

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM UMA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES

Bianca Schwartzaupt¹
Tamara Vigolo Trindade²

RESUMO

As mudanças climáticas resultantes da intensificação das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera se tornaram o maior desafio da atualidade. Este trabalho tem como objetivo elaborar um inventário de emissões de gases de efeito estufa, identificando as fontes de emissões e obtendo dados confiáveis para elaborar planos de mitigação e/ou redução de emissões. O estudo de caso foi realizado em uma empresa de fabricação de fertilizantes, localizada no município de Rio Branco do Sul / PR, tomando como ano-base 2015. Para tanto, fez-se um levantamento dos dados de consumo de combustíveis (fósseis e renováveis) e energia elétrica de empresa e utilizou-se a ferramenta de cálculo *GHG Protocol*, considerando os Escopos 1 e 2. Os resultados obtidos mostraram que a empresa apresentou uma geração de 521,64 tCO₂e, sendo a principal fonte de emissões foi o processo de secagem, que utiliza como combustível os resíduos vegetais, emitindo 292,85 tCO₂e (56,15% do total). As propostas de redução focaram na conscientização dos colaboradores quanto à economia de energia e o uso de etanol como combustível. A proposta de neutralização dos gases emitidos no ano-base foi através de plantio de árvores de 4.065 árvores, que ocuparia uma área de aproximadamente 2,44 ha.

Palavras-chave: Gases de Efeito Estufa. Inventário de Emissões. Programa *GHG Protocol*. Indústria de Fertilizantes. Redução e Neutralização de GEE.

¹ Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela FAE Centro Universitário. *E-mail*: bianca.aupt@gmail.com

² Orientadora da Pesquisa. Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial. Docente na FAE Centro Universitário. Leciona a disciplina de Meteorologia e Gestão de Emissões Atmosféricas. *E-mail*: tamara.trindade@fae.edu

INTRODUÇÃO

A atmosfera é a fina camada de gases que envolve a Terra. Estes gases estão quase sempre em movimento, às vezes ascendendo, algumas vezes descendo (BOTKIN, 2011). Estêvez (2016) cita que algumas funções da atmosfera terrestre são a proteção da superfície da Terra e os organismos vivos que nela habitam das radiações que podem ser prejudiciais, garantindo a manutenção do balanço térmico; o transporte de águas do oceano para os continentes e ainda a acumulação de gases.

No entanto, nos séculos XVIII e XIX iniciou-se na Inglaterra a era industrial, a qual foi impulsionada com a invenção da máquina a vapor em 1769. Com isso, o homem conseguiu obter energia mecânica para movimentar os mais variados artefatos, sem ter que recorrer à força animal. Porém, a partir daí, passou-se a utilizar indiscriminadamente grandes quantidades de carvão mineral e óleo combustível como fontes de energia. Como resultado, a atmosfera dos centros industriais foi se tornando insalubre e perigosa para a saúde (CRUZ e D'AVILA, 2013). E por isso, diversos pesquisadores vêm procurando desde o século XIX, demonstrar a associação de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), etc., além de vários tipos de aerossóis com a elevação da temperatura no planeta, através da capacidade de reter esses gases na superfície da Terra (CONTI, 2005).

Nos últimos 150 anos, a temperatura do planeta Terra subiu aproximadamente $0,8^\circ\text{C}$, e diferentes projeções realizadas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) apontam relação entre a elevação no ritmo de aquecimento da Terra entre $0,1$ e $0,2^\circ\text{C}$ por década para os próximos anos, com o contínuo aumento da concentração na atmosfera dos gases do efeito estufa (GEE) (IPCC, 2007). Por isso, diversas nações passaram a debater as possibilidades e metodologias para enfrentar os problemas do impacto antrópico no meio ambiente, e um dos temas abordados na atualidade são as mudanças climáticas que ocorrem devido ao efeito estufa (SISTER, 2008).

O Brasil é o quarto maior emissor de GEE do mundo (5,84% do total mundial), signatário da UNFCCC e do Protocolo de Quioto, e que apresenta emissões *per capita* mais próximas dos países desenvolvidos, como os membros da União Européia, do que das emissões dos países em desenvolvimento (WRI, 2010). Levando tal fato em conta faz-se necessário o estudo sobre as fontes de emissões de GEE.

