



PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE GUARATINGUETÁ  
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE - SEMA

# INVENTÁRIO DE EMISSÕES E REMOÇÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM GUARATINGUETÁ



Autoria: Getúlio Martins

Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Guaratinguetá

Setembro / 2015



## Sumário

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                        | 3  |
| 2. OBJETIVO.....                          | 3  |
| 3. METODOLOGIA.....                       | 4  |
| 4. RESULTADOS .....                       | 5  |
| 4.1. Escopo 1 .....                       | 5  |
| 4.1.1. Energias Estacionária e Móvel..... | 5  |
| 4.1.2. Processos Industriais .....        | 7  |
| 4.1.3. Agropecuária.....                  | 8  |
| 4.1.4. Efluentes .....                    | 9  |
| 4.2. Escopo 2 .....                       | 10 |
| 4.3. Escopo 3 .....                       | 11 |
| 4.3.1. Resíduos Sólidos.....              | 11 |
| 4.3.2. Agropecuária.....                  | 12 |
| 5. RESUMO DAS EMISSÕES .....              | 12 |
| 6. CONCLUSÃO.....                         | 14 |
| 7. RECOMENDAÇÕES.....                     | 14 |



## 1. INTRODUÇÃO

O principal problema ambiental enfrentado pela humanidade, atualmente, é o aquecimento global provocado pelas emissões antrópicas de Gases de Efeito Estufa – GEE. Esse aquecimento provocará mudanças climáticas que devem alterar o regime de chuvas, a produção de alimentos, desertificações em diversas regiões, migração de vetores transmissores de doenças com prejuízos à saúde pública e eventos extremos, entre outras.

Após o término de vigência do Protocolo de Quito, em 2012, a Organização das Nações Unidas - ONU, por meio do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, tem divulgado pesquisas que apontam para a necessidade da redução das emissões antrópicas de GEE para limitar o aquecimento global a 2°C, em relação à temperatura no início da industrialização, até o final do século. Para isso, no final deste ano será realizada em Paris a COP 21, onde serão assumidos compromissos de redução de emissões, por 196 países, inclusive pelo Brasil.

O Estado de São Paulo estabeleceu metas de redução de 20% das emissões de CO<sub>2</sub>, tendo como base as emissões relativas a 2005 (Lei Estadual nº 13 198/2009). O “Plano Paulista de Energia” indica a meta de atingir 69% de participação de energias renováveis na matriz energética do estado, até 2020. Já o Governo Federal, por meio da Política Nacional de Mudanças Climáticas (Lei nº 12 187/2009), comprometeu-se a reduzir as emissões projetadas entre 36,1% e 38,9%, até 2020. Novas metas de redução deverão ser apresentadas na COP 21.

O Município da Estância Turística de Guaratinguetá elaborou este inventário para conhecer suas emissões e identificar ações passíveis de serem implementadas pelo poder público municipal, a fim de contribuir com os esforços de redução de emissões de GEE e de poluentes atmosféricos.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste inventário é calcular as emissões das atividades antrópicas desenvolvidas no espaço territorial do município de Guaratinguetá e identificar oportunidades de reduções de emissões de GEE e de poluentes atmosféricos.



### 3. METODOLOGIA

Os cálculos das emissões foram feitos em conformidade com as diretrizes do IPCC, por meio da utilização das ferramentas intersectorial<sup>1</sup> e específica para o setor agropecuário<sup>2</sup> disponibilizada pelo Programa *GHG Protocol*.

Os dados do Setor Energia foram obtidos na última publicação oficial, referente a 2013, da Secretaria de Energia do Estado de São Paulo – SEE, “Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2013”, disponível no endereço <http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/anuarios>. Devido à inconsistência da quantidade de gasolina de aviação apresentada nessa publicação, foram consultados a Escola de Especialistas de Aeronautica e o Aeroclub de Guaratinguetá. Dessa forma, se obtiveram as quantidades de querosene de aviação (JET-A1) e da gasolina de aviação (AVGAS 100) utilizadas em 2014 no aeroporto do município.

Os dados referentes ao Setor Agropecuário foram obtidos em publicações da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, por meio da atualização cadastral das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (UPA), realizada de 10 em 10 anos, denominada “Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA)”, disponível em <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/divulgacaolupa.php>.

Os dados referentes ao Setor Industrial foram obtidos junto às empresas localizadas em Guaratinguetá que enviam inventários anuais à CETESB, em conformidade com a Decisão de Diretoria 254/2012/V/I, de 22 de agosto de 2012. Foi incluída, no inventário, a quantidade de madeira bruta queimada pela Indústria de Papel Guará, para alimentar duas caldeiras. No somatório das emissões, não foram consideradas as emissões do Escopo 2 dos inventários das indústrias, uma vez que a energia adquirida da Concessionária está considerada na publicação da SEE.

