deveria consumir. Para isso, um estudo levantaria informações sobre o tipo de atividade de cada bloco/centro, criando um perfil de consumo que caracteriza e norteia cada um.	Médio	Alto

Antes de lavar a louça dos Restaurantes Universitários retirar o excesso de comida, sem usar água, e deixar sempre a torneira fechada ao ensaboar. O consumo pode cair de 240 litros para 20 litros. Disponibilizar um recipiente com água e detergente para as pessoas colocarem os talheres usados para tirar a gordura antes de serem lavados.	É uma forma de economizar água e reduzir bastante o consumo. A remoção prévia da gordura dos talheres promove uma diminuição no consumo de água.	Baixo	Médio
Trocar a carrapeta, o reparo ou os registros defeituosos das torneiras que estão pingando.	Para se ter uma ideia do desperdício, uma torneira pingando, bem devagar, consome em um só dia, 46 litros de água. Em um mês, isto significa 1.380 litros ou 1,38 m <sup>3</sup> a mais no consumo. Nas universidades existem torneiras com vazamento e isso aumenta muito o desperdício de água. Para reduzir isso, as torneiras ou os registros defeituosos podem ser trocados.	Baixo	Médio
Regular as boias das caixas de descarga para que encham menos.	Assim menos água é desperdiçada em descargas.	Baixo	Alto
Otimizar o posicionamento correto dos irrigadores. Muitos estão mal posicionados e geram desperdício de água quando são utilizados.	Deve-se utilizar um posicionamento correto dos irrigadores, visto que muitos estão mal posicionados e geram desperdício de água, pois acabam sem molhar as plantas. Os irrigadores podem ser substituídos por regadores manuais que vão gerar maior economia de água e energia.	Baixo	Médio
Utilização de capas para cobertura das piscinas dos campi das IES.	A utilização de coberturas em piscinas, como uma capa, reduz as taxas de evaporação da água em até 90%. Além disso, a instalação de coberturas evita o depósito de folhas e outros resíduos tendo em vista que uma piscina limpa precisa de menos troca de água.	Médio	Médio
Fazer testes nos relógios de água para verificar se não há vazamentos.	A partir disso o número de vazamento e o valor da taxa serão reduzidos.	Baixo	Médio
Instalar um restritor de vazão de água nas torneiras das IES, a fim de reduzir o consumo de água.	Com o restritor instalado o consumo cai pelo menos 50%, além da água não espirrar tanto. Nos testes feitos, em 1 minuto, a torneira sem o restritor de vazão consumiu 12 litros. Com a peça, o consumo foi de apenas 4 litros.	Baixo	Alto
Mapeamento da rede hidráulica existente nos Campi, como forma	As instalações hidráulicas das IES foram construídas durante muito tempo sem planejamento. Além disso, as equipes técnicas têm modificado estas	Médio	Alto

de evitar o rompimento de tubulação durante a execução de serviços de engenharia, também para facilitar o estudo e monitoramento da redução de perdas na distribuição de água.	instalações ao longo dos anos e geralmente não fazem um memorial das instalações de distribuição existentes. Por vezes os serviços de engenharia, como construção de novas obras no Campus, fazem com que alguns tubos existentes sejam danificados, o que causa perda de água excessiva. Conhecer a tubulação existente também tornaria possível estudos de redução de perda de água na etapa de distribuição.		
Instalar arejador nas torneiras.	Tem o custo baixo e pode economizar de 50% a 80% de água nas torneiras.	Baixo	Alto
Regulagem periódica das torneiras com temporizadores.	Não basta instalar torneiras com temporizadores, estas devem ser constantemente avaliadas para garantir que sua finalidade em reduzir o consumo de água esteja de fato ocorrendo.	Baixo	Alto
Fiscalizar se os filtros dos bebedouros estão defeituosos, pois isso pode causar vazamentos na estrutura metálica.	Muitas vezes os bebedouros apresentam vazamentos e isto contribui para um maior aumento no consumo de água e ainda deixa o piso molhado, aumentando o risco de acidentes.	Baixo	Médio
Substituição de gaxetas por selo mecânico.	A vedação do eixo das bombas por meio de gaxetas não proporciona uma perfeita vedação, causando vazamentos de água. Com a vedação por selo mecânico não há vazamentos de água e diminui-se o consumo de água.	Baixo	Médio
Cadastro da rede de água e aquisição e uso de um geofone (equipamento sensor de vazamento) para acompanhamento de problemas na rede de distribuição interna.	Grande parte dos gastos com o consumo se deve ao vazamento na rede de água. O monitoramento contínuo do consumo e também com o geofone poderiam evitar desperdícios e diminuir nossa conta.	Médio	Médio
Verificar e melhorar a vedação das tubulações e locais de armazenamento de água para evitar infiltrações e perdas por evaporação.	Prática simples e que contribui efetivamente para a redução do desperdício.	Baixo	Médio
Instalar o acionador com pedal elétrico para torneira.	Este equipamento evita o contato manual e a contaminação cruzada, economizando até 70% de água. Ideal para clínicas, laboratórios, banheiros etc..	Médio	Médio
As IES devem aprovar projetos para construção de novos prédios que contemplem sistemas de captação de água.	Construções sustentáveis são muito importantes, pois pensar nas futuras gerações é realizar ações no presente.	Médio	Alto

