

SP/P5510/R0627/2012

**Relatório Técnico - Produto 7B: Atualização do Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo dos anos de 2010 e 2011**

São Paulo - SP

**PMSP / SVMA**

Outubro/2012

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DO VERDE E MEIO AMBIENTE

PROGRAMA SBQ NO 007/2011

Atividade C 05: *Sustainable Transport and Air Quality Program* (STAQ)

Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP

Banco Mundial

*Washington, D.C.*

PRODUTO 7B

Atualização do Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito

Estufa do Município de São Paulo dos anos de 2010 e 2011

Equipe

Ambrogi, Vinicius

Castro, João

Ohata, Jaime (coordenador executivo)

Rodrigues, Délcio

Tachibana, Erica

Vilela, Marcio Maia – Prof. Dr. (coordenador técnico)

INSTITUTO EKOS BRASIL

&

GEOKLOCK CONSULTORIA E ENGENHARIA AMBIENTAL

2012

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – GEE contabilizados por setor .....	7
Figura 2 – Evolução das emissões dos setores de energia e resíduos .....	10
Figura 3 – Emissões da geração de eletricidade .....	13
Figura 4 – Consumo de gás natural para termogeração e Fator de emissão do SIN.....	19
Figura 5 – Emissões e consumo da gasolina e etanol .....	20
Figura 6 – Evolução das emissões do setor de resíduos .....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – PAG dos GEE inventariados .....	8
Tabela 2 – Emissões totais de GEE do Município.....	8
Tabela 3 – Emissões totais de GEE de 2010 e 2011 .....	10
Tabela 4 – Consumo de eletricidade e emissão dos anos de 2010 e 2011 .....	13
Tabela 5 – Fatores de emissão .....	14
Tabela 6 – Consumo e emissões do subsetor indústria de transformação .....	15
Tabela 7 – Fatores de emissão de CO <sub>2</sub> .....	16
Tabela 8 – Fatores de emissão de CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O.....	16
Tabela 9 – Consumo de combustível dos transportes .....	17
Tabela 10 – Emissões de GEE dos transportes .....	17
Tabela 11 – Emissões fugitivas.....	18
Tabela 12 – Emissões do setor de energia de 2010 e 2011 .....	18
Tabela 13 – Resíduos do Município de São Paulo enviados para aterros.....	21
Tabela 14 – Composição dos resíduos .....	22
Tabela 15 – Metano recuperado.....	22
Tabela 16 – Emissões de GEE dos aterros.....	22
Tabela 17 – Emissões contabilizadas nos aterros .....	23
Tabela 18 – Emissões contabilizadas.....	24
Tabela 19 – Resíduos incinerados e emissões de GEE.....	24
Tabela 20 – Dados da rede coletora no Município de São Paulo .....	25
Tabela 21 – Perfil Sanitário do Município de São Paulo.....	25
Tabela 22 – Emissões de CH <sub>4</sub> dos efluentes líquidos do Município de São Paulo.....	26
Tabela 23 – Emissões de N <sub>2</sub> O dos efluentes líquidos do Município de São Paulo .....	26
Tabela 24 – Emissões do setor de resíduos de 2010 e 2011 .....	27

**ABREVIATURAS E SIGLAS**

AFOLU	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use</i>
ANTP	Associação Nacional dos Transporte Públicos
CER	Certificado de Emissões Reduzidas
CFCs	Clorofluorcarbonos
CO <sub>2</sub> e	Dióxido de Carbono Equivalente
COMGÁS	Companhia de Gás de São Paulo
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
GEE	Gás de Efeito Estufa
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GNV	Gás Natural Veicular
HCFCs	Hidroclorofluorcarbonos
HFCs	Hidrofluorcarbonos
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPPU	<i>Industrial Processes and Product Use</i>
LIMPURB	Departamento de Limpeza Urbana
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MWh	Megawatt-hora
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PFCs	Perfluorcarbonos
RSS	Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SIN	Sistema Interligado Nacional
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
STAQ	<i>Sustainable Transport and Air Quality</i>
SVMA	Secretaria do Verde e do Meio Ambiente
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	7
2. Atualização do Inventário .....	10
2.1. Energia.....	12
2.1.1. Queima de Combustíveis .....	12
2.1.2. Emissões Fugitivas.....	17
2.1.3. Resultados do setor de Energia de 2010 e 2011.....	18
2.2. Resíduos .....	21
2.2.1. Disposição em aterros .....	21
2.2.2. Incineração .....	24
2.2.3. Efluentes Líquidos .....	25
2.2.4. Resultados do setor de Resíduos de 2010 e 2011 .....	27
3. Referências.....	29

## 1. INTRODUÇÃO

Este relatório é parte integrante dos serviços especializados de consultoria contratados para Elaboração de Inventário Municipal de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) e outros Produtos, no Município de São Paulo, um subprojeto da janela 5 – Gestão da Demanda do Transporte Individual, do Programa *Sustainable Transport and Air Quality* (STAQ), patrocinado pelo *Global Environment Facility* (GEF), por meio do Banco Mundial, visando à quantificação das emissões e remoções dos gases de efeito estufa.

O inventário de emissões e remoções de GEE do Município de São Paulo foi realizado para o período de 2003 a 2009 para os setores de Resíduos, de AFOLU<sup>1</sup> (Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra), de Energia e de IPPU<sup>2</sup> (Processos Industriais e Uso de Produtos), com o objetivo de retratar as fontes e sumidouros de GEE do Município e para subsidiar as políticas públicas de mitigação e adaptação aos efeitos da mudança do clima no âmbito do Município de São Paulo.

Sua elaboração foi baseada na metodologia apresentada no “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, que apresenta para cada setor inventariado diferentes métodos de contabilização para diferentes GEE. As emissões de GEE verificadas para cada setor do inventário de 2003 a 2009 são apresentadas na Figura 1.

