



## **Nota Metodológica**

**– SEEG 4.0 –**

## **Setor de Resíduos**

***Coordenação Técnica***

***ICLEI – Local Governments for Sustainability***

***Equipe Técnica***

***Iris Coluna***

***Igor Reis de Albuquerque***

***(não revisado)***

***Outubro, 2016***

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Método de Calculo</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1. Disposição de Resíduos Sólidos</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Tratamento de Efluentes Domésticos</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3 Tratamento de Efluentes Industriais</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4 Incineração de resíduos sólidos</b> .....	<b>17</b>
<b>3. Quadro de Qualidade dos Dados</b> .....	<b>19</b>
<b>Bilbiografia</b> .....	<b>25</b>

# 1. Introdução

## *Escopo do Setor*

O setor de resíduos pode gerar emissões de gases do efeito estufa, em particular o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), no tratamento intermediário e disposição de resíduos sólidos; incineração de resíduos de serviços de saúde e industriais; com o tratamento de efluentes líquidos, industriais e domésticos.

Os resíduos da atividade agropecuária, como disposição de dejetos animais e a incineração de restos de culturas agrícolas não estão inclusos neste setor, sendo apenas contabilizados nas estimativas de emissões do setor agropecuário.

## *Descrição do Setor*

Apesar de contar com avanços nos últimos anos, o saneamento ambiental no Brasil ainda está distante da universalização, da eficiência e da qualidade necessária para garantir a adequação ambiental e a melhoria da saúde pública da população brasileira.

As Leis Federais que instituem a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) constituem importantes marcos legais que estabelecem novos princípios, instrumentos e definem responsabilidades. Estas legislações, associadas a uma maior demanda da sociedade e a efetiva ação dos órgãos públicos (ambientais, de saneamento, ministério público, dentre outros) possuem o potencial de proporcionar um novo impulso para a gestão de resíduos no Brasil. Dentro deste contexto legislativo, cabe aos órgãos ambientais executar correto licenciamento e a fiscalização das atividades industriais para garantir que os efluentes líquidos gerados com a produção de indústria sejam submetidos a um tratamento adequado.

De acordo com o IPCC, inventários devem ser completos, acurados, transparentes, comparáveis, consistentes e serem submetido a processos de controle de qualidade. O presente estudo foi elaborado dentro destas premissas e visa realizar um estudo preciso, considerando a disponibilidade de dados, sobre as emissões de GEE provenientes do setor de Resíduos no Brasil.

## *Estruturação das estimativas provenientes do tratamento de Resíduos*

Os processos geradores de emissões de gases do efeito estufa do setor de Resíduos estão estruturados e serão sucintamente descritos de acordo com a classificação do IPCC e do 3º Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de GEE.

### **Resíduos Sólidos**

- Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)
- Incineração de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e Resíduos Sólidos Industriais (RSI)

### **Efluentes Líquidos**

- Efluentes Líquidos Domésticos
- Efluentes líquidos Industriais - Tratamento de efluentes industriais produzidos pelos seguintes processos de produção:
  - Açúcar
  - Álcool
  - Papel e celulose
  - Cerveja
  - Leite Cru
  - Leite pasteurizado
  - Abate dos Suínos
  - Abate dos aves
  - Abate dos Bovinos

### **Disposição de Resíduos Sólidos**

De acordo com a PNRS, os resíduos sólidos urbanos podem ter destinação final adequada em aterros sanitários ou podem ser dispostos inadequadamente em aterros controlados e lixões. Em ambas as formas de disposição, a fração orgânica passa por um processo de degradação anaeróbica, devido a atuação de bactérias metanogênicas, resultando na formação de gás metano.

### **Incineração de Resíduos Sólidos**

Também descrito na PNRS como destinação final, a incineração é uma rota tecnológica alternativa para o tratamento intermediário de resíduos sólidos, no entanto no Brasil é um processo utilizado principalmente para resíduos de serviços de saúde e resíduos industriais. Neste tipo de tratamento, a combustão da fração de origem fóssil dos resíduos é a responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub>. A fração de matéria orgânica do resíduo também contribui com a emissão de CO<sub>2</sub> quando processados termicamente, porém, por ser considerada biogênica, ela não se soma as emissões de GEE.

Além de dióxido de carbono, também ocorre a geração de N<sub>2</sub>O. A emissão desse gás do efeito estufa varia em função do tipo de incinerador, do tipo de resíduo, da temperatura e do tempo de permanência no incinerador.

O presente estudo estima as emissões de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O decorrentes do processo de incineração de resíduos sólidos. Para tanto, são utilizados dados como quantidade, composição do resíduo incinerado e tecnologia de incineração, a escassez desses dados elevam a incerteza da estimativa das emissões. Nota-se a necessidade de criação de uma base de dados nacional sobre o tema, a fim de ter uma visão mais acurada do subsetor de Incineração.

### Tratamento de Efluentes Domésticos

O efluente doméstico tem alto teor de carga orgânica biodegradável, que quando decomposta, pode gerar significativa emissão de CH<sub>4</sub>. Estas emissões diferem com o tipo de tratamento aplicado, atingindo maiores quantidades com tratamentos em meios anaeróbios. O tratamento de efluente doméstico também emite óxido nitroso N<sub>2</sub>O.

### Tratamento de Efluentes Industriais

Os efluentes industriais apresentam diferentes cargas de material orgânico dependendo do setor do processo industrial, como por exemplo, produção de cerveja, leite cru, papael e outros. Como o efluente doméstico, o efluente industrial também pode emitir quantidades significativas de CH<sub>4</sub>.