O inventário de emissões de poluentes atmosféricos é um instrumento estratégico para o manejo do recurso atmosférico e reflete a intensidade com que diferentes usuários utilizam este recurso ambiental comum. O inventário identifica os emissores de poluentes atmosféricos, caracteriza os poluentes emitidos, a periodicidade da emissão

e sua localização. Tanto as fontes fixas como móveis necessitam serem inventariadas continuamente a fim de direcionar as medidas preventivas ou corretivas que assegurem a melhoria e manutenção da qualidade do ar (LYRA, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo geral quantificar por meio do método *GHG Protocol* os poluentes atmosféricos provenientes do processo de produção de uma indústria de fertilizantes no ano de 2015 (ano-base) e como objetivos específicos a identificação das fontes de emissões de GEE, a coleta de dados para a elaboração do inventário de GEE, a utilização da ferramenta *GHG Protocol* para calcular as emissões de GEE na fabricação de fertilizantes, a proposição de medidas para a redução das futuras emissões e a verificação da possibilidade de neutralização das emissões geradas em 2015.

1 METODOLOGIA DE PESQUISA

A empresa estudada está presente no setor de fertilizantes há mais de 25 anos e atende todos os estados da região sul, sudeste e centro-oeste do país. Conta com quatro unidades industriais e um quadro de aproximadamente 100 colaboradores.

Para a elaboração do inventário de GEE da empresa, foi utilizada a metodologia do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, que estabelece seis passos para sua execução:

1. Definição dos limites organizacionais do inventário;
2. Definição dos limites operacionais do inventário;
3. Seleção da metodologia de cálculo e fatores de emissão;
4. Coleta de dados das atividades que resultam na emissão de GEE;
5. Cálculo das emissões;
6. Elaboração do relatório de emissões de GEE.

1.1 DEFINIÇÃO DOS LIMITES ORGANIZACIONAIS DO INVENTÁRIO

Podem ser utilizadas duas abordagens para consolidação dos limites organizacionais: controle operacional e participação societária. Empresas que publicam seu inventário com base na participação societária 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 (GHG Protocol, 2014). Com base na participação societária, foi definido como limite organizacional a matriz do grupo econômico, instalada no Município de Rio Branco do Sul / PR.

1.2 DEFINIÇÃO DOS LIMITES OPERACIONAIS DO INVENTÁRIO

Os limites operacionais envolvem a identificação das emissões associadas com as suas operações, classificando-as como emissões diretas ou indiretas, selecionando o escopo para contabilização e elaboração do inventário de emissões (CETESB, 2009).

O Escopo 1 é composto pelas emissões diretas de GEE, que são aquelas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização. Dentro do processo analisado, foram verificadas:

- Emissões geradas pelo forno, no processo de secagem do produto acabado;
- Emissões do gerador a diesel utilizado diariamente no horário de pico de energia elétrica;
- Veículos leves e pesados, diretamente ou indiretamente relacionados com a produção;
- Resíduos sólidos.

Não foram considerados efluentes líquidos e as emissões fugitivas, por não existirem dados e as emissões agrícolas, pois o manejo é realizado com poucos animais (cerca de 10 bovinos).

O Escopo 2 contabiliza as emissões de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa (CETESB, 2009). Para o cálculo do inventário de GEE, foram utilizados apenas os dados de energia elétrica comprada, através das faturas mensais emitidas pela concessionária no período de janeiro a dezembro de 2015, visto que não é utilizada outro tipo de energia pela empresa.

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 (CETESB, 2009). Neste trabalho não serão levantadas as emissões deste escopo.

1.3 FATORES DE EMISSÃO

A abordagem mais comum para calcular emissões de GEE é por meio da aplicação de fatores de emissão, ou seja, taxas calculadas que relacionam emissões de GEE à atividade da fonte de emissões (IPCC, 1996). Neste trabalho serão utilizados os fatores

de emissão pré-estabelecidos pela ferramenta do *GHG Protocol* para o ano-base 2015, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2. Esses fatores são os parâmetros para a realização do cálculo, os quais anualmente são estimados e utilizados pelo Programa *GHG Protocol*.

