

## VI-042 - NEUTRALIZAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA E DE COMPRESSORES

**Bernardo Costa Mundim<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrando em Engenharia Ambiental no Programa de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Travessa Jorge Fernandes, 65 - Centro - Monte Carmelo - MG - CEP: 38500-000 - Brasil - Tel: +55 (34) 99168-6255 - e-mail: [bernardo.mundim@gmail.com](mailto:bernardo.mundim@gmail.com)

### RESUMO

A pressão que as indústrias exercem ao meio ambiente, através de suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), intensificam as mudanças climáticas, fazendo com que as mesmas tenham maior responsabilidade diante da sociedade. A elaboração de inventários de gases de efeito estufa é o primeiro passo para que uma organização possa conhecer o perfil de suas emissões, e então, possa estabelecer estratégias, planos e metas para a redução e gestão das emissões de GEE. Este estudo tem como objetivo principal avaliar estratégias para a neutralização das emissões de gases de efeito estufa geradas por uma indústria automotiva e de compressores. O trabalho foi dividido em três partes, primeiro, levantaram-se as emissões de GEE geradas pela empresa no ano de 2011, contabilizaram-se as mesmas, e por fim, avaliaram-se algumas medidas para a neutralização dessas emissões. Os resultados mostraram que o consumo de energia elétrica foi o principal contribuinte para as emissões de gases de efeito estufa, seguido pelo consumo de combustíveis pelas fontes estacionárias, consumo de combustíveis pelas fontes móveis e uso de gases refrigerantes. As medidas propostas para a diminuição das emissões foram: manutenção preventiva, mudança de alguns produtos e compra de equipamentos mais eficientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mudanças Climáticas, Gases de Efeito Estufa, Neutralização, Indústria Automotiva, Indústria de Compressores.

### INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento econômico, iniciado mais intensamente a partir da Revolução Industrial, no século XVIII, traz consigo um método de produção que explora intensamente os recursos naturais, e como consequência, faz surgir problemas ambientais.

Dentre os problemas ambientais, alguns podem ser comuns a cidades, estados, nações e continentes. A atmosfera, que permite a sobrevivência dos seres vivos, ao sofrer interferências causadas pelas ações antrópicas, pode vir a acarretar intensos transtornos e impedimentos à manutenção da vida, conforme vem ocorrendo nos últimos anos, através da intensificação do efeito estufa (AGUIAR, 2009).

A elaboração de inventários de gases de efeito estufa é o primeiro passo para que uma instituição possa contribuir para o combate às mudanças climáticas. Conhecendo o perfil das emissões, qualquer organização pode estabelecer estratégias, planos e metas para a redução e gestão das emissões de GEE (FGV; WRI, 2012).

Em decorrência dessa visão e demanda, em 2006, a Organização Internacional para a Normatização (ISO) lançou no mercado a ISO 14064, que engloba uma série de normas que fornecem exigências para o monitoramento, a quantificação e o relato de reduções das emissões de GEE em inventários e projetos (ANTUNES; QUALHARINI, 2008).

Além da existência da série ISO 14064, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) criou a Decisão de Diretoria N° 254/2012/V/I em agosto de 2012, com a finalidade de conhecer as emissões de GEE no estado de São Paulo e elaborar programas para mitigá-las (CETESB, 2012).

Nesse contexto, existe uma tendência mundial para que organizações busquem conhecer e mitigar os gases de efeito estufa que suas atividades geram.

O presente estudo, ao analisar estratégias para a neutralização das emissões de gases de efeito estufa geradas por uma indústria automotiva e de compressores, contribui com a temática das mudanças climáticas e incentiva outras empresas a conhecer e mitigar suas emissões de GEE.

## OBJETIVO

Avaliar estratégias para a neutralização das emissões de gases de efeito estufa geradas por uma indústria automotiva e de compressores, através dos seguintes objetivos específicos:

- Levantar as fontes de emissão de gases de efeito estufa da empresa;
- Contabilizar as emissões de gases de efeito estufa geradas pela empresa;
- Avaliar medidas para a neutralização das emissões de gases de efeito estufa geradas pela empresa.

## METODOLOGIA

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado de setembro a dezembro de 2012 em uma indústria automotiva e de compressores, localizada no município de Joinville – SC. A empresa possui a Divisão Compressores e a Divisão Automotiva, sendo a última dividida nos Setores de Fundição e Usinagem/Pintura.