Para cada um dos temas acima é fundamental entender a destinação dos resíduos e/ou efluentes de modo a se realizar os cálculos das emissões, pois cada tipo de destinação (especialmente a distinção entre processos anaeróbios e aeróbios) oferece um potencial maior ou menor de emissões. As condições climáticas (temperatura e umidade) a que está submetido o resíduo também podem afetar as emissões geradas.

**Quadro 1 - Tipos de gás emitidos por cada subsetor**

Fonte de Emissão	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	HFCs	CF <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC
Disposição de resíduos										
Incineração de resíduos										
Esgoto sanitário										
Esgoto industrial										
<b>Resíduos</b>										

## 2. Método de Cálculo

### 2.1. Disposição de Resíduos Sólidos

#### *Fórmula de Cálculo - IPCC/Inventário*

De acordo com o Relatório de Referência do Setor Tratamento de Resíduos do Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, a estimativa de emissões de CH<sub>4</sub> com a disposição final de RSU é calculada utilizando o método de decaimento de primeira ordem, descrito conforme a equação a seguir.

$$Q_{(t)} = \sum x \{ [(A \times K \times MSW_t(x) \times MSW(F) \times LO_{(x)}) \times X e^{-k \cdot (T-x)}] - R(t) \} \cdot (1 - OX)$$

Onde:

Q(t) : Quantidade de metano gerado no ano t [Gg/CH<sub>4</sub>]

t: Ano do inventário [ano]

X: Anos para os quais os dados foram considerados

A: Fator de normalização para a soma [adimensional]

K: Constante de decaimento [1/ano]

MSWT(x): Quantidade total de resíduo sólido urbano gerado no ano x [Gg MSW/ano]

MSWF(x): Fração de MSW destinado ao aterro no ano x [adimensional]

LO(x): Potencial de geração de metano [Gg CH<sub>4</sub>/Gg MSW]

R: Recuperação do metano [Gg CH<sub>4</sub>/ano]

OX: Fator de oxidação [adimensional]

Sendo que o fator de normalização para a soma (A) é definido pela equação a seguir:

$$A = \frac{1 - e^{-k}}{k}$$

E o Potencial de geração de metano (LO(x)) é definido segundo a seguinte equação:

$$LO_{(x)} = MCF_{(x)} \times DOC_x \times Fx \frac{16}{12}$$

Onde:

MCF(x): Fator de correção do metano referente ao gerenciamento dos locais de disposição [adimensional]

DOC(x): Carbono orgânico degradável [Gg C/Gg MSW]

DOCf : Fração do DOC que decompõe [adimensional]

F: Fração de metano no biogás [adimensional]

16/12: Razão de conversão de carbono (C) para metano (CH<sub>4</sub>) [adimensional]

O Carbono orgânico degradável (DOC(x)) é definido pela equação:

$$DOC_{(x)} = (0,4xA) + (0,17 xB) + (0,15xC) + (0,3 x D)$$

Onde:

A: Fração do resíduo correspondente a papéis e têxteis [adimensional]

B: Fração do resíduo proveniente de jardins, parques e outros putrescíveis não alimentares [adimensional]

C: Fração do resíduo correspondente a resíduos alimentares [adimensional] D:

Fração do resíduo correspondente a madeira e palha [adimensional]

Os valores de conteúdo de carbono para essas frações são dados pelo *Guidelines* 1996.

### *Dados de Nível de Atividade necessários e respectivas fontes*

De acordo com o Terceiro Inventário/Relatório de Referência, o cálculo das emissões é realizado por município, sendo necessários dados locais de temperatura, pluviosidade, evapotranspiração, composição dos resíduos, quantidade de resíduos coletada e destinação final empregada. Para a obtenção de parte dessas informações, os autores do inventário realizaram um conjunto de inferências e de análises estatísticas, visto que nem todos os fatores de emissões e informações municipais estão disponibilizados no Inventário e diante da impossibilidade de levantar tais informações, o SEEG não utilizou a metodologia de Decaimento de Primeira Ordem para o cálculo das emissões provenientes do setor de resíduos.

Dessa forma, as estimativas de emissões por Estado do período de 1970 a 2015, foram calculadas a partir do método de Comprometimento de Metano, para tanto obteve-se dados sobre a taxa de urbanização no Brasil, a quantidade de RSU coletados, potencial de produção de metano e eficiência do processo, tendo as seguintes fontes de dados:

- IBGE. População Urbana e total- Censos 1991, 2000 e 2010. Os dados dos Censos estão disponíveis em <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>
- ABRELEPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2003-2015), disponíveis em [www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br)
- MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa

O modelo metodológico Comprometimento de Metano (CM), disponível no *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions Inventories*, quantifica as emissões a partir da disposição final de resíduos sólidos em determinado ano, independente de a emissão efetivamente ocorrer ou não. A metodologia parte do pressuposto que todo componente orgânico degradável disposto em aterros produz metano de forma imediata, contrapõem-se a metodologia de Decaimento de Primeira Ordem, que de forma mais precisa, assume que a emissão ocorre de forma mais intensa em um primeiro momento e posteriormente ocorre de forma gradativa.

A emissão de metano pela disposição final de RSU é definida de acordo com a equação a seguir:

$$Q(t)CH_4 = \sum MSW_t * L_o * (1 - frec) * (1 - OX)$$

Onde:

**Q(t): Quantidade de metano gerado no ano t [t]**

**MSW<sub>t</sub>: Quantidade total de RSU dispostos em aterramento de tipo “x” [t]** - quantidade obtida a partir da multiplicação da taxa de coleta [t/hab.dia] pela população urbana. Os dados de taxa de coleta, posteriores ao ano de 2011, foram coletados nos Panoramas de Resíduos Sólidos para cada ano (ABRELPE) e com uma regressão linear foram obtidas as informações para os anos com dados indisponíveis. A análise foi realizada considerando a forte discrepância regional da gestão de resíduos sólidos no Brasil, portanto para cada macrorregião foram obtidas taxas de coleta específicas. A diferença regional também foi considerada para determinar a quantidade de resíduos sólidos encaminhados para aterros de tipo “x”, que podem ser aterros controlados, aterros sanitários e lixões. A proporção de RSU dispostos de forma ambientalmente adequada, em aterros sanitários; de forma inadequada, em aterros controlados e lixões, foram obtidas para os anos posteriores a 2008 e feita uma regressão linear até 1990, ano em que se observa, de forma mais significativa, o encaminhamento de resíduos para aterros.