Promover o estudo hidrográfico de cada campus, visando a viabilidade de perfuração de poços para extração de água.	O Brasil possui uma bacia hidrográfica muito rica e podemos nos utilizar disso para aproveitar melhor essas fontes. Um estudo inicial é necessário para verificar a viabilidade da perfuração de poços para captação da água subterrânea.	Médio	Alto
Coleta de águas pluviais para utilização em descarga e limpeza dos prédios. Instalação de bocais que diminuam a vazão da água nas torneiras dos banheiros e cozinha. Diminuir lavagens das dependências das IES.	A coleta de água pluvial pode ser viabilizada por meio da instalação de um sistema de coleta e de um reservatório para a água coletada ser utilizada em limpeza, descarga dos banheiros, irrigação de plantas e até lavagem de carros. Isso minimizaria a utilização de água tratada para esses fins. Já no caso das torneiras, o bocal que aumenta a pressão diminui a necessidade de uma grande vazão para executar as tarefas, minimizando o consumo. Em muitos casos, a rotina de limpeza inclui lavagem de ambientes que poderiam ser limpos somente com a vassoura e um pano úmido. Deixando assim a lavagem em si para casos extremos e esporádicos.	Médio	Alto
Instalar bacias sanitárias com duplo fluxo proporcionando economia de água superior a 60%.	Bacias sanitárias com o sistema de duplo acionamento permitem a escolha do fluxo de água adequado. Enquanto as bacias antigas consomem 18 litros de água por acionamento, esse sistema permite escolher entre 3 e 6 litros, proporcionando economia de água superior a 60%.	Médio	Alto
Desenvolvimento de projetos para reaproveitamento da água das pias e chuveiros.	As águas das pias e chuveiros podem ser reaproveitadas para outros fins, como o sanitário, que gasta em média 6 litros de água potável na descarga. Isso para descargas atuais, pois as antigas são 9 a 10 litros por descarga. Os projetos de instalação de sistemas de reaproveitamento da água oriunda destes locais, em obras novas ou em grandes reformas, se tornam viáveis, no sentido de que os custos de instalação logo são pagos pela economia gerada.	Alto	Alto
Desenvolver um aplicativo para monitorar o consumo de água de acordo com as informações do hidrômetro.	A ferramenta a ser desenvolvida e disponibilizada exibiria um gráfico do consumo e calcularia o quanto poderia ter sido reduzido no mês.	Médio	Alto
Criação de um aplicativo para registrar fotos e vídeos, para comunicação direta sobre vazamentos (bebedouros, torneiras, sanitários) com o setor responsável pela manutenção.	É comum verificarmos a existência de vazamentos em bebedouros, vasos sanitários, torneiras etc., mas nem sempre a comunidade sabe como proceder para comunicar o problema. Com a criação de um mecanismo de comunicação que seja ao mesmo tempo simples e que chegue imediatamente ao setor de manutenção, os vazamentos podem ser consertados em menos tempo. Ganha-se no registro do problema e na agilidade de resposta e redução de desperdícios e custo.	Médio	Alto

## ANEXO C – GASES REGULADOS PELO PROTOCOLO DE QUIOTO E POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (GWP)

Quadro 33 – Gases regulados pelo Protocolo de Quioto e Potencial de Aquecimento Global (GWP) considerando um horizonte de tempo de 100 anos

GÁS	GWP	GÁS	GWP
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	R-407A	2.107
Metano (CH <sub>4</sub> )	25	R-407B	2.804
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	298	R-407C	1.774
HFC-23	14.800	R-407D	1.627
HFC-32	675	R-407E	1.552
HFC-41	92	R-407F	1.825
HFC-125	3.500	R-408A	2.301
HFC-134	1.100	R-409A	0
HFC-134a	1.430	R-409B	0
HFC-143	353	R-410A	2.088
HFC-143a	4.470	R-410B	2.229
HFC-152	53	R-411A	14
HFC-152a	124	R-411B	4
HFC-161	12	R-412A	442
HFC-227ea	3.220	R-413A	2.053
HFC-236cb	1.340	R-414A	0
HFC-236ea	1.370	R-414B	0
HFC-236fa	9.810	R-415A	22
HFC-245ca	693	R-415B	93
HFC-245fa	1.030	R-416A	844
HFC-365mfc	794	R-417A	2.346
HFC-43-10mee	1.640	R-417B	3.027
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	22.800	R-417C	1.809
Trifluoreto de nitrogênio (NF <sub>3</sub> )	17.200	R-418A	3
PFC-14	7.390	R-419A	2.967
PFC-116	12.200	R-419B	2.384
PFC-218	8.830	R-420A	1.258
PFC-318	10.300	R-421A	2.631
PFC-3-1-10	8.860	R-421B	3.190
PFC-4-1-12	9.160	R-422A	3.143
PFC-5-1-14	9.300	R-422B	2.526
PFC-9-1-18	7.500	R-422C	3.085
Trifluorometil pentafluoreto de enxofre	17.700	R-422D	2.725
Perfluorociclopropano	17.340	R-422E	2.592
R-400	0	R-423A	2.280
R-401A	16	R-424A	2.440
R-401B	14	R-425A	1.505
R-401C	19	R-426A	1.508
R-402A	2.100	R-427A	2.138
R-402B	1.330	R-428A	3.607
R-403A	1.766	R-429A	12