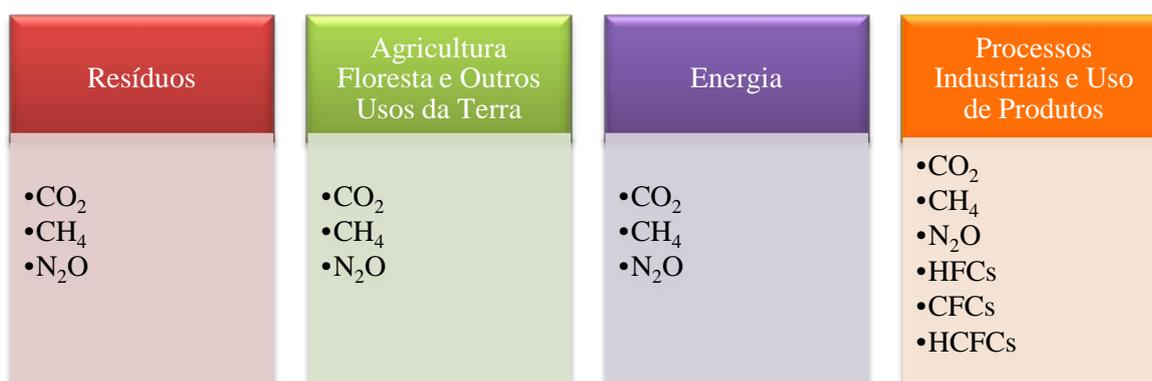


Figura 1 – GEE contabilizados por setor

Para permitir comparações entre as emissões dos diferentes GEE foi utilizada a métrica do Potencial de Aquecimento Global – PAG, que determina o potencial de contribuição ao

<sup>1</sup> AFOLU – sigla em inglês do termo *Agriculture, Forestry and Other Land Use*.

<sup>2</sup> IPPU – sigla em inglês do termo *Industrial Processes and Product Use*.

aquecimento global de cada substância em diferentes horizontes de tempo. O PAG de uma substância corresponde à massa equivalente de CO<sub>2</sub> para produzir o mesmo efeito de forçamento radiativo de uma unidade mássica dessa substância. Por exemplo, o CH<sub>4</sub> apresenta um PAG equivalente a 21 unidades mássicas de CO<sub>2</sub> para cada unidade mássica de CH<sub>4</sub>. Foram utilizados os PAG calculados para um horizonte temporal de 100 anos, apresentados na Tabela 1. Assim, as medidas das emissões de GEE são apresentadas em uma mesma unidade de medida, a massa de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e).

**Tabela 1 – PAG dos GEE inventariados**

Gás	PAG
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310
HFC-134a	1.300
CFC-11	3.800
CFC-12	8.100
HCFC-141b	725

Fonte: IPCC, 2007

Os resultados do inventário do período de 2003 a 2009, apresentados na Tabela 2, mostraram que os principais setores que contribuía com as emissões de GEE do Município de São Paulo eram os setores de Energia e Resíduos.

**Tabela 2 – Emissões totais de GEE do Município**

Setor	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	(GgCO <sub>2</sub> e)						
Resíduos	2.199	2.260	2.336	2.473	2.658	2.307	2.363
AFOLU	10	10	9	10	10	9	8
Energia	12.911	13.065	12.689	12.544	13.114	13.861	12.384
IPPU	206	224	251	268	301	350	359
Total	15.326	15.558	15.285	15.295	16.083	16.526	15.115

As emissões do setor de Energia corresponderam em média a 83% das emissões do Município de São Paulo, seguido pelo setor de Resíduos que representou em média 15% das emissões do Município. As emissões desses dois setores quase correspondem à totalidade das emissões do Município de São Paulo no período de 2003 a 2009.

Entendendo-se que para melhor subsidiar a formulação das políticas públicas, seria importante aproximar o período inventariado ao ano corrente de 2012. Para isto, o inventário foi atualizado para os anos de 2010 e de 2011 para os setores de Energia e de Resíduos, que corresponderam a mais de 95% das emissões de GEE do Município de São Paulo no período de 2003 a 2009.

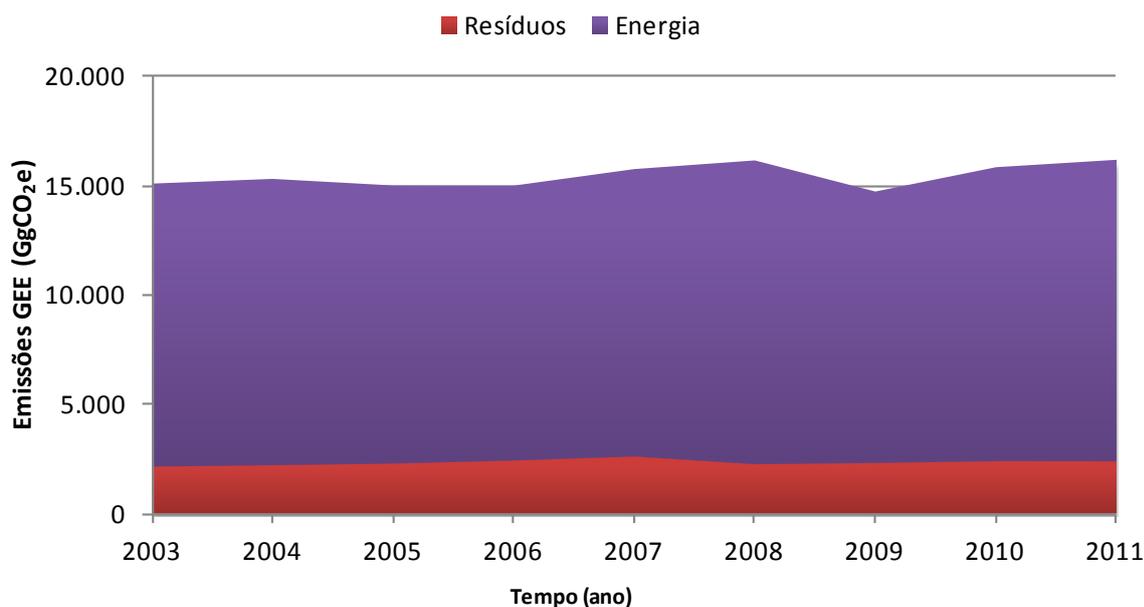
## 2. ATUALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO

Os resultados consolidados das emissões totais de GEE dos setores de Energia e Resíduos do Município de São Paulo para o período de 2003 a 2011 são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Emissões totais de GEE de 2010 e 2011**

Setor	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	(GgCO <sub>2</sub> e)								
Energia	12.911	13.065	12.689	12.544	13.114	13.861	12.384	13.413	13.756
Resíduos	2.199	2.260	2.336	2.473	2.658	2.307	2.363	2.444	2.440
Total	15.110	15.325	15.025	15.018	15.772	16.167	14.748	15.858	16.196

Para ilustrar a evolução das emissões dos setores de energia e resíduos no período de 2003 a 2011, as emissões são apresentadas na Figura 2.



