

Inventário e proposta de gerenciamento de gases de efeito estufa (GEE) em um projeto de microcervejaria: estudo de caso no município de Antônio Carlos (SC)

Renata Latrônico Bernardo^{(1)*} Luiz Carlos Pittol Martini⁽²⁾

⁽¹⁾Acadêmica do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

⁽²⁾Professor, Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

*Autor correspondente - Email: renata.latronico@hotmail.com

Resumo

Os objetivos do trabalho foram inventariar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) previstas em uma microindústria e elaborar uma proposta com medidas preventivas recomendadas para minimizar os impactos ambientais das possíveis emissões geradas por esse empreendimento. O estudo de caso foi realizado em uma microcervejaria que está em fase de instalação no município de Antônio Carlos (Santa Catarina). Foram quantificadas as emissões das seguintes fontes: combustão estacionária, combustão móvel, efluentes, uso de energia elétrica, transporte e distribuição. Os resultados mostraram que os efluentes líquidos gerados na fabricação de cerveja constituíram-se na principal fonte contabilizada de emissão de CO₂e (CO₂ equivalente), com mais de 61 toneladas anuais. Para neutralização de GEE provenientes desses efluentes, recomendou-se a construção do sistema de tratamento de efluentes denominado *wetlands construídos*. As outras fontes quantificadas foram pouco significativas no total de GEE emitidos pela micro indústria estudada.

Palavras-chave: emissão de CO₂e, neutralização de gases de efeito estufa

Greenhouse gas (GHG) inventory and management gases plan in a microbrewery: case study in Antonio Carlos (Santa Catarina State, Brazil)

Abstract

The work objectives were both to inventory the projected greenhouse gases (GHG) emissions in a microenterprise and to prepare a proposal with recommended preventive measures to minimize the environmental impacts of the possible emissions from this plant. The case study was carried out in a microbrewery that is being installed in Antônio Carlos, a small town in Santa Catarina State, Brazil. Emissions from the following sources were quantified: stationary combustion, mobile combustion, wastewater, electricity uses, transport and distribution. The results showed that liquid effluents from the microbrewery were the main emission source for CO₂e, with more than 61 tons per year. It was recommended a wastewater treatment system called *constructed wetlands* for carbon neutralization from liquid effluents. Other quantified sources were negligible for the total GHG emitted in this study case.

Key words: CO₂ emission, neutralization of greenhouse gases.

Introdução

O avanço tecnológico e o crescimento econômico contemporâneo ainda estão baseados em métodos de produção que exploram intensamente os recursos naturais. Devido aos impactos ambientais crescentes e em virtude da própria escassez de recursos naturais, nas últimas décadas ampliou-se a preocupação com os efeitos globais decorrentes de todas as atividades humanas. Entre as maiores preocupações está o aumento de emissão de gases do efeito estufa (GEE), que de acordo com dados do relatório de 2007 do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) serão responsáveis pela elevação no ritmo de aquecimento da Terra entre 0,1 e 0,2°C por década, intensificando as mudanças climáticas globais. O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas indica que o Brasil foi um dos países onde houve maior aumento da temperatura na região costeira (cerca de 2,5 °C) no período entre 1901 e 2012, demonstrando assim a vulnerabilidade do país às mudanças climáticas (SAE, 2014).

Dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2015) apontam que todos os setores, exceto o de mudança de uso da terra, tiveram aumento

das emissões de GEE entre 2013 e 2014. O setor energético foi o que mais se destacou negativamente, pois apresentou um aumento de 6% nas emissões mesmo num ano de baixo crescimento econômico, resultando na elevação do índice de emissões por unidade de energia produzida. Em 2014, o setor de energia emitiu 479,1 milhões de toneladas de CO₂e (CO₂ equivalente), situando-se junto com o setor de mudança de uso da terra como a principal fonte de GEE da economia brasileira (SEEG, 2015).

Dentre os principais setores de emissão de GEE considerados pelo IPCC (energia, agropecuária, resíduos, processos industriais e mudanças de uso da terra), o setor de resíduos apresentou as menores emissões no contexto brasileiro, com 68,3 milhões de tGWP (Global Warming Potential) de CO₂e lançadas em 2014, esta medida representa o quanto uma determinada massa de um gás contribuiu para o aquecimento global. Contudo, em Santa Catarina este setor encontra-se na terceira posição entre os maiores emissores (SEEG, 2016). Mesmo tendo menor representatividade, o setor de resíduos mostrou-se crescente quanto às emissões de GEE entre 1990 e 2010, de acordo com dados Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2013).