R-403B	3.444	R-430A	94
R-404A	3.922	R-431A	36
R-406A	0	R-432A	0
R-433A	0	R-22 ou HCFC-22	1.810
R-434A	3.245	R-717	<1
R-435A	25	R-744	1
R-436A	0	R-600a	<3
R-436B	0	R-290	<3
R-437A	1.805	R-1270	~3
R-438A	2.264		
R-439A	1.983		
R-440A	144		
R-441A	0		
R-442A	1.888		
R-443A	0		
R-444A	87		
R-445A	129		
R-500	32		
R-501	0		
R-502	0		
R-503	5.935		
R-504	325		
R-505	0		
R-506	0		
R-507 ou R-507A	3.985		
R-508A	13.214		
R-508B	13.396		
R-509 ou R-509A	4.945		
R-510A	0		
R-511A	0		
R-512A	189		

Fonte: Adaptado (SENAI, 2017; IPCC, 2007).

## ANEXO D – INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES PARA CÁLCULO DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE CO<sub>2</sub>

Tabela 24 - Valores de estoque de carbono médio para reflorestamento

Estado	AvRef (tC/ha) Ano 2002	AvRef (tC/ha) Ano 2005	AvRef (tC/ha) Ano 2010
AP	59,18	61,61	49,84
BA	47,10	53,33	51,34
ES	46,45	50,71	50,47
GO	-	57,98	56,23
MA	46,44	49,83	49,83
MG	47,11	54,23	53,13
MS	46,44	59,33	51,15
MT	-	49,87	49,83
PA	48,48	49,89	49,83
PI	-	-	49,83
PR	75,91	81,63	79,95
RS	52,45	68,70	64,05
SC	79,86	83,16	81,15
SP	50,14	55,65	54,83
TO	-	49,83	50,49
Demais UFs	46,44	49,83	49,83

Fonte: Adaptado (MCTI, 2015)

Quadro 34 – Estrutura da Vegetação, fitofisionomias e respectivas siglas

Estrutura	Fitofisionomia	Sigla
Floresta	Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	Aa
	Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas	Ab
	Floresta Ombrófila Aberta Montana	Am
	Floresta Ombrófila Aberta Submontana	As
	Floresta Estacional Decidual Aluvial	Ca
	Floresta Estacional Decidual das Terras Baixas	Cb
	Floresta Estacional Decidual Montana	Cm
	Floresta Estacional Decidual Submontana	Cs
	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Da
	Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	Db
	Floresta Ombrófila Densa Montana	Dm
	Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana	DI
	Floresta Ombrófila Densa Submontana	Ds
	Estepe Arborizada	Ea
	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	Fa
	Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas	Fb
	Floresta Estacional Semidecidual Montana	Fm
	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Fs
	Campinarana Arborizada	La
	Campinarana Florestada	Ld
Floresta Ombrófila Mista Aluvial	Ma	
Floresta Ombrófila Mista Alto Montana	MI	
Floresta Ombrófila Mista Montana	Mm	
Floresta Ombrófila Mista Submontana	Ms	