**L<sub>o</sub>: Potencial de Geração de Metano** - definido de acordo com a fórmula a seguir:

$$L_o = MCF * DOC * DOCf * 16/12$$

MCF: Fator de correção do metano referente ao gerenciamento dos locais de disposição [adimensional]

DOC(x): Carbono orgânico degradável

DOCf: Fração do DOC que degradável [adimensional]

F: Fração de metano no biogás [adimensional]

16/12: Razão de conversão de carbono (C) para metano (CH<sub>4</sub>) [adimensional]

A fração de metano no biogás e o DOCf são parâmetros com valores *default* de 0,5, sugeridos pelo IPCC. Enquanto para estabelecer o DOC foi utilizado o Relatório de Referência do Terceiro Inventário, o qual fornece uma representação linear para se obter os valores de carbono orgânico degradável entre período de 1970 a 2010, extrapolando-a para os anos seguintes. Já o fator de MCF também possui valores default, estabelecidos pelo IPCC, com diferenças para o tipo de destinação final ( 1 para aterros sanitários, 0,8 para aterros controlados e 0,4 para lixões). Isto implica que para aterros sanitários o Potencial de Geração de Metano é maior do que para quando resíduos são de forma ambientalmente inadequada.

**Frec : Fator de Recuperação de Metano** - fator considerado nulo para aterros controlados e lixões. Já o frec de aterros sanitários foi calculado utilizando como base o Relatório de Referência, dividindo-se os valores de recuperação de gás metano estadual pelas emissões totais do estado referente.

**OX: Fator de Oxidação** - representa a quantidade de CH<sub>4</sub> que sofre oxidação no solo ou material de cobertura. Conforme o IPCC (2000), os aterros sanitários tendem a possuir maior OX que em locais sem gerenciamento. Possuindo valor de 0,1 para aterros sanitários e 0,0 para aterros controlados e lixões.



### *Fatores de Emissão Utilizados*

As fontes que foram fundamentais para esta pesquisa estão reportadas na bibliografia e são compatíveis com o Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE.

### *Modo de recepção dos dados*

Os dados do Censo foram acessados no site do IBGE, sob forma de planilha eletrônica.

Os dados de coleta de resíduos por habitante/dia foram acessados no Panoramas de Resíduos Sólidos anuais da ABRELPE (2003 – 2015). Contudo devido a uma inconsistência nos dados encontrados, optou-se por utilizar apenas os dados posteriores ao ano de 2011.

### *Sequência de tratamento dos dados*

Os dados foram transcritos para uma planilha eletrônica do programa Microsoft Excel. As análises foram realizadas no mesmo programa.

### *Softwares utilizados*

Microsoft Excel e Adobe Acrobat Reader

### *Método de Alocação das Emissões por Estado*

A alocação das emissões por cada estado foi feita em relação à população do estado conforme dados IBGE, portanto os dados analisados já tomavam conta das divisões e consolidações de estados.

### *Método para preencher as lacunas temporais de dados*

Para o período em que se registrou a ausência de informações, foi utilizado o método de regressão linear para estimar a coleta em tonelada per capita para cada ano e disposição final de RSU. Para se obter os valores de DOC para os anos não estabelecidos no 3º Inventário Nacional, os dados foram extrapolados a partir de 2010. Para os valores dos outros anos foi usada uma interpolação numérica e os coeficientes foram calculados em relação à produção total de resíduos, e comparados com outras realidades internacionais.

## 2.2 Tratamento de Efluentes Domésticos

### *Formula de Calculo - IPCC/Inventário*

O método utilizado no Terceiro Inventário Brasileiro para a elaboração das estimativas das emissões de GEE provenientes da disposição e tratamento de efluentes é o *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2000) e o *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 1996). Os fatores de emissão são obtidos na literatura e no *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006).

O trabalho elaborado pelo MCTI, inclui a estimativa de emissões de CH<sub>4</sub> que ocorrem nas estações de tratamento de efluentes (ETE) com diferentes processos de tratamentos e valas para o efluentes sem rede coletora e, por fim, os lançamentos em corpos d'água. A fração de dejetos de domicílios sem escoadouro não é contabilizada no estudo.

A estimativa de emissão de CH<sub>4</sub> por tratamento anaeróbico de efluentes domésticos é definida de acordo com a seguinte fórmula:

$$Emissões = (TOW_{dom} \times FE) - R$$

Onde:

Emissões: Quantidade de metano gerada ao ano [kg CH<sub>4</sub>/ano]

TOW<sub>dom</sub>: Efluente doméstico orgânico total [kg DBO/ano]

FE: Fator de emissão [kg CH<sub>4</sub>/kg DBO]

R: CH<sub>4</sub> recuperado ao ano [kgCH<sub>4</sub>/ano]

A Equação a seguir estima o efluente doméstico orgânico total:

$$TOW_{dom} = Pop_{urb} \times D_{dom}$$

Onde:

Pop<sub>urb</sub>: População urbana [habitantes]

D<sub>dom</sub>: Componente orgânico degradável do efluente doméstico [kg DBO/ 1.000 pessoas.ano]

