

## VI-155 - INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEES) EMITIDOS DURANTE A COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

**Débora Carreño Paglerani**

Graduanda em Tecnologia em Controle Ambiental - Faculdade de Tecnologia – Universidade Estadual de Campinas (FT/Unicamp).

**Simone Andréa Pozza<sup>(1)</sup>**

Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Mestrado, Doutorado e Pós Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> na Faculdade de Tecnologia – Universidade Estadual de Campinas (FT/Unicamp).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Paschoal Marmo, 1888 – Jd. Nova Itália – Limeira, SP – CEP: 13484-33 - Tel: (19)21133466 – e-mail\*: simone.pozza@ft.unicamp.br

### RESUMO

O efeito estufa tem sido um problema mundial. No Estado de São Paulo foi estabelecida a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), a qual tem o compromisso de efetuar a redução ou estabilização dos gases de efeito estufa na atmosfera. Isso é feito pela elaboração de inventários de gases de efeito estufa (GEEs), identificando os poluentes, suas fontes, a eficácia de medidas de controles, de potências de emissões, influências da qualidade do ar e prevenção de futuras emissões. Neste trabalho foi elaborado um inventário de GEEs do transporte dos resíduos sólidos para o Aterro Municipal de Limeira. O método utilizado foi o do IPCC. Foram calculadas 1145,5 toneladas/ano de CO<sub>2</sub> equivalente, sendo que, o CO<sub>2</sub> é responsável por 99% dessas emissões. Com base em dados de 2013 e 2014.

**PALAVRAS-CHAVE:** GEE, inventário, transporte.

### INTRODUÇÃO

Com a industrialização o ser humano aumentou muito as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) (IPCC, 2007). O efeito estufa, gerado por esses gases, pode causar as chamadas mudanças climáticas (LEITE e ROESSING NETO, 2010). Mudança climática é qualquer alteração no clima com o tempo, gerado pelas atividades humanas ou a variabilidade natural (IPCC, 2007). Sendo um grande problema atualmente, há uma maior propensão a danos ambientais, como desaparecimento de florestas, ocorrência de fenômenos climáticos extremos, aumento do nível do mar, diminuição da biodiversidade, entre outros (LEITE e ROESSING NETO, 2010). A UNFCCC (2014) ressalta que essas mudanças também podem influenciar na pobreza, crescimento populacional, desenvolvimento econômico, gestão de recursos e o desenvolvimento sustentável, tendo consequências para todas as esferas existentes no nosso planeta.

Os GEEs têm um potencial de aquecimento global, que define o potencial de certo gás reter calor na atmosfera. É baseado na potência do CO<sub>2</sub>, que é o CO<sub>2</sub> equivalente igual a 1 (um), permitindo expressar o acúmulo do potencial de todos os gases de efeito estufa em questão (KUMAR e SHARMA, 2014).

Foi criada no Brasil, a Política Nacional sobre a Mudança do Clima em 2009, pela Lei 12.187/2009. Esta lei propõe o compromisso voluntário do país, junto a Convenção-Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas, de reduzir a emissão de GEEs entre 36,1% e 38,9% até 2020 (MMA, 2014a). Também ficou estabelecida no Estado de São Paulo a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) com a Lei Estadual 13.798. O Estado tem um compromisso perante as mudanças climáticas de efetuar a redução ou estabilização dos gases de efeito estufa na atmosfera. Uma das diretrizes da PEMC, é a elaboração e atualização periódica de inventários de emissões dos gases por fontes antrópicas discriminadas e não controladas pelo Protocolo de Montreal, com metodologias assemelháveis tanto nacionais quanto internacionais (PEMC, 2009).

Uma maneira de incentivar a diminuição das mudanças climáticas é elaborando inventários de GEEs (CVETINOVIC et al., 2013; KENNEDY et al., 2010). Ele permite relacionar os poluentes com o agente emissor, orientando estrategicamente para a melhor eficácia em ações de prevenção e correção (ANTT, 2012). As propostas da elaboração de um inventário são: identificar e graduar as fontes e as emissões; apontar os

principais poluentes do local de estudo; identificar medidas potenciais de redução; estimar as influências das emissões sobre a qualidade do ar; analisar a eficácia das medidas de controle das emissões; e prever tendências futuras de emissões (MMA, 2011).