A Divisão Automotiva fabrica cerca de 80.000 toneladas de peças acabadas por ano para a indústria automotiva (veículos comerciais pesados, máquinas agrícolas e equipamentos de construção).

A Divisão de Compressores é responsável pela produção de vários produtos, como: compressores de ar comprimido, motobombas, ferramentas e dentre outros. Com exceção de reservatórios de ar, componentes de alguns produtos, que são moldados a partir de chapas já prontas, nessa divisão não ocorre a fabricação das peças dos produtos, as mesmas são compradas prontas para serem montadas.

### INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Segundo Bello (2009), os instrumentos de coleta de dados podem ser: questionário, entrevista, observação e análise de conteúdo. Os instrumentos usados foram a entrevista, observação e análise de conteúdo.

Destaca-se que os dados coletados e utilizados neste estudo são referentes ao ano de 2011. Ressalta-se ainda que foram considerados somente o escopo 1 (emissões de GEE geradas pelas atividades que é de controle da empresa) e o escopo 2 (emissões de GEE devido ao consumo de energia elétrica), como a Decisão de Diretoria n° 54/2012 da CETESB define, logo, todas as emissões diretas e as emissões devido ao consumo de energia elétrica foram contabilizadas. Considerou-se tais escopos porque são de controle da empresa, sendo assim, os dados são acessíveis e a implementação de estratégias para neutralização de gases de efeito estufa são mais factíveis por dependerem somente do planejamento, investimento e vontade da organização.

### CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE GERADAS PELO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS

Para quantificar as emissões de GEE provenientes do consumo de combustíveis por fontes móveis e estacionárias foram utilizados os métodos *top-down* e *bottom-up*, ambos desenvolvidos pelo IPCC (2006). Segundo esse autor, a diferença entre tais métodos está no fato do *bottom-up* utilizar fatores de emissão específicos locais.

Diante desse fato, por existir um fator de emissão específico brasileiro para o consumo de óleo diesel por fontes móveis, disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente, empregou-se o método *bottom-up* para calcular as emissões geradas pela essa atividade (MMA, 2011).

A metodologia *bottom-up* pode ser utilizada por meio da equação descrita a seguir (IPCC, 2006).

$$E_{CO_2} = C \times Femiss \quad \text{equação (1)}$$

Onde,

- $E_{CO_2}$  = Emissão de  $CO_2$  [ $tCO_2$ ];
- $C$  = Consumo de óleo diesel ou energia elétrica [unidade];
- $Femiss$  = Fator de emissão de  $CO_2$  [ $tCO_2$ /unidade], o fator de emissão referente ao consumo de óleo diesel foi obtido na referência MMA (2011) e o fator do consumo de energia elétrica, o qual aborda a matriz energética do nosso país, foi retirado do MCTI (2012), os valores são: óleo diesel  $2,671 tCO_2/m^3$  e energia elétrica  $0,0292 tCO_2/MWh$ .

Observa-se que as variáveis da equação acima abordam o consumo de energia elétrica, tal fato é por causa de também ter utilizado esse método para contabilizar as emissões de  $CO_2$  geradas pelo consumo de energia elétrica, a ser explicado posteriormente.

A metodologia *top-down* foi utilizada para contabilizar as emissões geradas pelo consumo de combustíveis por todas as outras fontes móveis e estacionárias.

O método sobredito contabiliza apenas as emissões de  $CO_2$ , a partir dos dados de consumo de combustível, seu teor carbônico e as emissões correspondentes ao dióxido de carbono (ÁLVARES JR; LINKE, 2012).

O  $CO_2$  representa 95% das emissões de gases de efeito estufa no consumo de combustíveis,  $CH_4$  e  $N_2O$  completam a porcentagem restante. A incerteza dos cálculos para o  $CO_2$  é da ordem de 5%, devido principalmente a operação, mais do que das imprecisões nos fatores de emissão. Já as incertezas dos cálculos para o  $N_2O$  e o  $CH_4$  são de cerca de 50% e 40%, respectivamente, por causa principalmente dos fatores de emissão, uma vez que dependem altamente da tecnologia que é usada (IPCC, 2006).