Para determinar o fator de emissão (FE) para efluentes domésticos utiliza-se a seguinte equação:

$$FE = Bo \times Média Ponderada MCF$$

Onde:

Bo: Capacidade máxima de produção de metano [kg CH<sub>4</sub>/kg DBO] ou [kg CH<sub>4</sub>/kg DQO]

Enquanto a média ponderada dos MCF é definida pela Equação:

$$MCF = \sum x (WS_{i,x} \times MCF_x)$$

Onde:

WS<sub>i,x</sub>: Fração de efluente do tipo “i” tratada usando o sistema “x” [adimensional]

MCF<sub>x</sub>: Fator de conversão de metano do sistema “x” tratando o efluente “i” [adimensional]

### *Dados de Nível de Atividade necessários e respectivas fontes*

#### **Emissões de Metano (CH<sub>4</sub>)**

De acordo com o Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e o Relatório de Referência “Tratamento de Resíduos”, o cálculo das emissões de CH<sub>4</sub> pelo tratamento de efluentes domésticos é realizado por Estado. Para isso são necessários os dados de população total e dados que permitam calcular as frações de efluentes tratados em cada tipo de sistema.

Para a obtenção dessas frações por Estado, o MCTI realiza um conjunto de inferências e de análises a partir de dados da Pesquisa Nacional de por Amostra de Domicílios (PNAD), de 1992 a 2005, e da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), de 2000. A partir dessas informações são geradas as frações de tratamento para dois períodos: 1990 a 1994 e 1995 a 2005.

O método de cálculo das frações a partir das fontes citadas não está integralmente descrito no documento. Além disso, as frações calculadas para cada Estado não estão disponibilizadas. Em função do exposto, não foi possível utilizar a fórmula completa para o cálculo das emissões.

Dessa forma, as estimativas de emissões do período de 1970 a 2015, foram calculadas por meio da relação entre as emissões registradas no inventário nacional, a população entre os anos de 1990 a 2010 e a fração de recuperação para o mesmo período. Estabeleceu-se, portanto, médias de emissão per capita para cada ano. Para os anos antes do período de 1990, utilizou-se a mesma taxa de emissão do primeiro ano inventariado. Enquanto para os anos posteriores, a taxa de emissão de 2010 foi extrapolada. Conforme foi estabelecido pelo MCTI, para a estimativa de emissões anteriores ao ano de 1990, considerou-se que a fração de recuperação era pouco significativa, portanto a mesma foi considerada nula.

As estimativas de emissão para cada estado e ano foram obtidas por meio da equação abaixo:

$$Q(t) = T.E * Pop \text{ com escoadouro} + T.R * Pop \text{ com escoadouro}$$

Onde:

Q(t): Emissões totais de CH<sub>4</sub>

T.E: Taxa de emissão per capita

Pop. com escoadouro: População com escoadouro

T.R: Taxa de recuperação per capita

As seguintes fontes de dados foram utilizadas:

- MCTI. Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões/ Relatório de Referência “Tratamento de Resíduos”. Emissões de CH<sub>4</sub>, por Estado, de 1990 a 2010.
- IBGE. População - Censos 1991, 2000 e 2010. A partir das informações do Censo, foram aplicadas variações lineares entre 1991 e 2000, 2000 e 2010. Para os anos 2011 e 2012, aplicou-se o mesmo crescimento do período anterior (2000 e 2010). Os dados dos Censos estão disponíveis em:

<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=4&uf=00>

### **Emissões de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)**

No Terceiro Inventário é realizado o cálculo das emissões N<sub>2</sub>O conforme a fórmula seguinte:

$$Emissões \text{ N}_2\text{O}_{(s)} = Pop.CP.Frac_{NPR}.EF_{efluente} \frac{44}{28}$$

Onde:

Emissões de N<sub>2</sub>O(s): Emissões anuais de óxido nitroso [kgN<sub>2</sub>O-N.ano-1]

Pop: População com escoadouro [habitante]

CP: Consumo anual de proteína per capita [kg.(habitante.ano)-1]

Frac<sub>NPR</sub>: fração de N na proteína [kgN.kgproteína-1]

EF<sub>efluente</sub>: Fator de emissão de N<sub>2</sub>O [kgN<sub>2</sub>O-N.kgN-1]

Da mesma forma que para a estimativa da produção de CH<sub>4</sub> para o tratamento de efluentes domésticos, o cálculo para obter as emissões de N<sub>2</sub>O foi realizado considerando a população com o escoadouro, o valor de CP foi interpolado a partir dos dados utilizados pelo MCTI, no período de 1990 a 2010. Enquanto para o período 1970 a 1990 e 2010 a 2015, estabeleceu-se uma regressão linear para a obtenção dos valores de consumo anual de proteína por habitante.

### *Fatores de Emissão Utilizados*

No caso das emissões de CH<sub>4</sub>, a partir da relação entre população e emissões presentes no Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE, foi calculado um fator de emissão para cada inventariado e partir deste fator foram calculadas as estimativas de 1970 a 2015 por estado. Os fatores de emissão para o cálculo de emissão de N<sub>2</sub>O foram obtidos no Relatório de Referência do setor de tratamento de resíduos.

### *Modo de recepção dos dados*

Os dados do Censo foram acessados no site do IBGE e os dados de emissões de CH<sub>4</sub> foram acessados no Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões/Relatório de Referência “Tratamento de Resíduos”. Os valores de consumo de proteína para estabelecer a emissão de N<sub>2</sub>O também foram obtidos a partir do inventário nacional.