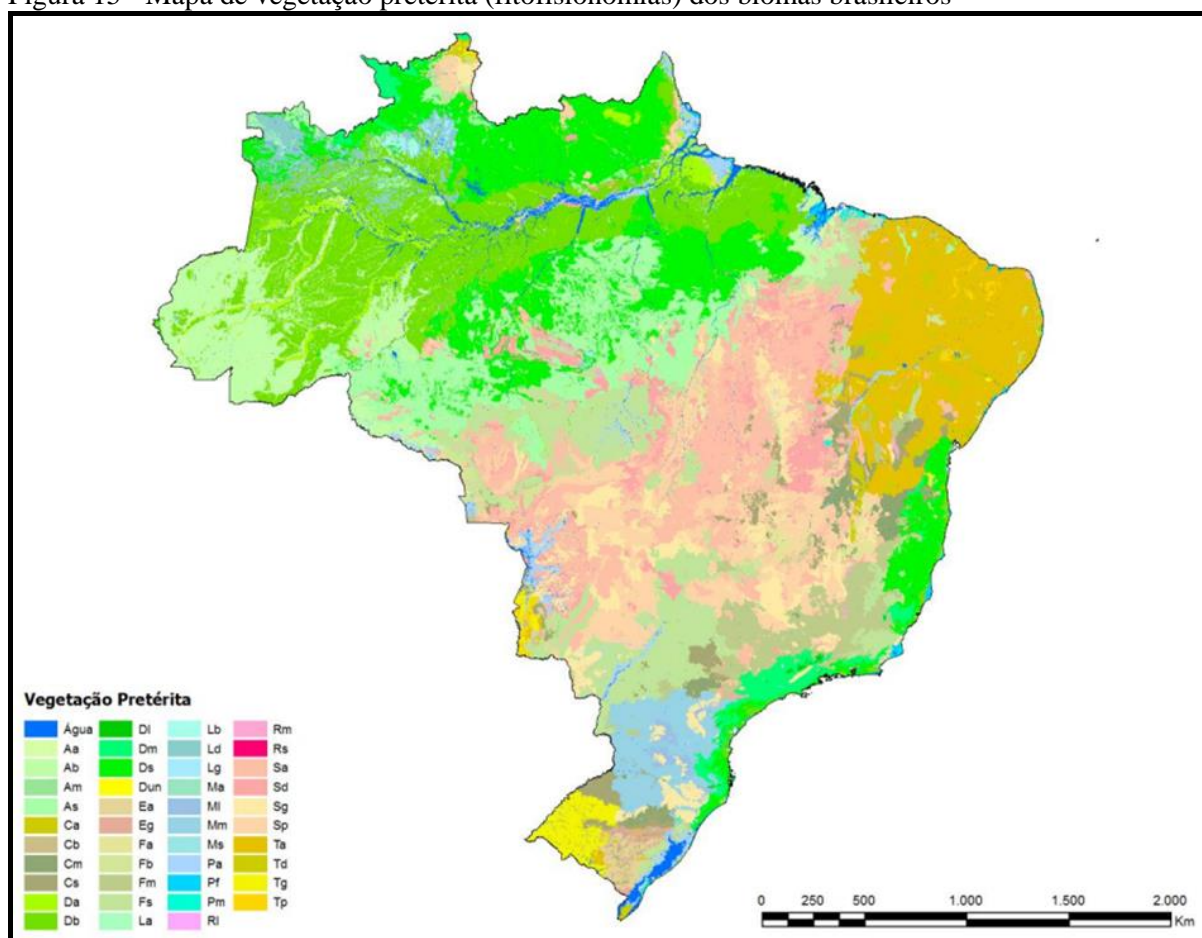


	Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre <sup>12</sup>	Pa
	Pioneiras com influência fluviomarinha (mangue) <sup>10</sup>	Pf
	Pioneiras com influência marinha (restinga) <sup>10</sup>	Pm
	Savana Arborizada	Sa
	Savana Florestada	Sd
	Savana Estépica Arborizada	Ta
	Savana Estépica Florestada	Td
Campo	Estepe Gramíneo-Lenhosa	Eg
	Estepe Parque	Ep
	Campinarana Arbustiva	Lb
	Campinarana Gramíneo-Lenhosa	Lg
	Refúgio Alto-Montano	Rl
	Refúgio Montano	Rm
	Refúgio Submontano	Rs
	Savana Gramíneo-Lenhosa	Sg
	Savana Parque	Sp
	Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa	Tg
	Savana Estépica Parque	Tp

Fonte: Adaptado (MCTI, 2015)

<sup>12</sup>As fitofisionomias de Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre (Pa), fluviomarinha (Pf) e marinha (Pm) foram reclassificadas como Campo para o bioma Pampa, visto que, em particular para essa região, essas formações tem uma influência campestre, de acordo com literatura científica e fotos observadas.

Figura 15 - Mapa de vegetação pretérita (fitofisionomias) dos biomas brasileiros



Fonte: (MCTI, 2015)

Tabela 25 - Estoques de carbono total por unidade de área (tC/ha)

Sigla	Estoque acima do solo	Estoque abaixo do solo	Estoque madeira morta	Estoque serapilheira	Estoque total	Bioma
Aa	34,38	8,08	3,78	0,79	47,03	Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia
Ab	34,38	8,08	3,78	0,79	47,03	Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia
Am	34,38	8,08	3,78	0,79	47,03	Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia
As	34,38	8,08	3,78	0,79	47,03	Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia
Ca	88,62	21,27	9,75	2,13	121,76	Caatinga
Cb	42,51	8,50	4,68	7,01	62,70	Caatinga
Cm	74,07	19,58	8,15	4,61	106,41	Mata

						Atlântica
Cs	74,07	19,58	8,15	4,61	106,41	Mata Atlântica
Da	127,07	29,86	13,98	2,92	173,83	Mata Atlântica
Db	94,42	19,38	10,62	4,00	128,42	Mata Atlântica
Dl	77,14	18,13	8,49	1,77	105,53	Mata Atlântica
Dm	127,70	28,28	19,13	2,64	177,75	Mata Atlântica
Ds	114,49	22,54	10,85	3,54	151,42	Mata Atlântica
Ea	9,44	15,67	0,09	2,64	27,85	Cerrado
Eg	0,79	0,77	-	0,56	2,12	Pampa
Fa	56,89	11,38	6,26	1,37	75,89	Mata Atlântica
Fb	61,83	14,84	6,80	4,08	87,55	Mata Atlântica
Fm	82,24	16,12	3,06	5,46	106,88	Mata Atlântica
Fs	86,92	20,86	9,56	5,74	123,05	Mata Atlântica
Ma	89,75	21,54	9,87	2,05	123,21	Mata Atlântica
MI	108,01	19,01	11,88	3,76	142,66	Mata Atlântica
Mm	108,01	19,01	11,88	3,76	142,66	Mata Atlântica
Ms	108,01	19,01	11,88	3,76	142,66	Mata Atlântica
Pa	76,97	18,09	8,47	1,85	105,38	Mata Atlântica
Pf	79,29	29,80	7,93	0,19	117,20	Brasil
Pm	78,16	28,92	22,18	1,44	130,70	Mata Atlântica
Rl	3,29	10,99	-	0,22	14,50	Cerrado
Rm	4,17	13,94	-	0,38	18,49	Cerrado
Rs	4,17	13,94	-	0,38	18,49	Cerrado
Sa	13,63	22,63	0,28	3,37	39,92	Cerrado
Sd	35,06	7,71	3,86	5,79	52,42	Cerrado
Sg	4,17	13,94	-	0,38	18,49	Cerrado
Sp	3,81	12,72	-	1,084	17,61	Cerrado
Ta	10,20	3,43	-	1,59	15,23	Caatinga
Td	19,28	8,59	-	2,66	30,54	Caatinga
Tg	0,99	6,95	-	4,66	12,60	Pampa