Portanto, pela predominância do  $CO_2$ , simplicidade e relativa confiabilidade do método *top-down* e, em muitos casos, pela inexistência de fatores de emissão precisos para  $N_2O$  e  $CH_4$ , considera-se uma boa prática a estimativa das emissões de GEE baseada somente nos dados relativos ao  $CO_2$  (ÁLVARES JR; LINKE, 2012).

Para utilizar o método *top-down*, primeiro, deve-se realizar a conversão do consumo aparente de cada combustível (CA), medido na sua unidade original, para uma unidade comum de energia (MATTOS, 2001).

$$CC = CA \times Fcon \times 4,187 \times 10^{-2} \quad \text{equação (2)}$$

Onde,

- $CC$  = Consumo de energia [TJ];
- $CA$  = Consumo aparente do combustível (unidade física, como:  $m^3$ , L, kg e etc.);
- $Fcon$  = Fator de conversão [tep/unidade física] da unidade física para tonelada equivalente de petróleo médio em PCI (tep), os fatores foram obtidos na referência MME (2012), os utilizados foram: gás liquefeito de petróleo  $0,611 tep/m^3$ , gás natural  $0,880 tep/10^3 m^3$ , biodiesel  $0,792 tep/m^3$  e óleo diesel  $0,848 tep/m^3$ ;
- $4,187 \times 10^{-2}$  TJ (terajoule = 1012 J) = 1 tep brasileiro.

O próximo passo é a transformação do consumo de energia em conteúdo de carbono (QC), expresso em tC (LA ROVERE, 2005).

$$QC = CC \times Femiss \quad \text{equação (3)}$$

Onde,

- $QC$  = Quantidade de carbono [tC];
- $CC$  = Consumo de energia [TJ];
- $Femiss$  = Fator de emissão de carbono [tC/TJ], representa a quantidade de carbono contida no combustível por unidade de energia do combustível, os fatores foram obtidos na referência IPCC (2006), os utilizados foram: biodiesel  $19,30 tC/TJ$ , gás liquefeito de petróleo  $17,20 tC/TJ$ , gás natural  $15,30 tC/TJ$  e óleo diesel  $20,20 tC/TJ$ . Destaca-se que esses valores consideram que todo o conteúdo de carbono presente nos combustíveis é lançado na atmosfera.

Com base nos fatos abordados anteriormente, considera-se que a quantidade de carbono (QC) corresponde à emissão de carbono, já que os fatores de emissão usados supõem que toda quantidade de carbono é oxidada, não tendo fração de carbono estocada. Desse modo, as emissões de CO<sub>2</sub> liberadas na queima do combustível são calculadas multiplicando QC por 44/12, em função dos respectivos pesos moleculares do carbono e CO<sub>2</sub>, em 44 toneladas de CO<sub>2</sub> há 12 toneladas de C, ou seja, 1 tCO<sub>2</sub> = 0,2727 tC (LA ROVERE, 2005).

$$E_{CO_2} = QC \times 44/12 \quad \text{equação (4)}$$

Onde,

- E<sub>CO<sub>2</sub></sub> = Emissão de CO<sub>2</sub> [tCO<sub>2</sub>];
- QC = Emissão de C [tC];
- 44/12 = Em razão dos pesos moleculares do C e CO<sub>2</sub>.

### **CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE GERADAS PELOS PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Emissões de processos industriais são emissões que não sejam geradas pela combustão, resultantes de processos físicos ou químicos (FGV; WRI, 2012). IPCC (2006) afirma que o monitoramento direto é provável que seja a maneira mais precisa para determinar essas emissões, já que as mesmas dependem de tecnologias e do processo e condições de operação.

Nesse contexto, as emissões de GEE provenientes dos processos industriais foram contabilizadas utilizando laudos internos de análises atmosféricas da empresa, elaborados por uma empresa terceira, que realizou as medições segundo diversas metodologias estabelecidas pela CETESB e *United States Environmental Protection Agency* (EPA).

Os pontos de monitoramento já estavam definidos pelo Setor de Gestão Ambiental da companhia, que foram estabelecidos com base nas chaminés e equipamentos de controle presentes nas linhas de produção (filtro manga, lavador de gases e dentre outros).