TABELA 1 – Fatores de emissão dos combustíveis utilizados no cálculo de emissões do escopo 1

Combustível	Unidade	Fatores de Emissão (kg/un)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	Toneladas	2.932	0,04647	0,004647
Gasolina automotiva (pura)	Litros	2,2	0,00010	0,000019
Lenha para queima direta	Toneladas	1.917	0,54261	0,072348
Óleo diesel (comercial)	Litros	2,6	0,00011	0,000021
Resíduos vegetais	Toneladas	1.160	0,34800	0,046400

FONTE: Adaptado de GHG Protocol (2016)

TABELA 2 – Fatores de emissão de energia elétrica, conforme o Sistema Interligado Nacional (SIN), para o ano de 2015

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho
Fator de emissão mensal (tCO ₂ /MWh)	0,1275	0,1321	0,1369	0,1301	0,1258	0,1406
Mês	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Fator de emissão mensal (tCO ₂ /MWh)	0,1221	0,1183	0,1217	0,1180	0,1127	0,1075

FONTE: Adaptado de GHG Protocol (2016)

1.4 COLETA DE DADOS DAS ATIVIDADES QUE RESULTAM NA EMISSÃO DE GEE

Os dados foram disponibilizados pelos departamentos de controle e suprimentos da empresa, após análise do processo para verificar as fontes de emissão de gases de efeito estufa.

1.5 CÁLCULO DAS EMISSOES

Para o cálculo das emissões foi utilizada uma Planilha do Microsoft Excel®, versão 2016.2, disponibilizada no *site* do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, contendo os

fatores de emissão, fatores variáveis, fator de emissão para energia elétrica e térmica e equações de cálculo das emissões.

2 RESULTADOS

2.1 QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DO ESCOPO 1

As quantidades de combustíveis consumidos nas fontes estacionárias e as suas respectivas emissões são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3 – Quantificação dos combustíveis utilizados nas fontes estacionárias e suas emissões

Combustível	Quantidade	Unidade	tCO ₂ e
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	0,15	Toneladas	0,440
Lenha para queima direta	30	Toneladas	1,054
Óleo diesel (comercial)	32.000	Litros	78,618
Resíduos vegetais	13.000	Toneladas	292,854
TOTAL			372,966

Fonte: As autoras (2017)

Verificou-se que, mesmo sendo de origem orgânica, os resíduos vegetais utilizados no processo de secagem do produto acabado são os principais emissores de gases de efeito estufa dentre as fontes estacionárias, sendo responsáveis por 78,52% do total (292,854 tCO₂e). Por serem de origem vegetal, a lenha para queima direta e os resíduos vegetais geraram também aproximadamente 15.137,50 toneladas de CO₂ biogênico³.

O segundo maior emissor de GEE nas fontes estacionárias é o óleo diesel utilizado pelo gerador durante o funcionamento no horário de pico e falta de energia elétrica distribuída pela concessionária, perfazendo 21,08% do total, ou seja, 78,618 tCO₂e.

As emissões provenientes de fontes móveis foram através da utilização de veículos que compõem a frota da empresa, em atividades direta ou indiretamente ligadas à fabricação de fertilizantes, conforme a Tabela 4.

³ Segundo a metodologia do GHG Protocol (2014), o CO₂ biogênico é proveniente da queima de biomassa (material biológico feito de carbono, hidrogênio e oxigênio), especialmente nas atividades produtivas relacionadas ao setor agrícola. Essa queima resulta em emissões consideradas neutras em termos de impacto climático, pois este CO₂ é gerado através de um ciclo biológico (e não um ciclo geológico, como no caso do CO₂ de origem fóssil).