Fonte: Adaptado (MCTI, 2015)

Tabela 26 - Fatores de emissão de metano para fermentação entérica de gado de corte, machos e jovens, fêmeas e vacas leiteiras

Estado	Fator de emissão (kg CH <sub>4</sub> /cabeça/ano)			
	Gado de corte			Vaca leiteira
	Macho	Jovem	Fêmea	
Acre	53	41	58	61
Alagoas	55	43	74	67
Amapá	53	41	61	64
Amazonas	53	41	56	59
Bahia	55	43	60	56
Ceará	55	43	64	59
Distrito Federal	51	40	72	63
Espírito Santo	52	41	64	60
Goiás	51	40	66	58
Maranhão	55	43	61	57
Mato Grosso	51	40	64	56
Mato Grosso do Sul	51	40	62	55
Minas Gerais	52	41	70	64
Pará	53	41	60	63
Paraíba	55	43	65	60
Paraná	55	43	83	69
Pernambuco	55	43	73	67
Piauí	55	43	60	55
Rio de Janeiro	52	41	65	60
Rio Grande do Norte	55	43	65	59
Rio Grande do Sul	55	43	84	70
Rondônia	53	41	60	63
Roraima	53	41	54	58
Santa Catarina	55	43	84	70
São Paulo	52	41	64	59
Sergipe	55	43	71	65
Tocantins	53	41	57	60

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 27 - Fatores de emissão de metano por fermentação entérica por outras categorias animais

Categoria	Fator de emissão (kg CH <sub>4</sub> /cabeça/ano)
Suínos	1
Asininos	10
Muares	10
Bubalinos	55
Caprinos	5
Equinos	18
Ovinos	5

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 28 - Fatores de emissão de metano para manejo de esterco de bovinos e suínos

Estado	Fator de emissão (kg CH <sub>4</sub> /cabeça/ano)				
	Gado de corte			Suíno	Vaca leiteira
	Macho	Fêmea	Jovem		
Acre	1,8	1,6	1,1	0,4	2,1
Alagoas	1,9	1,7	1,2	1,9	2,7
Amapá	1,8	1,6	1,1	0,5	2,4
Amazonas	1,8	1,6	1,1	0,5	2,1
Bahia	1,3	1,2	0,8	0,7	1,6
Ceará	1,7	1,5	1	1,1	2,1
Distrito Federal	3,2	2,8	1,9	8,8	1,4
Espírito Santo	1,4	1,3	0,9	2,1	1,8
Goiás	1,4	1,2	0,8	1,9	1,6
Maranhão	1,7	1,5	1	0,9	2,1
Mato Grosso	1,3	1,2	0,8	3,3	1,6
Mato Grosso do Sul	1,3	1,2	0,8	2,7	1,9
Minas Gerais	1,5	1,4	0,9	2,5	1,8
Pará	1,8	1,6	1,1	0,5	2,1
Paraíba	1,7	1,5	1,1	0,8	2,2
Paraná	1,6	1,5	1	3,6	2,4
Pernambuco	1,7	1,5	1	0,7	2,1
Piauí	1,7	1,5	1,1	0,6	2,1
Rio de Janeiro	1,5	1,3	0,9	5,9	1,6
Rio Grande do Norte	1,7	1,5	1,1	0,8	2,1
Rio Grande do Sul	1,5	1,3	0,9	3,9	2
Rondônia	1,8	1,6	1,1	0,6	2,2
Roraima	1,9	1,7	1,2	0,4	1,8
Santa Catarina	1,8	1,6	1,1	5,8	2,3
São Paulo	1,5	1,4	0,9	2,2	2
Sergipe	1,7	1,5	1,1	1,2	2,1
Tocantins	1,8	1,6	1,1	0,6	2,1

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 29 - Fatores de emissão de metano para manejo de esterco de asininos, muares, bubalinos, caprinos, equinos, ovinos e aves

Estado	Fator de emissão (kg CH <sub>4</sub> /cabeça/ano)						
	Asininos	Muares	Bubalinos	Caprinos	Equinos	Ovinos	Aves
Acre	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Alagoas	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Amapá	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Amazonas	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Bahia	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,018
Ceará	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Distrito Federal	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,018
Espírito Santo	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,018
Goiás	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,018
Maranhão	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Mato Grosso	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,018
Mato Grosso do Sul	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,018
Minas Gerais	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,117
Pará	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Paraíba	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023

Paraná	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,117
Pernambuco	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Piauí	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Rio de Janeiro	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,117
Rio Grande do Norte	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Rio Grande do Sul	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,117
Rondônia	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Roraima	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Santa Catarina	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,117
São Paulo	0,9	0,9	1	0,17	1,6	0,16	0,117
Sergipe	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023
Tocantins	1,2	1,2	2	0,22	2,2	0,21	0,023