Além das análises dos parâmetros O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, que são realizadas em todos os pontos de monitoramento, outros parâmetros foram definidos de acordo com os produtos químicos utilizados em cada atividade. Por exemplo, nas cabines de pintura, devido ao uso de tintas e solventes, existe a emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs), logo, esse parâmetro também é monitorado.

### **CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE GERADAS PELO USO DE GASES REFRIGERANTES**

As emissões de GEE geradas pelo uso de gases refrigerantes em refrigeradores e ares-condicionados foram quantificadas utilizando o método Balanço de Massa, desenvolvido pela EPA (2008).

Essa metodologia é recomendada para entidades que mantém e controla um estoque de gases refrigerantes e tem ou não mudança na capacidade dos equipamentos durante o período analisado, situação da empresa.

A equação do método Balanço de Massa é apresentada a seguir (EPA, 2008).

$$E_{CO_2 \text{ eq.}} = (E_i - E_f + G_c - G_d + C_i - C_f) \times PAG \quad \text{equação (5)}$$

Onde,

- E<sub>CO<sub>2</sub> eq.</sub> = Emissão de CO<sub>2</sub> eq. [tCO<sub>2</sub> eq.];
- E<sub>i</sub> = Quantidade de gás em estoque no início do período analisado [t];
- E<sub>f</sub> = Quantidade de gás em estoque no final do período analisado [t];
- G<sub>c</sub> = Quantidade de gás comprado para armazenagem, manutenção, recebido de volta após reciclagem ou contido em equipamento comprado durante o período analisado [t];
- G<sub>d</sub> = Quantidade de gás devolvido ao fornecedor, vendido (incluindo dentro de equipamentos) e enviado para reciclagem, regeneração ou destruição durante o período analisado [t];
- C<sub>i</sub> = Soma da capacidade de todos os equipamentos no início do período analisado [t];
- C<sub>f</sub> = Soma da capacidade de todos os equipamentos no final do período analisado [t];
- PAG = Potencial de aquecimento global do gás em questão [t CO<sub>2</sub> eq./t do gás].

## CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEE GERADAS PELO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O método utilizado para a quantificação de GEE geradas pelo consumo de energia elétrica foi o *bottom-up*, detalhado na equação (1) supradita.

Usou-se tal método porque há um fator de emissão específico brasileiro para essa atividade, que foi obtido no Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2012).

A companhia faz uma segregação do consumo de eletricidade e o dividi em três grandes setores: Fundação, Usinagem e Compressores. Pelo fato de a empresa possuir esses dados segregados, o cálculo também foi realizado separadamente para cada setor.

## RESULTADOS

### LEVANTAMENTO DAS FONTES DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA DA EMPRESA

As emissões de gases de efeito estufa geradas pela empresa no ano de 2011 bem como suas classificações são detalhadas na Tabela 1.

**Tabela 1: Fontes de emissão de GEE e suas classificações.**

Fonte de Emissão de GEE	Classificação das Emissões
Consumo de combustíveis por fontes móveis	Emissões diretas
Consumo de combustíveis por fontes estacionárias	Emissões diretas
Processos industriais	Emissões diretas
Uso de gases refrigerantes	Emissões diretas
Consumo de energia elétrica	Emissões indiretas

As emissões geradas pelo consumo de combustíveis por fontes móveis são devido às empilhadeiras, tratores e máquina de limpeza (*bobcat*). As empilhadeiras utilizam gás liquefeito de petróleo (GLP) e os tratores e a *bobcat* consomem óleo diesel.

O consumo de combustíveis por fontes estacionárias é basicamente por causa de quatro atividades. Existe o consumo de óleo diesel em pequena escala para testar alguns compressores a diesel. Esse combustível também é utilizado em geradores de energia elétrica, ativados quando há falta no fornecimento de energia elétrica e para a manutenção na parte elétrica da empresa. Outra fonte estacionária é o consumo de GLP no refeitório. Por fim, há o consumo de gás natural por máquinas diversas, sobretudo pelas estufas de secagem de peças recém pintadas.