### *Sequência de tratamento dos dados*

Os dados foram transcritos para uma planilha eletrônica do programa Microsoft Excel e todas as análises foram realizadas no mesmo programa

### *Softwares utilizados*

Microsoft Excel e Adobe Acrobat Reader

### *Método de Alocação das Emissões por Estado*

A alocação das emissões por cada estado foi feita em relação à população do estado conforme dados IBGE, portanto os dados analisados, já tomavam conta das divisões e consolidações de estados.

### *Método para preencher as lacunas temporais de dados*

Em relação à população não tinham lacunas temporais de dados. Em relação às emissões do Terceiro Inventário, as informações estavam disponíveis somente para o período 1990 – 2010, portanto para os outros anos foi efetuada uma regressão numérica baseada na população e nas emissões per capita.

## 2.3 Tratamento de Efluentes Industriais

### *Fórmula de Calculo - IPCC/Inventário*

A equação a seguir determina a estimativa de emissões de CH<sub>4</sub> pelo tratamento de efluentes industriais.

$$Emissões = (TOW_{ind} \times FE) - R$$

Onde:

Emissões: Quantidade de metano gerada ao ano [kg CH<sub>4</sub>/ano]

TOW<sub>ind</sub>: Efluente industrial orgânico total [kg DBO/ano]

FE: Fator de emissão [kg CH<sub>4</sub>/kg DBO]

R: CH<sub>4</sub> recuperado ao ano [kgCH<sub>4</sub>/ano]

A Equação a seguir estima o efluente orgânico total:

$$TOW_{ind} = P_i \times D_{ind}$$

Onde:

P<sub>i</sub>: Produção industrial [t produto/ano]

D<sub>ind</sub>: Emissão de carga orgânica [kg DBO/t produto]

Para determinar o fator de emissão (FE) para efluentes domésticos utiliza-se a seguinte equação:

$$FE_i = Bo_i \times Média Ponderada MCF_i$$

Onde:

Bo<sub>i</sub>: Capacidade máxima de produção de metano para efluentes industriais [kg CH<sub>4</sub>/kg DBO]

MCF<sub>i</sub>: Fator de conversão de metano do sistema "x" tratando o efluente "i" [adimensional]

Os valores do MCF de cada ano estão presentes no Terceiro Inventário Brasileiro para os anos de 1990 – 2010, para os anos anteriores e posteriores foi efetuada uma extrapolação linear. A fim de estimar o metano recuperado (R) foram executados cálculos de extrapolação linear sobre os valores do MCF<sub>rec.</sub> estabelecidos pelo MCTI para cada subsetor.

## *Dados de Nível de Atividade necessários e respectivas fontes*

Os dados de produção industrial dos diferentes setores analisados possuem as seguintes fontes:

**Açúcar:** União da indústria da cana de açúcar – ÚNICA (<http://www.unicadata.com.br/>)

**Álcool:** União dos produtores de bioenergia – UDOP  
(<http://www.udop.com.br/index.php?item=safras>)

**Leite cru:** Pesquisa Pecuária Municipal disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>)

**Papel e Celulose:** Associação Brasileira de Celulose e Papel– Bracelpa  
(<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/461>). Os dados de 2015 foram obtidos no banco de dados da Indústria Brasileira de Árvores (Ibá).

**Cerveja:** Os dados de 2006 a 2011 são da Pesquisa Industrial Anual disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>). Os dados de 2012-2014 são do Sistema de Controle de Produção de Bebidas - SICOB (<http://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/bebidas/SistContrProdSicobe.htm>)  
Dados sobre a produção nacional de 2015 foram fornecidos pela Associação Brasileira da Indústria de Cerveja (CervBrasil).

**Abate de Bovinos:** Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do IBGE disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>).

**Abate de Aves:** Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do IBGE disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>)

**Abate de Suínos:** Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do IBGE disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>)

**Leite pasteurizado:** Em relação ao Leite pasteurizado, os dados oficiais do IBGE (**Pesquisa Mensal do Leite**) são referidos ao período 1989 – 1996. Devido a não localização de outros dados de produção e a inexistência de um crescimento linear para a alocação da produção para cada UF foram utilizadas correlações entre população, e dados oficiais do IBGE.

### *Fatores de Emissão Utilizados*

Para o cálculo das emissões foram utilizados os mesmos fatores de emissão disponibilizados no Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões/ Relatório de Referência, que seguem referenciados abaixo:

$D_{ind}$ : Emissão de carga orgânica (III Inventário/Relatório de Referência - pg. 52)

MCF<sub>x</sub>: Fator de conversão do metano do sistema "x" tratando o efluente (III Inventário/Relatório de Referência - pg.54-55)

$Bo_i$ : Capacidade máxima de produção de metano para efluentes industriais (III Inventário/Relatório de Referência - pg.53)

R: metano recuperado ao ano (Utilizou-se as frações recuperadas, que foram calculadas como descrito na seção "Sequencia de tratamento de dados")

### *Modo de recepção dos dados*

Os dados da produção industrial foram procurados nos seguintes sites:

IBGE: disponíveis para consulta e para download no site do IBGE através do Banco de dados Sistema IBGE de Recuperação de Dados Automática – SIDRA e das Séries Históricas e Estatísticas;

CONAB: Os dados estão disponíveis para download em formato xls;

Bracelpa: Os dados de 2006 a 2011 estão disponíveis no site da instituição. Os dados de 2012 foram fornecidos mediante solicitação via e-mail;

Ibá: Dados de 2015 sobre a produção de papel e celulose

SICOB: planilha disponível para consulta no site da Receita Federal.

### *Sequência de tratamento dos dados*

Os dados de Leite cru são disponibilizados em litros e foram convertidos em toneladas, utilizando-se a densidade média de 1,032Kg/l apresentados pela EMBRAPA;

A fração de metano recuperada nos diferentes setores foi calculada pela divisão do Metano Recuperado (Dados do Terceiro Inventário/Relatório de Referência - pg. 75 e 76) pelas emissões totais calculadas. Este cálculo foi realizado por setor, para os anos de 1970 a 2015.