**Figura 2 – Evolução das emissões dos setores de energia e resíduos**

Conforme apresentado pela Figura 2, verifica-se que nos anos de 2008 e de 2010 houve um aumento nas emissões de GEE do Município de São Paulo. Essas variações nas emissões do Município de São Paulo são determinadas principalmente pelo setor de Energia, já que o setor de Resíduos não apresentou grande variação no período inventariado.

Os picos nas emissões de 2008 e 2010 são influenciados majoritariamente pelos altos fatores de emissão da rede elétrica. Essa flutuação do fator de emissão está relacionada com as fontes de geração de energia elétrica no País, indicando que nesses anos mais usinas termoeletricas entraram em operação para suprir a demanda por eletricidade.

Verifica-se também que no ano de 2011 o nível de emissões manteve-se próximo do nível de 2010. Porém, neste caso essa alta nas emissões deve-se essencialmente à mudança no perfil de consumo dos combustíveis, tendo uma grande parcela do etanol sido substituída pela gasolina.

Comparando-se as emissões totais de GEE dos setores de Energia e de Resíduos do Município de São Paulo observa-se que houve um aumento de aproximadamente 7% nas emissões do ano de 2011 com relação ao ano de 2003. Em números absolutos, este aumento foi de 1.086 GgCO<sub>2</sub>e.

## **2.1. ENERGIA**

Para o setor de Energia os dados utilizados para quantificar as emissões de GEE foram os publicados nos anuários estatísticos da Secretaria de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo, com exceção das emissões fugitivas do setor de Energia foram utilizados os dados de perdas do sistema de distribuição da COMGÁS. A seguir as emissões de GEE do setor de Energia serão apresentadas para cada subsetor inventariado.

### **2.1.1. Queima de Combustíveis**

As emissões de GEE provenientes da queima de combustíveis são apresentadas subdivididas de acordo com a utilização desses combustíveis: para Geração de Eletricidade, na Indústria de Transformação, Construção e Outros Setores; e nos Transportes.

#### **2.1.1.1. Geração de Eletricidade**

Para o Município de São Paulo, as emissões de GEE da geração de eletricidade foram contabilizadas a partir de dados de eletricidade consumida no Município. Esta foi considerada a forma mais apropriada de se contabilizar essas emissões de GEE, uma vez que a eletricidade do Município é proveniente do Sistema Interligado Nacional – SIN. Isto significa que a energia consumida no Município foi gerada em usinas localizadas em diversas regiões do Brasil.

Então, as emissões na geração de energia elétrica foram calculadas utilizando-se as quantidades de eletricidade consumida no Município de São Paulo e os fatores de emissão médio do SIN.

Os fatores de emissão do SIN são calculados considerando-se as diferentes fontes de geração de eletricidade (hidrelétricas, termoelétricas, eólicas, entre outras fontes) e são publicadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI. Para o ano de 2010 o fator de emissão do SIN foi de 0,0512 tCO<sub>2</sub>/MWh e para o ano de 2011 o fator foi de 0,0292 tCO<sub>2</sub>/MWh.

Os dados de consumo de eletricidade no Município de São Paulo nos anos de 2010 e 2011 e suas emissões são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Consumo de eletricidade e emissão dos anos de 2010 e 2011**

Ano	2010		2011	
	Consumo <sup>1</sup> (MWh)	Emissão (tCO <sub>2</sub> )	Consumo <sup>2</sup> (MWh)	Emissão (tCO <sub>2</sub> )
Residencial	11.127.289	569.717	11.706.551	341.831
Comercial	9.187.709	470.411	9.613.034	280.701
Rural	8.434	432	9.889	289
Industrial	4.011.038	205.365	3.963.259	115.727
Iluminação Pública	575.638	29.473	585.756	17.104
Poder Público*	948.347	48.555	983.277	28.712
Serviço Público**	1.428.600	73.144	1.528.751	44.640
Consumo Próprio	38.786	1.986	44.986	1.314
<b>Total</b>	<b>27.325.840</b>	<b>1.399.083</b>	<b>28.435.503</b>	<b>830.317</b>

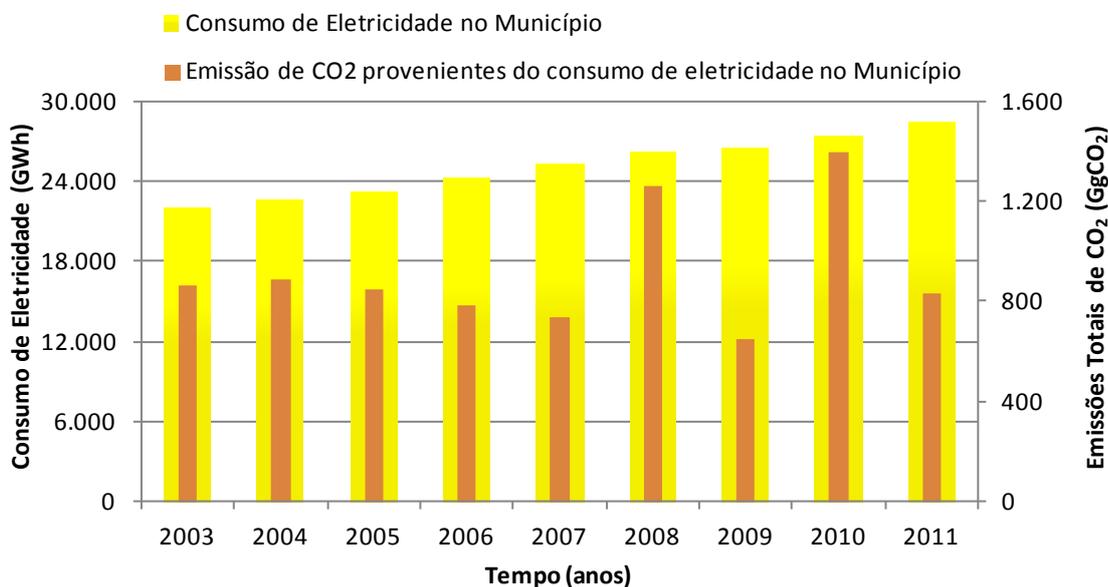
\* Unidades da administração direta

\*\* Água, esgoto, saneamento e transporte

Fonte: <sup>1</sup> SÃO PAULO (Estado), 2011

<sup>2</sup> SÃO PAULO (Estado), 2012

Na Figura 3 são comparados os valores de consumo de eletricidade no Município de São Paulo e suas emissões de GEE para o período de 2003 a 2011.