O inventário pode trazer oportunidades de negócios com o mercado de carbono e investimentos, gerando também uma eficiência econômica, operacional ou energética. Além das organizações poderem demonstrar uma responsabilidade aos problemas que a sociedade vem enfrentando (GHG PROTOCOL, 2014).

Os métodos para a preparação do inventário podem ser baseados no *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), *Greenhouse Gas Protocol* e na NBR 14060:2007 (GVCES, 2014).

Neste estudo, foi utilizado o método proposto pelo IPCC. O IPCC foi criado com o objetivo de providenciar informações sobre as mudanças climáticas, seus impactos ambientais e socioeconômicos. Ele trabalha por meio de análises e avaliações de dados científicos do mundo todo, relativos às mudanças climáticas, porém sem conduzir pesquisas ou monitorar dados e parâmetros (IPCC, 2014a). Dispõe de manuais para a elaboração de inventários de GEEs em diferentes setores: energia; processos industriais ou uso de produtos; agricultura; florestas ou outros usos da terra; e resíduos (IPCC, 2014b). Estudos de diversas regiões do mundo utilizam essa metodologia para elaborar seus inventários de GEEs, como o próprio Brasil, a Índia e a República da Servia (CETESB, 2010; CVETINOVIC et al., 2013; KUMAR e SHARMA, 2014).

O objetivo do trabalho foi calcular as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente dos GEEs provenientes do transporte de resíduos sólidos até o Aterro Municipal de Limeira, a partir do levantamento de dados dos GEEs pelo método do IPCC. Identificando os GEEs emitidos e as fontes geradoras; apresentando possíveis melhorias e soluções para a amenização da emissão desses gases; demonstrando a importância da elaboração e análise de um inventário de GEE; e demonstrando benefícios na redução da emissão dos mesmos.

## **EMISSIONES VEICULARES**

Em países desenvolvidos, a energia é um setor muito importante quando se refere aos GEEs, pois geralmente contribui com mais de 90% da emissão de dióxido de carbono e 75% da emissão dos gases de efeito estufa (IPCC, 2006). A emissão de transportes terrestres pode contribuir entre 20 à 40% das emissões de GEE (KENNEDY et al., 2010).

As emissões dos veículos podem ocorrer através do escapamento ou de forma evaporativa, existindo diversos fatores que influenciam nessas emissões, tais como: a tecnologia do motor, tipo e idade do veículo, projeto e material de alimentação de combustível, tipo e qualidade do combustível, fatores meteorológicos (MMA, 2011), condição de operação, tecnologia e política para o controle de emissões e manutenção do equipamento (CVETINOVIC et al., 2013).

A queima do combustível pode emitir através do escapamento do veículo: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), material particulado (MP) (MMA, 2011; IPCC, 2006) metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), compostos orgânicos voláteis não-metanados (COVNM), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) (IPCC, 2006), hidrocarbonetos (HC) e aldeídos (RCHO) (MMA, 2011).

Durante a combustão a maior parte do carbono emitido é liberada na forma de CO<sub>2</sub>, outros na forma de CO e CH<sub>4</sub> e hidrocarbonetos não metanados que oxidam na atmosfera e se transformam em CO<sub>2</sub> no período de poucos dias ou até 10 ou 11 anos depois (CVETINOVIC et al., 2013).

No Brasil houve programas e ações em busca de um desenvolvimento mais sustentável, como o Proálcool e Probiodiesel. O uso do etanol e de carros *flex* reduziu a emissão de CO<sub>2</sub> em aproximadamente 600 milhões de toneladas desde 1975 (CETESB, 2010). A mitigação de emissões proveniente ao uso de biodiesel pode alcançar 20% se comparado ao diesel mineral, também pode influenciar na melhora da qualidade do ar e a consequente saúde da população devido ao ar respirado (MAPA, 2014).