No que tange aos processos industriais, a Divisão Automotiva é a principal contribuinte para as emissões atmosféricas devido aos seus processos de fabricação de peças. Já a Divisão Compressores, como não há fabricação de produtos, exceto os reservatórios de ar, contribui para as emissões atmosféricas somente na etapa da pintura dos objetos. IPCC (2006) afirma que a maior parcela de CO<sub>2</sub> emitido pela indústria de ferro e aço está associada com a produção do ferro, mais especificamente no uso do carbono para converter o minério de ferro em ferro. A empresa não produz ferro a partir do minério de ferro, ela fabrica as peças automotivas em ferro nodular e cinzento, utilizando as seguintes matérias-primas: ferro gusa, sucatas e inoculantes. Salienta-se ainda que com base nos laudos de análises atmosféricas de 2011, as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes dos processos produtivos não foram mensuráveis, portanto, considerou-se que as emissões de CO<sub>2</sub> geradas pelos processos industriais foram nulas. No entanto, outros gases são gerados devido aos processos produtivos, como amônia, compostos orgânicos voláteis, óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e dentre outros. Apesar dos COVs e NO<sub>x</sub> serem considerados como gases de efeito estufa indireto, ou seja, gases que afetam indiretamente a intensificação do efeito estufa, os mesmos não foram considerados neste estudo porque não há valores aceitáveis de seus potenciais de aquecimento global.

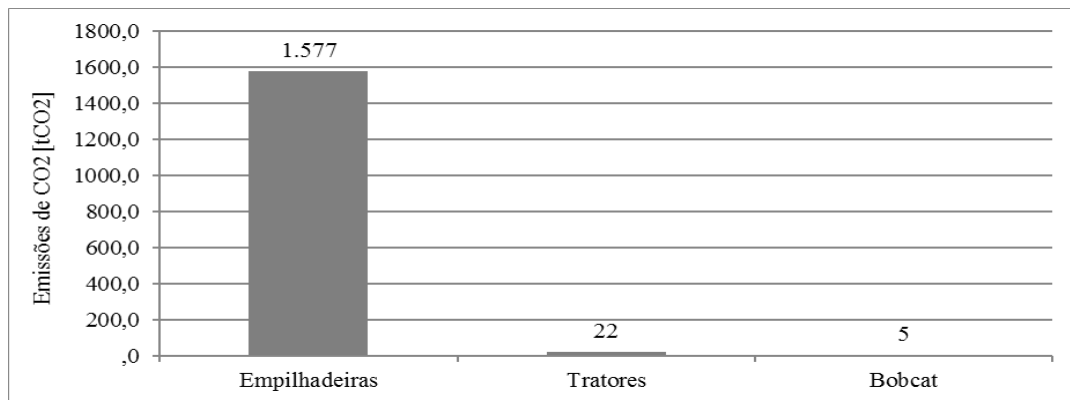
Os gases refrigerantes utilizados na companhia são o R-134a, R-22, R-404a e R-407a. Os gases R-404a e R-407a são utilizados em pequena escala na manutenção de alguns resfriadores, portanto suas emissões de GEE não foram contabilizadas. Já o R-134a e R-22 são usados em três níveis, sendo: manutenção dos ares-

condicionados; manutenção de resfriadores; e na Divisão Compressores, onde esses gases são utilizados em laboratório para testes de novos produtos, em aulas de capacitação de profissionais de assistências técnicas e, principalmente, na fabricação de secadores de ar comprimido, isto é, o R-134a e R-22 são utilizados como matéria-prima para carregar o produto, então, os mesmos são incorporados aos secadores que são vendidos. Destaca-se que além de todos esses usos listados anteriormente, o gás refrigerante R-134a também é utilizado na manutenção de bebedouros.

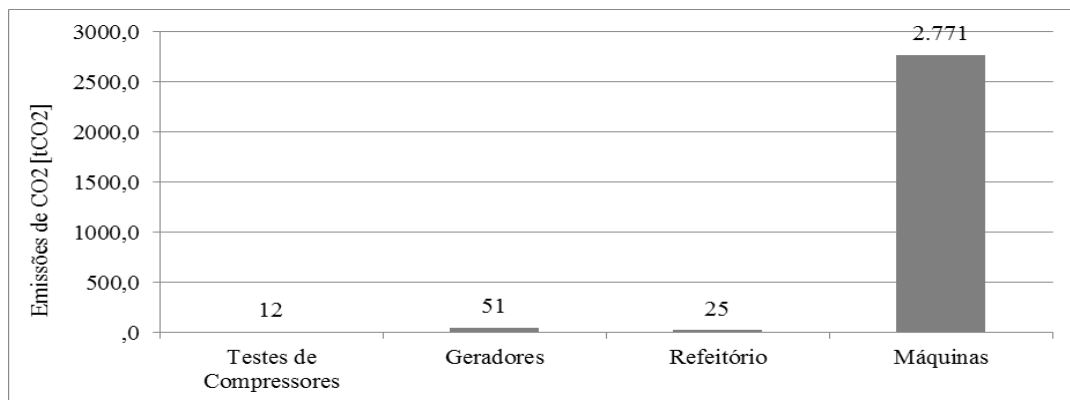
A energia elétrica é utilizada tanto para os processos industriais, como, por exemplo, nos fornos elétricos à indução do Setor de Fundição, onde ocorre a transformação do metal em estado sólido para líquido, como nos escritórios, laboratórios, refeitório, áreas de apoio e banheiros.

### CONTABILIZAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE GERADAS PELA EMPRESA

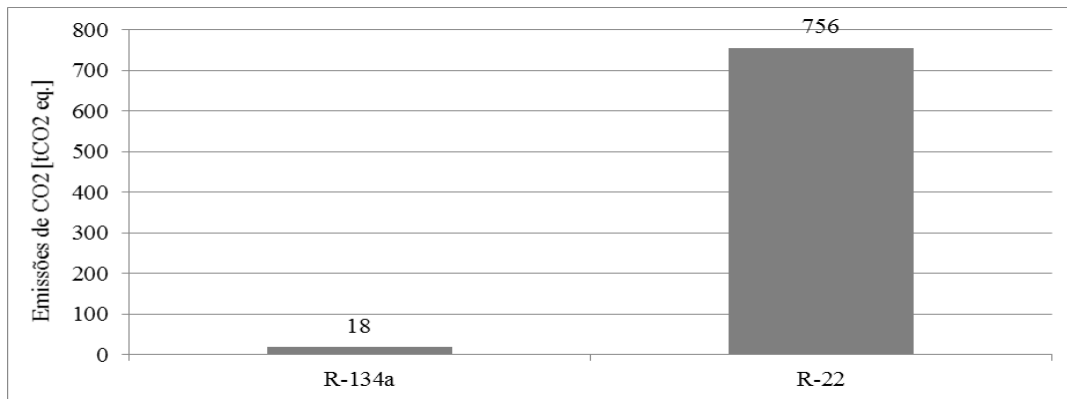
Utilizando as metodologias já descritas, calculou-se as emissões de gases de efeito estufa geradas pelas atividades da empresa e, por conseguinte, pôde-se construir os gráficos apresentados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.



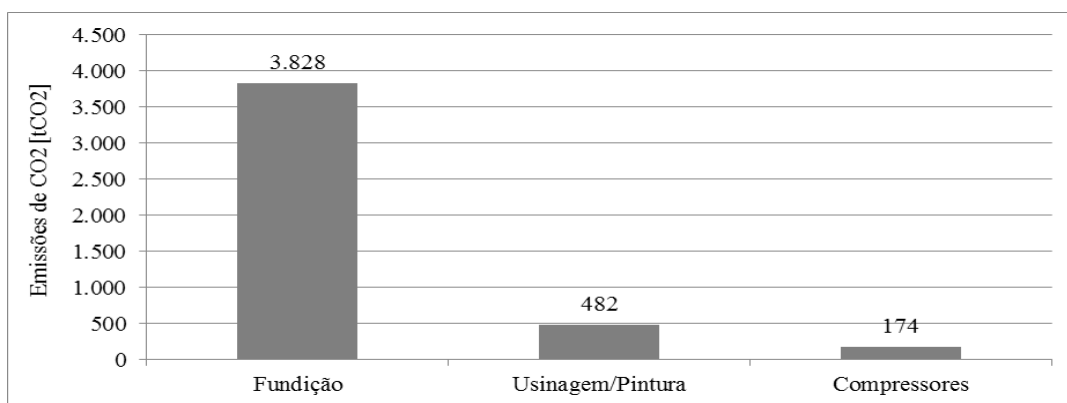
**Figura 1: Emissões de CO<sub>2</sub> geradas pelo consumo de combustíveis pelas fontes móveis.**