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 30 - Valores *default* para fator de emissão de N<sub>2</sub>O de manejo de dejetos animal por tipo de manejo

Sistema	Descrição	EF3 (kg N <sub>2</sub> O-N /kg de N excretado)
Lagoa anaeróbica	O sistema de lagoa anaeróbica é caracterizado como o transporte de dejetos através da água para lagoas. O esterco permanece na lagoa por um período de 30 dias até 200 dias. A água da lagoa pode ser utilizada para irrigar e fertilizar os campos.	0,001
Armazenamento sólido	O esterco e a urina são coletados e armazenados empilhados por um longo tempo (meses) antes de serem eliminados, com ou sem escoamento de água de chuva para um sistema de fossa.	0,02
Dry lot	Em clima seco os animais podem ser mantidos em confinamento não pavimentado, onde o esterco seca até ser periodicamente removido. Após a remoção, o esterco pode ser distribuído nos campos.	0,02
Pastagem	Este dejetos é depositado diretamente no solo pela pecuária. Portanto, não possui tratamento.	0,02
Esterqueira	Este sistema é caracterizado por combinar o armazenamento de esterco e urina em tanques. Para facilitar a manipulação, água pode ser adicionada ao material armazenado.	0,001
Biodigestor	Esterco e urina são anaerobicamente digeridos produzindo CH <sub>4</sub> .	0,001
Outros sistemas	Sistemas não definidos	0,005

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 31 - Valores para fator de emissão de N<sub>2</sub>O de manejo de dejetos animal por tipo de animal

Sistema	EF3 (%)
Gado (leiteiro, não leiteiro e búfalos), aves e porcos	0,007
Ovinos e outros animais	0,01

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 32 - Fator de emissão para dejetos de animais em pastagens

Dejetos	Fator de Emissão
Dejetos de animais	0,007

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 33 - Parâmetros para aplicação de fertilizantes orgânicos

Parâmetro	Valor
FRACGASM (%)	0,2
FE1 (%)	0,01

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 34 - Percentual de N e fatores de emissão compostos para adubos orgânicos

Adbos orgânicos	% de N	Fator de Emissão Composto (t/CO <sub>2</sub> e)
Esterco (bovino, equino, suíno, ovinos)	1,60	0,0599406
Esterco de Aves	3	0,1123886
Composto orgânico	1,4	0,0524480
Geral	1,8	0,0674331

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 35 - Fatores de emissão fertilizantes nitrogenados sintéticos

Componentes	Valor	Valor (equação)
FE1	0,80%	0,008
FRAC <sub>GASF</sub>	10%	0,1
Fator de emissão composto (t/CO <sub>2</sub> eq)		3,37

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 36 - Fatores de emissão de óxido nitroso na aplicação de ureia

Componentes	Valor	Valor (equação)
FE1	0,80%	0,008
FRAC <sub>GASFU</sub>	30%	0,3
Fator de emissão composto (t/CO <sub>2</sub> eq)		2,62

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 37 - Fator de emissão de dióxido de carbono da aplicação de ureia

Fertilizante	Fator de Emissão (%)
Ureia	0,20

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 38 - Fatores de emissão do calcário

Tipo de Calcário	Fator de Emissão (%)
Calcítico	0,12
Dolomítico	0,13

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 39 - Parâmetros para o cálculo de emissões de N<sub>2</sub>O provenientes de deposição atmosférica

Parâmetro	Valor
FRAC <sub>GASF</sub>	0,1
FRAC <sub>GASM</sub>	0,2
FE <sub>3</sub>	0,01

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 40 - Parâmetros para o cálculo de emissões de N<sub>2</sub>O provenientes de lixiviação ou escoamento superficial

Parâmetro	Valor
FRAC <sub>LEACH</sub>	0,3
FE <sub>4</sub>	0,025

Fonte: Adaptado (WRI BRASIL; UNICAMP, 2015)

Tabela 41 - Parâmetros para o cálculo de emissões de CO<sub>2</sub> para incineração de resíduo hospitalar

Tipo de Resíduo	Teor de matéria seca	Carbono Total	Carbono Fóssil	Fator de oxidação
Resíduo de saúde	65%	60%	40%	100%