**Figura 3 – Emissões da geração de eletricidade**

Como pode ser observado na Figura 3, o consumo de eletricidade no Município de São Paulo apresentou um crescimento regular no período inventariado, porém o mesmo não ocorreu com as emissões de CO<sub>2</sub>, que apresentou picos nos anos de 2008 e 2010. Esses picos devem-se aos

elevados fatores de emissão da rede, que indica que nestes anos houve um aumento na geração de energia elétrica em usinas termoeletricas no País.

### 2.1.1.2. Indústria de Transformação, Construção e Outros Setores

As emissões de GEE provenientes da queima de combustíveis em fontes estacionárias nas indústrias de transformação, construção e outros setores foram quantificadas utilizando-se a metodologia e os fatores de emissão propostos pelo IPCC (2006). Os fatores de emissão utilizados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 – Fatores de emissão**

Fatores de Emissão	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
	(kgCO <sub>2</sub> /TJ)	(kgCH <sub>4</sub> /TJ)	(kgN <sub>2</sub> O/TJ)
Gás Natural:			
residencial	56.100	5	0,1
comercial	56.100	5	0,1
industrial	56.100	1	0,1
geração de eletricidade	56.100	1	0,1
GLP:			
residencial	63.100	5	0,1
comercial	63.100	5	0,1
industrial	63.100	1	0,1
Querosene de Iluminação	71.900	10	0,6
Óleo Combustível	77.400	10	0,6

Fonte: IPCC (2006)

Os dados de consumo desses combustíveis e suas emissões totais de GEE são apresentados na Tabela 6 para os anos de 2010 e 2011.

**Tabela 6 – Consumo e emissões do subsetor indústria de transformação**

	2010		2011	
	Consumo <sup>1</sup> (TJ)	Emissão (tCO <sub>2</sub> e)	Consumo <sup>2</sup> (TJ)	Emissão (tCO <sub>2</sub> e)
<b>Gás Natural</b>				
Residencial	5.587	314.206	6.067	341.177
Comercial	3.253	182.911	3.371	189.589
Industrial	13.315	747.666	13.786	774.124
Cogeração	232	13.040	181	10.163
Termogeração	11.123	624.592	3.178	178.479
<b>GLP</b>				
Residencial	12.948	818.802	13.242	837.380
Comercial	2.189	138.409	2.238	141.550
Industrial	1.435	90.606	1.467	92.662
Querosene de Iluminação	13	933	9	659
Óleo Combustível	1.529	118.947	1.153	89.730

Fonte: <sup>1</sup> adaptado de SÃO PAULO (Estado), 2011

<sup>2</sup> adaptado de SÃO PAULO (Estado), 2012

Deve-se ressaltar que o consumo de gás natural para termogeração no Município de São Paulo referem-se às duas usinas termoelétricas localizadas no Município (usinas Piratininga e Fernando Gasparian), as quais despacham a eletricidade gerada para o SIN. Desta forma, as emissões provenientes da combustão de gás natural para termogeração são apresentadas como informação adicional, pois estas já foram consideradas no fator de emissão do SIN e não devem ser contabilizadas neste subsetor para evitar a dupla contagem dessas emissões.

### 2.1.1.3. Transporte

As emissões de GEE dos anos de 2010 e 2011 do setor de transporte também seguiram as mesmas premissas e metodologia adotadas para calcular as emissões do período de 2003 a 2009. Os fatores de emissão utilizados para quantificar as emissões de CO<sub>2</sub> são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7 – Fatores de emissão de CO<sub>2</sub>**

Fatores de Emissão		CO <sub>2</sub>
		(kgCO <sub>2</sub> /TJ)
Gasolina C	Gasolina A <sup>1</sup>	69.300
	Etanol Anidro <sup>2</sup>	68.933
	Etanol Hidratado <sup>2</sup>	68.933
	Óleo Diesel <sup>1</sup>	74.100
	GNV <sup>1</sup>	56.100
	Gasolina de Aviação <sup>1</sup>	70.000
	Querosene de Aviação <sup>1</sup>	71.500

Fonte: <sup>1</sup>IPCC (2006)

<sup>2</sup>adaptado de BRASIL (2010)

De acordo com IPCC (2006), as emissões de CO<sub>2</sub> dos biocombustíveis, como etanol e biodiesel, devem ser reportadas separadamente apenas como informação adicional, não devendo ser contabilizadas no total de emissões de GEE do Município, uma vez que são de origem biogênica. Como a gasolina C comercializada no Brasil é composta por uma mistura de gasolina A e etanol anidro, para poder diferenciar a fração da emissão de origem fóssil da emissão de origem biogênica, os fatores de emissão de CO<sub>2</sub> da gasolina C são apresentados de forma segregada em gasolina A e etanol anidro. Para as emissões de CO<sub>2</sub> do biodiesel, como não foram identificados fatores próprios para o biodiesel, foi utilizado o mesmo fator de emissão do diesel.

Os fatores de emissão utilizados para quantificar as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8 – Fatores de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O**

Fatores de Emissão		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
		(kgCH <sub>4</sub> /TJ)	(kgN <sub>2</sub> O/TJ)
Gasolina C	Sem conversor catalítico	33	3,2
	Com conversor catalítico	25	8,0
	Etanol Hidratado	18	8,0*
	Óleo Diesel	3,9	3,9
	GNV	92	3,0
	Gasolina de Aviação	0,5	2,0
	Querosene de Aviação	0,5	2,0

\* IPCC (2006) não apresenta um fator de emissão padrão de N<sub>2</sub>O para o etanol hidratado. Desta forma, adotou-se a premissa de que os veículos movidos a etanol hidratado possuem catalisador e que apresentam o mesmo fator de emissão dos veículos com catalisador movidos à gasolina.

Fonte: IPCC, 2006

Os dados de consumo de combustíveis utilizados para quantificar as emissões de GEE são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9 – Consumo de combustível dos transportes**

Consumo de combustível	2010 <sup>1</sup>	2011 <sup>2</sup>
	(TJ)	
Gasolina A	55.049	66.447
Etanol Anidro	12.726	15.360
Etanol Hidratado	43.086	31.656
Diesel	59.861	60.593
Biodiesel	2.941	2.977
GNV	5.929	5.044
Gasolina de Aviação	78	78
Querosene de Aviação	10.709	10.713

Fonte: <sup>1</sup> adaptado de SÃO PAULO (Estado), 2011

<sup>2</sup> adaptado de SÃO PAULO (Estado), 2012

As emissões totais de GEE dos transportes nos anos de 2010 e 2011 são apresentadas na Tabela 10.