Das atividades industriais que mais geram carga orgânica (cerveja, leite cru, leite pasteurizado, algodão, papel, suíno, aves e bovinos), o setor de cerveja é o mais importante, sendo responsável, em 2010, pela emissão de 62% de gás metano (CH₄) lançado pela indústria, provenientes principalmente do tratamento de esgoto (MCTI, 2013).

Tendo como base os estudos feitos e dados obtidos a respeito da emissão de GEE provenientes de vários setores econômicos, observa-se uma tendência global de empresas e organizações tomarem iniciativas para a mitigação das emissões. Dessa forma, este Trabalho de Conclusão de Curso, realizado por intermédio do estágio curricular na Empresa Encaminhe Certo – Resiliência Inteligente, com sede em Balneário Camboriú (SC), e responsável por prestar consultoria durante o processo de construção de uma microcervejaria no município de Antônio Carlos (SC), teve como objetivo e proposta para neutralização elaborar um inventário das emissões de GEE do empreendimento. Deve-se destacar que o estudo não foi executado por exigência legal, mas pelo fato de o empreendedor ter a intenção de abater as emissões de gases do efeito estufa por uma questão de ética pessoal.

Material e Métodos

O local de estudo foi uma microcervejaria que está em processo de construção na área rural de Antônio Carlos (SC) (coordenadas geográficas 27°32'47.9"S e 48°47'05.1"W e altitude de 574 metros).

A unidade fabril entrará no mercado em 2017 com produção aproximada de 300 litros de cerveja por dia (20% de sua capacidade de produção), produzindo três tipos de chopes da linha americana: American Blond Ale, American India Pale Ale (IPA) e American Brown Ale. A indústria contará inicialmente com seis funcionários e sua produção será sazonal, tendo menor produção durante o inverno e sujeita a variações de acordo com o cenário econômico nacional.

O estudo baseou-se nas metodologias recomendadas pelas especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol (FGV & WRI, 2008), pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) e por normas técnicas da ABNT (NBR ISO14.064-1, 2007), levando-se em consideração a produção estimada pela empresa.

O trabalho foi realizado entre fevereiro e julho de 2016 na empresa Encaminhe Certo – Resiliência Inteligente (ENCAMINHE CERTO, 2016), responsável por prestar consultoria ao empreendimento.

Com o propósito de aplicar e avaliar os resultados da aplicação das regras e metodologias de cálculo do GHG Protocol brasileiro na elaboração de um inventário de GEE para contabilização das emissões, foram considerados os valores previstos nas futuras operações da empresa estudada. Os cálculos foram feitos tendo como base emissões no ano de 2015, último ano disponível da ferramenta de cálculo do GHG Protocol de 2016.

As fontes de emissão previstas foram classificadas em diretas e indiretas, divididas nos escopos 1, 2 e 3, segundo as especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol (FGV & WRI, 2008) e a parte 1 da NBR ISO14.064-1(2007). A quantificação foi realizada conforme a Tabela 1.

Como primeiro passo, para a identificação das possíveis fontes de GEE foram encaminhados questionários para os responsáveis técnicos dos diferentes setores da indústria. Num segundo momento, foram realizadas visitas de campo para análise das estruturas, instalações e processos. Por fim, deu-se início a ciclos de trocas de informações com o responsável técnico geral do empreendimento. Após vários ciclos de trocas de informação, obteve-se uma estimativa das emissões, considerando-se principalmente as

emissões relacionadas ao gasto de energia elétrica e aos efluentes gerados pela produção, e em seguida elaborou-se o relatório de emissão de GEE.

Tabela 1. Classificação de emissões pelo Programa Brasileiro GHG Protocol (FGV & WRI, 2008), e NBR ISO 14.064-1 (2007).

| GHG Protocol | ABNT NBR ISO14064 |
|---|--|
| <u>Emissão Direta</u> – Escopo 1: emissão direta proveniente de fontes de emissão de propriedade ou controle operacional da empresa. | <u>Emissão Direta de GEE</u> – Emissão de GEE de fonte de emissão de gases de efeito estufa pertencente ou controlada pela organização. |
| <u>Emissão Indireta</u> – Escopo 2: emissão indireta provenientes da geração de eletricidade, calor ou vapor consumidos pela empresa. | <u>Emissão Indireta de GEE por uso de energia</u> – Emissão de GEE na geração de eletricidade, calor ou vapor importados para consumo na organização. |
| <u>Emissão Indireta</u> – Escopo 3: emissão indireta que é consequência das atividades da empresa, porém não é de sua propriedade ou controle operacional. | Outras emissões indiretas de GEE – Emissões de GEE não associadas à energia importada e que sejam uma consequência de atividades da organização, mas advindas de fontes que pertencem ou são controladas por outras organizações. |