Os dados referentes ao Setor Resíduos foram obtidos junto à Companhia de Água, Esgotos e Resíduos de Guaratinguetá – SAEG. A quantidade de resíduos sólidos informada pela SAEG foi a depositada no aterro sanitário da empresa Vale Soluções Ambientais Ltda. – VSA, em Cachoeira Paulista, no Estado de São Paulo, em 2014. Os efluentes líquidos de Guaratinguetá são tratados em três Estações de Tratamento de Esgoto – ETE em operação no município. Os dados são referentes ao período de junho de 2014 a maio de 2015. A SAEG informou também a quantidade de material reciclável coletada pelo sistema de coleta seletiva no município, em 2014.

<sup>1</sup> Fonte: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo> [16/07/2015]

<sup>2</sup> Fonte: <http://www.ghgprotocol.org/Agriculture-Guidance/Vis%C3%A3o-Geral%3A-Projeto-Brasil-Agropecu%C3%A1ria> [16/07/2015]



## PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE GUARATINGUETÁ

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE - SEMA

Os dados referentes aos gases de refrigeração utilizados nos equipamentos de ar condicionado instalados no município foram solicitados ao IBAMA, porém até a conclusão do inventário não houve resposta daquele órgão. Por essa razão essas emissões não foram consideradas.

### 4. RESULTADOS

A área do território do município de Guaratinguetá é de 751,40 km<sup>2</sup>, sendo 19,85 km<sup>2</sup> (3%) urbana. A população do município, segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo - SEADE<sup>3</sup> era de 114 750 habitantes, em 2014.

Foram computadas as fontes de emissões nos seguintes escopos e setores:

- Escopo 1:
  - Energia: combustão estacionária, combustão móvel.
  - Processos Industriais.
  - Atividade Agropecuária.
  - Efluentes.
- Escopo 2:
  - Compra de Energia Elétrica.
- Escopo 3:
  - Transporte e Distribuição Upstream.
  - Resíduos Sólidos.

#### 4.1. Escopo 1

##### 4.1.1. Energias Estacionária e Móvel

As quantidades de combustíveis utilizadas para cálculo das emissões diretas do Setor Energia, no município de Guaratinguetá, em 2013, estão apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

---

<sup>3</sup> Disponível no endereço <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/> [16/07/2015]



PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE GUARATINGUETÁ

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE - SEMA

**Tabela 1** – Combustão Estacionária - Consumo de GLP e Asfalto.

| COMBUSTÍVEL | UNIDADE | QUANTIDADE |
|-------------|---------|------------|
| GLP         | Kg      | 9 825 384  |
| Asfalto     | Kg      | 1 110 780  |

Fonte: Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2013.

O *GHG Protocol* calcula as emissões do asfalto em m<sup>3</sup>, foi utilizado a densidade do asfalto 1,025 t/m<sup>3</sup> para a transformação. Assim: 1 110 780 kg de asfalto / 1 025 kg/m<sup>3</sup> = 1 083,68 m<sup>3</sup> de asfalto.

A quantidade de madeira bruta (troncos, moirões, estacas e lenha) queimada para alimentar duas caldeiras com capacidade de 2 m<sup>3</sup> cada, na Indústria de Papel Guará, em 2014, foi 1 840 toneladas. Os cálculos efetuados pelo *GHG Protocol* indicaram emissão de 3 591,20 tCO<sub>2</sub> eq provenientes de biomassa da madeira.

O gás natural é utilizado como combustão estacionária e móvel, conforme mostra a Tabela 2. A mesma Tabela mostra que em Guaratinguetá se consome 0,56% do gás natural utilizado no Estado de São Paulo. Foi considerado no cálculo da energia estacionária. Foi utilizado fator de emissão do gás natural úmido, por motivo de segurança, uma vez que o FE dele é maior do que o gás natural seco.

**Tabela 2** – Consumo de gás natural.

| Consumidor | Número de consumidores | Quantidade (m <sup>3</sup> ) |
|------------|------------------------|------------------------------|
| Industrial | 6                      | 16 907 742                   |
| Automotivo | 2                      | 2 666 854                    |
| Cogeração  | 1                      | 15 912 961                   |
| Total      | 9                      | 35 487 556                   |
| Total ESP  | 1 028 680              | 6 273 743 881                |

Fonte: Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2013.