**Tabela 10 – Emissões de GEE dos transportes**

Combustível	2010	2011
	(tCO <sub>2</sub> e)	
Gasolina C	4.018.542	4.850.598
Etanol Hidratado	123.140	90.472
Diesel	4.516.783	4.572.003
GNV	349.591	297.418
Gasolina de Aviação	5.521	5.533
Querosene de Aviação	772.453	772.726
Total	9.786.030	10.588.750

Deve-se ressaltar que nas emissões apresentadas na Tabela 10 não foram incluídas as emissões de CO<sub>2</sub> de origem biogênica, conforme orientação do IPCC (2006).

### 2.1.2. Emissões Fugitivas

As emissões fugitivas da distribuição de gás natural no Município de São Paulo para os anos de 2010 e 2011 foram calculadas com base nas perdas percentuais do sistema de distribuição do gás

natural fornecidas pela COMGÁS. No ano de 2010 a perda foi de 0,23% do gás natural consumido e no ano de 2011 a perda foi de 0,86%.

Desta forma, as emissões de GEE estimadas para os anos de 2010 e de 2011 são apresentadas na Tabela 11.

**Tabela 11 – Emissões fugitivas**

	2010	2011
	(tCO <sub>2</sub> e)	
Emissões fugitivas	31.245	93.747

### 2.1.3. Resultados do setor de Energia de 2010 e 2011

As emissões do setor de energia para os anos de 2010 e 2011 são apresentadas na Tabela 12, em tCO<sub>2</sub>e, por subsetor inventariado.

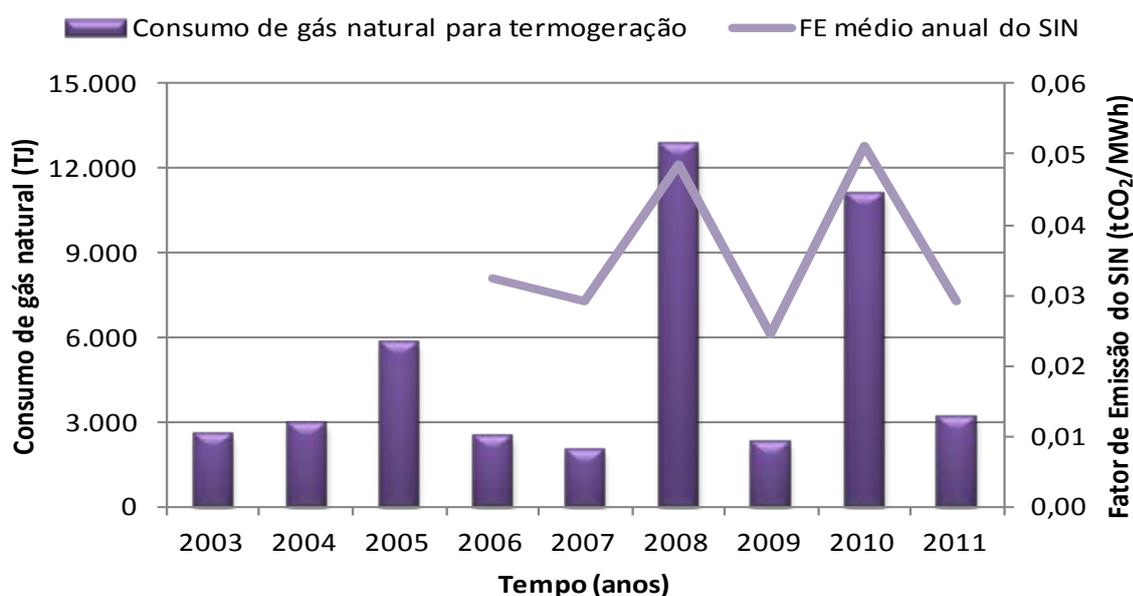
**Tabela 12 – Emissões do setor de energia de 2010 e 2011**

Subsetor	2010	2011
	(GgCO <sub>2</sub> e)	
Queima de combustíveis	Geração de Eletricidade*	830
	Indústria de Transformação	2.243
	Transportes	10.589
Emissões Fugitivas	31	94
<b>Total do setor de Energia</b>	<b>13.413</b>	<b>13.756</b>

\* Emissão na geração de eletricidade consumida no Município, calculada pelo consumo e fator de emissão da rede.

Conforme apresentado na Tabela 12, verificou-se que em 2010 as emissões de GEE provenientes da geração da eletricidade consumida no Município de São Paulo foram bastante elevadas se comparada ao ano de 2011. Esta elevada emissão deve-se ao fator de emissão do SIN, que no ano de 2010 foi 75% maior que o fator do ano de 2011. O fator de emissão do SIN é influenciado de acordo com a geração de eletricidade por diferentes fontes (usinas hidroelétricas, termoeleétricas, eólica, etc.), e este aumento no fator de emissão do ano de 2010 indica que houve uma alteração na matriz energética do País, que no ano em questão produziu mais eletricidade em usinas termoeleétricas.

Para destacar a relação entre os fatores de emissão da rede e a geração de energia elétrica em usinas termoelétricas, pode-se verificar que nos anos em que os fatores de emissão foram mais elevados (2008 e 2010) também houve um aumento no consumo de gás natural para termogeração no Município de São Paulo, o mesmo deve ter acontecido nos demais municípios do País. Para ilustrar esse aumento no consumo de gás natural para termogeração é apresentada a Figura 4.



Nota: Os fatores de emissão do SIN não estavam disponíveis para os anos de 2003 a 2005.

**Figura 4 – Consumo de gás natural para termogeração e Fator de emissão do SIN**

Ainda com relação às emissões apresentadas na Tabela 12, no subsetor de transportes foi verificado um aumento nas emissões de GEE. Observou-se que este aumento nas emissões deve-se principalmente ao crescimento no consumo de gasolina e diminuição do consumo de etanol hidratado no Município de São Paulo nos anos de 2010 e 2011. Para demonstrar essa mudança no comportamento de utilização destes combustíveis no Município de São Paulo, as emissões e os consumos da gasolina e do etanol desde 2003 até 2011 são apresentadas na Figura 5.