Fonte: PINHO (2009)

A partir dos dados coletados na empresa, identificaram-se os valores adequados para os fatores de emissão utilizando-se o programa para cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol (2016) conforme as instruções indicadas na metodologia dessa ferramenta. Após a realização de procedimentos de classificação e contabilização, foram propostas medidas para abatimento das emissões de GEE no empreendimento, baseadas no relatório de emissões.

Resultados e Discussão

As fontes de emissão identificadas na indústria cervejeira analisada foram enquadradas em combustão estacionária, combustão móvel, efluentes, compra de energia elétrica, transporte e distribuição (ou *upstream*, que são as emissões indiretas de GEE relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos). As principais emissões identificadas no empreendimento estão listadas na Tabela 2.

Na classe do Escopo 1 da Tabela 2, contabilizou-se como combustão estacionária o uso de fogão de cozinha industrial, com um consumo estimado de 1,86 toneladas por ano de GLP (gás liquefeito de petróleo). Como combustão móvel, obteve-se o consumo de

combustível tendo como referência um veículo de distribuição leve, realização de oito viagens por mês e percurso de 200 km por viagem. Nesse escopo, estimou-se também uma produção de 109,5 m³/ano de efluentes líquidos. Como o tipo de resíduo sólido (resíduos de malte) não está relacionado na metodologia do GHG Protocol (FGV & WRI, 2008), não foi possível obter parâmetros de conversão para CO₂e. Porém, a partir da previsão de produção final de malte pôde-se estimar uma geração de subprodutos (resíduos de malte) na ordem de 32 toneladas por ano.

Tabela 2. Fontes diretas e indiretas de emissões de gases de efeito estufa (GEE) classificadas de acordo com GHG Protocol (FGV & WRI, 2008).

| Classificação | Emissão | Fonte |
|----------------------|---|---------------------------------------|
| Escopo 1 | Combustão estacionária | Fogão de cozinha industrial |
| | Combustão móvel | Frota de distribuição (leve) |
| | Efluentes | Efluentes líquidos e resíduos sólidos |
| Escopo 2 | Compra de energia elétrica | Sistema Interligado Nacional (SIN) |
| Escopo 3 | Transporte e distribuição (<i>upstream</i>) | Transporte de matéria prima |

No Escopo 2, o item considerado foi a aquisição de energia elétrica junto ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Para a contabilização da energia elétrica utilizada, previu-se uma instalação com carga de 15.000 Watts e um consumo total de 80.193 kWh/ano.

Com relação ao Escopo 3, que trata do transporte e distribuição (*upstream*), levou-se em conta o transporte de matéria-prima nas mesmas bases da frota de distribuição do Escopo 1, isto é, um veículo leve de distribuição realizando o transporte de matéria-prima até a microcervejaria oito vezes por mês e percorrendo 200 km por viagem.

A Tabela 3 sintetiza as quantidades de gases de efeito estufa (GEE) inventariadas na microcervejaria estudada. Pode-se observar que as emissões do Escopo 1 – que são consideradas as emissões diretas advindas de fontes da organização inventariante ou controladas por ela – representaram a principal fonte de emissão de CO₂e contabilizada na empresa estudada, com mais de 61 toneladas anuais, basicamente devido às emissões de resíduos (efluentes). Como apontado anteriormente, o setor de resíduos, em Santa Catarina, é o terceiro setor que mais emite GEE, apesar de ser o de menor contribuição no contexto brasileiro. No Brasil a produção de cerveja apresenta as emissões mais representativas entre as atividades industriais do setor de resíduos, sendo que em dois anos houve um aumento de 2%. Em 2012, a contribuição do setor correspondeu a aproximadamente dois

terços (64%) do total de gases emitidos pelo tratamento de efluentes industriais (SEEG, 2014).