### *Softwares utilizados*

Microsoft Excel e Adobe Acrobat Reader



### *Método de Alocação das Emissões por Estado*

A alocação das emissões por cada estado foi feita em relação à produção estadual conforme os dados obtidos, portanto, as emissões obtidas já estavam condizentes com as divisões e consolidações de estados.

### *Método para preencher as lacunas temporais de dados*

Utilizaram-se regressões lineares e correlações com os dados populacionais para se estabelecer índices de produção industrial para os anos com dados não disponíveis.

## 2.4 Incineração de resíduos sólidos

### *Formula de Cálculo - IPCC/Inventário*

De acordo com o IPCC (2000), a incineração de resíduos sólidos emite CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O. Estes resíduos, segundo o IPCC, se dividem nos seguintes tipos: Resíduo sólido municipal (MSW), Resíduo sólido industrial perigoso (HW), Resíduo dos serviços de saúde (CW) e Lodo de esgoto (SS). A estimativa de emissão de CO<sub>2</sub> por incineração de resíduos sólidos é determinada de acordo com a seguinte equação:

$$Q_{CO_2} = \sum(W_i \times CCW_i \times FCF_i \times EF_i \times 44/12)$$

Onde:

Q<sub>CO<sub>2</sub></sub>: Quantidade de CO<sub>2</sub> gerada ao ano [kg CO<sub>2</sub>/ano] I: tipo de resíduo

W<sub>i</sub>: Massa de resíduo incinerado por tipo [t / ano]

CCW: Carbono contido no resíduo tipo i [adimensional]

FCF: Fração de carbono fóssil no resíduo tipo i [adimensional]

EF: Eficiência de queima dos incineradores de resíduo tipo i [adimensional] 44/12: Conversão de C para CO<sub>2</sub> [adimensional]

A estimativa de emissão de N<sub>2</sub>O por incineração de resíduos sólidos é determinada de acordo com a seguinte equação:

$$Q_{N_2O} = \sum(W_i \times EF_i \times 10^{-6})$$

Onde:

Q<sub>N<sub>2</sub>O</sub>: Quantidade de óxido nitroso gerada ao ano [tN<sub>2</sub>O/ano]

W<sub>i</sub>: Massa de resíduo incinerado por tipo i [t/ano]

EF<sub>i</sub>: Fator de emissão para o tipo i de resíduo [kg N<sub>2</sub>O/t de resíduos]

10<sup>-6</sup>: fator de conversão de t para kg [10<sup>-6</sup> Gg/kg]

## *Dados de Nível de Atividade necessários e respectivas fontes*

As emissões relativas à incineração de resíduos de serviços de saúde foram obtidas nos Panoramas anuais da ABRELPE a partir do ano de 2008, e para o preenchimento de dados não disponíveis, optou-se por utilizar uma regressão linear até o ano de 1990. Já para resíduos industriais, observou-se um cenário de indisponibilidade de dados públicos, portanto, a quantidade de material encaminhado para esta rota tecnológica foi calculada por meio de análise de dados descritos no III Inventário Nacional de 1990 a 2010, com distribuição estadual pautada no Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais realizado pelo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada).

## *Fatores de Emissão Utilizados*

Foram utilizados os seguintes fatores de emissão:

CO<sub>2</sub>: Os valores dos coeficientes CCW, FCF, EF presentes na equação acima, estão disponibilizados por cada tipo de resíduo incinerado no Terceiro Inventário Brasileiro (pg. 35)

N<sub>2</sub>O: Os valores do coeficiente EF presente na fórmula acima estão disponibilizados por cada tipo de resíduo incinerado no Terceiro Inventário Brasileiro (pg. 35)

## *Modo de recepção dos dados*

Os dados das emissões de CO<sub>2</sub> e de N<sub>2</sub>O foram acessados no III Inventário Brasileiro de Emissões/Relatório de Referência “Tratamento e Disposição de Resíduos”, no Diagnóstico dos RSI do IPEA e nos Panoramas de Resíduos Sólidos no Brasil (2008-2015).

## *Sequência de tratamento dos dados*

Os dados foram transcritos para uma planilha eletrônica do programa Microsoft Excel. As análises de regressão linear foram realizadas no mesmo programa.

## *Softwares utilizados*

Microsoft Excel e Adobe Acrobat Reader

## *Método de Alocação das Emissões por Estado*

Os dados da quantidade de resíduos de serviços de saúde incinerados estavam disponíveis, já alocados por estado, no Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil da ABRELPE. Enquanto a alocação dos resíduos sólidos industriais foram realizadas considerando a proporção da contribuição estadual para o uso desta rota tecnológica baseada no Diagnóstico de Resíduos Sólidos Industriais.

### Método para preencher as lacunas temporais de dados

Os dados realmente disponíveis em relação à incineração de resíduos são muitos poucos e a confiabilidade destes dados é muito baixa, portanto as lacunas temporais dos dados foram preenchidas através de uma regressão linear efetuada em relação aos confiáveis.

## 3. Quadro de Qualidade dos Dados

Para a apresentação da qualidade dos dados temos escolhidos três níveis de classificação em relação à qualidade e confiabilidade dos dados à nível estadual, federal e serie histórica:

Qualidade dos Dados Nacionais Recentes (1990-2015)

Qualidade dos Dados Históricos (1970-1990)

Qualidade da Alocação nos Estados

### Qualidade dos Dados Nacionais Recentes (1990-2015)

A seguinte tabela mostra a qualidade dos dados a nível nacional no período de 1990 – 2015.