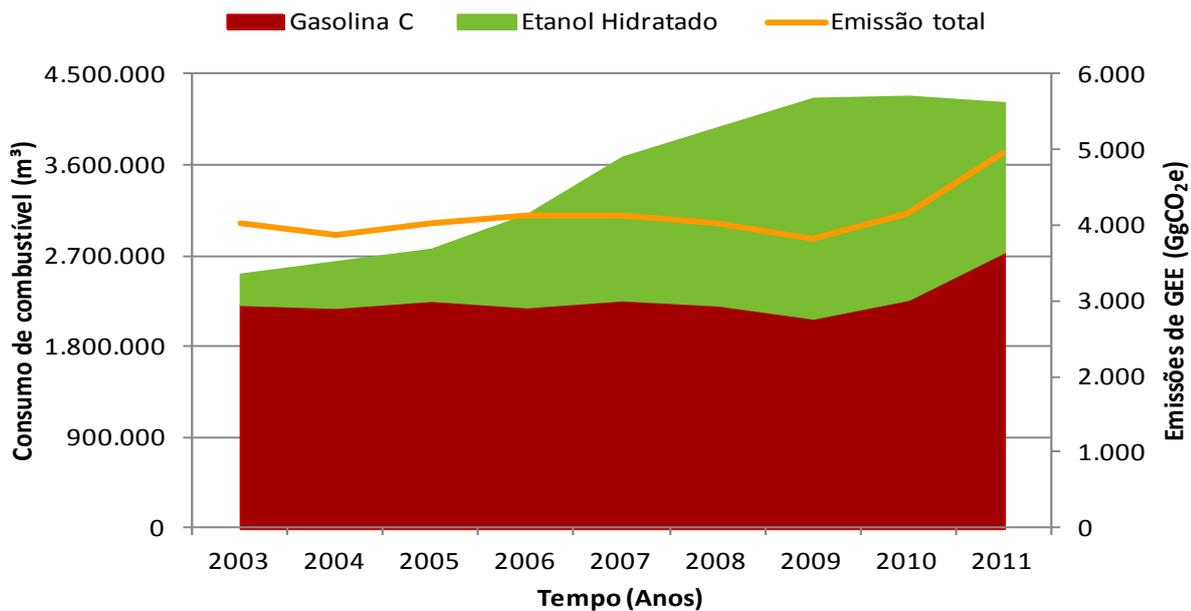


Figura 5 – Emissões e consumo da gasolina e etanol

## 2.2. RESÍDUOS

Para o setor de Resíduos do Município de São Paulo foram quantificadas as emissões de GEE provenientes: da disposição dos resíduos sólidos em aterros sanitários, da incineração dos resíduos sólidos e do tratamento dos efluentes líquidos.

### 2.2.1. Disposição em aterros

As emissões de metano (CH<sub>4</sub>) provenientes da decomposição dos resíduos sólidos do Município de São Paulo dispostos em aterros sanitários foram quantificadas adotando-se as mesmas metodologia e premissas utilizadas para determinar as emissões de GEE dos anos de 2003 a 2009.

Conforme metodologia do IPCC (2006), as emissões de metano dos resíduos depositados em aterros não ocorrem imediatamente após a disposição dos resíduos, considerando que o retardamento no processo de emissão é de seis meses após a disposição dos resíduos em aterro. Sugere então que as emissões dos resíduos depositados em um determinado ano (entre o primeiro e o último dia do ano) sejam contabilizadas com início no primeiro dia do próximo ano, apresentando em média um atraso de seis meses nas emissões.

Desta forma, os dados acrescidos à série histórica do inventário do Município de São Paulo para quantificar as emissões de 2010 e 2011, foram os dados dos anos de 2009 e 2010, publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13 – Resíduos do Município de São Paulo enviados para aterros**

Resíduo	2009	2010
	(toneladas)	
Doméstico	3.662.069	3.570.975
Varição de vias	96.912	-
Podas	-	48.069

Fonte: SNIS, 2012

Os dados de composição dos resíduos domiciliares e de varrição de rua dos anos de 2009 e 2010, utilizados para determinar a quantidade de matéria orgânica contida nos resíduos, são apresentados na Tabela 14.

**Tabela 14 – Composição dos resíduos**

Material	2009	2010
	(%)	
Restos de alimento	63,6	62,9
Trapo	2,4	2,2
Papelão	9,8	9,6
Madeira	1,0	1,2

Fonte: LIMPURB

Para os resíduos de podas de árvore considerou-se que são compostos em sua totalidade por galhos e folhagens.

As quantidades de metano recuperado nos aterros nos anos de 2010 e de 2011, consideradas nos cálculos deste inventário, são apresentadas na Tabela 15.

**Tabela 15 – Metano recuperado**

	2010	2011
	(tCH <sub>4</sub> )	
Metano destruído nos queimadores	15.216	15.355
Metano destruído com projetos de MDL	36.742	26.401

As emissões de metano (CH<sub>4</sub>) nos aterros são apresentadas na Tabela 16 em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabela 16 – Emissões de GEE dos aterros**

	2010	2011
	(tCH <sub>4</sub> )	
Emissões	90.180	100.612

Com relação à meta de redução das emissões de GEE do Município de São Paulo devem ser consideradas algumas particularidades dos projetos de MDL. Com os projetos de MDL, as reduções nas emissões de GEE geram um documento de certificação de emissões reduzidas, o CER ou, no termo mais conhecido, os créditos de carbono, reportadas em toneladas de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Estes créditos podem ser comercializados para empresas ou entidades, que buscam estes certificados para compensar as emissões de GEE de suas atividades.

Além disso, os projetos de MDL dos aterros municipais de São Paulo (Bandeirantes e São João) foram realizados em parceria com a empresa Biogás Ambiental S/A. Desta forma, a divisão dos créditos de carbono gerado nesses projetos apresenta a seguinte distribuição: 2% dos créditos emitidos ficam retidos pela UNFCCC; 49% dos créditos são de propriedade da Biogás Ambiental S/A e os 49% restantes são de propriedade da prefeitura, que são os que efetivamente podem ser considerados na meta de redução das emissões de GEE. Até o momento, a prefeitura não comercializou seus créditos obtidos no período de 2010 e 2011, sendo então considerados em sua totalidade como redução nas emissões. Porém, ressalta-se que caso isso venha a ocorrer, os créditos de carbono comercializados devem ser somados às emissões do Município.

Desta forma, as parcelas dos créditos de propriedade da UNFCCC e da Biogás Ambiental S/A foram somadas às emissões dos aterros, conforme apresentado na Tabela 17, para compor as emissões totais do Município de São Paulo por disposição dos resíduos em aterros.