Tabela 3. Emissões de gases de efeito estufa (GEE) em uma microcervejaria, em toneladas por ano.

| Tipo de emissão | Escopo 1 | | | Subtotal Escopo 1 | Escopo 2 | Escopo 3 | Total |
|-----------------|------------------------|-----------------|----------------------|-------------------|------------------|---------------------------|----------------|
| | Combustão estacionária | Combustão móvel | Resíduos (efluentes) | | Energia elétrica | Transporte e distribuição | |
| CO2 | 5,45 | 3,11 | - | 8,56 | 9,979 | 3,11 | 21,649 |
| CH4 | 0,00043 | 0,000328 | - | 0,000758 | - | 0,000328 | 0,0011 |
| N2O | 0,000009 | 0,000445 | 0,207071 | 0,207525 | - | 0,000445 | 0,20797 |
| CO2e | 5,47 | 3,26 | 61,71 | 70,44 | 9,979 | 3,26 | 83,679 |
| CO2 biogênico | - | 0,77 | - | 0,77 | - | 0,77 | 1,54 |

Na Tabela 3 também se pode verificar que a segunda maior fonte de emissão do Escopo 1 foi a combustão estacionária, com a utilização do fogão de cozinha industrial movido a gás liquefeito de petróleo (GLP), com 5,46 toneladas anuais de CO2e. A combustão móvel apresentou pouca representatividade quanto às emissões de GEE (3,26 toneladas de CO2e anuais), com parte dessa emissão representada por 0,78 toneladas anuais CO2 biogênico provenientes da queima de biomassa. A queima de biomassa resulta em emissões consideradas neutras em termos de impacto climático, pois o CO2 é gerado através de um ciclo biológico (e não um ciclo geológico, como no caso do CO2 de origem fóssil). Para o termo atual do Protocolo de Quioto, o uso de biomassa e de seus subprodutos como combustíveis alternativos é considerado uma importante contribuição para a redução nas emissões de GEE (WRI BRASIL & UNICAMP, 2014).

No Escopo 2, que representa as emissões indiretas provenientes da aquisição de energia elétrica que é consumida pela empresa, foi contabilizada a produção de 9,979 toneladas anuais de CO2e, valor considerado pouco significativo. Para o Escopo 3, que representa apenas consequências das atividades da empresa em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela, como é o caso do combustível utilizado para transporte de matéria prima, também apresentou contribuições pouco significativos para o total de GEE emitidos.

Com respeito às emissões totais de CO₂e, observa-se a grande representatividade das emissões diretas provenientes da produção de efluentes líquidos, quando comparada com as demais fontes de emissão. Dessa forma, são justamente os efluentes líquidos o foco principal para a proposta de neutralização e gerenciamento de GEE nessa empresa.

Para neutralização de GEE gerados por combustão estacionária, combustão móvel, e aquisição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) recomendou-se o plantio de árvores nativas de crescimento lento para captura de carbono, com características ornamentais, capazes de gerar frutos e atrair pássaros. Segundo Azevedo e Quintino (2010), a quantidade de carbono capturada por árvores de crescimento lento é muito maior quando comparado a espécies de crescimento rápido. As espécies recomendadas foram Aroeira-Vermelha (*Schinus terebinthifolia*), Cerejeira (*Eugenia involucrata*), Pitanga (*Eugenia uniflora*), Ipê Roxo (*Tabebuia avellanadae*), Ipê Amarelo (*Tabebuia chrysostricha*) e Paineira (*Chorisia speciosa*) (ACORDE, 2011).

Recomendou-se ainda que a redução de emissão de GEE fosse feita a partir da utilização lâmpadas de LED, além da utilização preferencialmente de etanol como combustível da frota, dado sua menor capacidade de emitir GEE quando comparado aos combustíveis fósseis.

Para neutralização de GEE provenientes de efluentes gerados no processo de produção, que representam a maior fonte de emissão de CO₂e do sistema, a recomendação foi construir um sistema de tratamento de efluentes que não gere impactos negativos ao meio ambiente. O sistema escolhido foi o de *wetlands* construídos do tipo vertical (capaz de realizar a completa nitrificação). Os *wetlands* construídos são cópias dos *wetlands* naturais e são capazes de potencializar os ciclos biogeoquímicos para fins de tratamento de águas residuárias. Segundo Michael Jr. (2003) e IWA (2000), citados em Brasil et al. (2007), os sistemas alagados construídos são caracterizados por apresentarem moderado custo de capital, baixo consumo de energia e manutenção, estética paisagística e aumento do habitat para a vida selvagem.

O sistema de *wetland* é composto por macrófitas aquáticas, plantas herbáceas que crescem na água e em solos alagados ou inundados. Uma grande variedade de macrófitas aquáticas pode ser usada no tratamento de águas residuárias em sistemas alagados construídos com fluxo subsuperficial (SAC). Dentre elas, a taboa (*Typha sp.*) encontra-se entre as mais utilizadas, pois é comumente encontrada em brejos e regiões alagadas, sendo

apta para crescer em meios com alta carga orgânica, gerando uma redução dos sedimentos (BENDIX, 1994; BRIX, 1994 apud STIEGEMEIER, 2014).