**Figura 2: Emissões de CO<sub>2</sub> geradas pelo consumo de combustíveis pelas fontes estacionárias.**

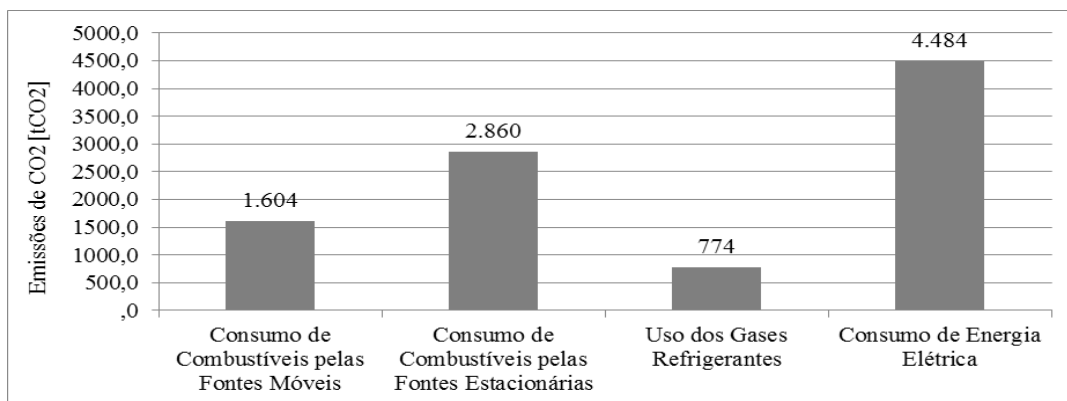


**Figura 3: Emissões de CO<sub>2</sub> eq. geradas pelo uso dos gases refrigerantes.**



**Figura 4: Emissões de CO<sub>2</sub> eq. geradas pelo consumo de energia elétrica.**

Isto posto, com base na contabilização de todas as emissões de gases de efeito estufa geradas no ano de 2011 pela empresa, pôde-se elaborar o gráfico exposto na Figura 5.



**Figura 5: Emissões de GEE geradas pela empresa no ano de 2011.**

## DISCUSSÃO

No âmbito do consumo de combustíveis pelas fontes móveis, já era previsto que as empilhadeiras seriam a principal fonte de contribuição das emissões de GEE, apesar de utilizarem o GLP, um combustível que possui um fator de emissão de carbono menor que do óleo diesel, que é usado pelos outros veículos. Tal fato era esperado porque o número de empilhadeiras é muito superior a quantidade de tratores e *bobcat*.

Nesse contexto, com intuito de diminuir as emissões de GEE geradas pelo consumo de combustíveis pelas fontes móveis, recomenda-se a realização de manutenção preventiva nos veículos, principalmente nas

empilhadeiras, dado que elas já utilizam um combustível que possui baixo fator de emissão de carbono. Já para os tratores e máquina de limpeza, além da manutenção preventiva, sugere-se a substituição do diesel por biodiesel, que possui um fator de emissão de carbono menor (JACONDINO, 2005).

Quanto ao consumo de combustíveis pelas fontes estacionárias, pelo fato das máquinas serem em grande número, já era suposto que elas representariam a principal fonte de emissão de GEE. O gás natural e o GLP são combustíveis que já possuem baixos fatores de emissão de carbono, sendo assim, a manutenção preventiva nas máquinas e nos equipamentos do refeitório que utilizam esses combustíveis é uma opção para a redução das emissões. Em relação ao diesel, utilizado para testar compressores e em geradores, a substituição desse combustível por biodiesel é uma alternativa para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Em relação ao uso dos gases refrigerantes, nota-se que o principal contribuinte para as emissões de GEE é devido ao uso do R-22, um gás HCFC, que além de contribuir para a intensificação do efeito estufa, contribui para a depreciação da camada de ozônio. A substituição do R-22 por outros gases refrigerantes que tenham menores potenciais de aquecimento global é uma opção para a redução das emissões de GEE.