**Tabela 3** – Combustão Móvel - Consumo de derivados de petróleo e etanol.

| COMBUSTÍVEL         | UNIDADE | QUANTIDADE |
|---------------------|---------|------------|
| Gasolina Automotiva | Litro   | 32 176 000 |
| Gasolina de Aviação | Litro   | 61         |
| Óleo Diesel         | Litro   | 59 662 789 |
| Óleo Combustível    | Litro   | 3 358 266  |
| Etanol (hidratado)  | Litro   | 11 926 500 |

Fonte: Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2013.

O consumo da gasolina de aviação da Tabela 3 se mostrou inconsistente com a movimentação de aeronaves na cidade, onde há um aeroporto para aviação civil e militar. Consultas feitas à Divisão de Apoio Aéreo – APA da Escola de Especialistas de Aeronáutica e à Administração do Aeroclube indicaram o consumo mostrado na Tabela 4.

**Tabela 4** – Combustão Móvel - Consumo de querosene e gasolina de aviação, em 2014.

| COMBUSTÍVEL          | UNIDADE | QUANTIDADE |
|----------------------|---------|------------|
| Gasolina de Aviação  | Litro   | 40 180     |
| Querosene de Aviação | Litro   | 250 870    |

Fonte: APA – EEAER e Aeroclube de Guaratinguetá.

#### 4.1.2. Processos Industriais

As emissões do setor industrial estão mostradas na Tabela 5. As emissões do escopo 2 não foram consideradas na totalização do município, porque já estão incluídas na quantidade de energia elétrica consumida pelo setor industrial de Guaratinguetá, informada pela Secretaria Estadual de Energia.

**Tabela 5** – Emissão do Setor Industrial.

| GEE          | Escopo (t/ano) |          | Escopo (tCO2/ano) |                 |
|--------------|----------------|----------|-------------------|-----------------|
|              | 1              | 2        | 1                 | 2               |
| CO2          | 50 983,40      | 6 195,20 | 50 983,40         | 6 195,20        |
| CH4          | 1,42           | 0,00     | 35,40             | 0,00            |
| N2O          | 0,70           | 0,00     | 207,60            | 0,00            |
| <b>Total</b> |                |          | <b>51 226,40</b>  | <b>6 195,20</b> |



### 4.1.3. Agropecuária

Foram consideradas as atividades agrícolas referentes ao plantio de cana-de-açúcar e arroz, e as atividades da pecuária e pastagem. As quantidades consideradas estão apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6** – Atividades do Setor Agropecuário consideradas no Escopo 1.

| Atividade           | Unidade | Quantidade |
|---------------------|---------|------------|
| Cana-de-açúcar      | ha      | 663        |
| Arroz               | ha      | 1 994      |
| Pecuária e Pastagem | cabeças | 37 256     |

Na ferramenta de cálculo disponibilizada pela WRI, foram calculadas (aba "síntese") emissões de: uréia, calagem, fertilizante nitrogenado sintético, adubação orgânica e aplicação de defensivos agrícolas (escopo 3). As emissões referentes ao "manejo de dejetos" e à "fermentação entérica" apresentaram-se zeradas, por isso, foram calculadas, separadamente, com utilização dos fatores de emissão disponibilizados pelo IPCC<sup>4</sup>:

- Fermentação entérica- América Latina: FE (kg CH<sub>4</sub> / cabeça x ano): corte = 56; leite = 72. E1 = 30 075 x 56 = 1 684,20 tCH<sub>4</sub> x 25 (GWP) = 42 105,00 tCO<sub>2</sub> eq. E2 = 7 181 x 72 = 517,03 tCH<sub>4</sub> x 25 (GWP) = 12 925,75 tCO<sub>2</sub> eq. E (total) = 55 030,75 tCO<sub>2</sub> eq.
- Manejo do esterco do gado – América Latina (25° C): FE = 1 kg CH<sub>4</sub> / cabeça x ano (corte e leite). E = 37 256 cabeças x 1 x 25 = 931,40 tCO<sub>2</sub> eq.

**Tabela 7** –Emissões do Setor Pecuária e Pastagem calculadas com utilização de Fatores de Emissão do IPCC.

| Atividade                 | Quantidade (tCO <sub>2</sub> eq). |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Fermentação entérica      | 55 030,75                         |
| Manejo do esterco do gado | 931,40                            |
| <b>Total</b>              | <b>55 962,15</b>                  |

<sup>4</sup> Fonte: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_10\\_Ch10\\_Livestock.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf)



**Tabela 8** – Emissões do Setor Agropecuário.

| <b>Atividade</b>    | <b>Quantidade (tCO<sub>2</sub> eq).</b> |
|---------------------|---|
| Cana-de-açúcar      | 179,53                                  |
| Arroz               | 10 162,23                               |
| Pecuária e Pastagem | 56 271,91                               |
| <b>Total</b>        | <b>66 613,67</b>                        |

#### 4.1.4. Efluentes

Aproximadamente 30% dos efluentes dos esgotos do município são tratados em três Estações de Tratamento de Esgotos – ETE localizadas no município, por isso foram consideradas no escopo 1.