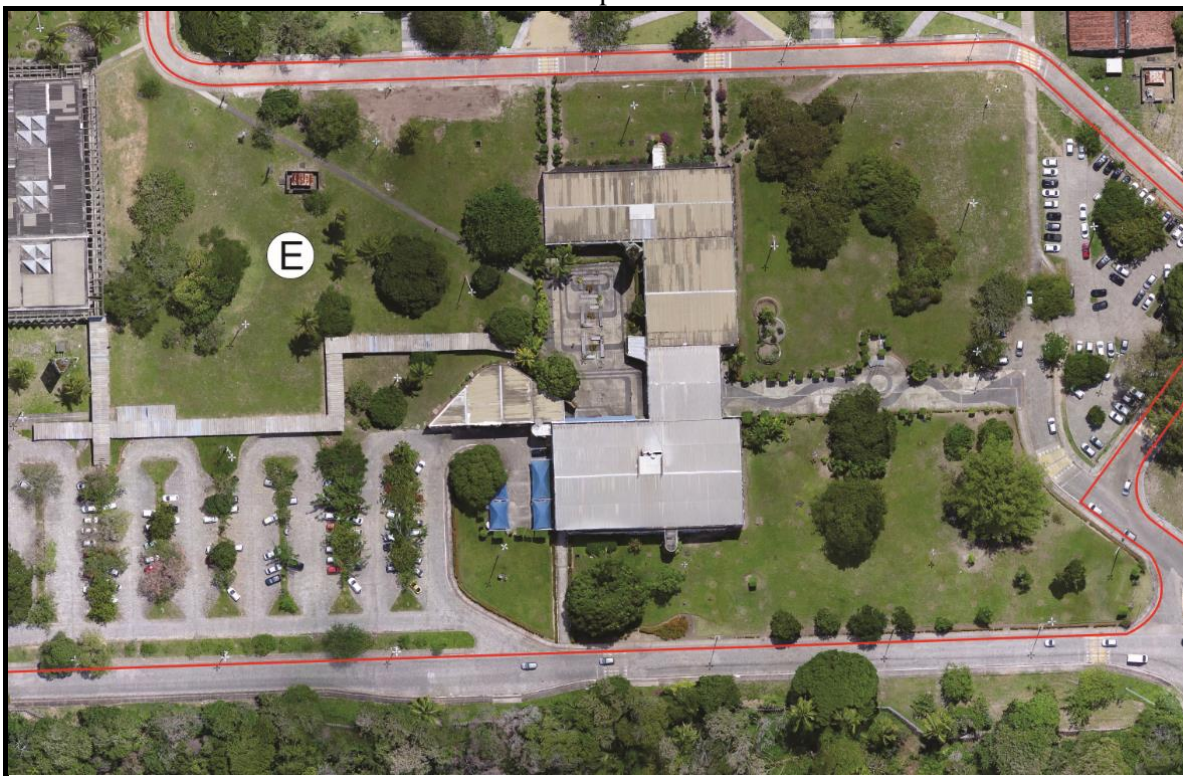
Fonte: Adaptado (WAYCARBON; ICLEI, 2020)







Foto 3 - Vista Aérea do Prédio da Reitoria no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017c.

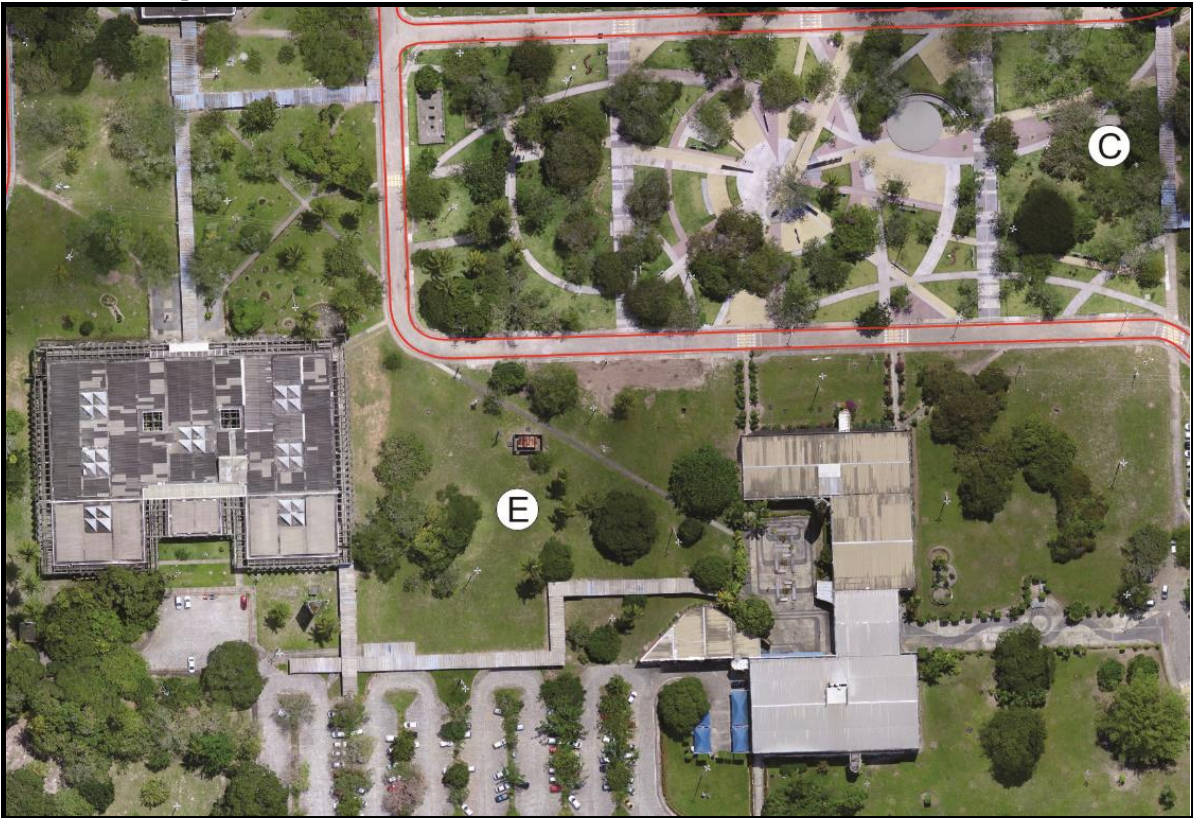
Foto 4 - Vista Aérea da Praça Memorial da Democracia no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017d.