TABELA 4 – Quantificação dos combustíveis utilizados nas fontes móveis e suas emissões

Veículo	Combustível	Quantidade utilizada (litros)	Consumo total por combustível	tCO ₂ e
Caminhão Mercedes	Óleo diesel	2.580	10.365 litros	6,246
Pá carregadeira Komatsu		2.330		5,640
Pá carregadeira Volvo		2.810		6,802
Empilhadeira Clark		1.085		2,627
Caminhonete Amarok		1.560		3,776
Honda Fit	Gasolina automotiva	1.110	2.580 litros	1,801
Saveiro		1.470		2,387
TOTAL				29,280

Fonte: As autoras (2017)

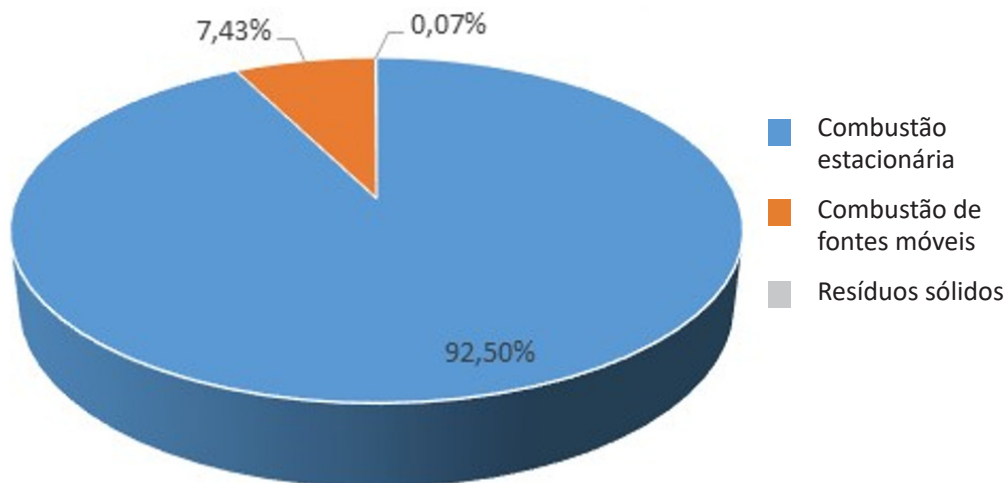
Segundo os cálculos realizados através das planilhas do *GHG Protocol*, os veículos movidos com óleo diesel geraram 25,59 tCO₂e e 1,76 t de CO₂ biogênico no ano de 2015, enquanto os veículos movidos com gasolina geraram 4,38 tCO₂e e aproximadamente 1,05 t de CO₂ biogênico. O CO₂ biogênico emitido por estes combustíveis é devido ao biodiesel e ao etanol misturados ao diesel e gasolina, respectivamente.

Os principais veículos geradores de GEE foram, respectivamente, a pá carregadeira Volvo (23,03%, ou seja, 6,802 tCO₂e), o caminhão Mercedes (21,34%, ou seja, 6,246 tCO₂e) e a pá carregadeira Komatsu (19,09%, ou seja, 5,640 tCO₂e).

A terceira fonte de emissões no escopo 1 são os resíduos sólidos. No ano de 2015, foram geradas 6 toneladas de resíduos sólidos, composto por 17% (1,02 t) de papel / papelão, 70% (4,20 t) de resíduos alimentares, 10% (0,60 t) de resíduos de jardins, 1% (0,06 t) de borracha e couro e 2% (0,12 t) de outros materiais inertes. No entanto, para o cálculo de emissões, foram considerados somente os resíduos alimentares, pois os demais são vendidos para empresas recicladoras, de acordo com a legislação vigente. Os resíduos alimentares são recolhidos pela prefeitura do município onde encontra-se a empresa. Contudo, para efeito de cálculo, foi considerada na planilha do *GHG Protocol*, modelo de aterro “A” (aterros com classificação desconhecida e que não se encaixe em nenhuma das outras categorias), visto a indisponibilidade de informações a respeito da alternativa de disposição final adotada pelo município. Os resultados apontaram para uma emissão de 0,271 tCO₂e devido aos resíduos sólidos produzidos pela empresa no ano de 2015.

Assim sendo, as emissões provenientes do escopo 1 no ano de 2015, resultaram em 403,209 tCO₂e (Figura 1), destacando-se as emissões da combustão estacionária, que representaram 92,5% em relação ao total do escopo 1.

FIGURA 1 – Emissões de GEE no Escopo 1



Fonte: As autoras (2017)

2.2 QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DO ESCOPO 2

Neste escopo, foi considerado o consumo de energia elétrica fornecida pela concessionária. A empresa no ano de 2015 consumiu um total de 955.302 kWh, com distribuição mensal conforme observado na Tabela 5.