**Tabela 17 – Emissões contabilizadas nos aterros**

	2010	2011
	(tCH <sub>4</sub> )	
Emissões dos aterros	90.180	100.612
CER da UNFCCC	709	269
CER da Biogás Ambiental S/A	17.374	6.585
CER comercializados pela prefeitura	-	-
<b>Emissões contabilizadas nos aterros</b>	<b>108.264</b>	<b>107.465</b>

Deve-se ressaltar que até o momento de fechamento deste inventário, os CER concedidos para o projeto do aterro Bandeirantes e contabilizados neste inventário foram até o ano de 2010. Caso o aterro Bandeirantes obtenha os CER para o período de 2011 as emissões do Município de São Paulo sofrerão alteração.

Além da captação e destruição do metano, os projetos de MDL dos aterros Bandeirantes e São João fazem o uso deste gás como fonte de geração de eletricidade. O gás captado é enviado e queimado em motores acoplados à geradores de eletricidade. Esta atividade também gera créditos de carbono pela introdução de energia limpa à rede elétrica. Nos créditos de propriedade da Prefeitura de São Paulo também incluem uma fração destes projetos.

Os CER da geração de eletricidade, de propriedade da prefeitura, deveriam ser contabilizados como redução no setor de Energia. No entanto, pela baixa relevância dos valores finais perante as emissões e pelo fato de todo o desenvolvimento acerca dos créditos de carbono estar desenvolvidos neste setor, esta redução foi contabilizada neste setor e é apresentada na Tabela 18.

**Tabela 18 – Emissões contabilizadas**

	2010	2011
	(tCH <sub>4</sub> )	
Emissões contabilizadas nos aterros	108.264	107.465
CER da geração de eletricidade	997	448
<b>Emissões contabilizadas</b>	<b>107.266</b>	<b>107.017</b>

### 2.2.2. Incineração

As emissões provenientes da incineração dos resíduos do Município de São Paulo foram quantificadas aplicando-se a mesma metodologia utilizada para quantificar as emissões do período de 2003 a 2009.

Conforme apresentado para o período de 2003 a 2009, as informações sobre incineração dos resíduos ainda é precária e não estavam disponíveis para os anos de 2010 e 2011. Desta forma, considerou-se como resíduos incinerados nos anos de 2010 e 2011 a média dos resíduos sólidos de serviço de saúde – RSS incinerados no período de 2003 a 2009, que foi de 381 toneladas de resíduos por ano.

As emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O provenientes da incineração dos RSS são apresentadas na Tabela 19.

**Tabela 19 – Resíduos incinerados e emissões de GEE**

Emissões	2010	2011
	(tCO <sub>2</sub> e)	
CO <sub>2</sub>	335	335
CH <sub>4</sub>	0,48	0,48
N <sub>2</sub> O	7,09	7,09
<b>Total</b>	<b>343</b>	<b>343</b>

### 2.2.3. Efluentes Líquidos

As emissões de GEE dos efluentes líquidos do Município de São Paulo foram quantificadas seguindo-se a mesma metodologia utilizada para o período de 2003 a 2009. Os dados utilizados são apresentados a seguir.

Os dados de população atendida pela rede coletora e os volumes de esgoto coletado e de esgoto tratado do Município de São Paulo são apresentados na Tabela 20 para o ano de 2010.

**Tabela 20 – Dados da rede coletora no Município de São Paulo**

Dado	2010	Unidade
População com rede coletora	10.816.822	(Habitantes)
Esgoto Coletado	540.519	(1.000m <sup>3</sup> /ano)
Esgoto Tratado	405.216	(1.000m <sup>3</sup> /ano)

Fonte: SNIS, 2012

O perfil de esgotamento sanitário por domicílios do Município de São Paulo foi obtido para o ano de 2010 e foi ajustado tendo como referência as informações de atendimento da população por rede coletora (Tabela 20). As diferenças entre as porcentagens da rede coletora do Município de São Paulo em relação ao número de habitantes e ao número de domicílios foram reduzidas proporcionalmente dos demais tipos de tratamento. Para o ano de 2011 considerou-se que não houve alterações no perfil de esgotamento sanitário com relação a 2010. Os dados do perfil sanitário são apresentados na Tabela 21.

**Tabela 21 – Perfil Sanitário do Município de São Paulo**

Coleta e tratamento dos efluentes no Município			2010
Coletado	Tratado	ETEs	72,1%
Coletado	Não tratado	Rios, lagos	24,1%
Não Coletado	Tratado	Fossas sépticas	0,8%
Não Coletado	Tratado	Latrinas	1,4%
Não Coletado	Não tratado	Rios, lagos	1,6%

Fonte: adaptado de IBGE, 2012

Para determinar o perfil sanitário do Município de São Paulo por habitantes foram utilizados os dados de população do Município. Em 2010 a população era de 11.253.503 habitantes e no ano de 2011 a população era de 11.316.119 habitantes (IBGE, 2012).

O valor de DBO *per capita* adotado para quantificar as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) de 2010 e 2011 foi de 16,01 kgDBO/habitante, que refere-se ao valor de DBO *per capita* do ano de 2009. Para determinar as emissões de CH<sub>4</sub> que ocorrem após o tratamento nas ETE, foi utilizada a concentração de 54 mgDBO/L, mesmo valor observado no ano de 2009, considerando-se que o sistema tratamento manteve-se com a mesma eficiência.

Os valores de nitrogênio nos efluentes foram estimados com base nos dados de 2009. Para a concentração de nitrogênio afluente às ETE foi utilizado o valor de 34 mgN/L para o ano de 2010 e de 35 mgN/L para o ano de 2011. Para a concentração de nitrogênio efluente às ETE os valores estimados foram de 26,0 mgN/L para o ano de 2010 e de 26,1 mgN/L para o ano de 2011.

A partir dos dados apresentados foram calculadas as emissões de CH<sub>4</sub> dos efluentes líquidos do Município de São Paulo para os anos de 2010 e de 2011, apresentados na Tabela 22.

**Tabela 22 – Emissões de CH<sub>4</sub> dos efluentes líquidos do Município de São Paulo**

Emissões de CH <sub>4</sub>			2010	2011
			(tCH <sub>4</sub> )	
Coletado	Tratado	ETEs	1.682	1.692
Coletado	Não tratado	Rios, lagos	2.601	2.615
Não Coletado	Tratado	Fossas sépticas	432	434
Não Coletado	Tratado	Latrinas	1.093	1.099
Não Coletado	Não tratado	Rios, lagos / solo	177	178
Coletado	Tratado	ETEs	1.313	1.313
Total das emissões de CH <sub>4</sub>			7.298	7.331

As emissões de N<sub>2</sub>O dos efluentes líquidos do Município de São Paulo para os anos de 2010 e de 2011 são apresentados na Tabela 23.

