





INVENTÁRIO E BALANÇO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO MUNICÍPIO DE CURITIBA

RELATÓRIO SÍNTESE

Curitiba

Fevereiro/2011





APRESENTAÇÃO

O presente relatório contém informações referentes ao Inventário e ao Balanço de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Município de Curitiba, ano base 2008. Este Inventário teve como objetivo quantificar as emissões do município de Curitiba para os seguintes setores: Energia, Agricultura, Florestas e outros Usos do Solo e Resíduos. As metodologias utilizadas foram as previstas no Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), dos anos de 1996 e 2006, e o Guia de Boas Práticas 2000 do IPCC. Estas metodologias apresentam as diretrizes para a elaboração dos cálculos para cada setor e quantificam essas emissões geradas através de fórmulas específicas que são aplicadas aos dados de entrada e seus respectivos fatores de emissão para cada tipo de atividade. A coleta de dados foi feita com a cooperação da Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba (SMMA).

O Balanço de Emissões do ano de 2008 foi calculado através do valor total das emissões do município de Curitiba para o ano de 2008 subtraído do valor estimado para a fixação pelas florestas dentro do município no ano de 2008.

Sua elaboração deve-se a um esforço de profissionais da área contratados pela empresa Ecowood. Por se tratar de um dos primeiros municípios do Estado do Paraná a desenvolver um inventário de emissões, bem como o primeiro estudo que contempla setores diferentes de emissões do Município, é válido salientar que as dificuldades e os desafios na coleta de dados não foram poucos.

Este Inventário de Emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa) de Curitiba retratou as emissões geradas pelo município e servirá para promover a elaboração de políticas públicas em futuros projetos de mitigação das emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera. Também poderá subsidiar outros projetos para a conscientização da população sobre os reais e mais significativos impactos dessas emissões dentro do município, estado, país e também em escala global.





Esse documento formaliza a entrega do produto final que contempla todos os resultados para o inventário de emissões de GEE municipal, sendo apresentados detalhadamente os resultados para os setores abrangidos.





ÍNDICE

			ÃO	
	_			
		,	.0	
			GIAS BASE PARA O TRABALHO	
			RGIA	
4.	3E 4.1		ssões pela Queima de Combustíveis Fósseis	
	4. 1	4.1.1	Metodologia para Cálculo de Emissões pela Queima de Combustíveis	
		4.1.2	Levantamento e consultas de dados da queima de combustíveis	
		4.1.3	Resultados das emissões da queima de combustíveis	
	4.2		ssões:Produção, Geração, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica	
		4.2.1	Consumo de Energia em Curitiba	
		4.2.2	Levantamento e Consultas de dados do Consumo de Energia Elétrica	
		Curitiba		
		4.2.3	Resultado das emissões de GEE a partir do Consumo de Energia Elétrica p	
		Curitiba		
	4.3	Resu	ıltados Totais para o Setor Energia	. 36
5.	SE	TOR AGR	ICULTURA, FLORESTAS E OUTROS USOS DO SOLO – AFOLU	. 37
	5.1.	. Subs	setor Mudança do uso do solo e florestas	. 37
		5.1.1 Me	todologia para o Setor Mudança do uso do solo e florestas	. 38
		5.1.2	Levantamento de dados para o Setor Mudança do uso do solo e florestas	
		5.1.3	Resultados para o Setor Mudança do uso do solo e florestas	
	5.2.	. Subs	setor Agropecuária	
		5.2.1	Levantamento para o Subsetor Agropecuária	
		5.2.2	Metodologia para o Subsetor Agropecuária	
		5.2.3	Resultados para o Subsetor de Agropecuária	
	5.3.		ultados para o Setor AFOLU	
6.			ÍDUOS	
	6.1.		setor Tratamento de Resíduos Sólidos	
			todologia para o Cálculo de Emissões de Resíduos Sólidos Urbanos	
			vantamento de dados e consultas para o Setor de Resíduos Sólidos	
			sultados do Subsetor de Resíduos Sólidos	
	6.2		setor Tratamento de Efluentes Domésticos, Comerciais e Industriais	
	Cui		tamento de Efluentes Domésticos e Comerciais	
			Metodologia utilizada para estimar as emissões dos efluentes domésticos e	. 03
			iais	61
			Levantamento de dados e consultas para o Setor de Tratamento de Efluentes	
			icos e Comerciais	
			Resultados para o Setor de Efluentes Domésticos e Comerciais	
			atamento de Efluente Industrial	
			Metodologia Utilizada para estimar as emissões em efluentes industriais	
			Levantamento de dados e consultas para o Setor de Efluentes Industriais	
			Resultados para o Setor de Efluentes Industriais	
			sultados para o Subsetor de Tratamento de Efluentes (Doméstico, comercia	
)	
	6.3	. Resu	ıltados Totais para o Setor de Resíduos	. 73
7.	SÍN	TESE DA	S EMISSÕES DE GEE DO MUNICÍPIO DE CURITIBA	.75





8. BALA	NÇO DE EMISSÕES PARA O MUNICÍPIO DE CURITIBA	78
8.1	Metodologia para Confecção do Balanço de Emissões	78
8.2	Resultado para o Balanço de Emissões	79
9. EQUII	PE EXECUTIVA DO PROJETO	81
10. REF	ERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E FONTES CONSULTADAS	82





LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frota municipio Curitiba entre os anos de 2005 e 2009, sendo o ano base 2008	31 <i>1</i>
Tabela 2 - Quantidade de vôos e passageiros entre os anos de 2005 a 2009	19
Tabela 3 - População de Curitiba com base no Ipardes	
Tabela 4 - Fatores de conversão para tep médio	
Tabela 5 - Fatores de emissão de carbono	24
Tabela 6 - Fração de carbono estocado em função do combustível utilizado para fins não	
energéticos.	24
Tabela 7 – Frações de carbono oxidado	25
Tabela 8 – Volume distribuído de gás natural (em m³) por segmento	26
Tabela 9 – Volume distribuído de combustíveis, exceto gás natural, ano 2008 (m³)	
Tabela 10 – Volume distribuído de combustíveis, exceto gás natural, por ano, 2005 a 200	8 (m³).
Tabela 11 – Emissão em tCO _{2eq} por segmento, por ano	28
Tabela 12 - Consumo de energia elétrica em Curitiba, por setor, em MW/h	
Tabela 13 - Fatores de emissão médios anuais, conforme a rede interligada brasileira	
Tabela 14 - Emissão de CO ₂ em Curitiba, pelo consumo de energia elétrica, em toneladas	
Tabela 15 - Resultado para o setor de mudança do uso do solo e florestas	
Tabela 16 – Fatores de emissão para o subsetor de pecuária	
Tabela 17 – Números de rebanhos no ano de 2008 para o município de Curitiba	
Tabela 18 – Agricultura temporária no município de Curitiba no ano de 2008	
Tabela 19 – Agricultura permanente no município de Curitiba no ano de 2008	
Tabela 20 – Emissões provenientes da pecuária no ano de 2008	47
Tabela 21 – Emissões provenientes da agricultura no ano de 2008	47
Tabela 22 – Quantidade de toneladas de resíduos depositados no Aterro Sanitário de Cu	
no período de 1990 a 2008.	
Tabela 23 – Composição gravimétrica do aterro sanitário municipal de Curitiba	
Tabela 24 - Resultados obtidos para a estimativa de emissão em toneladas de CH ₄ e CO	
equivalente para o setor de resíduos sólidos nos anos de 1990 a 2008 somente do munic	
de Curitiba.	
Tabela 25 - População de Curitiba atendida pela coleta de esgoto pela SANEPAR	
Tabela 26 - Volume coletado e tratado atendido pela SANEPAR para a população de Cur	
	67
Tabela 27 - Emissões de metano provenientes dos efluentes domésticos e comerciais	
Tabela 28 - Emissões diretas de óxido nitroso (N ₂ O)	
Tabela 29 - Emissões indiretas de óxido nitroso (N ₂ O).	
Tabela 30- Emissões totais de óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) convertidos em CO_{2eq} .	
Tabela 31 - Emissões totais para todos os setores para o município de Curitiba no ano de	
Table 00 Faire and to the same to the same and	_
Tabela 32 - Emissões totais para todos os subsetores para o município de Curitiba no ano	
2008	77





LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Distribuição da frota do município de Curitiba, 2008	.18
Gráfico 2 - Participação dos combustíveis no setor de energia, em 2008	.28
· ·	.29
Gráfico 4 - Consumo de energia elétrica em Curitiba, por setor, em MW/h	.33
Gráfico 5 - Consumo de energia elétrica em Curitiba, por setor, em porcentagem	.33
Gráfico 6 - Emissão de CO ₂ em Curitiba pelo consumo de energia elétrica, entre 2006 e 2008	3.
	35
Gráfico 7 - Emissão de CO ₂ para o Setor de Energia no ano de 2008	.36
Gráfico 8 - Emissão de CO _{2eg} para o Setor AFOLU no ano de 2008	.48
Gráfico 9 - Emissões de gases de efeito estufa para o tratamento de resíduos sólidos para o	
município de Curitiba	61
Gráfico 10 - Emissões de gases de efeito estufa para o tratamento de resíduos sólidos totais	
para o município de Curitiba	62
Gráfico 11 - Emissões de gases de efeito estufa provenientes do tratamento de efluentes	
domésticos e comerciais	.68
Gráfico 12 - Emissões indiretas do óxido nitroso.	.70
Gráfico 13 - Somatório das emissões de CH ₄ e N ₂ O do tratamento de efluentes	.71
Gráfico 14 - Somatório das emissões para o tratamento de efluentes	.73
Gráfico 15 – Resultados das emissões do setor de Resíduos	.74
Gráfico 16 – Resultados das emissões do setor em porcentagem	.76
Gráfico 17 – Resultados das emissões por subsetor (tCO _{2eq}).	76





1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são muito discutidas nos dias de hoje, visto que existem ainda muitas incertezas sobre o tema. Sabe-se, porém, que as ameaças a médio e longo prazos para os ecossistemas e para a população são grandes.

A problemática das mudanças climáticas tem origem na Revolução Industrial, em virtude das ações humanas, principalmente aquelas representadas pela queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) em usinas termelétricas e indústrias, veículos em circulação e sistemas domésticos de aquecimento, aumentando-se a emissão e a concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Embora o clima tenha sempre variado de modo natural, resultados de pesquisas e simulações sofisticadas vêm mostrando evidências de que as emissões antrópicas excessivas dos GEE podem provocar mudanças permanentes e irreversíveis no clima, imprimindo novos padrões no regime de ventos, pluviosidade e circulação dos oceanos.

Com a intenção de tentar estabilizar as concentrações de Gases de Efeito Estufa na atmosfera foram realizadas muitas discussões internacionais, bem como foram desenvolvidos acordos entre as partes. O primeiro instrumento regulatório internacional mais específico a tratar das mudanças climáticas foi a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC). A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – UNFCCC foi adotada durante a Rio 92 sua ratificação foi feita por 185 países mais a União Européia, e estabeleceu um regime jurídico internacional para atingir o objetivo principal, como descreve seu Artigo 2º, de "alcançar a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático". Foi organizada a "Cúpula da Terra", onde os países do mundo inteiro debateram a questão ambiental e definiram uma série de metas, políticas e





acordos para lidar com os problemas ambientais emergentes em todo o mundo (MCT, 2002).

Denominados Conferências das Partes signatárias da Convenção Quadro sobre Mudanças do Clima (COP), os encontros subsequentes ao primeiro acordo previamente citado são realizados ao menos uma vez ao ano e servem como fórum de debate das questões climáticas que afetam a vida no planeta. Fruto destas reuniões, durante a COP 3, houve a apresentação do Protocolo de Quioto.

Em fevereiro de 2005, o Protocolo entrou em vigor e estabeleceu a obrigatoriedade para os países constantes no Anexo 1 da Convenção de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) entre 2008 a 2012 em 5,2%, em média, abaixo dos níveis observados em 1990. Os principais GEE são o CO₂, o CH₄, e N₂O, com diferentes potenciais do aquecimento global (GWP).

O Protocolo de Quioto prevê três mecanismos de flexibilização para ajudar os países do Anexo I a atingir suas metas de redução de emissões de GEE e minimizar custos dessa redução, dentre os quais somente um deles pode ser aplicado aos países não Anexo I: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Esse mecanismo traz oportunidades de aporte de capital para investimento em projetos que reduzam as emissões de GEE e fomentem o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento (não Anexo I).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*The Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC), foi estabelecido pela Organização Mundial de Meteorologia (WMO) e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) em 1988. O IPCC tem como objetivo determinar metodologias e disponibilizar informações científicas, tecnológicas e sócioeconômicas relevantes para se entender o papel da humanidade nas mudanças climáticas, os potenciais impactos das mudanças climáticas e opções para mitigação e adaptação.

O efeito estufa é causado por gases na atmosfera que permitem que a radiação solar de ondas curtas atinjam a superfície do planeta, enquanto absorvem uma grande quantidade de ondas longas irradiadas da Terra e da





atmosfera. Devido à capacidade destes gases de funcionarem de maneira semelhante a uma estufa de calor, a temperatura próxima à superfície da Terra é cerca de 30° C superior a que seria sem este efeito, chamado de Efeito Estufa Natural (CETESB, 1998). Além do dióxido de carbono (CO₂), são também gases de efeito estufa o metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexaflureto sulfúrico (SF₆).

A redução das emissões e a remoção de gases de efeito estufa na atmosfera são estratégias, no que concerne ao objetivo da mitigação das mudanças climáticas, uma vez que concentrações muito acima dos valores conhecidos na época da revolução industrial provocam o chamado efeito estufa antrópico.

Assim como a emissão de gases de efeito estufa resultante das atividades humanas lançados para a atmosfera é cada vez mais intensa, os esforços e medidas para limitar a liberação de GEE na atmosfera são cada vez mais incentivados. O ponto inicial para qualquer atividade com este objetivo é a quantificação dos gases emitidos, através da elaboração de um Inventário de Emissões de GEE. A partir do conhecimento do perfil das emissões, será possível identificar oportunidades de redução das mesmas, gerar relatórios públicos e participar de programas voluntários de redução de GEE, além de outras oportunidades. Deve-se também ressaltar que é de extrema importância socioambiental o inventário de emissões de setores públicos e privados, os qual poderá permitir identificar os setores e categorias chave para a definição de estratégias de políticas públicas para redução de emissões de GEE.

Para o desenvolvimento desse tipo de inventário existem metodologias sugeridas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), sendo a primeira do ano de 1996 e a segunda do ano de 2006, IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

Independente do cumprimento das metas pelos países Partes da Convenção, os municípios têm papel fundamental na busca de soluções para os desafios das mudanças climáticas. Os municípios conscientes de sua





responsabilidade socioambiental podem elaborar e implementar políticas públicas para a correta quantificação de suas emissões de GEE e, posteriormente, buscar reduções e remoção dessas emissões de GEE.

2. OBJETIVOS

Esse projeto teve como objetivo inventariar as emissões dos seguintes gases de efeito estufa (GEE) antrópico: dióxido de carbono (CO_2) , metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) na cidade de Curitiba.

Para tanto, foram desenvolvidas as atividades abaixo:

- Levantamento de informações colineares para a estimativa de emissões na cidade de Curitiba para as modalidades cujas informações disponíveis ou possíveis de serem tratadas (identificação das entidades que possuem informações, solicitação, aquisição e tratamento das mesmas);
- ii. Produção e levantamento das informações em campo por equipe multidisciplinar, para as modalidades onde não foi possível obter por fontes secundárias;
- iii. Quantificação das emissões de Gases Efeito Estufa no levantamento de informações;
- iv. Inventário das emissões de dióxido de carbono CO₂, metano CH₄ e o óxido nitroso N₂O, gases definidos como Gases de Efeito Estufa GEEno município de Curitiba, por meio de metodologia aprovada pelo IPCC para as seguintes fontes de emissão:
 - a. Energia (geração de eletricidade, queima de combustíveis pela frota pública e privada e nas atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços);
 - b. AFOLU Agricultura, Florestas e outros usos do solo:
 - i. Mudanças no uso do solo e florestas;
 - ii. Atividades agropecuárias;
 - c. Resíduos





- i. Disposição final de resíduos sólidos (urbanos e Industriais);
- ii. Tratamento de efluentes.
- v. Modelagem das emissões de carbono (toneladas de CO_{2eq}), por meio de metodologia aprovada pelo IPCC, oriunda das diferentes fontes e geração da estimativa de emissão *per capita* (toneladas de CO₂/habitante);
- vi. Apresentação do resultado do balanço entre as emissões de CO_{2eq} e a remoção dos mesmos gases pela vegetação identificada no município, sendo que os dados de fixação de carbono na vegetação do município foram informados pela Prefeitura Municipal de Curitiba.