O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) foi criado pelo CONAMA com o objetivo de permitir, de maneira ambientalmente segura, o desenvolvimento econômico e social do país através de limites de emissões de poluentes, melhorando a qualidade do ar, atendendo os padrões estabelecidos e não

comprometendo a qualidade do ar em locais não degradados. Um de seus instrumentos é o PROCONVE (MMA, 2011), Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, com o objetivo de diminuir os impactos ambientais, principalmente devido à emissão de monóxido de carbono e materiais particulados, de tal forma que os fabricantes de automóveis utilizem novas tecnologias para que seja possível atender aos limites de emissões de poluentes (CETESB, 2013; MMA, 2014b). Um ponto relevante que deve ser considerado é que, apesar das restrições nos limites de emissões, a redução da carga de poluição pode ser contrabalanceada pelo aumento na frota de veículos para transporte individual (CETESB, 2013).

## METODOLOGIA

### LOCAL DE ESTUDO

O inventário foi baseado na análise de emissões de gases de efeito estufa de veículos que transportam os resíduos sólidos para o aterro sanitário de Limeira localizado na Via Tatuíbi, km 5,5 - Limeira – SP. A análise levantou dados que englobam apenas o município de Limeira.

Na Figura 1 é possível observar o mapa representando o Aterro Municipal de Limeira.



**Figura 1: Mapa do Aterro Municipal de Limeira**  
**Fonte: Google Earth (2015)**

## MATERIAS E MÉTODOS

O método utilizado para a elaboração do inventário foi o IPCC, baseado no manual do setor de Energia (IPCC, 2006).

Para o cálculo do consumo total de combustível da distância percorrida pelos automóveis (Equação 1), leva-se em consideração o modelo do veículo, o tipo de combustível utilizado e o tipo de estrada que o veículo percorre. Porém, como não foi possível obter os fatores de emissões específicos para cada tipo de estrada, este inventário não considerou esta variável.

$$C = \sum_{i,j} [V_{i,j} \times D_{i,j} \times \text{Consumo}_{i,j}] \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

C = Estimativa total do uso de combustível para a distância percorrida (L)

$V_{i,j}$  = Número de veículos do tipo i usando o combustível j

$D_{i,j}$  = Quilometragem anual percorrida pelo veículo do tipo i usando o combustível j (km)

Consumo<sub>i,j</sub> = Média do combustível consumido pelo veículo do tipo i e combustível j (L/km)  
i = tipo do veículo  
j = tipo de combustível

Para os cálculos de emissão de CO<sub>2</sub> é utilizada a Equação 2.

$$E = \sum_a (\text{Combustível}_a \times F_a) \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

E = Emissão de CO<sub>2</sub> (kg)

Combustível<sub>a</sub> = Combustível utilizado (L)\*

F<sub>a</sub> = Fator de emissão (kg/L)\*

a = Tipo do combustível

\*Unidades adaptadas aos dados fornecidos, pois o IPCC fornece a equação com a unidade de combustível em TJ e o fator de emissão em kg/TJ, porém como os fatores de emissões fornecidos neste trabalho foram em kg/L a unidade de combustível é em L.

A emissão de CO<sub>2</sub> por conversores catalíticos em aditivos à base de ureia nos veículos, calcula-se pela Equação 3.

$$E = \text{Atividade} \times \frac{12}{60} \times \text{Pureza} \frac{44}{12} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

E = Emissão de CO<sub>2</sub> (g)

Atividade = Quantidade do aditivo à base de ureia consumido no catalizador (g)

Pureza = Fração da massa de ureia no aditivo à base de ureia (= porcentagem dividido por 100)

A emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O é calculada por meio da Equação 4.

$$E = \sum_{a,b,c} [Q_{a,b,c} \times F_{a,b,c}] \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

E = Emissão do gás (kg)

F<sub>a,b,c</sub> = Fator de emissão (kg/km)\*

Q<sub>a,b,c</sub> = Quilometragem percorrida (km)\*

a = Tipo do combustível

b = Tipo do veículo

c = Tecnologia de controle de emissão (se não é controlado, conversor catalítico, entre outros)

\*Unidades adaptadas aos dados fornecidos, o IPCC fornece a equação com o consumo de combustível ao invés da quilometragem, porém como os fatores de emissões utilizados estão em kg/km e temos a quilometragem percorrida, é possível utilizar a equação em função da quilometragem.