Segundo o Engenheiro Civil Arlindo Cesar Scoz, responsável pelo projeto, o *wetland* foi dimensionado com base na produção máxima da microcervejaria, correspondendo a 28 m².

Parte da água tratada no sistema deverá ser usada na irrigação de uma horta a ser implantada em um nível mais baixo do terreno para diminuir o gasto energético. Essa horta também deverá fazer parte da compensação do empreendimento, destinando a produção à comunidade circunvizinha. Outra parte deverá retornar ao sistema e ser utilizada em vasos sanitários.

Com relação aos resíduos sólidos, mesmo não tendo sido quantificados quanto as emissões de CO₂e, a recomendação é transformar uma parte em composto orgânico, destinando à produção de hortaliças, e outra parte deve ser destinada à alimentação animal, podendo ser de suínos e bovinos, desde que em porcentagem ideal para cada espécie. De acordo com Lima (1993), o uso de até 15% de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de bovinos não altera o consumo de massa seca e a condição de fermentação ruminal. Além disso, Silva et. al. (2012) constataram que não houve efeito dos níveis de inclusão do resíduo desidratado de cervejaria sobre os parâmetros de desempenho da produção, também para o nível de 15% de inclusão na dieta de suínos.

Conclusões

No Brasil, com a implantação do Programa Brasileiro do GHG Protocol a partir de 2008 vem difundindo-se novas práticas de gerenciamento de GEE. Porém, para que haja uma contabilização adequada das emissões por meio do GHG Protocol é necessário que as empresas desenvolvam um processo contínuo e consistente de coleta de dados para suportar a quantificação das emissões. Essa quantificação servirá de base para a definição de estratégias de redução e compensação dos GEE gerados na empresa, levando sempre em conta, para a definição da estratégia de gerenciamento de GEE, a relação custo/benefício de cada ação e de sua significância.

O inventário pode servir como um guia para a realização de trabalhos ou projetos de conscientização ambiental, que visam à redução tanto da geração de resíduos na produção como no consumo final.

Referências

ACÇÃO CONJUNTA DE REVITALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO (ACORDE). **Arvores nativas sugeridas para plantio em Santa Catarina.** 2011. Disponível em: <http://www2.spg.sc.gov.br/fmanager/spg/projetos_planejamento/arquivo262_1.pdf>.

Acesso em: 26 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma Brasileira ABNT ABNT:2007.** 1. ed. 05.11.2007 válida a partir de 05.12.2007. Rio de Janeiro: [2007].

AZEVEDO, M. F. C.; QUINTINO, I. **Manual Técnico: Um programa de compensação ambiental que neutraliza emissões de carbono através de projetos socioambientais de plantio de mudas nativas.** Rio de Janeiro: Ambiental Company, 2010. 17 p. Disponível em: <<http://www.ambientalcompany.com.br/Arquivos/Manual%20T%C3%A9cnico%20-%20Pegada%20Verde.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2016.

BRASIL, M. S.; MATOS, A. T.; SOARES, A. A. **Plantio e desempenho fenológico da taboa (Thypha sp.) Utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído.** 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n3/a04v12n3>>. Acesso em: 10 maio 2016.

ENCAMINHE CERTO. Encaminhe Certo – Resiliência Inteligente. Empresa de consultoria ambiental. Balneário Camboriú (SC). Disponível em: <<http://encaminhecerto.com.br/>>. Acesso em: 09 maio 2016.

FGV EAESP – Centro de estudos em sustentabilidade. **Ferramenta de cálculo** - Programa Brasileiro GHG Protocol (versão 2016.1.1). 2016. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>>. Acesso em: 09 fev. 2016.

FGV & WRI. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol - Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa.** 2008. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2016.

GERENCIADOR DE PORTAIS MUNICIPAIS (GPM). **Município: Onde estamos e nossos limites.** 2014. Disponível em: <<http://www.antonio-carlos.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/43530>>. Acesso em 10 fev. 2016.

IPCC. **Climate Change 2007 - The Physical Science Basis is the most comprehensive and up-to-date scientific assessment of past, present and future climate change.** 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf>. Acesso em 16 fev. 2016.