Este é o relatório final, síntese do trabalho intitulado INVENTÁRIO E BALANÇO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO MUNICÍPIO DE CURITIBA – Ano Base 2008".





3. METODOLOGIAS BASE PARA O TRABALHO

Para se delimitar a abrangência do Inventário foi utilizado o princípio "Fronteira de responsabilidade" pelas emissões. O inventário incorpora não somente as emissões que ocorrem nas fronteiras geográficas do município, mas aquelas que ocorrem sob sua responsabilidade (Aeroporto Afonso Pena – São José dos Pinhais e Aterro Sanitário Municipal de Curitiba – com o volume de resíduos depositados por alguns municípios da Região Metropolitana de Curitiba).

O ano base definido para o inventário de emissões foi 2008, uma vez que trata-se do ano em que existiam informações consolidadas para todos os setores. Entretanto, informações a partir de 2005 foram coletadas para melhor visualização da dinâmica das emissões de GEE no município.

O inventário quantificou as emissões de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) que ocorrem por responsabilidade das atividades socioeconômicas no município.

Para o desenvolvimento do inventário de emissões da cidade de Curitiba, foi adotada a metodologia do IPCC, nas versões dos anos de 1996 e 2006: IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. O levantamento e aquisição dos dados estão seguindo a abordagem *Top-Down*, que estima as emissões através da oferta primária e secundária dos setores, relacionando-os com os respectivos fatores de emissão. Essa abordagem foi utilizada para os setores: Energia, Agricultura, Florestas e outros usos do solo e Resíduos (subsetor de tratamento de efluentes, domésticos e comerciais.

A abordagem *Bottom-up* de inventário de emissões de GEE, definida pelo IPCC, calcula as emissões através do uso final dos setores. Essa abordagem foi adotada no setor de resíduos (subsetor de tratamento de efluentes industriais).

Desse modo, a abordagem adotada pelo presente inventário de emissões de GEE do município de Curitiba foi a seguinte:





- a. Energia (geração de eletricidade, queima de combustíveis pela frota pública e privada e nas atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços) - Top-Down;
- b. AFOLU Agricultura, Florestas e outros usos do solo
 - i. Mudanças no uso do solo e florestas *Top-Down*;
 - ii. Atividades agropecuárias Top-Down;

c. Resíduos

- i. Disposição final de resíduos sólidos Top-Down;
- ii. Tratamento de efluentes (Doméstico e comercial *Top-Down*, Industrial *Bottom-up*).

Para a condução do levantamento de efluentes sanitários industriais, abordagem *Bottom-up*, foram elaborados questionários com informações específicas de emissões de GEE, que foram remetidos às indústrias localizadas no município de Curitiba. Para que fosse possível a interação com as indústrias, a Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP) disponibilizou o Cadastro das Indústrias – Fornecedores e Serviços do Estado do Paraná.

Para selecionar as indústrias alvo dos questionários, realizou-se um levantamento das principais atividades emissoras, selecionando posteriormente as empresas destes ramos no município de Curitiba.

Para cada indústria, shopping, hospital e universidade foi enviado um questionário com informações específicas e relevantes ao Inventário de GEE de Curitiba, acompanhado de um ofício de encaminhamento do Departamento de Pesquisa e Monitoramento da Prefeitura Municipal de Curitiba.

A maior parte das indústrias encontra-se fora do limite geográfico do município de Curitiba, ou seja, na região metropolitana. As emissões dos processos industriais não devem representar significativa alteração dos resultados do inventário, até por que aquelas que aqui estão inseridas não representam grandes fontes de emissões por não e constituírem de setores altamente emissores. Justamente pelo fato de não representarem significativas





as emissões municipais, este tema não foi alvo do termo de referência para a execução do inventário de emissões de GEE de Curitiba.

A seguir é apresentado o fluxograma dos escopos e setores considerados nesse inventário de emissões de GEE. Para a realização das atividades propostas foram levantadas as emissões nas unidades de cada setor municipal. Segue abaixo o detalhamento destes setores (Figura 1).

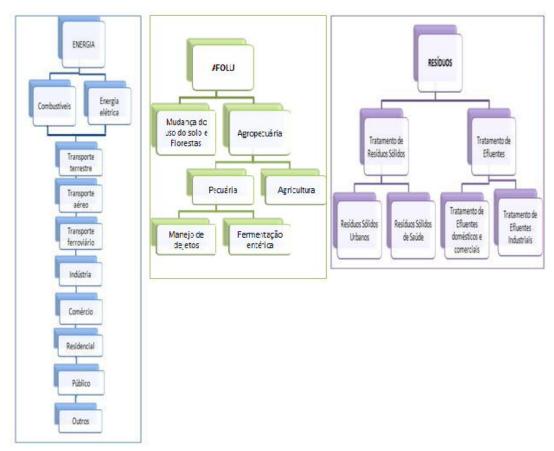


Figura 1 - Setores avaliados no Inventário de Emissões de GEE no município de Curitiba. Fonte: Adaptado do IPCC (2006).





4. SETOR ENERGIA

Na Figura 2, a seguir, estão apresentados os subsetores e categorias para o Setor de Energia.



Figura 2 – Subsetores e categorias do Setor Energia.

4.1 Emissões pela Queima de Combustíveis Fósseis

Conforme indicado pelo IPCC -1996, as emissões de dióxido de carbono e outros gases a serem inventariados do setor de energia ocorrem quando há a queima de combustíveis. Tais combustíveis se distinguem entre primários, ou seja, da maneira em que são encontrados na natureza (carvão, petróleo bruto, gás natural) e combustíveis secundários como gasolina e lubrificantes, ou seja, são derivados de combustíveis primários.

Os setores relacionados ao uso de energia que foram levantados pelo Inventário de Emissões de GEE de Curitiba são:

Transporte





- Transporte terrestre (individual, coletivo e carga);
- o Transporte aeroviário;
- Transporte ferroviário;
- Indústria;
- Comércio;
- Residências;
- Público;
- Agricultura;
- Geração elétrica;
- Outros.

A seguir são apresentadas os dados mais relevantes desses segmentos.

√ Transporte terrestre

Transporte terrestre pode ser classificado como: individual, coletivo e carga. A frota do município de Curitiba dos anos de 2005 a 2009, divulgada pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), é apresentada na Tabela 1 como uma referência para comparação das emissões.

Tabela 1 - Frota do município de Curitiba entre os anos de 2005 e 2009 (ano base: 2008).

									,	
Frota	2009	%	2008	%	2007	%	2006	%	2005	%
Automóveis	856.292	71,74%	818.104	71,99%	776.584	72,66%	725.229	73,22%	686.668	73,79%
Caminhão	35.108	2,94%	34.798	3,06%	33.182	3,10%	31.739	3,20%	29.844	3,21%
Caminhão trator	7.970	0,67%	7.699	0,68%	7.191	0,67%	7.052	0,71%	6.713	0,72%
Caminhonete	73.574	6,16%	68.866	6,06%	52.133	4,88%	42.955	4,34%	36.102	3,88%
Camioneta	41.606	3,49%	39.153	3,45%	48.877	4,57%	50.723	5,12%	51.970	5,59%
Micro ônibus	3.424	0,29%	3.408	0,30%	3.191	0,30%	2.880	0,29%	2.802	0,30%
Motocicleta	109.337	9,16%	102.907	9,06%	91.431	8,56%	79.207	8,00%	69.852	7,51%
Motoneta	21.715	1,82%	21.144	1,86%	19.464	1,82%	16.865	1,70%	14.680	1,58%
Ônibus	6.908	0,58%	5.646	0,50%	5.345	0,50%	5.159	0,52%	4.988	0,54%
Utilitário	7.088	0,59%	5.723	0,50%	3.919	0,37%	2.627	0,27%	1.926	0,21%
Outros	30.558	2,56%	29.014	2,55%	27.421	2,57%	26.106	2,64%	24.971	2,68%
TOTAL	1.193.580	-	1.136.462	-	1.068.738	-	990.542	-	930.516	-
Crescimento (2005-2009)	Crescimento 28 27%									

Fonte: Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN (2005; 2006; 2007; 2008; 2009).





Como pode ser verificado na Tabela 1, houve um aumento crescente na frota do município de Curitiba, aumentando em 28,27% em um período de 4 anos (2005 a 2009).

O Gráfico 1 apresenta a distribuição da frota de Curitiba no ano 2008, ano base da realização deste inventário.

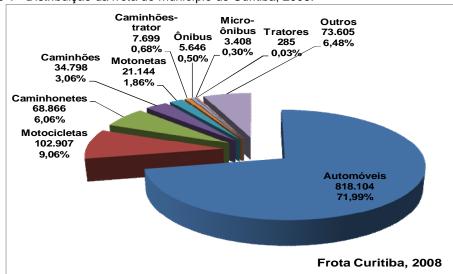


Gráfico 1- Distribuição da frota do município de Curitiba, 2008.

Fonte: Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN (2008).

✓ Transporte Aéreo

Há dois aeroportos que atendem o município de Curitiba: Aeroporto Bacacheri e o Aeroporto Internacional Afonso Pena. Cabe ressaltar que o último está localizado no município de São José dos Pinhais (SJP) e não no limite físico do município de Curitiba, entretanto este trabalho também considerou as emissões do Aeroporto Internacional Afonso Pena (SJP). Este critério de inclusão do Aeroporto Internacional Afonso Pena na contabilização do inventário de emissões de GEE deve-se à grande parte dos vôos (chegada e saída) ter como destino ou partida o município de Curitiba. Assim, as emissões provenientes de tal aeroporto foram contabilizadas no inventário de Curitiba, considerando-se o princípio de responsabilidade e não de limite geográfico. Ressalta-se, no entanto, que a inclusão total das emissões do Aeroporto Afonso Pena no inventário do Município de Curitiba superestima as





emissões do município, pois nem todos os passageiros que utilizam esse aeroporto saem ou destinam-se a Curitiba. No entanto, as emissões foram consideradas na totalidade, por falta de dados que permitam considerar a porcentagem referente à responsabilidade do município de Curitiba.

A quantidade de vôos e passageiros nos anos 2005 a 2009 nos dois aeroportos é apresentada na Tabela 2. Os dados apresentam que a quantidade de vôos realizados pelo Aeroporto Afonso Pena aumentou 37,84% no período de 2005 a 2009. Já no Aeroporto Bacacheri, o aumento é bem menor, apenas 6,47%.

Tabela 2 - Quantidade de vôos e passageiros entre os anos de 2005 a 2009.

Ano 200		2009	2008		2007		2006		2005		
,	Aeroporto	A. Bacacheri *	A. Afonso Pena								
S	Doméstico	22.721	76.594	23.128	65.694	23.063	58.861	21.494	52.934	21.376	55.214
Aeronaves (unid.)	Internacional	70	3.423	94	3.382	52	3.702	46	4.000	30	2.836
erona (unid.											
ď	Total	22.791	80.017	23.222	69.076	23.115	62.563	21.540	56.934	21.406	58.050
SO	Doméstico	30.897	4.764.800	34.230	4.202.078	44.712	3.841.486	57.173	3.463.344	49.572	3.337.401
Passageiros (unid.)	Internacional	0	88.933	89	79.276	58	65.789	116	69.535	120	55.678
ssageir (unid.)											
Ра	Total	30.897	4.853.733	34.319	4.281.354	44.770	3.907.275	57.289	3.532.879	49.692	3.393.079

^{*} Bacacheri é o único aeroporto dentro dos limites geográficos da cidade de Curitiba, no entanto, as emissões das operações do Aeroporto Afonso Pena também foram contempladas no inventário de emissões de GEE de Curitiba, considerando-se a fronteira de "responsabilidade".

Fonte: Superintendência de Planejamento e Gestão. Infraero – Aeroportos Brasileiros.

✓ Transporte Ferroviário

A Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT, 2008) informou que a rede ferroviária no Estado do Paraná é operada pela América Latina Logística do Brasil S.A (ALL), com 2.039 km de operação, e pela Ferrovia Paraná (Ferropar), com 238 km. No entanto, a administração ferroviária em Curitiba ocorre apenas pela ALL, sendo a Ferropar atuante no Oeste do Estado.

Para o cálculo das emissões de gases de efeito estufa do Transporte Ferroviário de Curitiba, foram utilizados os dados de consumo de combustível





enviados pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP).

✓ Industrial

Conforme aponta a Agência Curitiba (2010), pode-se considerar que o início da industrialização de Curitiba deu-se no século 19, com o surgimento de fábricas para beneficiar erva-mate de pequenas manufaturas que eram distribuídas em diferentes regiões da cidade.

Em 1973 foi lançado no município o projeto da CIC – Cidade Industrial de Curitiba, impulsionado pela política nacional de descentralização industrial e pela necessidade de alterar a dinâmica produtiva baseada no setor agrícola. Assim, a CIC, com 43,7 milhões de m², foi instalada na região oeste de Curitiba, concebida como motor do desenvolvimento industrial da cidade (AGÊNCIA CURITIBA, 2010). O período mais intenso de industrialização ocorreu na década de 90 (AGÊNCIA CURITIBA, 2010).

Atualmente a CIC concentra o maior número de indústrias do município, além de ser o bairro mais populoso de Curitiba, com cerca de 10% dos habitantes da cidade. Configura-se, também, como um bairro de grande concentração de indústrias, produtos estratégicos e empregos de alta qualificação.

✓ Setor Comercial

De acordo com dados do IBGE, o município de Curitiba conta com 91.691 empresas, sendo 87.065 atuantes.

√ Residencial

De acordo com dados do IPARDES (2008), a população de Curitiba em 2008 era de 1.828.092 habitantes (Tabela 3).





Tabela 3 - População de Curitiba com base no Ipardes.

Variável	Ano		
	2008		
População (habitantes)	1.828.092		

Fonte: IPARDES (2008).

4.1.1 Metodologia para Cálculo de Emissões pela Queima de Combustíveis

Nesse setor a abordagem adotada para realização do Inventário de gases de efeito estufa do município de Curitiba foi a *Top-Down (Tier 1)*. Essa abordagem metodológica considera os dados de consumo do combustível, levando em consideração os fatores de emissão de GEE de cada um deles.

A abordagem de referência do IPCC -1996 considera que as emissões de CO_2 são independentes da tecnologia de combustão, enquanto das emissões de CH_4 e N_2O são fortemente dependentes da tecnologia.

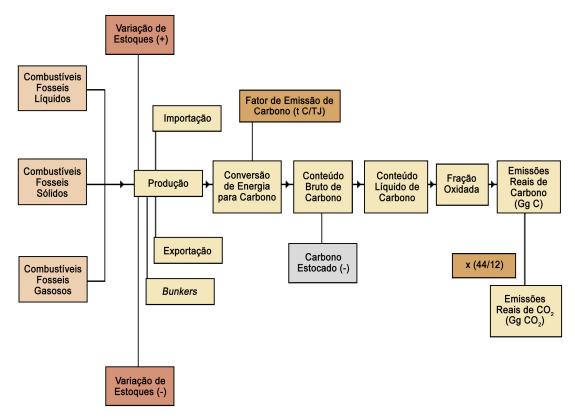
A metodologia do IPCC-1996 para os cálculos das emissões provenientes da queima de combustíveis é dividida em seis etapas:

- (1) Determinação do consumo aparente dos combustíveis;
- (2) Conversão do consumo aparente para unidade comum de energia;
- (3) Transformação do consumo aparente de cada combustível em conteúdo de carbono, pela multiplicação do fator de emissão do combustível;
- (4) Determinação do conteúdo real de carbono a ser emitido;
- (5) Correção dos valores para considerar a combustão incompleta;
- (6) Conversão da quantidade de carbono oxidada em emissões de CO₂.