TABELA 5 – Energia consumida pela empresa em 2015

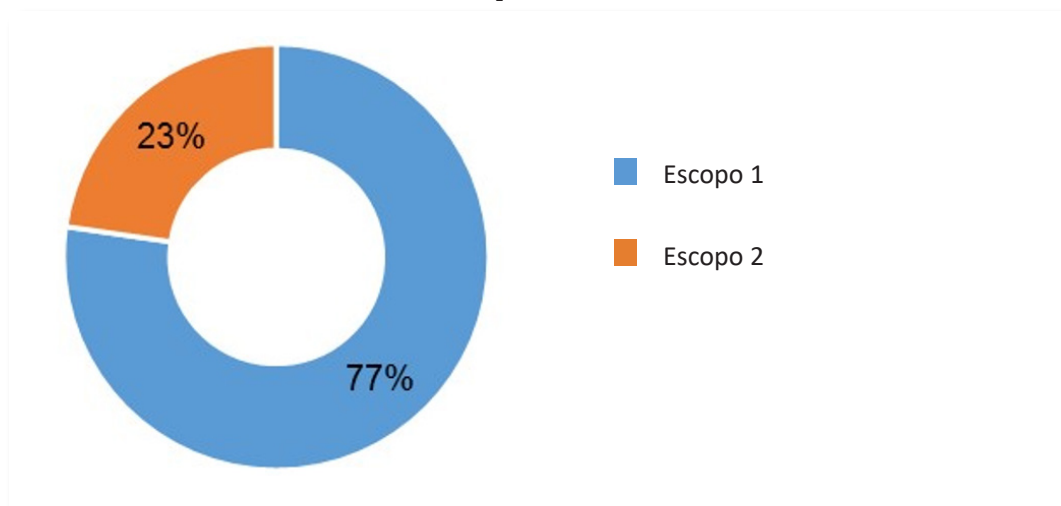
Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
Consumo mensal (kWh)	32429	78858	78427	78429	79030	80422
Mês	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Consumo mensal (kWh)	88386	93378	89468	89177	88187	79111

Fonte: As autoras (2017)

Com relação às emissões referentes ao escopo 2, foi observado que o consumo de energia elétrica total em 2015 implicou em uma emissão de 118,434 ton de CO₂, ou seja, 118,434 tCO₂e.

Desta forma, no ano de 2015 foram emitidos ao total 521,643 tCO₂e, sendo 403,209 tCO₂e do escopo 1 (77,30%) e 118,434 tCO₂e do escopo 2 (22,70%), conforme pode ser observado na Figura 2.

FIGURA 2 – Emissões totais de GEE em tCO₂e dos escopos 1 e 2, no ano de 2015



Fonte: As autoras (2017)

2.3 PROPOSTA PARA REDUÇÃO DAS FUTURAS EMISSÕES DE GEE DA EMPRESA

A redução das futuras emissões de GEE da empresa pode ser realizada tanto no escopo 1 como no escopo 2. No escopo 1, no que se refere às emissões diretas, é possível utilizar o etanol ao invés de gasolina nos veículos flex, gerando uma emissão aproximadamente 25% menor de CO₂ (kg/kWh) (VIANNA *et al.*, 2009). A manutenção periódica dos veículos também é de extrema importância, uma vez que os veículos que possuem uma boa regulagem emitem menos gases e material particulado.

Para o escopo 2, que se refere à compra de energia elétrica, a redução das emissões é possível de acontecer mediante a substituição da do formato da iluminação atual que utiliza lâmpadas fluorescentes, por lâmpadas de LED, que consomem menos energia, são mais eficientes, possuem maior vida útil e não produzem resíduo perigoso no momento do seu descarte (SANTOS *et al.*, 2015). Além disso, é possível realizar campanhas de conscientização para manter as luzes apagadas em ambientes vazios e manter cortinas e persianas abertas durante todo o período diurno.

Para a redução dos resíduos orgânicos enviados para o aterro sanitário, é possível a criação de minhocário na Casa de Vegetação existente no terreno da indústria, onde são realizadas as pesquisas agrônômicas, para o tratamento dos resíduos compostáveis.