Setor/ Sub-Sector / Categorias	Tier		Nível de Atividade		Fator de Emissão	Necessidade de Aprimoramento	Qualidade Geral do Dado
	3º inventário	SEEG	Existência do Dado	Disponibilidade do Dado			
<b>Resíduos</b>							
<b>Disposição de Resíduos</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>Incineração de Resíduos</b>							
Resíduos de Serviços de Saúde	1	1	2	2	2	2	2
Resíduos Industriais	1	1	3	3	2	2	3
<b>Tratamento de Efluentes Domésticos</b>	2	2	2	2	2	3	3
<b>Tratamento de Efluentes Industriais</b>							
Açúcar	2	2	1	1	2	2	1
Alcool	2	2	1	1	2	2	1
Aves	2	2	1	1	2	2	2
Bovinos	2	2	1	1	2	2	2
Cervejas	1	1	2	2	2	2	2
Leite cru	2	2	1	2	2	2	2
Leite pasteurizado	2	1	2	3	2	2	3
Celulose	2	2	1	2	1	2	1
Suínos	2	2	1	1	2	2	2

**Legenda:**

<b>EXISTÊNCIA DE DADO DE ATIVIDADE</b>	1	Dados existentes para cálculo de acordo com Tier do 2o inventário (inclui dados existentes em associações de classe, mesmo que não seja público). Dados que só existem nas empresas ou agentes econômicos específicos não serão considerados.
	2	Dados incompletos
	3	Dados não existentes
<b>DISPONIBILIDADE DE DADOS DE ATIVIDADE</b>	1	Dados disponíveis de forma pública e gratuita
	2	Dados disponíveis com alguma restrição (pago; em local físico específico, ou disponível apenas mediante solicitação específica)
	3	Dados não disponíveis
<b>FATORES DE EMISSÃO</b>	1	Fator explícito, com referência
	2	Fator implícito com correlação R2 maior ou igual a 0,7
	3	Fator implícito com correlação R2 menor que 0,7
<b>NECESSIDADE APRIMORAMENTO</b>	1	Sem necessidade de aprimoramento
	2	Necessidade de aprimoramento de método OU obtenção dos dados para cálculo
	3	Necessidade de aprimoramento de método E obtenção de dados para cálculo
<b>QUALIDADE GERAL DO DADO</b>	1	Dado confiável; capaz de reproduzir 2o inventário
	2	Dado confiável para estimativa; inventário pode gerar diferenças significativas
	3	Dado pouco confiável ou de difícil avaliação

### Qualidade dos Dados Históricos (1970-2015):

Setor/ Sub-Setor / Categorias	Qualidade Relativa do Dado Histórico																																														Qualidade Geral do Dado							
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015								
<b>Resíduos</b>																																																						
Disposição de Resíduos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Incineração de Resíduos																																																						
Resíduos de Serviços de Saúde	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Resíduos Industriais	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Tratamento de Efluentes Domésticos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Tratamento de Efluentes Industriais																																																						
Açúcar	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Alcool	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aves	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bovinos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cervejas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Leite cru	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Leite pasteurizado	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Celulose	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Suínos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

### Legenda:

Aspecto	Valores
QUALIDADE RELATIVA DO DADO HISTÓRICO	1 Dado de atividade existente/disponível para o respectivo ano e fator de emissão adequado para época
	2 Dados de atividades estimados pelo projeto ou correlação com outros dados [e/ou] fatores de emissão inadequados para
	3 Dados de atividades estimados e fatores de emissão inadequados

## Qualidade da Alocação nos Estados

Setor/ Sub-Sector / Categorias	Ocorrência de alocação	Critério de Alocação	Nível de Atividade		Necessidade de Aprimoramento	Qualidade Geral da Alocação
			Existência do Dado	Disponibilidade do Dado		
<b>Resíduos</b>						
<b>Disposição de Resíduos</b>	1	2	2	2	2	2
<b>Incineração de Resíduos</b>						
Resíduos de Serviços de Saúde	1	2	2	2	2	2
Resíduos Industriais	1	2	3	3	2	2
<b>Tratamento de Efluentes Domésticos</b>	1	2	2	1	2	2
<b>Tratamento de Efluentes Industriais</b>						
Açúcar	1	1	1	1	1	1
Alcool	1	1	1	1	1	1
Aves	2	1	2	2	2	2
Bovinos	2	1	2	2	2	2
Cervejas	2	2	1	2	3	3
Leite cru	1	1	2	2	2	2
Leite pasteurizado	1	2	2	3	3	3
Celulose	1	1	1	1	2	1
Suínos	2	1	2	2	2	2

### Legenda:

Aspecto	Valores
OCORRÊNCIA DE ALOCAÇÃO	1 Alocação possível de toda emissão nacional nos estados (não fica resíduo/montante não alocado)
	2 Alocação parcialmente possível. Parte das emissões nacionais não foi alocada.
	3 Alocação para os estados não foi possível!
CRITÉRIO DE ALOCAÇÃO	1 Critério de alocação esta diretamente relacionado com os fatores de emissão
	2 Critério de alocação usa fatores indiretos com alta correlação com os fatores diretos.
	3 Critério de alocação usa fatores indiretos com baixa correlação com fatores diretos.
EXISTÊNCIA DE DADO DE ATIVIDADE	1 dados existentes para cálculo de acordo com Tier do 2o inventário (inclui dados existentes em associações de classe,
	2 dados incompletos
	3 dados não existentes
DISPONIBILIDADE DE DADOS DE ATIVIDADE	1 dados disponíveis de forma pública e gratuita
	2 dados disponíveis com alguma restrição (pago; em local físico específico, ou disponível apenas mediante solicitação
	3 dados não disponíveis
FATORES DE EMISSÃO	1 fator explícito, com referência
	2 fator implícito com correlação R2 maior ou igual a 0,7
	3 fator implícito com correlação R2 menor que 0,7
NECESSIDADE APRIMORAMENTO	1 sem necessidade de aprimoramento
	2 necessidade de aprimoramento de método OU obtenção dos dados para cálculo
	3 necessidade de aprimoramento de método E obtenção de dados para cálculo
QUALIDADE GERAL DA ALOCAÇÃO	1 dado confiável; capaz de reproduzir 2o inventário
	2 dado confiável para estimativa; inventário pode gerar diferenças significativas
	3 dado pouco confiável ou de difícil avaliação