O fluxograma a seguir representa a abordagem *Top-Down*.







Fonte: MCT (2002).

Para o município de Curitiba, não há produção de energia primária, bem como de exportação de energia primária e secundária e nem de emissões dos bunkers (querosene e gasolina de aviação, além de óleo utilizado no transporte, aviação e navegação internacional). Foi considerada como consumo aparente a energia primária e secundária, que é equivalente à venda de combustíveis fósseis, entrada de eletricidade e de gás natural no município, dados que foram requisitados à Agência Nacional de Petróleo (ANP) e à Companhia Paranaense de Gás (COMPAGAS).

A metodologia do IPCC -1996 descreve que, nas estatísticas de energia e compilações de dados de energia, a produção e consumo de combustíveis líquidos, sólidos e gasosos são especificados em unidades físicas, por exemplo, em toneladas ou metros cúbicos. Para converter esses dados em unidade comum de energia, *joules*, por exemplo, é necessário o conhecimento do poder calorífico. A metodologia do IPCC -1996 utiliza o poder calorífico





inferior (*net calorific values* – *NCV* ou PCI em português), expresso em unidades do Sistema Internacional (SI) ou múltiplos de unidades do SI (por exemplo TJ/MG). Alguns institutos de pesquisa utilizam o poder calorífico superior ($gross\ calorific\ values\ - gcv$). Da mesma forma, o Balanço Energético Nacional (BEN) considera o conteúdo energético dos combustíveis com base no poder calorífico inferior (PCI).

Para a conversão para uma unidade comum de energia, sendo a unidade terajoule (TJ), é necessária a multiplicação do consumo do combustível pelo fator de conversão em tep¹ por unidade de combustível (tep/unidade combustível), sendo que a tep representa a energia contida em uma tonelada do petróleo médio consumido. Os dados podem ser obtidos no Balanço Energético Nacional (BEN) 2010. Os valores em tep deverão ser convertidos em TJ.

Tabela 4 - Fatores de conversão para tep médio.

COMBUSTÍVEL (unidade)	FATOR DE CONVERSÃO
COMBOSTIVEE (unidade)	PARA TEP MÉDIO
Álcool etílico anidro (m³)	0,534
Álcool etílico hidratado (m³)	0,510
Asfalto (m ³)	1,018
Gás natural seco (10 ³ m ³)	0,880
Gasolina (m³)	0,770
Gasolina aviação (m³)	0,763
Gás liquefeito de petróleo (m³)	0,611
Óleo combustível (m³)	0,959
Óleo diesel (m³)	0,848
Óleo lubrificante (m³)	0,891
Querosene de aviação (m³)	0,822
Querosene iluminante (m³)	0,822

Fonte: MME (2009).

A quantidade de carbono do combustível (t C) veio pela multiplicação do consumo de combustível (CC) pelo fator de emissão (F_e).

_

¹ tep – tonelada equivalente de petróleo





Tabela 5 - Fatores de emissão de carbono.

COMBUSTÍVEL	FATOR DE EMISSÃO DE CARBONO (tC/TJ)
Alcool etílico anidro	14,81
Álcool etílico hidratado	14,81
Asfalto	22,00
Gás natural seco	15,30
Gasolina	18,90
Gasolina aviação	19,10
Gás liquefeito de petróleo	17,20
Óleo combustível	21,10
Óleo diesel	20,20
Óleo lubrificante	20,00
Querosene de aviação	19,50
Querosene iluminante	19,60

Fonte: MCT (2004) e IPCC (1996)

A metodologia do IPCC leva em consideração que nem todo combustível que abastece o município destina-se ao setor energético, pois parte deles pode ser utilizada como matéria-prima de produtos onde o carbono passa a ser fixado, como plásticos e asfalto. Esse carbono, ao passar a ser estocado, é denominado pelo IPCC como *stored carbon*. Dessa forma, o carbono estocado deve ser subtraído do conteúdo de carbono do consumo aparente dos combustíveis.

Para calcular o carbono estocado, deve-se determinar a quantidade de combustíveis que são destinadas ao setor não energético e as frações dessas quantidades que se mantém, de fato, fixadas aos bens produzidos, sendo tais frações denominadas pelo IPCC de *fraction of carbon stored*, e apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Fração de carbono estocado em função do combustível utilizado para fins não energéticos.

COMBUSTIVEL – USO NÃO ENERGÉTICO	FRAÇÃO DE CARBONO ESTOCADO
Álcool etílico anidro	1
Alcool etílico hidratado	1
Asfalto	1
Gás natural seco	0,33
Óleo lubrificante	0,50
Outro querosene (iluminante)	1

Fonte: MCT (2004).





Ressalta-se, no entanto, que serão consideradas as emissões decorrentes da utilização do álcool, pois a produção não ocorre no município, mas a queima sim. Dessa forma, apesar da tabela 6 apresentar uma fração de carbono estocado igual a 1, será considerado, para contemplar a emissão desse combustível, a fração igual a 0.

A emissão líquida de carbono é encontrada pela subtração do valor do carbono estocado do valor do conteúdo de carbono. Essa diferença representa o carbono disponível para ser emitido na combustão, no entanto, nem todo carbono é oxidado. Isso porque a combustão, na prática, não ocorre de forma completa deixando, assim, uma pequena quantidade de carbono contida nas cinzas ou mesmo em outros subprodutos.

Tal ponto é levado em consideração pelo IPCC, sendo necessário o cálculo das emissões reais, que se dá multiplicando-se o carbono disponível para a emissão pela fração de carbono oxidada na combustão.

As frações médias de carbono oxidado para os tipos de combustível são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Frações de carbono oxidado.

COMBUSTÍVEL	FRAÇÃO DE CARBONO OXIDADO
Álcool etílico anidro	0,99
Álcool etílico hidratado	0,99
Asfalto	0,99
Gás natural seco	0,995
Gasolina	0,99
Gasolina aviação	0,99
Gás liquefeito de petróleo	0,99
Óleo combustível	0,99
Óleo diesel	0,99
Óleo lubrificante	0,99
Querosene de aviação	0,99
Querosene iluminante	0,99

Fonte: MCT (2004).

Para determinação das emissões reais de CO₂, é necessário multiplicar as emissões reais de carbono por 44/12, que é a razão dos pesos moleculares do dióxido de carbono e do carbono.





4.1.2 Levantamento e consultas de dados da queima de combustíveis

Para a realização do inventário de emissões de gases de efeito estufa do município de Curitiba do setor de energia, foram solicitadas as informações da venda de combustíveis fósseis, por setor de distribuição no município, para a Agência Nacional de Petróleo (ANP) e informações sobre a distribuição de gás para a Companhia Paranaense de Gás (COMPAGAS).

Devido a esses dados disponibilizados por essas empresas terem sido apresentados por segmentos, pode-se avaliar as emissões dos combustíveis de acordo com o setor. Dessa forma, as estratégias para mitigação podem ser norteadas de acordo com os segmentos do Setor de Energia.

A Tabela 8 apresenta os dados do volume de gás natural distribuído por segmento e a Tabela 9 os dos demais combustíveis, correspondentes ao ano de 2008; ainda na Tabela 10 estão descritos os volumes de combustíveis de 2005 a 2008. Nesse relatório, as informações foram enquadradas em segmento agrícola, comercial, industrial, público, residencial, transporte aéreo, rodoviário e ferroviário. Ainda, ressalta-se que o subgrupo "serviços" foi incorporado, quando ocorrente, ao segmento "comercial". O subgrupo "TRR" foi incorporado no segmento "transporte terrestre" e o subgrupo "posto de revenda" foi incorporado no segmento "industrial" para querosene iluminante ou no segmento "transporte terrestre" quando referente ao óleo diesel. Ainda, as informações do volume distribuído de gasolina C foram divididas em gasolina A e álcool anidro. Isso porque a gasolina C não é pura, pois contém certa porcentagem (entre 20 e 25%) de álcool. Foi considerado, conservadoramente, o volume de 20% de, álcool e, portanto, 80% de gasolina.

Tabela 8 – Volume distribuído de gás natural (em m³) por segmento.

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	TOTAL
2005	389.755	1.093.629	63.978.215	23.619.089	89.080.688
2006	575.161	2.024.322	78.758.656	27.985.658	109.343.797
2007	772.404	2.486.501	88.533.140	29.464.101	121.256.146
2008	1.346.062	3.111.797	89.823.333	29.872.463	124.153.655

Fonte: COMPAGAS (2010).





Tabela 9 – Volume distribuído de combustíveis, exceto gás natural, ano 2008 (m³).

Município Curitiba ក្ល 2008 ដ្រ	AGRÍCOLA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	RESIDENCIAL	TRANSPORTE			TOTAL (m³)
COMBUSTÍVEIS (m³)					Aéreo	Rodoviário	Ferroviário	
Álcool hidratado								215.688
Álcool anidro						91.690		91.960
Gasolina A						366.760		366.760
Gasolina de aviação					1.090			1.090
GLP	19	12.467	7.972	115.262				135.720
Óleo combustível		530	1.573					2.103
Óleo diesel		13.799	13.758			302.800	52.851	383.207
Querosene de aviação)				1.535			1.535
Querosene iluminante		70	168					238

Fonte: Elaboração com base nos dados de ANP (2010).

Tabela 10 - Volume distribuído de combustíveis, exceto gás natural, por ano, 2005 a 2008 (m³).

Consumo combustível por ano (m³)	Álcool hidratado	Álcool anidro	Gasolina A	Gasolina de aviação	дтэ	Óleo combustível	Óleo diesel	Querosene de aviação	Querosene iluminante
2005	112.950	109.155	436.619	884	129.371	2.314	305.973	1.371	1.143
2006	112.722	95.834	383.335	1.028	132.647	2.103	326.845	1.384	477
2007	169.231	94.925	379.702	992	134.062	2.770	362.478	1.529	434
2008	215.688	91.690	366.760	1.090	135.720	2.103	383.207	1.535	238

Fonte: Elaboração com base nos dados de ANP (2010).

4.1.3 Resultados das emissões da queima de combustíveis

Estimou-se um total de $2.837.822~tCO_2$ referente ao consumo de combustíveis no Setor Energia do município de Curitiba, no ano de 2008 (ano base).

A Tabela 11 apresenta os resultados das emissões do ano base e dos demais anos, por segmento.

^{*} Dados originais de GLP e óleo combustível em quilogramas, convertidos em metros cúbicos de acordo com dados do BEN, demais dados originais em litros.

^{*}Dados originais de GLP e óleo combustível em quilogramas, convertidos em metros cúbicos de acordo com dados do BEN, demais dados originais em litros.





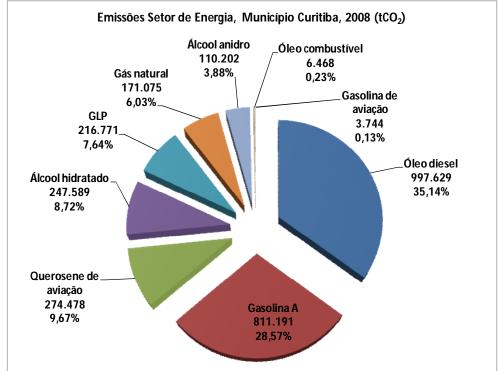
Tabela 11 – Emissão em tCO_{2eq} por segmento, por ano.

(tCO ₂)		LA		JAL		TRANSPORTE		
Emissão (1	AGRÍCOLA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	RESIDENCIAL	Aéreo*	Rodoviário	Ferroviário	TOTAL (tCO _{2eq})
2005	27	43.064	138.816	178.073	239.546	1.918.905	80.721	2.599.152
2006	30	49.206	158.419	180.479	247.780	1.816.139	108.052	2.560.105
2007	29	52.607	171.775	184.001	262.954	1.960.548	112.596	2.744.510
2008	30	61.754	177.155	185.952	276.897	1.998.444	137.589	2.837.822

^{*} O aeroporto Afonso Pena, em São José dos Pinhais, teve 270.742 t CO_{2eq} de emissão de GEE.

O Gráfico 2 apresenta a participação por combustível para o ano de 2008 e o Gráfico 3, as emissões por segmentos.

Gráfico 2 – Participação dos combustíveis no Setor de Energia, em 2008.



Conforme apresenta o Gráfico 2, as maiores emissões de CO₂ são provenientes da combustão do óleo diesel (35% da participação nas emissões dos combustíveis), seguido pela queima de gasolina (28,57% da participação





nas emissões dos combustíveis). Desta Dessa forma, verifica-se que, apesar da inclusão das emissões de querosene de aviação e gasolina de aviação do aeroporto Afonso Pena, em São José dos Pinhais, essas não representam as emissões mais significativas dos combustíveis. Ainda, a gasolina de aviação é o combustível com menor participação nessas emissões, apenas 0,13%.

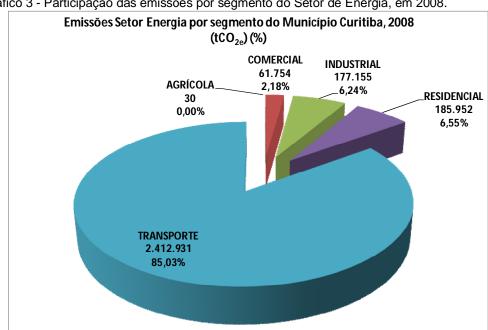


Gráfico 3 - Participação das emissões por segmento do Setor de Energia, em 2008.

De acordo com o Gráfico 3, as emissões provenientes dos Transportes são as de maior participação no Setor de Queima de Combustíveis, correspondendo a 85,03% do total de emissões do Setor. Em seguida estão as emissões do segmento Residencial, com 6,55%, e as do segmento Industrial, com 6,24%. As emissões dos segmentos Comercial e Agrícola são as de menores emissões, sendo a última pouco significativa, com apenas 30tCO₂. Dessa forma, identifica-se a área de Transportes como a de maior relevância e de potencialidade para redução de emissões de CO_{2eq}.





4.2 Emissões da Produção, Geração, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica

O inventário contabilizará as emissões de CO₂ oriundas do consumo de derivados de petróleo e gás natural para geração de Energia Elétrica. Esses energéticos são utilizados em diferentes setores da economia com a finalidade de gerar eletricidade, calor (processos industriais e residências), força motriz (transportes) e matéria prima. Os dados sobre vendas de derivados de petróleo utilizados no inventário de emissões são provenientes da Superintendência de Abastecimento da Agência Nacional de Petróleo (ANP) e de gás natural da Companhia de Gás do Paraná, além de outros dados fornecidos pela COPEL.

As diferentes maneiras do uso da energia estão separadas da seguinte forma:

- Os consumos das indústrias serão agregados em um único setor industrial, discriminando-se os consumos relativos aos processos produtivos e transportes;
- Os consumos de óleo diesel e gasolina pelas entidades públicas e privadas, posto de revenda, uso próprio e outros serão alocados no setor de transporte.

As emissões relativas ao consumo de energia elétrica podem ser contabilizadas em três grupos de dados:

- As emissões provenientes do consumo de eletricidade produzida dentro do município;
- As emissões provenientes do consumo de eletricidade importada de outros municípios;
- Autoprodutores, PCHs, etc.

A energia elétrica que emite CO₂ pode ser gerada a partir da queima de gás natural e óleo diesel em unidades autoprodutoras instaladas em indústrias, hospitais, entre outros. As emissões decorrentes da produção dessa energia foram contabilizadas a partir dos dados de vendas de





combustíveis para a geração de energia elétrica fornecidas pela ANP e associação dos postos de combustíveis. O consumo de energia elétrica importada será calculado fazendo-se a diferença do consumo total de energia pelos produtores.

As emissões associadas ao consumo de energia elétrica no município de Curitiba foram calculadas com base apenas no consumo de eletricidade produzida fora de Curitiba, tendo em vista que toda a eletricidade consumida dentro da cidade é produzida fora dela. Parte da eletricidade consumida em Curitiba vem da Usina Hidrelétrica Chaminé, situada no município de São José dos Pinhais; outra parte vem da Usina Hidrelétrica Guaricana, localizada no município de Guaratuba, e o restante da energia utilizada para abastecer Curitiba é originada na Usina Hidrelétrica Parigot de Souza, que fica no município de Antonina.