LIMA, M. L. M. **Resíduo de cervejaria úmido: formas de conservação e efeitos sobre parâmetros ruminais**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1993. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Universidade de São Paulo, 1993. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Lucia_Zeoula/publication/250040052_Coeficiente_de_digestibilidade_e_caractersticas_ruminais_de_bovinos_alimentados_com_raes_contendo_resduo_de_cervejaria_fermentado/links/53fca71e0cf2dca8ffff3a69.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2016.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Estimativas anuais de demissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0226/226591.pdf>. Acesso em 09 fev. 2016.

PINHO, I. P. R. **Inventário e gerenciamento de emissões de gases de efeito estufa na indústria de bebidas: um estudo de caso no Brasil**. 2009. 141 f. Dissertação (Ciências em Planejamento Energético). COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/ingrid_person.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2016.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (SAE). **Adaptação à mudança do clima no Brasil: cenários e alternativas**. 2014. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/wp-content/uploads/notaEstrategicas_01_web.pdf>. Acesso em 10 fev. 2016.

SILVA, H. O.; NASCUMENTO, I. R.; MARTINS, H. H. S.; MARIANO, D. S.; SILVA, L. F. **Desempenho de Suínos Alimentados com Diferentes Níveis de Resíduos de Cervejaria**. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1299/2041>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG). **Emissões Totais**. 2016. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em 09 fev.2016.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG); OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise da evolução das emissões de GEE no Brasil (1990 – 2012) Setor de Resíduos**. 2014. Disponível em: <https://s3-sa-east1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_gvces/arquivos/302/SEEG_Residuos.pdf>. Acesso em 09 fev. 2016.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG). OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Queda no desmatamento não derruba emissões**. 2015. Disponível em: <https://s3-sa-east1.amazonaws.com/seeg.tracersoft.com.br/SEEG_release2015PB_CA.pdf>. Acesso em 09 fev. 2016.

STIEGEMEIER, A. M. **Avaliação do Sistema de Wetland Construído no polimento do efluente da indústria frigorífica de aves.** 2014. 99 f. Monografia (Engenharia Ambiental). Centro Universitário UNIVATES. 2014. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/679/1/2014AnaMaraStiegemeier.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

WRI BRASIL & UNICAMP. **Metodologia do GHG Protocol da agricultura.** 2014. Disponível em: <<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Metodologia.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

Apêndice 1. Conversões utilizadas para cálculo das emissões de CO₂e.

| Classificação | Emissão | Fonte | Cálculo |
|----------------------|------------------------|-----------------------------|--|
| Escopo 1 | Combustão estacionária | Fogão de cozinha industrial | <ul style="list-style-type: none"> - $Q=20.000 \times 1 \times 80 = 1.600.000 \text{ kcal/kg}$ - $11.900 \text{ kcal/kg (GLP) + 15\% de perdas} = 155 \text{ Kg de gás/mês.}$ - $0,155 \text{ toneladas gás/mês} \times 12 \text{ meses} = 1,86$ |

| | | | toneladas/ano |
|----------|---|---------------------------------------|---|
| | Combustão móvel | Frota de distribuição (leve) | <ul style="list-style-type: none"> - 8 viagens/mês → 0,1 litro de combustível/Km x 200 km x 8 = 160 litros/mês. - 160 x 12 meses = 1.920 litros/ano. |
| | Efluentes | Efluentes líquidos e resíduos sólidos | <ul style="list-style-type: none"> - 300 litros/ dia= 109.500 litros/ano = 109,50 m³/ano. - kgDBO/m³= 0,50g/l - (0,5 kg/m³) x 109,5 m³= 54,75 kg/ano. - kgN/m³= 0,05 g/l - (0,050kg/m³) x 109,5 m³= 5,47 kg/ano. - Kg N₂O-N= 0,002 g/l - (0,002 kg/m³) x 109,5 m³= 0,220 kg/ano. - fosfato total (PO₄) = 0,05g/l - (0,050 kg/m³) x 109,5 m³= 5,47 kg/ano. |
| Escopo 2 | Compra de energia elétrica | Sistema Interligado Nacional (SIN) | <ul style="list-style-type: none"> - 300 litros/mês x 20 dias = 6.000 litros/mês x 1,1138 kWh /litro = 6.682,8kWh/mês = 80.193 kWh/ano. |
| Escopo 3 | Transporte e distribuição (<i>upstream</i>) | Transporte de matéria prima | <ul style="list-style-type: none"> - 8 viagens/mês= 0,1 litro de combustível/km x 200 km x 8 = 160 litros/mês. - 160 x 12 meses = 1.920 litros/ano |