Através do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários de 2013 (MMA, 2013) foi possível obter a Equação 5 para os demais gases de efeito estufa que foram calculados.

$$\text{Emissão} = Fr_{ab} \times Q_{ab} \times Fe_{ab} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde:

Emissão = Emissão de gás (kg)

Fr<sub>ab</sub> = Frota de veículos (número de veículos)

Q<sub>ab</sub> = Quilometragem percorrida (km)

Fe<sub>ab</sub> = Fator de emissão do poluente (kg/km)

a = Tipo do combustível

b = Tipo e ano do veículo



Todos os veículos estudados eram movidos a diesel, sendo classificados em diferentes categorias, semileves, leves, médios, semipesados e pesados. Essa classificação é diferenciada pelo peso bruto total (PBT) e o peso bruto total combinado (PBTC) do veículo.

Os fatores de emissões para os cálculos e os dados de conversões de unidades utilizados neste inventário foram obtidos no Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2013 (MMA, 2013). É muito importante utilizar fatores de emissões particulares do país ou região para poder refletir a realidade local (FRIEDRICH e TROIS, 2013).

Os fatores de emissões de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e NH<sub>4</sub> de veículos movidos a diesel são 2,603 kg/L, 0,03 g/km e 0,060g/km respectivamente. Os fatores de emissões de CO, NO<sub>x</sub>, Hidrocarbonetos não metanados (NMHC) e Material particulado (MP) de combustão, desgaste de pneu, freio e pista foram selecionados de acordo com a categoria e o ano do veículo. Sendo assim, foram elaborados diversos cálculos para cada caso.

Para calcular o potencial de aquecimento global dos gases de efeito estufa, devem-se transformar os gases em CO<sub>2</sub> equivalente de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1: Potencial de aquecimento global dos gases de efeito estufa**

Composto	Potencial de aquecimento global
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310

Fonte: CETESB (2014)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados para esta pesquisa foram fornecidos pela Prefeitura Municipal de Limeira e pelas duas empresas, responsáveis por recolher os resíduos domésticos, comerciais e industriais; de poda e remoção de árvores; capinação; desobstrução e limpeza de galeria de água, estações de tratamento de água, galerias de esgoto, estações elevatórias e de tratamento de esgoto. O período de dados compreende os anos de 2013 e 2014.

As empresas também forneceram os modelos dos veículos, a quilometragem percorrida, o consumo de combustível mensal e se utilizam aditivo a base de ureia.

Não foram fornecidas todas as informações necessárias para os cálculos dos veículos de outras empresas que transportam entulho e poda para o aterro de Limeira. Têm-se apenas a quantidade em volume (m<sup>3</sup>) que cada empresa transporta por dia durante o mês de abril de 2013 (dado fornecido pela Prefeitura Municipal de Limeira). Com esta informação, foi possível estimar a quantidade de veículos e a capacidade dos veículos para as diversas empresas que transportam entulho e poda, estimando o peso carregado por cada veículo por meio da massa específica de entulho e poda, possibilitando a classificação dos veículos.

Os veículos particulares que transportam entulho e poda para o aterro, foram consideradas caminhonetes movidas à diesel, classificados como semileves. Estes veículos foram classificados desta maneira, devido a carga transportada por eles, em cada viagem, não ser suportada por veículos comuns que não fossem movidos a diesel. Os dados da coleta dos resíduos volumosos foram fornecidos pela Prefeitura Municipal de Limeira, que disponibilizou dados da frota mensal e a capacidade de cada veículo.

Devido à falta de dados sobre os percursos dos veículos das demais empresas que transportam entulho e poda e os veículos que transportam os resíduos volumosos, foi estimada uma distância percorrida para cada viagem de 19 km, que é a distância de ida e volta do aterro municipal de Limeira até o centro da cidade. De acordo com o que Google Maps (2014), o ponto central de Limeira está na Praça Toledo de Barros, na Rua Boa Morte com a Rua Carlos Gomes.

Os fatores de emissões utilizados consideram que todos os veículos possuem catalisadores para redução de CO, pois o MMA (2013) considera que todos os veículos, a partir do ano de 1994, são equipados com este dispositivo.