4.2.1 Consumo de Energia em Curitiba

A metodologia utilizada para calcular as emissões a partir do consumo de energia elétrica é baseada no escopo do IPCC -1996, adaptando apenas o fator de emissão do sistema interligado nacional com base nos anos usados como base, disponíveis no site do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT).

É importante destacar que a matriz energética brasileira possui forte variação sazonal em seus Fatores de Emissões (FE), em função da disponibilidade hídrica dos reservatórios e demandas especificas de complementação de outras fontes para suprir a demanda nacional desde energia. Desse modo, para cada mês e ano especifico, existem fatores específicos que devem ser levados em consideração para o cálculo das emissões em função da composição da matriz energética naquele ano.

De posse dos fatores de emissão específicos, o próximo passo foi a introdução dos valores do consumo de energia elétrica fornecidos pela COPEL.





4.2.2 Levantamento e Consultas de dados do Consumo de Energia Elétrica em Curitiba

Para o levantamento dos dados em relação ao consumo de energia elétrica, foi realizada uma pesquisa dentro da companhia elétrica que abastece a cidade de Curitiba (COPEL) que disponibilizou as informações apresentadas na Tabela 12, sendo consumo de energia elétrica de Curitiba, entre os anos de 2005 e 2008, para os setores.

Tabela 12 - Consumo de energia elétrica em Curitiba, por setor, em MW/h.

	CONSUMO POR SETOR (MW/h)										
Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Poder Público	Iluminação Pública	Serviço Público	Próprio	TOTAL		
2005	1.226.840	880.485	1.056.421	407	129.104	92.190	105.698	8.542	3.499.687		
2006	1.260.222	904.661	1.100.460	321	29.139	92.982	103.932	9.973	3.601.690		
2007	1.333.598	903.992	1.169.776	351	132.746	95.580	102.230	9.658	3.747.931		
2008	1.396.266	948.820	1.240.908	306	140.717	98.082	100.678	9.732	3.935.509		

Fonte: COPEL (2010).

Na Tabela 12 acima pode ser observado um consumo no setor rural embora o município de Curitiba fique localizado apenas em perímetro urbano. Esse fato pode ser explicado através da metodologia seguida pela Copel, a qual segue a Resolução ANEEL referente à classificação de setores, que informa o seguinte:

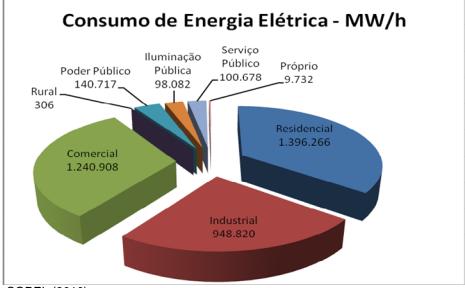
"A classe rural caracteriza-se pelo fornecimento à unidade consumidora que desenvolva atividade relativa à agropecuária, incluindo o beneficiamento ou a conservação dos produtos agrícolas oriundos da mesma propriedade, sujeita à comprovação perante a distribuidora, considerando-se as seguintes subclasses: agropecuária rural, agropecuária urbana, rural residencial, cooperativa de eletrificação rural".

Os Gráficos 4 e 5 a seguir mostram o consumo de energia elétrica dentro do município de Curitiba, segregado por setor, em MW/h e porcentagem, respectivamente.



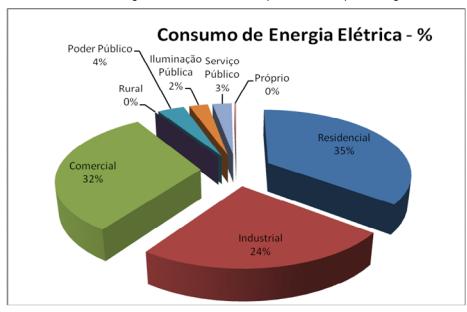


Gráfico 4 - Consumo de energia elétrica em Curitiba, por setor, em MW/h.



Fonte: COPEL (2010).

Gráfico 5 - Consumo de energia elétrica em Curitiba, por setor, em porcentagem.



Fonte: COPEL (2010).

4.2.3 Resultado das emissões de GEE a partir do Consumo de Energia Elétrica para Curitiba

O fator de emissão da rede interligada foi considerado, para o ano base, conforme podem ser observados na Tabela 13.





Tabela 13 - Fatores de emissão médios anuais, conforme a rede interligada Brasileira.

Ano Base	Fator de emissão
2006	0,0323
2007	0,0293
2008	0,0484

Fonte: MCT (2010).

Foram realizados os cálculos de emissão de dióxido de carbono (CO₂) no município de Curitiba para os anos de 2006, 2007 e 2008, a partir do consumo de energia elétrica, conforme pode ser observado na Tabela 14.

Tabela 14 - Emissão de CO₂ em Curitiba, pelo consumo de energia elétrica, em toneladas.

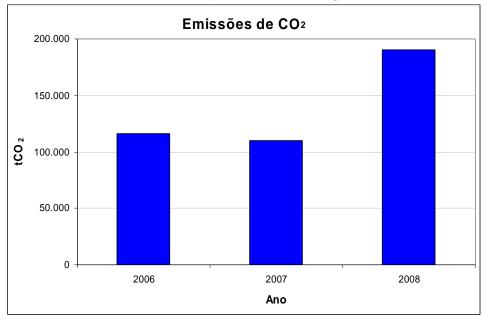
	EMISSÃO DE CO ₂ (t)										
Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Poder Público	Iluminação Pública	Serviço Público	Próprio	TOTAL		
2006	40.705	29.221	35.545	10	4.171	3.003	3.357	322	116.335		
2007	39.074	26.487	34.274	10	3.889	2.800	2.995	283	109.814		
2008	67.579	45.923	60.060	15	6.811	4.747	4.873	471	190.479		

Analisando-se a Tabela 14, pode-se identificar um aumento progressivo do consumo de energia. Entretanto, cabe ressaltar novamente que a matriz energética brasileira principalmente em energia hidráulica, está sujeita a uma forte variação sazonal em seus Fatores de Emissões (FE), ficando condicionados à disponibilidade hídrica dos reservatórios e seu respectivo despacho. No caso de um consumo sazonal de eletricidade, essa oscilação pode levar a importantes diferenças no total de emissões associadas a esse uso. Ainda pode-se observar que a maior emissão foi no ano de 2008 (Vide Gráfico 6). Este fato deve-se ao fator de emissão ser maior no ano de 2008.





Gráfico 6 - Emissão de CO₂ em Curitiba pelo consumo de energia elétrica, entre 2006 e 2008.



No inventário em questão, o Capítulo referente a Energia não contemplará as emissões derivadas da queima de combustíveis não fósseis (lenha, carvão vegetal e resíduos florestais e agrários).

Fontes de Consulta do Setor de Energia:

- ✓ ANP Agência Nacional de Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível:
- ✓ COMPAGAS Companhia Paranaense de Gás;
- ✓ COPEL Companhia Paranaense de Energia;
- ✓ DENATRAN Departamento Nacional de Trânsito;
- ✓ SINDI Combustíveis Associação de Combustível do Paraná;
- ✓ ELETROSUL Regional de Manutenção do Paraná RMPR;
- ✓ SMMA Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba;
- ✓ URBS Urbanização de Curitiba S/A-Rodoviária;
- ✓ IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.





4.3 Resultados Totais para o Setor Energia

As emissões provenientes do Setor de Energia contemplaram as emissões dos transportes - combustíveis fósseis e não fósseis e o consumo de energia elétrica. O setor de energia obteve uma emissão total de 3.028.301 tCO₂ para o ano de 2008, sendo 2.837.822 tCO₂ provenientes dos combustíveis e 190.479 tCO₂ para o consumo de energia elétrica. Abaixo no gráfico 7 estão apresentadas as emissões do Setor de Energia no ano de 2008.

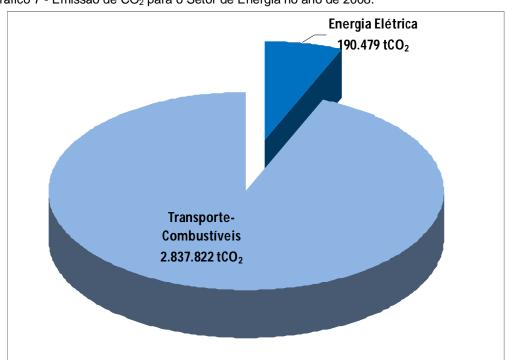


Gráfico 7 - Emissão de CO₂ para o Setor de Energia no ano de 2008.





5. SETOR AGRICULTURA, FLORESTAS E OUTROS USOS DO SOLO – AFOLU

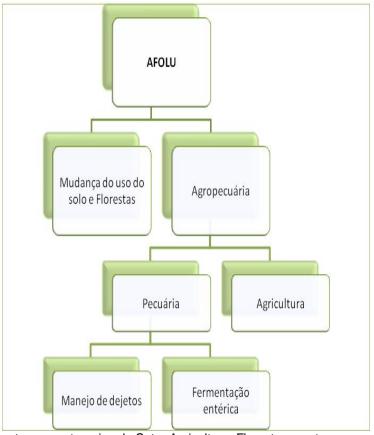


Figura 3 – Subsetores e categorias do Setor Agricultura, Florestas e outros usos do solo.

5.1 Subsetor Mudança do uso do solo e florestas

Os principais Gases de Efeito Estufa relacionados às mudanças de uso do solo e florestas são o dióxido de carbono (CO_2), o óxido nitroso (N_2O) e metano (CH_4).

As florestas naturais sempre foram e continuam sendo recursos naturais essenciais para todas as sociedades, com importância primordial para proporcionar serviços e produtos imprescindíveis para o bem-estar da população. Hoje também são vistas como um atenuador para o problema do aquecimento global, devido ao fato das florestas funcionarem como grandes





sumidouros de carbono, quando da realização da assimilação do mesmo por meio da fotossíntese.

As formações florestais são consideradas reservatórios vivos de carbono, e estão sujeitas às reduções de estoque ocasionadas, principalmente, por diferentes tipos de intervenções antrópicas, como: desmatamento e degradação florestal.

5.1.1 Metodologia para o Setor Mudança do uso do solo e florestas

A metodologia adotada para o setor de Mudança de Uso do Solo e Florestas foi recomendada pelo Guia de Boas Práticas para Inventários Nacionais de GEE, do IPCC, do ano de 1996, versão revisada. Conforme tal metodologia, pode-se chegar a diferentes níveis de detalhamento na geração da informação, dentre os quais o uso de valores referências de literatura ou até mesmo de medições efetivas em campo, situação esta mais demorada e custosa. Assim, uma vez que existem trabalhos referenciais para o município de Curitiba que abordam as principais variáveis de interesse para a avaliação deste setor, optou-se pela adoção dos mesmos, ou seja, a primeira abordagem do IPCC.

Para computar as mudanças nas áreas florestais, foi necessário partir de áreas florestais mapeadas para o município de Curitiba, para o ano de 2000, projetando as alterações em áreas por classe tipológica até o ano de 2008, base para este inventário de emissões, aplicando-se o fator de supressão de vegetação florestal citado.

Em seguida, com base nas informações disponíveis do trabalho desenvolvido pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba em parceria com a SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental, que reporta a capacidade das tipologias em fixar carbono, foi possível relacionar a perda em área florestais com a emissão de carbono decorrente destas.





5.1.2 Levantamento de dados para o Setor Mudança do uso do solo e florestas

Para o levantamento do uso do solo foram utilizadas 288 ortofotos digitais do ano 2000, distribuídas na base cartográfica digital do município de Curitiba.

De posse das ortofotos digitais georreferenciadas, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente do município de Curitiba utilizou o software ArcView 3.2 (ESRI) e a base cartográfica digital do Município de Curitiba para construir os contornos dos maciços vegetais em escala 1:2.000. Para esse mapeamento, a área mínima de vegetação foi de 100 metros quadrados.

A tipologia adotada pela SMMA, para a classificação dos maciços florestais, foi:

- a) Mata nativa com araucária áreas com grande densidade de *Araucaria angustifolia*, independentemente do tipo de sub-bosque (explorado, inexistente ou fechado);
- b) Mata nativa sem araucária vegetação nativa constituída principalmente de árvores de grande porte, podendo inclusive conter alguns exemplares de *Araucaria angustifolia*, desde que não em abundância e frequência significativas;
- c) Mata secundária em regeneração (capoeira) área com vegetação de porte inferior, principalmente em altura, ao do tipo mata nativa. Pode conter, porém, algumas poucas árvores de grande porte e/ou *Araucaria* angustifolia.
- d) Bracatingal área com grande densidade de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.):
- e) Reflorestamento áreas evidenciando plantio regular e espaçado de árvores e que são facilmente diferenciadas das demais áreas verdes;
 - f) Mata ciliar área que circunda rios e fundos de vale.

Para retratar as mudanças de uso do solo em áreas florestais, adotouse a taxa histórica média de supressão de vegetação nativa no município de Curitiba, divulgada pelo monitoramento do desmatamento nos Biomas Brasileiros por satélite, desenvolvido pela cooperação técnica entre o





Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). O referido trabalho foi desenvolvido para o Bioma Mata Atlântica, para o período entre 2002 a 2008, e foi publicado em dezembro de 2010. A taxa anual de supressão de vegetação florestal neste período, para o município de Curitiba, foi de 0,33% (MMA/Ibama, 2010).

No cálculo de emissões referentes a 2008 para o tema Mudanças no Uso do Solo e Florestas foram consideradas apenas as mudanças ocorridas nas áreas florestais, não sendo levadas em conta as alterações decorrentes do crescimento, ingresso e mortalidade (dinâmica) das florestas.

Para o cálculo das emissões de CO₂ provocadas pela supressão de áreas de vegetação florestal, foram empregadas as informações referentes aos estoques de carbono das tipologias florestais, estratificadas de acordo com o trabalho do Programa de avaliação e quantificação do potencial de absorção de carbono por florestas nativas em Curitiba. O programa citado foi desenvolvido pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba em parceria com a SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. Os estoques de carbono na vegetação florestal correspondem ao ano de 2009 e foram disponibilizados para a equipe técnica deste inventário, a qual empregou os dados para fins de cálculo das emissões decorrentes da redução da cobertura florestal no município correspondente ao ano de 2008.

5.1.3 Resultados para o Setor Mudança do uso do solo e florestas

As áreas florestais ocupadas pelas tipologias utilizadas no mapeamento da SMMA, do ano de 2000, estão apresentadas na figura 4. Percebe-se que para o ano de 2000, a área florestal estimada era de 7.285,20 hectares, sendo que grande parte da mesma era ocupada pela classe mata nativa com araucária (70,37%). A classe mata nativa sem araucária representava 13,66% da área de vegetação florestal e a classe mata secundária em regeneração representava 3,49%. As áreas com bracatingais correspondiam a 2,85%,





reflorestamentos tinham 6,87% e as áreas de mata ciliares correspondiam a 2,75%.

A tabela 15 apresenta o resultado para o setor de Mudança do Uso do Solo e Florestas. Aplicando-se a taxa histórica média de supressão de vegetação florestal foi possível projetar a mudança em área do ano de 2000 para o ano de 2008, resultando numa mudança em área de 7.285,20 hectares para o ano de 2000, passando para 7.253,20 hectares em 2008. Assim, a supressão florestal para este período foi de 31,99 hectares.

Com base nestes valores e, de acordo com a capacidade dos estoques de cada tipologia em fixar carbono (SPVS, 2009), foi possível projetar a mudança nos estoques de carbono, os quais foram convertidos para dióxido de carbono equivalente.