**Tabela 23 – Emissões de N<sub>2</sub>O dos efluentes líquidos do Município de São Paulo**

Emissões de N <sub>2</sub> O		2010	2011
		(tN <sub>2</sub> O)	
Efluente após tratamento em ETEs		83	83
Efluente não tratado em ETEs		39	39
Total das emissões de N <sub>2</sub> O		122	122

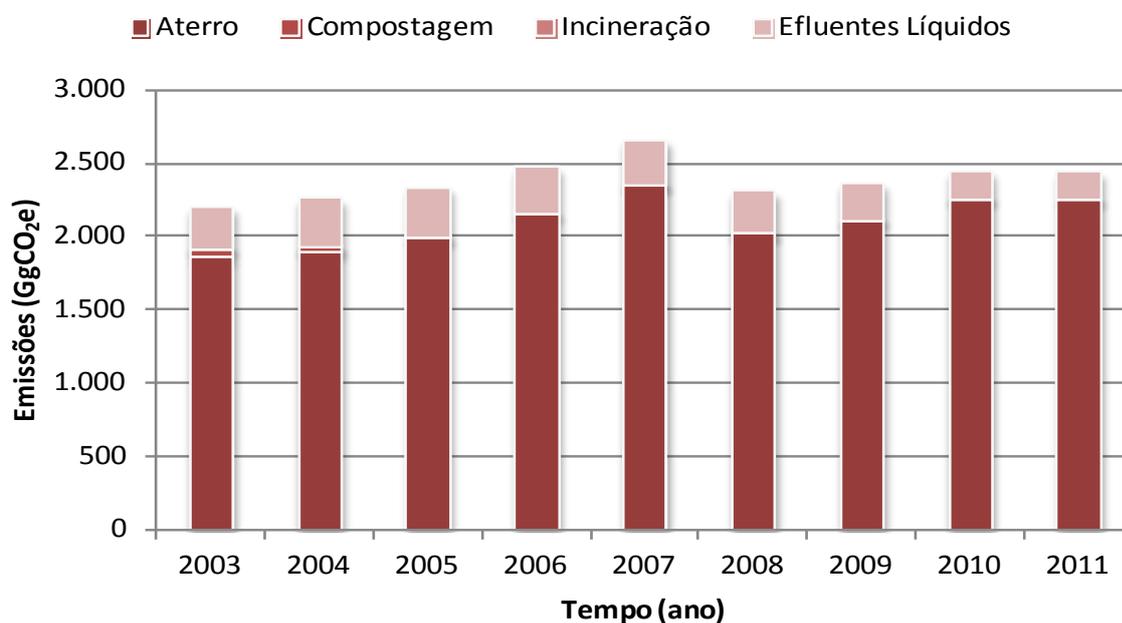
## 2.2.4. Resultados do setor de Resíduos de 2010 e 2011

Na Tabela 24 são apresentadas as emissões do setor de resíduos para os anos de 2010 e 2011, em tCO<sub>2</sub>e, para os subsetores inventariados.

**Tabela 24 – Emissões do setor de resíduos de 2010 e 2011**

Subsetor	2010	2011
	(GgCO <sub>2</sub> e)	
Disposição em aterros	2.253	2.247
Incineração	0,3	0,3
Efluentes	191	192
<b>Total</b>	<b>2.444</b>	<b>2.440</b>

Como pode ser observado na Tabela 24, as emissões de GEE do setor de resíduos não apresentaram grandes variações nos anos de 2010 e 2011. Para ilustrar a evolução das emissões de GEE do setor de resíduos para todo o período inventariado é apresentada a Figura 6.



**Figura 6 – Evolução das emissões do setor de resíduos**

A queda nas emissões de GEE dos aterros no ano de 2008 com relação ao ano de 2007 deve-se principalmente à destruição de metano nos aterros e a não comercialização dos créditos de carbono gerados por essa destruição. A partir de 2009 as emissões voltam a crescer. Este crescimento está relacionado com a disposição dos resíduos em aterros que não são do

Município de São Paulo, que apesar de também destruírem metano com seus projetos de MDL e gerarem créditos de carbono por essa destruição, não podem ser consideradas como redução do Município de São Paulo, pois estes créditos não pertencem ao Município de São Paulo.

Ainda com relação à Figura 6, observa-se que nos anos de 2010 e 2011 as emissões dos efluentes líquidos apresentaram uma redução, que está relacionada com a diminuição do número de habitantes que utilizam fossas e latrinas.

### 3. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia. **Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis: Abordagem Bottom-Up**. Brasília: MCTI, 2010

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Japão, 2006. Disponível em: < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> > Acesso em 21/10/2011.

IPCC. **Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2007. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_fourth\\_assessment\\_report\\_wg1\\_report\\_the\\_physical\\_science\\_basis.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm)> Acesso em: 11/06/2012.

LIMPURB. **Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo**. Disponível em: <[http://www.fecomercio.com.br/arquivos/arquivo/Limpurb%20-%20Sistema%20de%20Limpeza%20Urbana%20do%20Munic%3ADpio%20de%20S%3A3o%20Paulo\\_3yz4oafia0.pdf](http://www.fecomercio.com.br/arquivos/arquivo/Limpurb%20-%20Sistema%20de%20Limpeza%20Urbana%20do%20Munic%3ADpio%20de%20S%3A3o%20Paulo_3yz4oafia0.pdf)> Acesso em 02/01/2012.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Energia. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2010**. Secretaria de Saneamento e Energia, São Paulo, 2011a.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Energia. **Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2011**. Secretaria de Saneamento e Energia, São Paulo, 2012.

Sítios da internet consultados durante o período de desenvolvimento do trabalho:

- Biogás Ambiental – <[www.biogas-ambiental.com.br](http://www.biogas-ambiental.com.br)> acessado em 19/12/2011
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil sanitário: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=25&i=P&c=1395>> e População: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2012/default.shtm>>. Acesso em 12/03/2012
- INFOCIDADE < <http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/>> Acesso em 24/02/2012
- MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>> Acesso em 23/03/2012.
- Prefeitura do Município de São Paulo – <[www.prefeitura.sp.gov.br](http://www.prefeitura.sp.gov.br)> acesso em 16/12/11.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em: 02/01/2012
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. Aterro Bandeirantes: <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1134130255.56/view>> e Aterro São João:<<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1145141778.29/view>> Acesso em 23/01/2012.