Por último, no que se refere ao consumo de energia elétrica, observa-se que o Setor de Fundação é o principal contribuinte para as emissões de GEE, principalmente por causa dos fornos elétricos a indução. Um programa de redução no consumo de energia elétrica nos escritórios, laboratórios e setores de apoio teria apenas um caráter educativo, já que a demanda nesses locais, mesmo se somada, é muito baixa quando comparada com o consumo dos equipamentos. À vista disso, uma opção para a minimização dessas emissões de GEE seria a otimização dos processos industriais através da adoção de equipamentos mais eficientes e da manutenção preventiva.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que o consumo de energia elétrica é o principal contribuinte para as emissões de GEE geradas pela empresa no ano de 2011, seguido pelo consumo de combustíveis pelas fontes estacionárias, consumo de combustíveis pelas fontes móveis e uso dos gases refrigerantes. Quanto às medidas de neutralização dos GEE gerados, algumas possíveis são a manutenção preventiva, substituição de matérias-primas e aquisição de equipamentos mais eficientes. A Tabela 2 detalha as atividades, suas emissões e as medidas de neutralização.

**Tabela 2: Atividades, suas emissões e medidas de neutralização.**

<b>Atividade</b>	<b>Emissões (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Medidas de Neutralização</b>
Consumo de energia elétrica	4.484	Equipamentos mais eficientes e manutenção preventiva
Consumo de combustíveis pelas fontes estacionárias	2.860	Manutenção preventiva e substituição do diesel por biodiesel
Consumo de combustíveis pelas fontes móveis	1.604	Manutenção preventiva e substituição do diesel por biodiesel
Uso dos gases refrigerantes	774	Substituição do gás R-22

O trabalho não contabilizou as emissões indiretas, englobadas pelo escopo 3 (emissões de GEE geradas por atividades que não são de controle da empresa), como, por exemplo: transporte de matérias-primas; viagens a negócio; disposição de resíduos sólidos em aterro sanitário e etc. É comum as emissões de escopo 3 de uma empresa serem mais significantes do que as emissões de escopo 1 e 2. Portanto, recomenda-se que sejam realizados estudos para levantar, quantificar e apresentar medidas para diminuição dessas emissões.

Aconselha-se ainda a realização de análise técnico-econômica das medidas de neutralização listadas, uma vez que apenas foram indicadas como possíveis alternativas.

Por fim, a contabilização anualmente das emissões diretas e indiretas de GEE e a definição de metas de redução são rotinas importantes para a gestão e mitigação das emissões geradas pela empresa.

Este estudo mostra-se relevante ao contribuir para o desenvolvimento da temática de inventários de gases de efeito estufa no âmbito do setor industrial brasileiro.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, L. V. Neutralização compensatória de carbono: estudo de caso em uma indústria do setor metal-mecânico. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
2. ÁLVARES JR, O. de M.; LINKE, R. R. A. Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/PDF/inventario\\_efeitoestufa.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/PDF/inventario_efeitoestufa.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2012.
3. ANTUNES, R. G.; QUALHARINI, E. L. A norma brasileira de mudanças climáticas - ABNT NBR ISO 14064. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 4., 2008, Niterói. Anais... Niterói: CNEG, 2008.
4. BELLO, J. L. de P. Metodologia Científica: manual para elaboração monografias. Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida, 2009. 69p.
5. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decisão de Diretoria nº 254/2012/V/I. Disponível em: <[http://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/28/2014/08/decisao\\_de\\_diretoria\\_254\\_2012.pdf](http://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/28/2014/08/decisao_de_diretoria_254_2012.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2012.
6. FGV – FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS; WRI – WORLD RESOURCES INSTITUTE. Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa. 2. ed. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>>. Acesso em: 30 set. 2012.
7. IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). *Published: IGES, Japan, 2006.*
8. JACONDINO, G. B. Quantificação das emissões veiculares através do uso de simulador de tráfego. 2005. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
9. LA ROVERE, E. L. Inventário de emissões de gases do efeito estufa do município de São Paulo. São Paulo: COPPE/UFRJ, 2005. 135 p.
10. MATTOS, L. B. R. de. A importância do setor de transportes na emissão de gases de efeito estufa: o caso do município do Rio de Janeiro. 2001. 111 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
11. MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Arquivos dos fatores de emissão. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html>>. Acesso em: 25 set. 2012.
12. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários: relatório final. Brasília: MMA, 2011. 111 p.
13. MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço energético nacional 2012: ano base 2011. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2012. 282 p.
14. EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Direct HFC and PFC emissions from use of refrigeration and air conditioning equipment*. Washington, DC: EPA Office of Air and Radiation, 2008. 16 p.