Para o ano de 2000 foi estimado um estoque de 1.183.243,5 t C e para o ano de 2008 (ano base) o estoque foi estimado em 1.178.047,2 t C. A mudança, portanto, neste período (2000-2008) foi estimada em 5.196,3 t C/8 anos. Isto corresponde a uma mudança anual de 649,54 t C, representada por uma perda em área de 3,99 hectares/ano. A partir dessa estimativa transformou-se a referida perda de estoque de carbono em CO_{2e}, chegando-se a uma mudança anual da ordem de 2.381,64 t CO_{2e} para o ano de 2008, que corresponde às emissões pela supressão florestal no referido ano.

Tabela 15 - Resultado para o setor de mudança do uso do solo e florestas.

Tipologia	Área Existente em 2000 (ha)	Área Existente em 2008 (ha)	t C 2000	t C 2008
Mata nativa com araucária	5.126,55	5.104,04	862.798,7	859.009,7
Mata Nativa sem Araucária	995,40	991,03	167.525,8	166.790,1
Mata secundária em regeneração	254,30	253,18	24.870,1	24.760,9
Bracatingal	207,69	206,78	11.692,9	11.641,5
Reflorestamento	500,79	498,59	100.158,0	99.718,1
Mata Ciliar	200,47	199,59	16.198,0	16.126,9
Total	7.285,20	7.253,20	1.183.243,5	1.178.047,2
Diferença (2000-2008)	-31,99 hectares		-5.196,3 t C	
Diferença Anual	-3,99 hectares/ano		3,99 hectares/ano -649,54 t C/ano	
Emissão em CO _{2e} em 2008	2.381,64 t CO _{2e}			



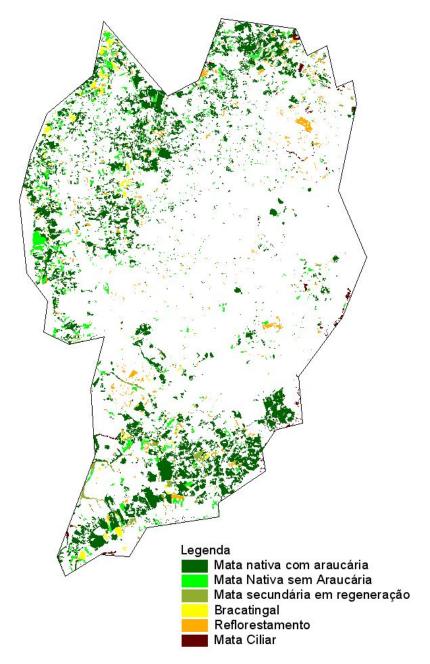


Figura 4 – Resultado da vegetação florestal para o ano de 2000. Fonte: SMMA (2000)

Fontes de Consulta para Mudanças do Uso do Solo e Florestas:

- ✓ IPPUC Instituto de Pesquisa Planejamento Urbano de Curitiba;
- ✓ Universidade Federal do Paraná Curso de Engenharia Florestal,
 Laboratório de Inventário Florestal;





- ✓ FUPEF Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná;
- ✓ EMBRAPA Florestas Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;
- ✓ COHAPAR Companhia de Habitação do Paraná;
- ✓ SMMA Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba;
- ✓ SPVS Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental.

5.2 Subsetor Agropecuária

No setor agropecuário diferentes são os processos que resultam em emissões de gases de efeito estufa. Um destes processos é a fermentação entérica dos animais ruminantes herbívora, sendo essa uma das maiores fontes de emissão de metano (CH₄). Ainda podem-se citar os sistemas de manejo de dejetos de animais, os quais podem causar emissões de CH₄ e N₂O.

A produção de metano é parte do processo digestivo normal dos herbívoros ruminantes e ocorre em seu pré-estômago (rúmen). O metano proveniente da fermentação entérica é produzido em herbívoros como subproduto do processo digestivo, através da qual os carboidratos são quebrados pelos micro-organismos em moléculas simples para absorção pelo fluxo de sangue. Os animais ruminantes (por exemplo, bovinos, ovinos) e alguns não ruminantes (por exemplo, porcos, cavalos) produzem metano, apesar dos ruminantes serem a maior fonte (IPCC, 1996).

A intensidade da emissão de metano depende do tipo de animal, da quantidade e do grau de digestibilidade da massa digerida e do esforço a que se submete o animal. A emissão de gases em forma de metano varia entre 4% a 9% da energia bruta do alimento ingerido, em média 6% (MCT, 2006).

As categorias de animais considerados pela metodologia do IPCC incluem: animais ruminantes (gado de leite, gado de corte, búfalos, ovelhas, cabras), animais pseudoruminantes (cavalos, mulas, asnos), animais monogástricos (suínos) e aves, estas incluídas apenas no tema de manejo de dejetos animais (IPCC, 1996).





Já no que se refere ao manejo de dejetos, quando o material orgânico dos dejetos animais é decomposto sob condições anaeróbicas, bactérias metanogênicas podem produzir quantidades consideráveis de metano. Essas condições são favorecidas quando os dejetos são estocados na forma líquida (em lagoas, charcos e tanques). O potencial dos dejetos animais para produzir metano pode ser expresso em termos do metano gerado por kg de sólidos voláteis (SV) de material residual (US-EPA, 1990 apud MCT, 2006).

Já as emissões da agricultura decorrem da aplicação de fertilizantes nitrogenados nos solos agrícolas, tanto de origem sintética quanto orgânica, e da deposição de dejetos de animais em pastagens. Os resíduos vegetais deixados no campo, fonte de nitrogênio, e o processo de fixação biológica desse elemento são fontes de emissão de óxido nitroso (N₂O). O aumento das adições de fertilizantes nitrogenados sintéticos aos solos agrícolas tem sido indicado como principal responsável pela crescente emissão de óxido nitroso para a atmosfera.

5.2.1 Levantamento para o Subsetor Agropecuária

O setor da agricultura e da pecuária foi avaliado a partir das informações provenientes do IBGE (2009), da Produção da Pecuária Municipal 2008 e do IBGE (2010) da Produção Agrícola Municipal de 2009.

5.2.2 Metodologia para o Subsetor Agropecuária

Para fins de agricultura e pecuária a metodologia utilizada foi de acordo com o IPCC -1996: abordagem *Top-down*.

Para a pecuária, foi o procedimento para a estimativa das emissões originadas nos processos de fermentação entérica, segundo o *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual* (IPCC, 1996). Em linhas gerais, as emissões são calculadas mediante a aplicação de um fator de emissão para o número de animais de cada tipo de gado no país para produzir um total de fermentação entérica (IPCC, 1996).





Já no que se refere ao manejo de dejetos, a mesma metodologia de base é utilizada para estimar as emissões a partir de manejo de dejetos. Nessa área, os fatores de emissão padrão são fornecidos pela região e por três regimes climáticos diferentes. A simples multiplicação das populações por fatores de emissão produz estimativas de emissões (IPCC, 1996).

A metodologia utilizada para o presente inventário e setor é referente ao guia do IPCC -1996, porém optou-se por utilizar no subsetor os fatores de emissão por categoria de rebanho o guia IPCC -2006, visto que são dados mais recentes e condizem mais com a realidade atual; considerando ainda que o cálculo é o mesmo para o IPCC nos dois anos, porém os fatores de emissão diferem. Assim, de acordo com o IPCC (2006), estão apresentados na Tabela 16. As quantidades levantadas para o setor de pecuária estão apresentadas na Tabela 17.

Tabela 16 – Fatores de emissão para o subsetor de pecuária.

Categoria de rebanho	Fator de emissão da fermentação entérica	Fator de emissão da fermentação entérica	Fator de emissão para o manejo de dejetos
	kg CH₄/cabeça/ano	kg CH₄/cabeça/ano	kg CH₄/cabeça/ano
Tipo T	FE (T) Default	FE (T) Calculado	EF (T)
Gado de leite	63	65	1,00
Gado de corte	56	55	1,00
Bubalinos	55	n.a	1,00
Ovinos	5	n.a	0,15
Caprinos	5	n.a	0,17
Equinos	18	n.a	1,64
Mulas e jumentos	10	n.a	0,90
Suínos	1	n.a	1,00
Aves	n.a	n.a	0,02
Outros	n.a	n.a	1,00

Fonte: IPCC (2006).





Tabela 17 – Números de rebanhos no ano de 2008 para o município de Curitiba.

Animais	Unidades
Bovino	1.092
Equino	432
Suíno	332
Caprino	13
Ovino	164
Galos, frangos	3.325
Galinhas	2.137
Codornas	90

Fonte: IBGE (2008).

Por se tratar de um município situado em zona urbana, as áreas utilizadas para atividades agrícolas dentro do município de Curitiba são pequenas. Os dados provenientes desse subsetor estão apresentados nas Tabelas 18 e 19.

Tabela 18 – Agricultura temporária no município de Curitiba no ano de 2008.

	Variável			
Lavoura temporária	Área plantada (Hectares)	Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida	
Feijão (em grão) (Toneladas)	6	6	9	
Mandioca (Toneladas)	2	2	27	
Milho (em grão) (Toneladas)	70	70	382	
Total	78	78	-	

Fonte: IBGE (2008).

Tabela 19 – Agricultura permanente no município de Curitiba no ano de 2008.

Lavoura	Variável			
permanente		Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida	
Uva (Toneladas)	5	5	49	

Fonte: IBGE (2008).

5.2.3 Resultados para o Subsetor de Agropecuária

Como já citado, o município de Curitiba não apresenta muitas áreas destinadas à atividade agrícola e a atividade pecuária é pouco desenvolvida. Assim, as emissões provenientes do setor agropecuário apresentaram uma emissão relativamente baixa.

Na Tabela 20 estão apresentadas as emissões provenientes da pecuária, já na Tabela 21 podem ser observadas as emissões da agricultura.





Tabela 20 – Emissões provenientes da pecuária no ano de 2008.

Animais	Fermentação Entérica		Manejo Dejetos	
Allillais	t CH₄ /ano	t CO _{2eq} /ano	t CH₄ /ano	t CO _{2eq} /ano
Bovino	61,2	1284,2	1,09	22,93
Equino	7,8	163,3	0,71	14,88
Suíno	0,3	7,0	0,33	6,97
Caprino	0,1	1,4	0,00	0,05
Ovino	0,8	17,2	0,02	0,52
Galos, frangos	0,0	0,0	0,07	1,40
Galinhas	0,0	0,0	0,04	0,90
Codornas	0,0	0,0	0,00	0,04
TOTAL	70,10	1.473,00	2,30	47,70
Total t CO _{2eq} /ano	1.520,70 t CO _{2eq} /ano			
Total t CH₄ /ano	72,40 t CH ₄ /ano			

Tabela 21 – Emissões provenientes da agricultura no ano de 2008.

Área Agrícola (hectares)	Fertilizantes aplicados na Agricultura (kg N)	Fator de Emissão (kg N₂O/kg N)	Emissão direta do Solo (t N₂O/ano)	Emissão direta do Solo (t CO _{2eq} /ano)
78	8.580	0,01	0,086	26,60

Conforme apresentado na Tabela 20 acima, as emissões provenientes da fermentação entérica foram de $1.473,00~tCO_{2eq}$ no ano de 2008~e para o manejo de dejetos foram $47,70~tCO_{2eq}$, resultando num total de $1.520,70~tCO_{2eq}$ para a pecuária no ano de referência de 2008.

Já no que se refere às emissões da agricultura foram contabilizadas apenas as emissões da agricultura temporária, desconsiderando a permanente devido às poucas culturas realizadas durante o ano. Como pode se observar na Tabela 21, as emissões da agricultura resultaram num valor de 26,60 tCO_{2eq} no ano de 2008. A agropecuária totalizou uma emissão de 1.547,30 tCO_{2eq} para o ano de 2008.

5 Resultados para o Setor AFOLU

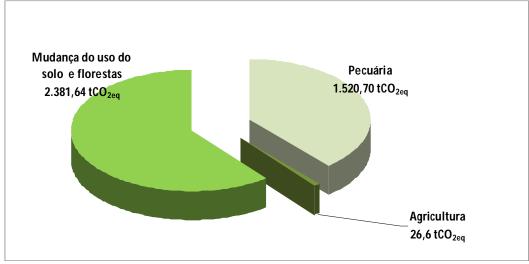
O Setor AFOLU apresentou uma emissão total de $3.928,94~tCO_{2eq}$, sendo que desta somatória 2.381,64~são provenientes da Mudança do uso do solo e florestas, já a pecuária apresentou uma emissão de $1.520,70~t~CO_{2eq}$ e a





agricultura teve uma contribuição de 26,6 t CO_{2eq}. No Gráfico 8 são apresentadas as emissões por categorias.

Gráfico 8 - Emissão de CO_{2eq} para o Setor AFOLU no ano de 2008.



Fontes de Consulta para o Setor Agropecuário:

- ✓ IPPUC Instituto de Pesquisa Planejamento Urbano de Curitiba;
- ✓ IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- ✓ SMMA Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba;
- ✓ SEMA Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Paraná;
- ✓ ASERMA Associação de Servidores Ministério da Agricultura;
- ✓ SEAB Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná.





6. SETOR RESÍDUOS

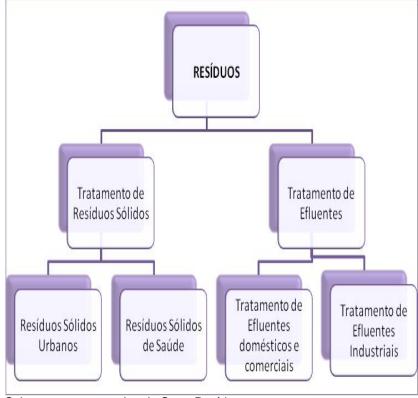


Figura 5 – Subsetores e categorias do Setor Resíduos.

6.1 Subsetor Tratamento de Resíduos Sólidos

O município de Curitiba possuía um aterro sanitário municipal, conhecido como Aterro da Cachimba, inaugurado em 1989 e desativado no final de outubro de 2010. O aterro recebia, em 2008, a deposição de resíduos de 16 municípios da Região Metropolitana, sendo estes: Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Contenda, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais, Mandirituba, Quatro Barras, Bocaiúva do Sul e Quitandinha.

A área total do aterro sanitário é de 1.015.000 m², sendo que a área destinada à disposição de lixo é de 457.000 m² e está localizado nas coordenadas 25°37'10.50"S e 49°20'14.35"O. A estimativa da produção *per capta* média de lixo era de 0,54 kg/hab/dia nos anos de 1988 a 2008, onde sua





abrangência variável do sistema de coleta varia de 75 a 90%, nos anos de 1988 a 2010 (SMMA, 2006).

Na Figura 6 está apresentada uma imagem do *Google Earth* com uma vista do Aterro Sanitário Municipal de Curitiba.

Figura 6 - Vista aérea do aterro sanitário municipal de Curitiba que recebia os resíduos da cidade de Curitiba até 2010.



Coordenada central: X 666.925 e Y 7.165.283, 22 S Fonte: *Google Earth*, 2010 (Imagem 10/10/2006).

O gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos no Município de Curitiba é parte de um contrato de prestação de serviços, do qual atualmente é detentora a empresa Cavo Serviços e Saneamento S.A. Através desse contrato, a empresa se responsabiliza, entre outros serviços, pela coleta porta à porta dos resíduos orgânicos, sendo estimado que hoje atenda a 99,7% dos domicílios do município, segundo dados da Secretaria de Meio Ambiente de Curitiba (SMMA). Para atender a população de áreas não-urbanizadas e de difícil acesso ao caminhão da coleta regular, foi criado, em 1989, o Programa Compra do Lixo, através do qual a população pode dispor seu resíduo orgânico em uma caçamba estacionária, devidamente coletada pela prefeitura (SMMA, 2010).





Figura 7 - Vista do aterro sanitário municipal de Curitiba.



Fonte: Equipe Inventário Emissões, 2010.

O município de Curitiba possui coleta de resíduos recicláveis desde 1989, denominada "Programa Lixo que não é Lixo", que visa à sensibilização da população de modo que a separação dos resíduos seja realizada de maneira mais eficiente para o melhor aproveitamento dos resíduos recicláveis e a redução do volume depositado no Aterro.

Na mesma tendência da coleta domiciliar de resíduos orgânicos, a coleta de resíduos recicláveis é realizada porta à porta pela empresa Cavo Serviços e Saneamento S.A. A coleta abrange 99,7% dos domicílios, obedece a um plano específico que estabelece os 147 setores de coleta, nos quais a frequência de coleta varia de uma a seis vezes por semana.