1.4 PROPOSTA DE NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES DA EMPRESA NO ANO DE 2015

A neutralização do CO₂ emitido em 2015 pode ser feita através do plantio de árvores e/ou manutenção de áreas com vegetação nativa. De acordo com Azevedo e Quintino (2010), a neutralização do que é emitido em um ano é realizada em um período de aproximadamente 20 anos, pois as árvores vão captar o carbono durante o seu ciclo de crescimento.

Os mesmos autores afirmam que, a partir do resultado final de emissão de GEE em tCO₂e e de dados de fixação de carbono pelas árvores, pode-se estipular o número de espécies arbóreas nativas a serem plantadas para neutralizar o CO₂ emitido pelo período de um ano, através da seguinte equação:

$$N = \left[\left(\frac{Et}{Ff} \right) * 1,2 \right] \quad \text{Eq. 01}$$

Onde:

N = Número de árvores a serem plantadas;

Et = Emissão total de GEE estimado no cálculo de emissão (tCO₂e);

Ft = Fator de fixação de carbono em biomassa no local de plantio (tCO₂e / árvore);

1,2 = Fator de compensação para possíveis perdas de mudas.

Segundo Oliveira *et al.* (2013), para determinar o Ft é necessário conhecer o Incremento Médio Anual (IMA) de Biomassa por ano. O valor do IMA da biomassa viva acima do solo em processo de regeneração natural das florestas situadas em Regiões da América que tem clima tropical ou subtropical úmido com uma estação seca curta com precipitação anual de entre 2000 e 1000 mm, é 7 toneladas de matéria seca/ha ano para florestas com idade < 20 anos e 2 toneladas de matéria seca/ha/ano para florestas com idade > 20 anos. A fórmula utilizada para determinação do Ff é:

$$tCO_2e/\text{árvore} / \text{ano} = \frac{IMA * (tC/t \text{ seca}) * (44/12)}{n^\circ \text{ de árvores/ha}} \quad \text{Eq. 02}$$

Onde:

tCO₂e / árvore / ano = Toneladas de CO₂e seqüestrado por árvore em 1 ano;

IMA = Incremento Médio Anual da biomassa viva acima do solo mais o IMA da biomassa viva abaixo do solo (toneladas de matéria seca/ha/ano);

tC/t seca = teor de Carbono na matéria seca (0,5);

44/12 = conversão do C para CO₂;

nº árvores / ha = número de árvores por hectare em fase de crescimento.

Santos *et al* (2010), cita que o número de árvores / ha deve ser igual a 1.667 árvores / ha, visto que, o plantio tradicional de espécies arbóreas para recuperação de áreas degradadas, no Bioma Mata Atlântica, é realizado sob espaçamento de 3 x 2 metros, totalizando cerca de 1.667 árvores por hectare. Dessa forma o resultado do fator de fixação de carbono da Equação 02 foi multiplicado por 20 (referente a 20 anos), obtendo o seguinte resultado:

$$tCO_2e/árvore/ano = \frac{7 (t/ha) * 0,5 * 3,67}{1.667} * 20 = 0,154 tCO_2e/árvore/20 anos$$

Substituindo esse valor na Equação 01, encontra-se o número de 4065 mudas:

$$N = \left[\left(\frac{521,642716}{0,154} \right) * 1,2 \right] \cong 4065 \text{ mudas de árvores nativas}$$

Considerando um espaçamento 2 m x 3 m seria necessário uma área de aproximadamente 2,44 ha para plantar as 4.065 mudas de árvores nativas que neutralizariam o CO₂ emitido pela empresa no ano de 2015.

CONCLUSÃO

O novo quadro institucional mundial não deixa dúvidas de que a questão do gerenciamento climático não pode mais ser ignorada pelo setor industrial. No Brasil este novo conceito de gestão está começando a ser implementado e conta com o Programa Brasileiro do *GHG Protocol* como uma iniciativa voluntária para difusão desta nova prática de gerenciamento desde maio de 2008.