Foto 5 - Vista Aérea do Prédio da Reitoria, Praça Memorial da Democracia e da Biblioteca Central - BICEN no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017e.

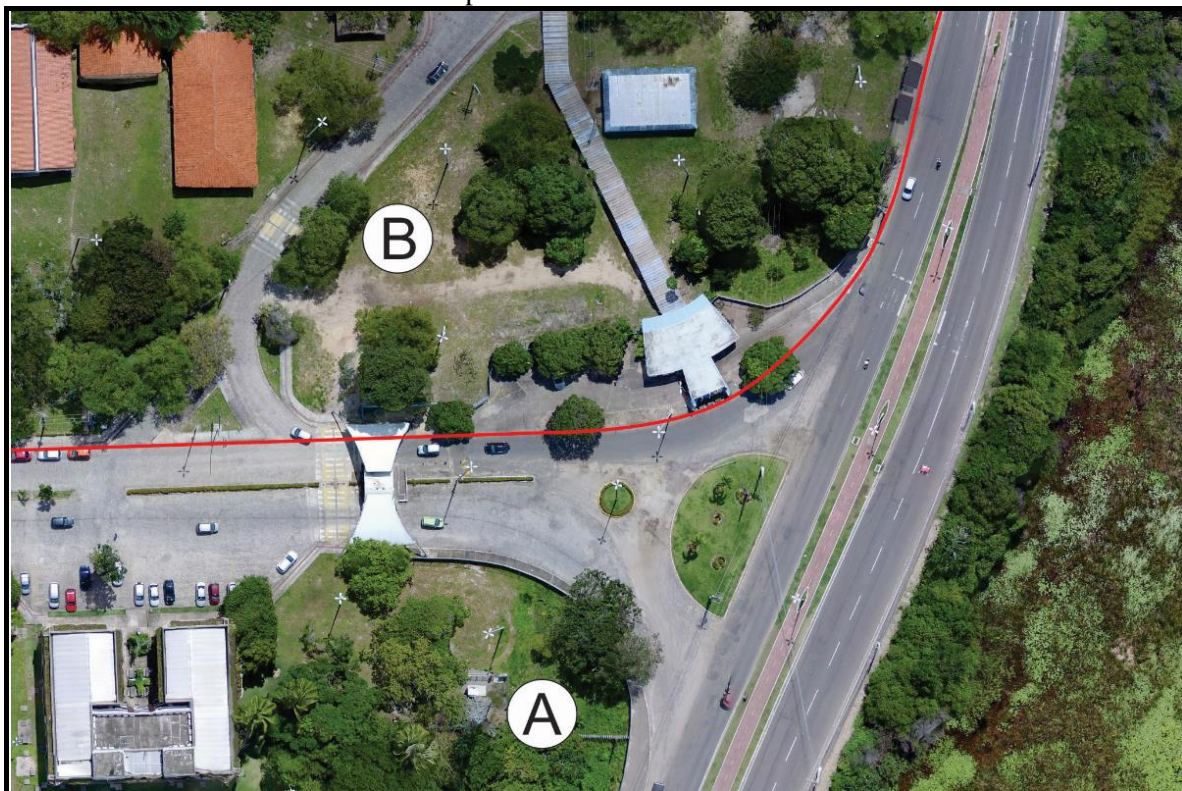
Foto 6 - Vista Aérea da Estação de Tratamento no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017f.



Foto 7 - Vista Aérea da Entrada do Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017g.

Foto 8 - Vista Aérea da construção da Subestação Elétrica - SE UFS 69kV no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017h.



Foto 9 - Sistema Fotovoltaico 42,24kWp no Departamento de Engenharia Elétrica – DEL no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017i.

Foto 10 - Sistema Fotovoltaico 66kWp na Didática V no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2017j.



Foto 11 - Sistema Fotovoltaico 58,96kWp na Biblioteca Central – BICEN no Campus São Cristóvão



Fonte: UFS, 2018

Foto 12 - Vista Aérea do Campus Hospital Universitário – HU em Aracaju



Fonte: UFS, 2017k



Foto 13 - Sistema Fotovoltaico 33kWp no Ambulatório do Hospital Universitário do Campus Hospital Universitário – HU em Aracaju



Fonte: UFS, 2019

Foto 14 - Vista Aérea do Campus Itabaiana



Fonte: UFS, 2017l.



Foto 15 - Vista Frontal da Biblioteca do Campus Laranjeiras



Fonte: UFS, 2017m.

Foto 16 – Área livre do Campus Laranjeiras



Fonte: UFS, 2017n.



Foto 17 – Vista Aérea do Campus de Ciências da Saúde de Lagarto - Campus Lagarto



Fonte: UFS, 2017o.

Figura 16 – Campus de Ciências da Saúde de Lagarto (Maquete Eletrônica)



Fonte: UFS, 2017.



Foto 18 - Sistema Fotovoltaico 66kWp no Centro de Simulações e Práticas da Saúde do Campus Lagarto



Fonte: UFS, 2020

Foto 19 – Vista Aérea do Campus do Sertão (Nossa Senhora da Glória)



Fonte: UFS, 2017p.