Os empreendimentos que geram resíduos em quantidade superior à prevista no Decreto Municipal 983/04 devem apresentar nos seus Planos de Gerenciamento, submetidos à análise da SMMA, alternativas encontradas para uma destinação adequada, segundo as tecnologias disponíveis e o mercado existente (SMMA, 2010).

Os resíduos vegetais eram destinados para a área do Parque Náutico, utilizada desde 1991 como Depósito de Resíduos Vegetais. No ano de 2004 houve a saturação da área; assim, a SMMA iniciou os trâmites para





terceirização da destinação final deste material. Então a partir de 2004 a empresa RECICLOM passou a receber e processar (triturar) o resíduo coletado na cidade (SMMA, 2010).

Em 2008, a empresa responsável pelo tratamento de resíduos vegetais coletou em média 750 m³ por dia de resíduos de podas e cortes de árvores. A destinação é realizada por um processo mecânico de estilhamento e, após, é comercializado como biomassa (RECICLOM, 2010).

Em 1994, num esforço da municipalidade em aprimorar o sistema de coleta, acondicionamento, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de saúde, de forma racional, integrada e participativa com os estabelecimentos geradores, implantou-se o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde.

A área da vala séptica, que mede em sua totalidade cerca de 92.000 m², dos quais 54.000 m² efetivamente aproveitados para a instalação das valas, está localizada no bairro Cidade Industrial de Curitiba (CIC), distante cerca de 12 km do centro de Curitiba, nas proximidades da confluência das avenidas João Bettega e Juscelino K. de Oliveira ou Contorno Sul. Essa área está situada em topo de morro de 930m de altitude e apresenta solos impermeáveis, com forte presença de argilito da formação Guabirotuba (SPINA, 2005).

Figura 8 - Imagem da vala séptica já desativada.







Fonte: Equipe Inventário Emissões, 2010.

Em 1994, com a necessidade de se reduzir o volume destinado à vala e garantir um melhor controle de contaminação, os resíduos infectantes passaram a sofrer um processo de incineração.

As empresas prestadoras de serviços de saúde de Curitiba, enquanto entidades geradoras de resíduos sólidos de saúde (RSS) ficaram responsáveis pelas fases internas dos serviços referentes: geração, segregação, acondicionamento, coleta interna, transporte interno e abrigo ou armazenamento externo dos mesmos. A fiscalização referente ao manejo ou gerenciamento interno está sob a incumbência da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar – CCIH e pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA.

Na Figura 9 está apresentada a imagem de satélite da vala séptica.





Figura 9 - Imagem aérea da vala séptica.



Fonte: Google Earth, 2010 (Imagem 10/10/2006).

Em 2004, o Município passou a exigir dos estabelecimentos geradores de RSS a apresentação de Planos de Gerenciamento de RSS - PGRSS que definissem critérios de triagem, acondicionamento, transporte e destinação final adequados. Com o fechamento da vala séptica em abril de 2005 e o fim da coleta especial, os RSS gerados no município passaram a ser transportados por cinco empresas licenciadas em Curitiba e destinados a sistemas de microondas, incineração e autoclave, todos também devidamente licenciados. Para os cálculos das emissões de resíduos de saúde foi considerada a emissão por incineração no ano de 2008.

Em relação ao resíduo da construção civil, a Prefeitura de Curitiba coleta somente volumes de até 0,5 m³ (pequenas quantidades), sendo estes encaminhados ao Aterro Sanitário Municipal. Os médios e grandes geradores devem encaminhar estes resíduos até hoje para aterros particulares licenciados (SMMA, 2010).





Além desses aterros, diferentes alternativas de destinação vêm sendo viabilizadas gradativamente. Desde o início de 2006, uma pedreira em atividade no município de São José dos Pinhais está licenciada para o recebimento desses resíduos para futuro beneficiamento ou recuperação ambiental. Além dessa pedreira, outras quatro estão em processo de licenciamento ou em fase de estudo de viabilidade (SMMA, 2006).

No ano de 2006, foi instalada em Colombo a primeira Usina de Reciclagem de RCC, já em fase de operação de recebimento destes resíduos. A SMMA, em parceria com a SMOP (Secretaria Municipal de Obras Públicas), principal gerador de RCC da PMC, em razão de suas obras de edificação, pavimentação e saneamento, está estudando ferramentas para incentivar a implementação de novas tecnologias de reciclagem no município, que possam atender à oferta existente de RCC.

6.1.1 Metodologia para o Cálculo de Emissões de Resíduos Sólidos Urbanos

Para o cálculo das emissões de metano provenientes dos resíduos sólidos urbanos do município de Curitiba, seguiu-se a metodologia proposta pelo IPCC, versão revisada (1996) e do Guia de Boas Práticas (2000) para o setor de resíduos sólidos, que calcula a emissão proveniente do Aterro Sanitário Municipal, durante um período estipulado. Utilizou-se o cálculo de decaimento de primeira ordem (Tier 2).

Em seguida, foi calculada a quantidade de resíduo aterrado (Rx) pela multiplicação da quantidade do resíduo coletado pela fração do resíduo que vai para o aterro sanitário. Também foi calculado o potencial de geração de metano, o carbono orgânico degradável e a fração de carbono orgânico que decompõe.

 Metodologia para o Cálculo de Emissões de Resíduos por Incineração





O cálculo das emissões de resíduos por incineração foi obtido com base na quantidade total de resíduos incinerados, teor de matéria seca, fração de carbono na matéria seca, fator de oxidação e fração de carbono fóssil.

6.1.2 Levantamento de dados e consultas para o Setor de Resíduos Sólidos

• Resíduos Sólidos Urbanos em Aterros Sanitários

Por meio do Departamento de Limpeza Pública da Prefeitura Municipal de Curitiba foram levantados dados de 1990 a 2008, referentes à destinação final dos resíduos sólidos domésticos e comerciais ao Aterro Sanitário Municipal de Curitiba. Esses dados foram levantados separadamente pela composição gravimétrica e foram utilizados para o cálculo das emissões através da metodologia.

O cálculo das emissões provenientes dos resíduos sólidos, segundo a metodologia do IPCC 1996, e do Guia de Boas Práticas (2000), se conduz ao levantamento de dados estatísticos, referentes a todas as variáveis que influenciam na quantificação das emissões geradas pela disposição final dos resíduos sólidos no município de Curitiba. Os anos analisados foram de 1990 a 2008, visto que a tendência das emissões geradas por um Aterro Sanitário é crescente, sendo acumulativa ano a ano. Isso implica em determinar o volume gerado de resíduos, a concentração da matéria orgânica presente e a análise gravimétrica do Aterro Sanitário presente em Curitiba.

Foi realizado um levantamento das empresas terceirizadas que recebem os resíduos produzidos.

Segundo a metodologia do IPCC-1996, o cálculo faz a multiplicação da quantidade de resíduo gerado pela fração do resíduo que é depositado ao aterro. Considerando que, no município de Curitiba, parte do resíduo coletado é destinada a outros programas de reciclagem, adotou-se pouca perda significativa, apenas os dados da quantidade de resíduos de Curitiba que foram destinados ao aterro municipal.





Tabela 22 – Quantidade de toneladas de resíduos depositados no Aterro Sanitário de Curitiba no período de 1990 a 2008.

Ano	Total de Resíduo coletado de Curitiba (toneladas)
1990	256.425,47
1991	295.665,15
1992	306.953,92
1993	327.755,99
1994	348.948,66
1995	354.445,64
1996	423.376,46
1997	443.951,83
1998	508.081,30
1999	525.784,79
2000	566.854,47
2001	575.315,01
2002	566.455,39
2003	521.184,97
2004	503.332,84
2005	446.007,96
2006	531.231,95
2007	582.764,70
2008	598.622,52

Fonte: Departamento de Limpeza Publica do município de Curitiba (2010).

Os dados de composição gravimétrica do Aterro Sanitário Municipal de Curitiba para os anos de 2005 a 2008 foram disponibilizados pela Prefeitura de Curitiba (Tabela 23). Para os anos anteriores, utilizou-se a média dos dados já existentes.

Tabela 23 – Composição gravimétrica do aterro sanitário municipal de Curitiba.

Ano	1981	2005*	2006*	2007*	2008*
DOC =	0,14	0,18	0,19	0,18	0,19
A (%)	23,2	30,09	31,12	30,49	32,64
B (%)	0,2	1,93	1,71	1,72	0,65
C (%)	30,4	38,74	38,17	38,17	40,28
D (%)	0,8	1	0,81	0,81	0,67
Fósseis	6,3	20,5	20,56	21,66	17,84
Inertes	46,4	28,3	28,2	29,31	25,77

Fonte: * Departamento de Limpeza Pública do município de Curitiba, (2010).

Sendo que:

A : Papéis e têxteis;

B : Resíduos de jardim, parque e outros putrescíveis não comida;

C: Resíduo de comida;

D: Madeira e palha.





O valor de DOC que decompõe, no caso DOCf, foi calculado utilizando como a temperatura média história para o ano de 2008, de Curitiba. O MCF foi padronizado como aterro sanitário (segundo a metodologia = 1), para os anos de 1990 a 2008, visto que a operação do Aterro Sanitário Municipal de Curitiba teve início em 1989. Para o valor de fração de metano no aterro (F), utilizou-se valores sugeridos pelo IPCC, no caso, de que o biogás ocorre em concentrações iguais a 50% de CH₄.

Incineração de Resíduos Sólidos de Saúde

Como já descrito anteriormente, os resíduos sólidos de serviço de saúde são coletados, transportados e tratados por algumas empresas devidamente licenciadas pela Prefeitura Municipal de Curitiba. As duas empresas que realizam o tratamento desses resíduos instaladas em Curitiba são CAVO e Serquip, no entanto apenas a Serquip possui incinerador, o qual tem relevância para os cálculos de emissões de gases de efeito estufa.

A CAVO possui bombonas contendo resíduos do grupo B, onde são segregados em área isolada e dotada com contenção, as quais são encaminhadas a Essencis (líquidos) e a Serquip; os resíduos encaminhados a Serquip são os resíduos destinados ao processo de incineração.

A Serquip é responsável pela incineração dos resíduos. Só são incinerados os resíduos do grupo B que são aqueles que oferecem riscos devido às características físicas, químicas e físico-químicas, sendo eles drogas, imunoterápicos ou mesmo medicamentos vencidos. Esses resíduos do grupo B obedecem à classificação previamente estabelecida pela NBR 10.004 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (RIBEIRO *et al*, 2009).

A Serquip ainda possui uma autoclave para os resíduos das classes A e E com 40% de redução do volume de RSS. Esse método de tratamento consiste na aplicação de vapor saturado sob pressão, garantindo-se condições de temperatura, pressão e tempo de exposição que proporcionam a inativação





dos microorganismos presentes. No ano de 2008, depois de esterilizados, os resíduos eram encaminhados ao Aterro Municipal de Curitiba; nos dias de hoje eles são encaminhados ao aterro da Essencis. Ainda é importante ressaltar que, na falta dos dados do ano de 2008, foram utilizados dados do ano de 2009, sendo apenas os resíduos de classe B para o cálculo de emissões de gases de efeito estufa.

O cálculo para emissões por meio da incineração foi baseado no capítulo 5.1 da metodologia do IPCC 2006. Segundo o IPCC (2006), as emissões provenientes da incineração de resíduos sem recuperação de energia são relatadas no setor dos resíduos, enquanto as emissões de incineração com recuperação de energia são relatadas no Setor de Energia, ambos com uma distinção entre fósseis e dióxido de carbono biogênico (CO₂).

Para definição metodológica foi utilizado o Tier 1, o qual é utilizado quando as emissões de CO₂ são provenientes da incineração e não queimados a céu aberto.

Fontes consultadas:

- ✓ SMMA Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba;
- ✓ SEMA Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Paraná;
- ✓ CAVO Gestão Ambiental Tratamento de resíduos:
- ✓ ESSENCIS Soluções Ambientais Tratamento de resíduos;
- ✓ SERQUIP Tratamento de resíduos.
- ✓ SIMEPAR Sistema Meteorológico do Paraná.

6.1.3 Resultados do Subsetor de Resíduos Sólidos

Resíduos Sólidos Urbanos

Para os anos em análise, os resultados do setor de resíduos sólidos urbanos estão descritos na Tabela 24, em tonelada de CH₄ e CO₂ equivalente, para as emissões provenientes dos resíduos gerados em Curitiba. É válido ressaltar que a emissão proveniente dos resíduos destinados pela Região





Metropolitana de Curitiba ao Aterro Sanitário Municipal não estão sendo contabilizados neste relatório, pois adotou-se o princípio da "Fronteira de responsabilidade", onde é de responsabilidade de cada município a geração, destinação e emissão de seus resíduos gerados.

Observa-se, a partir da Tabela 24, um aumento gradativo e uma diferença significativa das emissões do município de Curitiba. Para o ano de 1990 tem-se uma diferença pequena, de 1.049,89 toneladas de CH₄, e já em 2008 tem-se uma diferença de 19.826,64 toneladas de CH₄. Essa diferença gradativa deve-se ao fato de uma maior quantidade de lixo depositada no aterro, devido ao aumento populacional, e considerando que a emissão é acumulativa ano após ano.

Com o crescimento populacional e o intenso processo de urbanização das cidades, aliado a um maior consumo, tem-se como consequência uma maior produção de lixo que vai para os aterros, aumentando consideravelmente as emissões dos aterros sanitários. Conforme resultados apresentados na Tabela 24 e no Gráfico 9, a tendência de emissões para o setor de resíduos sólidos urbanos é crescente, com uma emissão de 416.359,40 toneladas CO_{2eq} em 2008. Isto se deve ao fato da disposição dos resíduos no aterro ser acumulativa, e a degradação do material ser feita gradativamente, dependendo também da composição dos resíduos destinados ao aterro. Outra variável que influencia no aumento das emissões é o crescimento populacional já que para o município de Curitiba, a população nos anos analisados teve um aumento considerável.



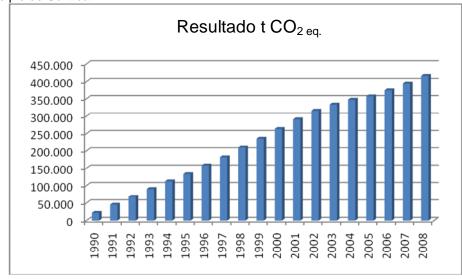


Tabela 24 - Resultados obtidos para a estimativa de emissão em toneladas de CH_4 e CO_2 equivalente para o setor de resíduos sólidos nos anos de 1990 a 2008 somente do município de Curitiba.

Ano	Emissão (toneladas CH₄)	Emissão (toneladas CO₂eq <u>.</u>)
1990	1.049,89	22.047,79
1991	2.170,09	45.571,84
1992	3.240,09	68.041,82
1993	4.303,16	90.366,42
1994	5.360,51	112.570,75
1995	6.350,28	133.355,81
1996	7.537,08	158.278,68
1997	8.666,22	181.990,55
1998	9.982,35	209.629,30
1999	11.229,97	235.829,33
2000	12.559,88	263.757,47
2001	13.863,16	291.126,28
2002	15.044,67	315.938,17
2003	15.886,67	333.620,03
2004	16.551,61	347.583,79
2005	17.007,65	357.160,73
2006	17.825,43	374.334,03
2007	18.794,15	394.677,16
2008	19.826,64	416.359,40

O Gráfico 9 representa graficamente a distribuição de emissões do tratamento de resíduos sólidos ano a ano.

Gráfico 9 - Emissões de gases de efeito estufa para o tratamento de resíduos sólidos para o município de Curitiba.