Nesse sentido, este trabalho computou as emissões da indústria de fertilizantes no ano de 2015 e representou o primeiro inventário de emissões de gases de efeito estufa da empresa estudada. A metodologia apresentada nas especificações do *GHG Protocol* mostrou-se como excelente ferramenta para a composição do inventário de GEE reportados em tCO₂e, permitindo o conhecimento do perfil das emissões.

Identificou-se que a principal fonte de emissão dos GEE foi o processo de secagem do produto com 292,85 tCO₂e, que representa aproximadamente 60% das 521,64 tCO₂e emitidas. A energia elétrica adquirida pela empresa, que compõe o Escopo 2, foi responsável por 22,70% do total emitido. Neste trabalho não foram consideradas as emissões referentes ao Escopo 3.

Foram propostas alternativas para redução e neutralização de emissões de CO₂, que poderão ser implementadas pela empresa, porém demandarão investimentos que futuramente poderão ser compensados com ganhos na redução dos gastos e melhoria de eficiência nos processos.

Propõe-se que este trabalho seja um modelo para todas as empresas que desejem conhecer o perfil das suas emissões e para a empresa objeto desta pesquisa e espera-se que seja dada continuidade na elaboração do inventário de GEE anualmente, bem como sejam incluídas as emissões do escopo 3 e dos efluentes do escopo 1 nos próximos inventários.

REFERÊNCIAS

- 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. Macaé: Ambiental Company, 2010. Disponível em: <<http://www.ambientalcompany.com.br/Arquivos/Manual%20T%C3%A9cnico%20-%20Pegada%20Verde.pdf>>. Acesso 02 nov. 2016.
- BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A. **Ciência ambiental**: Terra, um planeta vivo. Tradução: Francisco Vecchia e Luiz Claudio de Queiroz Faria. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia**, Rio Grande do Norte, v. 16, n. 12, p. 70-75, mar. 2005.
- CRUZ, F. A. da; D'AVILA, S. L. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. 2013. 84 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Processos Ambientais) – Departamento acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1018/1/CT_COPAM_2012_2_07.pdf>. Acesso em: 12 maio 2016.
- ESTÊVEZ, L. F. **Biogeografia, climatologia e hidrogeografia**: fundamentos teóricos-conceituais e aplicados. Curitiba: InterSaber, 2016.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV); CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA EASP. **Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de gases do efeito estufa**. São Paulo: FGV, 2009. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/28/2014/05/cartilha_ghg_online.pdf>. Acesso em: 12 set. 2016.
- GHG PROTOCOL BRASIL. **O programa brasileiro GHG Protocol**. 2007. Disponível em: <<http://ghgprotocolbrasil.com.br/o-programa-brasileiro-ghg-protocol?locale=pt-br>>. Acesso em: 4 nov. 2016.
- GHG PROTOCOL BRASIL. Programa brasileiro GHG Protocol. **Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de Gases de Efeito Estufa**. 2. ed. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- GHG PROTOCOL BRASIL. Programa brasileiro GHG Protocol. **Metodologia do GHG Protocol da agricultura**. 2. ed. São Paulo, 2014. Disponível em: <www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Metodologia.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2016.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Mudança do Clima 2007**: a base das ciências físicas. Paris, 2007. Disponível em <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0015/15130.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.
- LYRA, D. G. P. **Inventário das emissões atmosféricas da região metropolitana de Salvador**. 2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-eed06aeb2bb4aed65dbe886d3a5a8761.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2016.
- MONZONI, M. et al. (Ed.). **Especificações do programa brasileiro GHG protocol**. São Paulo: World Resources Institute, 2010. Disponível em: <<http://www.fgv.br/ces/ghg>>. Acesso em: 20 out. 2016.

OLIVEIRA, M. M. C. A. et al. Neutralização dos gases do efeito estufa (GEE): estudo de caso de uma microempresa do ramo alimentício. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, ed. especial n. 1, p. 43-46, ago. 2013. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/viewFile/577/469>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

SANTOS, T. S. S. et al. Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 20 n. 4, p. 595-602, out./dez. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00595.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

SISTER, G. **Mercado de carbono e Protocolo de Quioto**: aspectos negociais e tributação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

VIANNA, J. N. S., DUARTE, L. M. G., WEHRMANN, M. E. S. F. **O papel do etanol na mitigação das emissões de poluentes no meio urbano**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.