As características das ETEs estão apresentadas abaixo:

- **ETE Campo do Galvão:** Elevatória final, funcionando como reator anóxico; Tanques de aeração contínua; 2 Decantadores Secundários tipo Dortmund (trapezoidal invertido); 2 Adensadores de lodo; 16 leitos de secagem; Dispositivo de lançamento em corpo receptor (Rio Paraíba do Sul).
- **ETE Vila Bela:** Elevatória final, funcionando como reator anóxico; 2 Tanques de aeração; 2 Decantadores Secundários tipo Dortmund (trapezoidal invertido); 2 Adensadores de lodo; 16 leitos de secagem; Dispositivo de lançamento em corpo receptor (Córrego São José).
- **ETE Pedrinha (PED):** Elevatória final, funcionando como reator anóxico; Tanques de aeração contínua; 2 Decantadores Secundários tipo Dortmund (trapezoidal invertido); 2 Adensadores de lodo. 16 leitos de secagem; Dispositivo de lançamento em corpo receptor (Ribeirão Guaratinguetá).



Os resultados estão apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9** – Volume tratado e DBO nas ETEs de Guaratinguetá.

| <b>ETE</b>           | <b>Volume Tratado<br/>(m3)</b> | <b>DBO<br/>(mg/l)</b> |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Campo do Galvão      | 686 097                        | 316                   |
| Vila Bela            | 554 154                        | 261                   |
| Pedrinha             | 8 417                          | 280                   |
| <b>Total / Média</b> | <b>1 248 668</b>               | <b>286</b>            |

Os resultados dos cálculos efetuados com auxílio da ferramenta disponibilizada pelo Programa *GHG Protocol* estão mostrados na Tabela 10.

**Tabela 10** – GEE gerados nas ETEs de Guaratinguetá.

| <b>GEE (t)</b> | <b>Quantidade</b> |
|----------------|-------------------|
| CH4            | 171,42            |
| N2O            | 147,16            |
| CO2 eq         | 48 140,43         |

## 4.2. Escopo 2

A energia elétrica adquirida da concessionária EDP Bandeirante está apresentada na Tabela 11.

As categorias Industrial e Residencial são as maiores consumidoras de energia elétrica. Nesses setores deverão ser concentrados os esforços para se identificar possibilidades de aumento da eficiência energética.

No município se consumiu 0,27% da energia elétrica consumida no Estado de São Paulo. Valor próximo da relação proporcional entre as populações do município e do Estado, que era 0,29%.



**Tabela 11** –Consumo de energia elétrica.

| Categoria de consumo | Número de consumidores | Quantidade (kwh)       |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| Residencial          | 41 812                 | 100 795 875            |
| Comercial            | 3 195                  | 56 989 664             |
| Rural                | 721                    | 4 689 159              |
| Industrial           | 149                    | 178 919 493            |
| Iluminação Pública   | 53                     | 10 665 443             |
| Poder Público        | 310                    | 12 333 487             |
| Serviço Público      | 46                     | 8 596 359              |
| Consumo Próprio      | 4                      | 207 513                |
| <b>Total</b>         | <b>46 290</b>          | <b>373 196 993</b>     |
| <b>Total ESP</b>     | <b>17 118 494</b>      | <b>136 039 168 141</b> |

Fonte: Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2013.

### 4.3. Escopo 3

#### 4.3.1. Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos domésticos são depositados no aterro sanitário no Município de Cachoeira Paulista, por isso foram considerados no escopo 3.

A quantidade de resíduos aterrados em 2014 foi de 26 859,15 toneladas, resultando em média 73,59 toneladas de RSD por dia.

A emissão de CH<sub>4</sub> em 2014 foi 205,65 t, equivalente a 5 141,19 tCO<sub>2</sub> eq. As emissões projetadas, no horizonte de 30 anos, referentes aos resíduos gerados em 2014 foram 1 307,41 tCH<sub>4</sub>/ano, ou 32 685,18 tCO<sub>2</sub> eq.