Na Tabela 2 constam as categorias dos veículos para cada tipo de resíduo transportado, a quantidade de veículos e seus devidos anos. Destacando a empresa A, possui a maior quantidade de veículos (23), tal quais 15 são veículos mais antigos (entre 2005 e 2011).

O consumo de combustível e a quilometragem percorrida anualmente para o transporte de cada tipo de resíduo esta disponível na Tabela 3. Relacionando as Tabelas 2 e 3 pode-se verificar que os veículos de entulho e poda apresentam maior quantidade de veículos (23) e maior quilometragem (638.808 km), porém com um consumo de diesel menor (194.363 L) se compararmos aos dos resíduos domiciliares com menor quantidade de veículos (15), quilometragem (456.000 km), mas com um maior consumo de diesel (240.000 L). Esta diferença no consumo de diesel pode estar relacionada à categoria dos veículos (Tabela 2), veículos de entulho e poda estão classificados em sua maioria como médios, leves e semilves que apresentam menos emissão de GEE que os veículos semipesados usados nos resíduos domiciliares.

**Tabela 2: Quantidade, ano e categoria dos veículos**

Tipo de resíduo transportado	Quantidade de veículos	Ano do veículo	Categoria
Domiciliares	15	Entre 2011 e 2014	15 Semipesados
Empresa A – Entulho e poda	23	15 entre 2005-2011	1 Leve 9 Médios 4 Semipesados 1 Pesado
		8 entre 2012 e 2014	4 Semileves 3 Médios 1 Semipesado
Outras empresas – Entulho e poda	Não se sabe	Considereei 2012	Semileves Leves Médios
Volumosos	2	Considereei 2012	2 Semileves

**Tabela 3. Consumo de diesel e quilometragem anual para cada tipo de resíduo transportado**

Tipo de resíduo transportado	Quantidade de veículos	Consumo de diesel (L)	Quilometragem (km)
Resíduos domiciliares	15	240.000	45.6000
Entulho e poda	23	194.363,3	638.808
Volumosos	2	1.304,16	11.856

Destaca-se a emissão de CO<sub>2</sub> (1.134 ton) na Tabela 4, representando 99% de todos os gases emitidos pelos veículos. A maior porcentagem de emissão em veículos que transportam resíduos domiciliares, 55% (624,7 ton) e em seguida os de entulho e poda, 44,6% (505,9 ton).

**Tabela 4. Emissões dos GEEs**

Gás emitido	Tipo de resíduo transportado			
	Domiciliares (kg)	Entulho e poda (kg)	Volumosos (kg)	Total (kg)
CO <sub>2</sub>	624720	505927	3395	113.4042
N <sub>2</sub> O	14	19	0,3	33,3
CH <sub>4</sub>	27	29	0,7	56,7
CO	118	317	0,1	435,1
NMHC	14	67	0,1	81,1
NO <sub>x</sub>	711	2178	16	2905
MP <sub>comb</sub>	7	34	0,1	41,1
MP <sub>pneus e freios</sub>	269	317	0,2	586,2
MP <sub>pista</sub>	17	21	0,1	38,1
CO <sub>2</sub> por aditivo	0	31	0	31

Transformando os gases de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> em unidades de CO<sub>2</sub> equivalente (Tabela 5), o CO<sub>2</sub> (1.134 ton) ainda se destaca com 99% dos gases de efeito estufa. Semelhante ao estudo da CETESB (2011), onde o CO<sub>2</sub> também foi o principal gás emitido pelos veículos, em (97%), em questão do potencial de gases de efeito estufa.

**Tabela 5: Potencial de aquecimento global dos gases calculados**

	CO <sub>2</sub> (ton)	N <sub>2</sub> O (ton)	CH <sub>4</sub> (ton)	Total (ton)
CO <sub>2</sub> equivalente	1.134	10,3	1,2	1.145,5

No mês de Abril de 2014 foi gerado 7.031 toneladas de resíduos (dado fornecido pela Prefeitura Municipal de Limeira). Se relacionarmos essa quantidade com a emissão de CO<sub>2</sub> no mês podemos estimar a emissão de 13,44 kg CO<sub>2</sub>/ton de resíduos devido somente aos veículos que transportam os resíduos.