Analisando as tabelas acima é possível notar como os dados relativos ao Setor de tratamento de Resíduos sólidos e efluentes líquidos, apresentam uma incerteza relevante, devida principalmente à falta de dados sobre produções e sistemas de tratamento. Só alguns subsetores apresentam dados confiáveis, especialmente nas series históricas 1970-1990.

Analisando a confiabilidade e presença dos dados por cada subsetor, constatamos que:

**Disposição de resíduos:** Falta de dados oficiais a nível federal e estadual, alocação obtida através uma correlação com a população (fonte IBGE). Contexto de falta de dados históricos e do sistema de tratamento ao quais os resíduos são destinados, cenário que se altera a partir de 2008 com a divulgação dos Panoramas de Resíduos Sólidos da ABRELPE.

**Incineração de resíduos:** Para resíduos industriais se observa a falta de dados oficiais a nível federal e estadual, seja históricos seja atuais. Quanto aos resíduos de serviço de saúde, a partir de 2008, têm-se dados mais específicos quanto a quantidade de material incinerado. No entanto é necessária uma análise mais rigorosa das plantas existentes e as que foram desativadas.

**Tratamento efluente doméstico:** Falta de dados oficiais a nível federal e estadual. Falta de dados históricos e do sistema de tratamento utilizados.

**Tratamento de efluentes industriais:**

- **Açúcar:** Presença dos dados oficiais estaduais de produção: 1976 – 2015  
Falta de dados do período 1970 – 1976,mas presença de dados a nível federativo.
- **Álcool:** Presença dos dados oficiais estaduais de produção: 1976 – 2015  
Falta de dados do período 1970 – 1976,mas presença de dados a nível federativo.
- **Aves, Bovinos e Suínos:** Presença dos dados oficiais de produção: 1997 – 2015 (Fonte IBGE).  
Falta de dados do período 1970 - 1997
- **Cervejas:** Presença dos dados oficiais de produção: 2010 – 2015.  
Falta de dados do período 1970 – 2010, seja a nível estadual que federal.
- **Leite cru:** Presença dos dados oficiais de produção: 1973 – 2014.  
Alta confiabilidade da qualidade dos dados e da suas alocação.
- **Leite pasteurizado:** Presença dos dados somente num período de tempo relativamente breve, 1989 – 1996. Falta de dados oficiais para os outros períodos.
- **Papel e Celulose:** Presença dos dados oficiais de produção: 1990 – 2015  
Falta de dados do período 1970 - 1990

## Bibliografia

- Emissões de gases de efeito estufa no tratamento e disposição de resíduos sólidos: relatórios de referência. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, Tratamento de resíduos. Brasília, DF: MCT, 2015.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Demanda Bioquímica de Oxigênio [S.d].
- PNSB. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. [Np] Rio de Janeiro: IBGE, 2000a.
- SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção e vendas dos produtos e/ou serviços industriais, segundo as classes de atividades e os produtos.
- SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. População residente e situação do domicílio: urbana. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/download/Pop%20total-3.csv>> .
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook. Waste. vol. 2. Edited by Houghton J.T, Meira Filho L.G, Lim B, Tréanton K, Mamaty I, Bonduki Y, Griggs D.J and Callandre B.A. Intergovernmental Panel on Climate Change, (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES, United Kingdom, London, 1996.
- PCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Waste. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Edited by Eggleston H.S, Buendia L, Miwa K, Ngara T and Tanabe K. Intergovernmental Panel on Climate Change, (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES IGES, Japan. vol. 5, 2006.
- População Urbana e total: IBGE - Censos 1991, 2000 e 2010. Os dados dos Censos estão disponíveis em <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>
- ABRELPE. Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil (anos 2003-2015), disponíveis em [www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br)
- Emissões de CH<sub>4</sub>, por Estado, de 1990 a 2012: III Inventário Brasileiro de Emissões/ Relatório de Referência “Tratamento e Disposição de Resíduos”, disponível em: [http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/330042/Tratamento\\_de\\_Residuos.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/330042/Tratamento_de_Residuos.html)
- Emissões de N<sub>2</sub>O, de 1990 a 2011: “Estimativas anuais de emissões de gases do efeito estufa no Brasil”, disponível em [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0226/226591.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0226/226591.pdf)



- Pesquisa Pecuária Municipal disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>)
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>)
- Associação Brasileira de Celulose e Papel – Bracelpa (<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/461>)
- Industria Brasileira de Árvores – Ibá
- Associação Brasileira da Industria da cerveja – CervBrasil
- IPEA. Diagnósticos de Resíduos Sólidos Industriais. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.
- Pesquisa Industrial Anual disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>).
- Sistema de Controle de Produção de Bebidas – SICOB (<http://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/bebidas/SistContrProdSicobe.htm>)
- Dados sobre a produção estadual e nacional foram fornecidos pela AMBEV.
- Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do IBGE disponível no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de dados – SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br>)
- IBGE (Pesquisa Mensal do Leite) período 1989 – 1996.