### 4.3.2. Agropecuária

No Setor Agropecuário a aplicação de defensivos agrícolas foi considerada no escopo 3, *Upstream* no transporte e distribuição. Os resultados estão apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12** – Emissões do Setor Agropecuário - *Upstream* (aplicação de defensivos agrícolas).

| Atividade           | Quantidade (tCO <sub>2</sub> eq). |
|---------------------|-----------------------------------|
| Cana-de-açúcar      | 26,02                             |
| Arroz               | 0,04                              |
| Pecuária e Pastagem | 13,47                             |
| <b>Total</b>        | <b>39,53</b>                      |

## 5. RESUMO DAS EMISSÕES

**Tabela 13** – Emissões de gases por escopo.

| GEE              | Em toneladas |           |          | Em toneladas de CO <sub>2</sub> eq |           |           |
|------------------|--------------|-----------|----------|------------------------------------|-----------|-----------|
|                  | Escopo 1     | Escopo2   | Escopo3  | Escopo 1                           | Escopo 2  | Escopo 3  |
| CO <sub>2</sub>  | 377 922,78   | 50 561,97 | 0,00     | 377 922,78                         | 50 561,97 | 0,00      |
| CH <sub>4</sub>  | 2 849,04     | 0,00      | 1 308,99 | 71 233,21                          | 0,00      | 32 724,71 |
| N <sub>2</sub> O | 162,68       | 0,00      | 0,00     | 48 478,02                          | 0,00      | 0,00      |
| Total            |              |           |          | 497 634,01                         | 50 561,97 | 32 724,71 |
| Biomassa         |              |           |          | 41 397,57                          |           |           |



**Tabela 14** – Emissões do Escopo 1 desagregadas por categoria

| <b>Categoria</b>      | <b>tCO2 eq</b>    | <b>%</b>   | <b>Biomassa (tCO2)</b> |
|-----------------------|-------------------|------------|------------------------|
| Energia Estacionária  | 115 438,48        | 23         | 3 526,57               |
| Energia Móvel         | 216 253,74        | 43         | 37 871,00              |
| Processos Industriais | 51 226,59         | 10         | -                      |
| Agropecuária          | 66 574,77         | 13         | -                      |
| Efluentes             | 48 140,43         | 11         | -                      |
| <b>Total</b>          | <b>497 634,01</b> | <b>100</b> | <b>41 397,57</b>       |

**Tabela 15** – Emissões do Escopo 2 desagregadas por categoria

| <b>Categoria</b>                  | <b>tCO2 eq</b>   | <b>Biomassa (tCO2)</b> |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|
| Eletricidade comprada e consumida | 50 561,97        | -                      |
| <b>Total</b>                      | <b>50 561,97</b> | <b>-</b>               |

**Tabela 16** – Emissões do Escopo 3 desagregadas por categoria

| <b>Categoria</b>         | <b>tCO2 eq</b>   | <b>Biomassa (tCO2)</b> |
|--------------------------|------------------|------------------------|
| Resíduo Sólido Doméstico | 32 685,18        | -                      |
| Agropecuária             | 39,53            | -                      |
| <b>Total</b>             | <b>32 724,71</b> | <b>-</b>               |



## 6. CONCLUSÃO

O total de emissões diretas no Município de Guaratinguetá foi de 497 634,01 tCO<sub>2</sub> eq, resultando em valor *per capita* de 4,34 tCO<sub>2</sub> eq por habitante<sup>5</sup>. Esse valor é maior do que o do Estado de São Paulo em 2005, conforme o Inventário de GEE daquele ano, que indicou valor *per capita* de 3,59 tCO<sub>2</sub> por habitante<sup>6</sup>.

O Setor Energia é responsável pela emissão de 66% dos GEE, seguido pelo Setor Agropecuário.

A emissão de CO<sub>2</sub> proveniente da biomassa (41 397,57 tCO<sub>2</sub>) é resultado da queima de etanol e lenha. Essa quantidade não é considerada no somatório das emissões, por se tratar de carbono de ciclo curto que é sequestrado no processo de fotossíntese.

## 7. RECOMENDAÇÕES

Para os próximos inventários se recomenda uma coleta abrangente de dados junto às indústrias instaladas no município. Das indústrias também deve-se obter as medidas adotadas para redução de emissões.

O consumo dos gases de refrigeração deverá ser pesquisado junto ao IBAMA com prazo suficiente para inclusão no próximo relatório.

Deve-se pesquisar a estimativa da redução nas emissões proporcionada pelos materiais recicláveis.

Deve ser formulada uma Política Municipal de Mudanças Climáticas com diretrizes para adoção de energia renovável, ampliação da coleta seletiva, implantação de ciclovias e outras iniciativas para redução das emissões, bem como de sequestro de GEE.

---

<sup>5</sup> 497 634,01 / 114 750

<sup>6</sup> 143 456 000,00 tCO<sub>2</sub> eq / 40 000 000 habitantes