## QUESTÕES A SEREM EXPLORADAS

Parte dos veículos que transportam entulho e poda foi estimada devido à falta de dados, isso pode gerar grande diferença no total de GEEs emitidos.

Os fatores de emissões utilizados consideram que todos os veículos possuem catalisadores para redução de CO. Isso pode ter resultado em menor valor do que o real, caso exista algum destes veículos sem tal dispositivo.

## POSSÍVEIS MELHORIAS

Algumas empresas ainda possuem veículos na fase do PROCONVE P5 e P4 (veículos mais antigos), que apresentam fatores de emissões maiores que os veículos da fase P7 (veículos mais novos, do ano de 2012 em diante) (MMA, 2014b). Se esses veículos forem substituídos por veículos da fase P7 a emissão de gases poderia ser reduzida.

Um estudo demonstrou que na China, o governo está buscando diminuir o uso do petróleo e as emissões de GEEs no setor de transporte por meio de combustíveis alternativos e regulando a economia do combustível do veículo. Tal governo tem promovido o uso dos combustíveis E10 (10% de bioetanol e 90% de gasolina), biodiesel e veículos movidos a gás, gás liquefeito do petróleo e o gás natural comprimido (YAN e CROOKES, 2009). Outras alternativas que podem substituir o combustível diesel, emitindo menos GEEs são, o uso de gás natural (CVETINOVIC et al., 2013) e de biodiesel (MAPA, 2014).

A diminuição da geração de resíduos pode diminuir a frota de veículos necessária para o transporte dos mesmos. Consequentemente reduziria a quantidade de GEEs emitidos durante o transporte, além dos gerados pela decomposição dos próprios resíduos.

## CONCLUSÃO

É muito importante a elaboração de inventários de GEEs para que seja possível monitorar quais gases e em que quantidade são emitidos, buscando melhorias e soluções para diminuir tais poluentes. A própria Política Estadual de Mudanças Climáticas propõe que os inventários devem ser efetuados periodicamente.

Com este trabalho, foi possível concluir que em um ano é emitido, no transporte de diversos pontos da cidade até o Aterro Municipal de Limeira, aproximadamente 1.145,5 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Destas emissões, verificou-se que o CO<sub>2</sub> é o maior representante (99%). Calculou-se também a média de 13,44 kg CO<sub>2</sub> emitido por veículo para cada tonelada de resíduo transportado para o aterro.

Para este estudo foi necessário estimar alguns dados e informações não disponíveis, portanto o valor encontrado pode não estar totalmente de acordo com a realidade. Outros inventários devem ser feitos periodicamente, para que possa haver comparações futuras e estimativas mais precisas. As comparações de inventários de diferentes períodos permitem analisar se as emissões dos GEEs estão diminuindo ou não, e quais os motivos para as possíveis diferenças, além de um melhor planejamento para mitigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres. 1º Inventário nacional de emissões atmosféricas do transporte ferroviário de cargas. Disponível em: [http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/invent%C3%A1rio%20ferrovi%C3%A1rio%202012\\_final.pdf](http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/invent%C3%A1rio%20ferrovi%C3%A1rio%202012_final.pdf) Acesso em 15/05/2014. 2012
2. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Segunda comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Brasília, v.1. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/publicacoes/impactos\\_vulnerabilidade/portugues/2comunicacao\\_nacional\\_v1.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/publicacoes/impactos_vulnerabilidade/portugues/2comunicacao_nacional_v1.pdf) Acesso em: 11/11/2014. 2010
3. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Inventário de emissões de gases de efeito estufa associada ao transporte rodoviário no estado de São Paulo, 1990 a 2008. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/consulta/relatorios/rodoviario\\_09-02.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/consulta/relatorios/rodoviario_09-02.pdf) Acesso em: 05/11/2014. 2011
4. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2012. São Paulo. Margot Terada, CRB 8.4422, 2013
5. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Potencial de Aquecimento Global de GEE. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/proclima/inventario-de-gee-empreendimentos/390-potencial-de-aquecimento-global-de-gee> Acesso em: 01/09/2014.
6. CVETINOVIC D., STEFANOVIC P., MARKOVIC Z., BAKIC V., TURANJANIN V., JAVANOVIC M., VUCICEVIC B. GHE (Greenhouse Gases) Emission Inventory and Mitigation Measures for Public District Heating Plants in the Republic of Serbia. Energy 57, pp. 788-795, 2013.
7. FRIEDRICH E. e TROIS C. GHG Emission Factors Developed for the Collection, Transport and Landfilling of Municipal Waste in South African Municipalities. Waste Management, pp. 1013-1026, 2013
8. GHG PROTOCOL. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol – Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Primeira Edição. Disponível em: [http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/ghg\\_protocol\\_duplas.pdf](http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/ghg_protocol_duplas.pdf) Acesso em: 06/11/2014.
9. GOOGLE EARTH, Aterro Municipal de Limeira 22°37'58''S, 47°21'31''W, Altitude do ponto de visão 1.95 km. Disponível em <http://www.google.com/earth/index.html> Acesso em 22/04/2015.
10. GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/R.+da+Boa+Morte,+482+-+Centro,+Limeira+-+SP,+13480-188/@-22.5650529,-47.4023594,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x94c880f3abc0b3b9:0x72c80cb98f8cc2b3> Acesso em: 08/08/2014.
11. GVCES - Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP. Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/index.php?r=site/conteudo&id=1> Acesso em: 15/05/2014.
12. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, v.2, Energy - 2006. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html> Acesso em: 11/11/2014. 2006
13. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Synthesis Report. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf) Acesso em: 15/05/2014. 2007
14. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/> Acesso em: 15/05/2014. 2014a.
15. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> Acesso em: 07/11/2014. 2014b.
16. KENNEDY C., STEINBERGER J., GASSON B., HANSEN Y., HILLMAN T., HAVRANEK M., PATAKI D., PHDUNGSIPL., RAMASWAMI A., MENDEZ G. V. Methodology for inventorying greenhouse gas emissions from global cities. Energy Policy. 38, pp. 4828-4837, 2010.
17. KUMAR A.; SHARMA M. P. GHG Emission and Carbon Sequestration Potential from MSW of Indian Metro Cities. Urban Climate 8, pp. 30-41, 2014.
18. LEITE, J. R.; ROESSING NETO, E. Dano Ambiental e a Política do Estado do Amazonas para as Mudanças Climáticas. Direito e Mudanças Climáticas 1: Inovações Legislativas em Matéria de Mudanças Climáticas. São Paulo. pp. 11-34, 2010.
19. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Benefícios Ambientais da Produção e do Uso do Biodiesel. Disponível em: [http://bsbios.com.br/media/adminfiles/relatorio\\_biodiesel\\_p\\_web.pdf](http://bsbios.com.br/media/adminfiles/relatorio_biodiesel_p_web.pdf) Acesso em: 05/11/2014.



20. MMA - Ministério do Meio Ambiente. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/163/\\_publicacao/163\\_publicacao27072011055200.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf) Acesso em: 15/05/2014. 2011.
21. MMA – Ministério do Meio Ambiente. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários: 2013 Relatório Final. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventario\\_Ar/2014-05-27%20inventrio%202013.pdf](http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventario_Ar/2014-05-27%20inventrio%202013.pdf) Acesso em: 08/08/2014. 2013.
22. MMA Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional Sobre Mudança do Clima. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima> Acesso em: 15/05/2014. 2014a.
23. MMA - Ministério do Meio Ambiente. PROCONVE: Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/163/\\_arquivos/proconve\\_163.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/proconve_163.pdf) Acesso em: 15/05/2014. 2014b.
24. PEMC - Política Estadual de Mudanças Climáticas. Lei Nº 13.798, de 9 de novembro de 2009. Disponível em: [http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/lei\\_13798\\_portugues.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/lei_13798_portugues.pdf) Acesso em: 15/05/2014. 2009.
25. UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. Background on the UNFCCC: The international response to climate change. Disponível em: [http://unfccc.int/essential\\_background/items/6031.php](http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php) Acesso em: 07/11/2014.
26. YAN X., CROOKES R. J. Reduction Potential of Energy Demand and GHG Emissions in China's Road Transport Sector. Energy Policy 37, pp. 658-668, 2009.