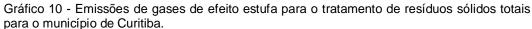


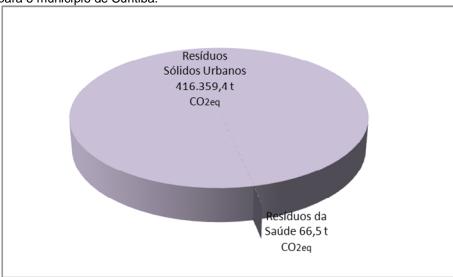
Resíduos Sólidos de Saúde

As emissões dos resíduos de saúde são provenientes da incineração. A estimativa das emissões para os resíduos de saúde foi de 66, 5 t de CO_2 para o ano de 2008.

Resultado para o Subsetor de Tratamento de Resíduos Sólidos

As emissões do subsetor resíduos sólidos urbanos foi de 416.425,90 t CO_{2eq} no ano de 2008, sendo 66,5 t de CO_{2eq} para os resíduos sólidos de saúde e 416.359,40 t CO_{2eq} para os resíduos sólidos urbanos (Gráfico 10).





6.2 Subsetor Tratamento de Efluentes Domésticos, Comerciais e Industriais de Curitiba

Segundo a classificação sugerida pelo IPCC (2006), os efluentes dividem-se em sua origem em duas classes: esgotos domésticos (estes incluem efluentes comerciais) e efluentes industriais. Os primeiros são





constituídos essencialmente de despejos domésticos, uma parcela de águas pluviais, outra de águas de infiltração e, eventualmente, uma parcela não significativa de despejos industriais, tendo características bem definidas (VIEL, 1994).

O tratamento de efluentes no Paraná é realizado pela Empresa de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e o nível de atendimento de coleta de esgoto para o Estado do Paraná é de 61,75%. Já no que se refere ao tratamento de Curitiba, encontra-se em torno de 90%, onde todos os efluentes comerciais e domiciliares coletados são tratados, predominantemente por processos anaeróbios. Existem regiões que são atendidas por rede de coleta de esgoto, entretanto, algumas casas estão ligadas irregularmente nas redes de águas pluviais ou diretamente nos rios, causando poluição nestes corpos d'água (SANEPAR, 2009).

6.2.1 Tratamento de Efluentes Domésticos e Comerciais

O tratamento de efluentes domésticos e comerciais ocorre nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). Nas ETEs os efluentes passam por várias etapas para a sua depuração, sendo estas divididas em três principais. A primeira etapa é chamada de processo de tratamento do esgoto preliminar, no qual é removida a parte grosseira do esgoto. As próximas etapas são tratamentos secundário e terciário. O tratamento secundário acontece por meio de uma combinação de processos biológicos que resultam na biodegradação por microorganismos. O tratamento terciário consiste em purificar o efluente de agentes patogênicos e outros contaminantes.

Como já mencionado anteriormente, o Município de Curitiba tem como responsável pelo tratamento de esgoto doméstico e comercial e em alguns casos, pelos tratamentos industriais, a Sanepar, a qual forneceu os dados necessários para a realização dos cálculos.

O esgoto não coletado pela Sanepar pode ser destinado a ETEs particulares (nas aerobioses ocorre emissão de metano caso não seja





queimado o biogás), fossas ou diretamente em corpos hídricos, sem tratamento.

No Paraná, segundo Sanepar (2010), utilizam-se dois sistemas para o tratamento do esgoto coletado: o aeróbio e o anaeróbio. No processo aeróbio, utiliza-se uma aeração prolongada em fluxo orbital e é feito em estações de tratamento que promovem a decomposição do esgoto. Ao final, 98% da matéria orgânica são removidos. Para o processo anaeróbio, utiliza-se o sistema de RALF (Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado), uma tecnologia desenvolvida pela Sanepar. Com um alto índice de eficiência, esse processo não necessita de energia complementar e ainda gera gás metano. Seu grau de eficiência varia em torno de 80%. O lodo resultante dos processos de tratamento do esgoto, depois de desinfectado, pode ser utilizado como insumo agrícola. Um projeto de pesquisa nesse sentido está sendo desenvolvido pela Sanepar (SANEPAR, 2010).

Cabe ressaltar que o Município de Curitiba possui apenas cinco Estações de Tratamento de Esgoto, sendo: Estação de Tratamento de Esgoto Belém (840 l/s), Estação de Tratamento de Esgoto Atuba Sul (1.120 l/s), Estação de Tratamento de Esgoto CIC Xisto (490 l/s), Estação de Tratamento de Esgoto Santa Quitéria (440 l/s) Estação de Tratamento de Esgoto Padilha Sul (420 l/s). Porém, possui ainda um Tratamento Anaeróbico por Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado e está localizado no bairro Santa Cândida, no entanto não considerado uma ETE.

6.2.1.1 Metodologia utilizada para estimar as emissões dos efluentes domésticos e comerciais

Na coleta e tratamento de esgoto doméstico e comercial pode haver a emissão de gás carbônico (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) em diferentes etapas, dependendo do tipo de processo adotado e das condições operacionais existentes (SANEPAR, 2009).

A base do cálculo para o tratamento de efluentes foi utilizada de acordo com a metodologia Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC





de 2006, capítulo 6. Como o tratamento de efluentes é realizado pela Sanepar, e os mesmos já possuem o Inventário de emissões, utilizaremos a mesma metodologia utilizada pela Sanepar, ano base 2008. Porém, cabe ressaltar que o Inventário da Sanepar utilizou a metodologia do GHG *Protocol* (*Greenhouse Gases Protocol*), a qual é utilizada apenas para empresas coorporativas, no entanto como o GHG não apresenta orientações para o cálculo de emissões do tratamento de efluentes, a Sanepar utilizou o cálculo segundo as normas do IPCC 2006 capítulo 6, o qual foi o mesmo que seguimos.

Na Figura 10 é apresentado um resumo de fontes e seus sistemas de tratamento.

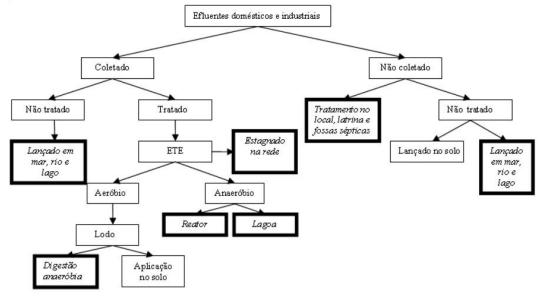


Figura 10 – Resumo das fontes de efluente e seus sistemas de tratamento.

Fonte: IPCC (1996).

Como a Sanepar possui dois tipos de tratamento de efluentes, aeróbios e anaeróbios, foram consideradas as duas emissões existentes: metano no processo anaeróbio e óxido nitroso no processo aeróbio.

O metano é um gás que provem principalmente da decomposição de resíduo orgânico e aquecimento de biomassa anaeróbica. Possui um potencial de aquecimento 21 vezes maior que o gás carbônico, por isso a importância de se tratar os efluentes corretamente (IPCC, 2006).

A formação do óxido nitroso ocorre através da degradação de compostos nitrogenados, durante os processos de nitrificação / desnitrificação,





de forma direta ou indireta. A forma direta se dá na própria estação de tratamento de esgoto, dependendo do processo adotado. A forma indireta ocorre quando do lançamento do esgoto doméstico tratado em cursos d'água, lagos ou mar (SANEPAR, 2009).

O óxido nitroso, por sua vez, é produzido durante o processo microbiano de desnitrificação, quando bactérias anaeróbicas facultativas utilizam o nitrato (NO₃-) como aceptor final de elétrons em substituição ao oxigênio (O₂).

Nos sistemas da Sanepar, a formação de óxido nitroso se dá pelas duas maneiras, sendo que a direta se caracteriza pela ocorrência de nitrificação/desnitrificação em processos aeróbios, o qual ocorre na Estação de Tratamento de Esgoto Belém, em Curitiba, e de maneira indireta, pelos processos aeróbios e anaeróbios, quando o efluente é lançado em corpo d'água (SANEPAR, 2009).

As emissões indiretas são eventualmente geradas nos corpos d'água após o processo de coleta e tratamento de esgoto doméstico e a disposição do lodo e também foram calculadas por este trabalho.

6.2.1.2 Levantamento de dados e consultas para o Setor de Tratamento de Efluentes Domésticos e Comerciais

Os dados levantados através da Sanepar, dos anos de 2005 a 2008, estão apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - População (habitantes) de Curitiba atendida pela coleta de esgoto pela SANEPAR

ANO	POP. URBANA	POP. ATENDIDA	%
2005	1.757.904	1.370.990	77,99%
2006	1.788.556	1.434.980	80,23%
2007	1.797.408	1.492.188	83,02%
2008	1.828.092	1.623.282	88,80%

Fonte: SANEPAR (2010).

Na Tabela 26 estão apresentados os volumes coletados e tratados, para a população de Curitiba atendida pela SANEPAR.





Tabela 26 - Volume coletado e tratado atendidos pela SANEPAR para a população de Curitiba.

	VOL COLETADO	VOL. TRATADO	
ANO	(toneladas)	(toneladas)	%
2005	71.951.588	62.206.494	86,46
2006	73.832.992	65.263.822	88,39
2007	76.834.749	69.314.329	90,21
2008	81.725.028	75.787.303	92,73

Fonte: SANEPAR (2010).

O metano produzido é eliminado na forma gasosa ou diluído na fração líquida do esgoto tratado. De acordo com a metodologia, a parcela de metano diluída no efluente líquido pode ser desconsiderada, considerando que ocorrerá a liberação deste metano para a atmosfera apenas em condições muito particulares. Já para a fração gasosa, como não há medidores de metano nas ETEs da Sanepar, foi necessário utilizar metodologia de cálculo para determinar a quantidade emitida no tratamento de esgoto, utilizando-se a metodologia do IPCC 2006 (SANEPAR, 2009).

Como a Sanepar já realizou um inventário de emissões de gases de efeito estufa para tratamento de efluentes do Paraná, e é a única empresa de Saneamento de Curitiba, o Inventário de emissões de Curitiba irá seguir a metodologia adotada pela Sanepar. A metodologia utilizada como base de cálculos foi a do IPCC 2006. Para uma melhor descrição na aplicação do cálculo do metano emitido, foram considerados os seguintes itens de acordo com a metodologia adotada: população, carga orgânica, fator de emissão de metano por tipo de tratamento, fração de esgoto tratado, lodo gerado e metano recuperado.

Dessa forma, foi considerado que as ETEs que possuem *flare* aberto com ignição automática recuperam o metano. As ETEs sem *flare* ou com ignição manual não recuperam, conforme determina a metodologia. Nos sistemas contemplados pelo inventário para o Município de Curitiba, todas as estações de tratamento de esgoto possuem queimadores automáticos e, portanto, tiveram suas emissões de metano descontadas do total emitido (SANEPAR, 2009).

Conforme SANEPAR (2009), para o cálculo das emissões do óxido nitroso, direta e indireta, foram considerados os seguintes itens: taxa anual de





consumo de proteína, fator de emissão para cálculo indireto, fração de nitrogênio na proteína, fator de proteína não consumida, fração industrial e comercial co-alta proteína, grau de utilização das modernas plantas WWT centralizado e fator de emissão para o cálculo direto.

6.2.1.3 Resultados para o Setor de Efluentes Domésticos e Comerciais

Emissões provenientes do Metano

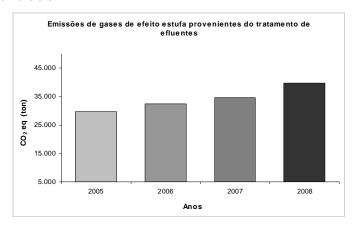
De acordo com a aplicação do cálculo do metano, obteve-se resultados para 2005, 2006, 2007 e 2008. Abaixo, na Tabela 27, estão apresentadas as emissões de metano.

Tabela 27 - Emissões de metano provenientes dos efluentes domésticos e comerciais.

Ano	2005	2006	2007	2008
Toneladas de CH₄	1.417,80	1.547	1.647	1.891
Toneladas de CO₂eq	29.773	32.494	34.580	39.703

Percebe-se que as emissões são crescentes. Isso deve-se ao fato das populações atendidas serem crescentes ano a ano. A seguir, no Gráfico 11, é apresentada a distribuição de emissões de metano ao longo do tempo. É possível observar que as emissões do tratamento de efluentes é relativamente pequena quando comparada a outros setores.

Gráfico 11 - Emissões de Gases de Efeito Estufa provenientes do tratamento de efluentes domésticos e comerciais.







Emissões provenientes do Óxido Nitroso

Foram calculadas as emissões diretas, as quais são eventualmente geradas nos corpos d'água após o processo de coleta e tratamento de esgoto doméstico e a disposição do lodo. Na Tabela 28 estão apresentadas as emissões diretas de óxido nitroso para os anos de 2005, 2006, 2007 e 2008.

Tabela 28 - Emissões diretas de óxido nitroso (N₂O).

Ano	Toneladas	Toneladas	
Allo	N ₂ O	CO _{2eq}	
2005	2,19	680,01	
2006	2,30	711,75	
2007	2,39	740,13	
2008	2,60	805,15	

As emissões indiretas são provenientes do tratamento de esgoto por processos aeróbicos. Na Tabela 29 estão apresentadas as emissões de óxido nitroso em toneladas de N_2O e toneladas CO_{2eq} para os anos de 2005 a 2008.

Tabela 29 - Emissões indiretas do óxido nitroso (N₂O).

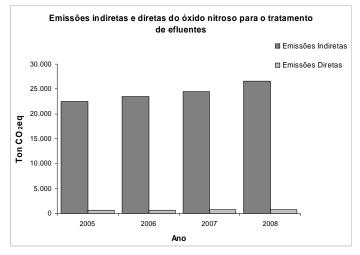
Ano	Toneladas N₂O	Toneladas CO _{2eq}	
2005	72,52	22.480,44	
2006	75,90	23.529,70	
2007	78,93	24.467,75	
2008	85,86	26.617,33	

Abaixo, no Gráfico 12, está apresentada uma comparação das emissões diretas e indiretas, ano a ano.





Gráfico 12 - Emissões diretas e indiretas do óxido nitroso.



A somatória das emissões do tratamento de efluentes totalizou uma emissão de 67.125,48 tCO_{2eq}, conforme apresentado no Gráfico 13. Apesar do óxido nitroso possuir um maior valor de potencial de aquecimento global (IPCC, 2006) comparado ao metano, as maiores emissões são provenientes do metano (CH₄). Isto deve-se ao fato das ETEs em operação possuírem em sua maioria tratamento anaeróbio de efluentes. Na tabela 30 estão apresentados somatória de emissões de óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄) e a conversão para o CO_{2eq}.

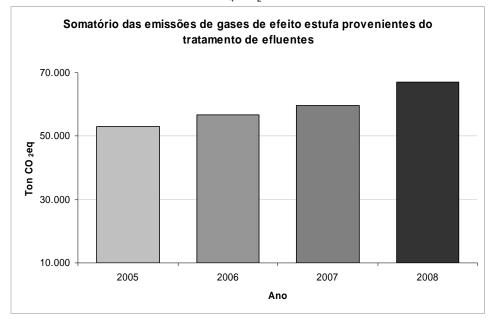
Tabela 30 - Emissões totais do óxido nitroso (N2O), metano (CH4) convertidas em CO2eq.

_	a == =================================							
	Anos	Toneladas N₂O	Toneladas de CH ₄	Toneladas de CO2 _{eq}				
	2005	74,71	1.417,80	52.933,45				
	2006	78,2	1.547,00	56.735,45				
	2007	81,32	1.647,00	59.787,88				
	2008	88.46	1.891.00	67.125.48				





Gráfico 13 - Somatório das emissões de CH₄ e N₂O do tratamento de efluentes.



6.2.2 Tratamento de Efluente Industrial

Os efluentes líquidos, tanto domésticos quanto industriais, ao serem despejados com os seus poluentes característicos causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e, consequentemente, a sua poluição (degradação). Essa introdução de matéria orgânica em um corpo d'água resulta indiretamente no consumo de oxigênio dissolvido. O fato preocupante é o aumento tanto das populações quanto das atividades industriais e o número de vezes que um mesmo rio recebe dejetos urbanos e industriais, a seguir servindo como manancial para a próxima cidade ribeirinha.

A utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial ou incorporadas aos produtos; esgotos sanitários dos funcionários. Exceto pelo volume de água incorporado aos produtos e pelas perdas por evaporação, as águas tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial ou pelas perdas de energia térmica, originando assim os efluentes líquidos (GIORDANO, 2004).





6.2.2.1 Metodologia utilizada para estimar as emissões em efluentes industriais

Para as emissões de efluentes industriais foi utilizada metodologia do IPCC revisada (1996), Guia de Boas Práticas e de Gerenciamento de Incertezas para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (2000).

6.2.2.2 Levantamento de dados e consultas para o Setor de Efluentes Industriais

Para levar as informações de efluentes industriais foi realizada uma pesquisa das indústrias dos ramos têxtil, alimentícia, bebidas, frigorífico, pois são estes ramos que possuem maior carga orgânica em seus efluentes. Posteriormente, foi encaminhado um questionário para as indústrias de Curitiba, sendo encaminhados 286 ofícios, por meio do Departamento de Pesquisa e Monitoramento da Prefeitura Municipal de Curitiba.

Cabe ressaltar que somente foi possível calcular as emissões provenientes deste escopo por meio de estimativas obtidas dos questionários que foram efetivamente respondidos pelas indústrias. Possivelmente essa estimativa esteja abaixo da realidade das emissões municipais no tocante a este escopo, o que precisará ser corrigido ao longo do tempo em inventários futuros. Apesar do esforço em se levantar essas informações, o nível de resposta das indústrias foi insuficiente para se chegar a estimativas de emissões confiáveis. Em verdade, houve um grande número de empresas que responderam (Vide Anexo 1), porém o aproveitamento das informações para o fim deste inventário foi pequeno.

6.2.2.3 Resultados para o Setor de Efluentes Industriais

Foi calculada a emissão para cada empresa, conforme os questionários respondidos, e obtido o somatório das mesmas. Com base em tal procedimento estimou-se que as emissões provenientes do setor de efluentes industriais totalizaram 109,43 t/CO_{2eq} para o ano de 2008.





6.2.3 Resultados para o Subsetor de Tratamento de Efluentes (doméstico, comercial e industrial)

A somatória para o tratamento de efluentes resultou num valor de $67.234,9\ tCO_{2eq}$ para o ano de 2008, conforme está apresentado no Gráfico 14.

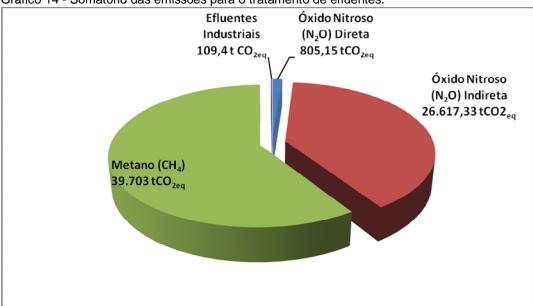


Gráfico 14 - Somatório das emissões para o tratamento de efluentes.

6.3 Resultados Totais para o Setor de Resíduos

Considerando que as emissões provenientes dos resíduos sólidos urbanos foram de 416.329,40 toneladas CO_{2eq} e as emissões da incineração dos resíduos sólidos da saúde foram de 66,5 t CO_2 , obteve-se um total de 416.425,90 toneladas CO_{2eq} no ano de 2008 para o subsetor de Resíduos Sólidos Urbanos.

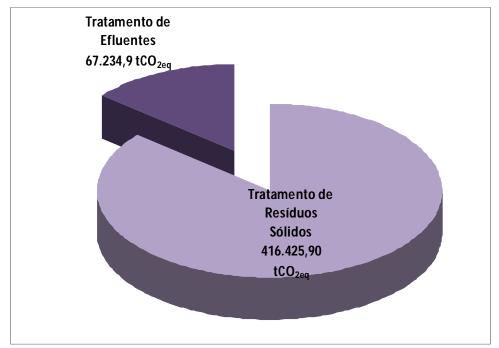
Para o setor de efluentes, como já citado acima, foram calculadas as emissões dos efluentes domésticos, comercias e industriais. As emissões provenientes do tratamento de efluentes domésticos e comerciais foram de $67.125,5\ tCO_{2eq}$ distribuídos entre as emissões de metano (CH₄) de óxido nitroso (N₂O) e as emissões dos efluentes foram de $109,4\ t/CO_{2eq}$, totalizando





em uma emissão de 67.234,9 t/CO_{2eq} para o subsetor de Tratamento de Efluentes para o ano de 2008. No Gráfico 15 podem ser observadas as emissões totais do setor de resíduos.

Gráfico 15 - Resultados das emissões do Setor de Resíduos.







7. SÍNTESE DAS EMISSÕES DE GEE DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

As emissões totais para o município de Curitiba podem ser observadas na Tabela 31 abaixo.

Tabela 31 - Emissões totais para todos os setores para o município de Curitiba no ano de 2008.

Total de emissões para o Município de Curitiba (2008)		Metano (t CH₄)	Óxido Nitroso (t N₂O)	Dióxido de carbono (t CO _{2eq})
Setores	Energia	-	-	3.028.301,00
	Tratamento de Resíduos	21.722,85	88,46	483.660,81
	AFOLU	72,40	0,086	3.928,94
Emissões de GEE		21.795,25	88,55	3.515.890,75

As emissões totais do município de Curitiba foram estimadas em 3.515.890,75 t CO_{2eq} . As maiores emissões são provenientes do Setor de Energia, com 3.028.301 t CO_{2eq} , seguido do Setor de Resíduos com 483.660,81 t CO_{2eq} e, por fim, as emissões do Setor AFOLU, com 3.928,94 t CO_{2eq} . As emissões por Setor estão apresentadas no Gráfico 16 e as emissões por subsetor no Gráfico 17.





Gráfico 16 - Resultados das emissões por Setor em porcentagem.

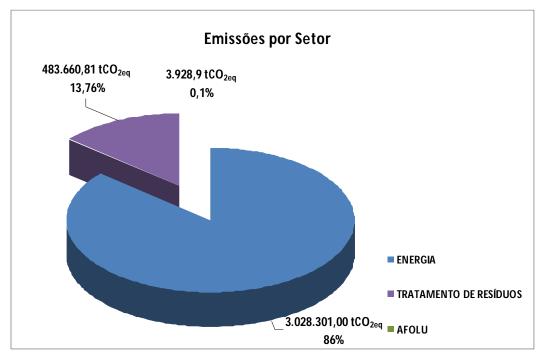
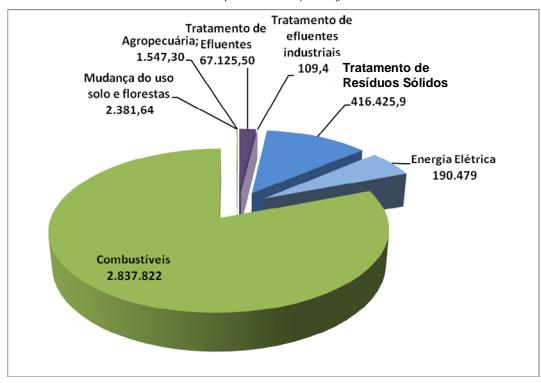


Gráfico 17 – Resultados das emissões por subsetor (tCO_{2eq}).







Na Tabela 32 estão apresentadas as emissões por subsetores em tCO_{2eq}, porcentagem e *per capita*.

Tabela 32 - Emissões totais para todos os subsetores para o município de Curitiba no ano de 2008.

		Subsetores	Emissões (tCO2eq)	Emissões (%)	Emissões per capita por categoria
SETORES	ENERGIA	Combustíveis	2.837.822	80,71	
		Energia elétrica	190.479	5,42	1,6565
		Total Energia	3.028.301	86,13	
	AFOLU	Mudança do uso	2.381,64	0,07	
		Pecuária	1.520,70	0,04	0,0021
		Agricultura	26,6	0,00	0,0021
		Total AFOLU	3.928,94	0,11	
	DE	Resíduos sólidos urbanos	416.359,40	11,84	
	OLI	Resíduos da saúde	66,5	0,00	
	TRATAMENTO RESÍDUOS	Tratamento de efluentes	67.125,50	1,91	0,2646
		Tratamento de efluentes industriais	109,41	0,00	
	TR	Total Tratamento Resíduos	483.660,81	13,76	
	Emissões totais para Curitiba - 2008		3.515.890,75	-	1,9233

Considerando a população de Curitiba como sendo de 1.828.092 habitantes (IPARDES, 2008), estima-se que as emissões *per capita* para a cidade de Curitiba seja de 1,92 tCO_{2eq}/hab (Tabela 33), tendo como base o ano de 2008.

Tabela 33 - Emissões totais para todos os setores para o município de Curitiba no ano de 2008.

Inventário de Emissões de GEE	População (habitantes)	Emissões Totais (tCO _{2eq})	Emissões por habitante (tCO _{2eq} /hab.) para 2008
Curitiba (2008)	1.828.092	3.515.890,75	1,92





8. BALANÇO DE EMISSÕES PARA O MUNICÍPIO DE CURITIBA

8.1 Metodologia para Confecção do Balanço de Emissões

As emissões foram computadas pelo Inventário de Emissões de GEE do Município de Curitiba, ano base 2008. Essas emissões foram levantadas dentro dos setores: energia (combustível e energia elétrica), tratamento de resíduos (resíduos sólidos urbanos, tratamento de efluentes e tratamento de efluentes industriais) e AFOLU (agropecuária e mudança no uso do solo e florestas).

Dentro do setor AFOLU, foram calculadas as emissões pela mudança no uso do solo e florestas, por meio da aplicação da taxa histórica de supressão de vegetação do município (MMA/Ibama, 2010) nos resultados das áreas por tipologia florestal (SMMA, 2000).

Também foi avaliado, neste tópico de balanço de emissões, o estoque de carbono produzido no ano de 2008, pelo crescimento das áreas de florestas do município de Curitiba. Para realização desta estimativa, adotou-se como base o trabalho da SPVS (2010), que mostra que existe um aumento médio de 3,5 t C/ha/ano, para as florestas neste município. Com base nessa informação, realizou-se a estimativa da fixação de carbono pelas áreas florestais dentro do município de Curitiba associando as áreas florestais para 2008 com o incremento médio em carbono na vegetação. Ressalva-se que o referido trabalho avaliou o crescimento em biomassa e carbono das árvores em um curto espaço de tempo (2 anos), representando uma primeira tentativa de levantar o potencial de fixação de carbono pelas florestas do município.

O Balanço de Emissões do ano de 2008 foi calculado através do valor total das emissões do município de Curitiba para o ano de 2008 subtraído do valor estimado para a fixação pelas florestas dentro do município no ano de 2008.





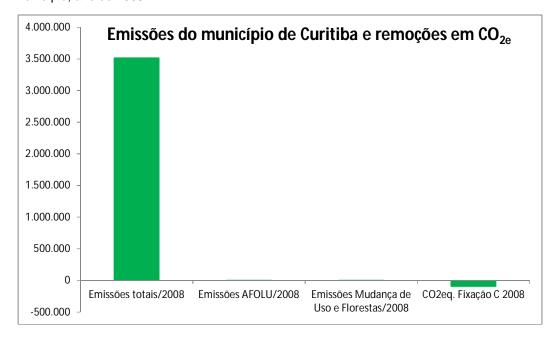
8.2 Resultado para o Balanço de Emissões

O inventário de emissões de GEE do município de Curitiba, ano base 2008, apontou para um total de emissões de 3.515.890,75 t CO_{2eq} . Deste total, o setor AFOLU contribuiu com 3.928,94 t CO_{2eq} , sendo que mudança do uso do solo e florestas representou 2.381,64 t CO_{2eq} .

A fixação de carbono oriunda do crescimento das florestas dentro do limite do município de Curitiba, durante o ano de 2008, foi estimada em 25.386,21 t C ou 93.083,62 t CO_{2eq} (Gráfico 18).

Quando se compara esta fixação de carbono com a emissão projetada para o ano de 2008, para o setor AFOLU (agropecuária e mudança no uso do solo e florestas), o saldo ficou positivo em 89.154,68 t CO_{2eq} . Se comparada esta com a emissão do sub-setor Mudança do uso do solo e florestas, evidencia-se um saldo positivo de 90.701,98 t CO_{2eq} .

Gráfico 18 – Emissões do município de Curitiba e remoção em CO_{2eq} pelas áreas florestais do município, ano de 2008.



Analisando-se o resultado total do inventário de emissões de GEE do Município de Curitiba para o ano de 2008, quando as emissões foram





estimadas em 3.515.890,75 t CO_{2eq} , pode-se dizer que a fixação do carbono pela vegetação neste mesmo ano representa uma amortização de 2,65% deste valor.





9. EQUIPE EXECUTIVA DO PROJETO

Profissional	Responsabilidade/Formação	CREA
Marco Aurélio Busch Ziliotto	Engenheiro Florestal, Responsável	PR - 23.402/D
Wardo Marcho Bason Zinotto	Legal pela Ecowood	1 IV - 25. 4 02/D
Carlos Baharta Canquetta	Engenheiro Florestal, Coordenador	PR - 28.554/D
Carlos Roberto Sanquetta	Geral	PK - 20.004/D
Ana Paula Dalla Corte	Engenheiro Florestal, Coordenador	PR - 76.842/D
Alia Faula Dalia Corte	Técnico	FR - 70.042/D
Alexandre d'Avignon	Engenheiro Mecânico/Consultor Especialista	RJ - 891001043
Lis Camila Flizikowski	Engenheiro Ambiental	PR - 102.459/D
Fernanda Valentim Nagal	Engenheiro Ambiental	PR - 112.514/D
Guilherme Geronasso	Engenheiro Ambiental	PR - 108.527/D
Dimas Agostinho Zanlorenzi	Técnico Florestal	PR - 9.299/TD
Giovanna Christo	-	





10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E FONTES CONSULTADAS

Agência Curitiba, 2010. Disponível em: http://www.agencia.curitiba.pr.gov.br/publico/conteudo.aspx?codigo=13>. Acesso em: 20 de maio de 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE - ANTT. Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres AETT/2008. Disponível em: http://201.57.54.6/lnformacoesTecnicas/aett/aett_2008/2.1.2.asp. Última consulta em 08 de novembro de 2010.

CETESB. Emissões de metano no tratamento e na disposição de resíduos. Relatório de Referência. 2005.

CETESB. Inventário Nacional de Emissões de Metano pelo Manejo de Resíduos. Relatório Técnico, v.1. São Paulo: CETESB, 1998.

COMPAGAS. Distribuição de gás natural no município de Curitiba. Planilhas fornecidas pela COMPAGAS.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia, 2007. Balanço Energético do Paraná.

Disponível

em: http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/balanco_energetico_2009_2008/\$FILE/Balan%C3%a73%20Energ%c3%A9tico%20do%20Paran%C3%A1%202009%20-%20Ano%20Base%202008.pdf. Acesso em: 06 Out. 2010.

COPEL. Consumo de combustíveis fósseis, com base em ANP. Fornecido por Rosciler Brustolin, em correio eletrônico.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Frota (2005; 2006; 2007; 2008; 2009). Disponível em: http://www.denatran.gov.br/frota.htm.

FIEP - Federação das Indústrias do Estado do Paraná. Cadastro das Indústrias - Fornecedores e Serviços do Estado do Paraná. 2010. 476p.

GHG Protocol, Programa Brasileiro GHG Protocol. Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE). 2009,24 p.

GIORDANO, G.; As indústrias e o meio ambiente as indústrias e o meio ambiente, 2004. Disponível em: < http://orbita.starmedia.com/tj.rj.paracambi/>.Acesso em: 15 de junho de 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.





- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IBGE, Cadastro Central de Empresas (2008). Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IPARDES Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: < http://www.ipardes.gov.br/index.php >. Acessado em:19/03/2010.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, v. 3, 1996.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for national greenhouse gas inventories: National Greenhouse Gas Inventory Program. Revised. 2006.
- IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006/index.htlm. Acesso em: 05 Out. 2010.
- IPPUC Instituto de Pesquisa de Planejamento Urbano de Curitiba. Informações Curitiba em dados, 2010. Disponível em: <a href="http://www.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/Curitiba
- MCT Ministério da Ciência e Tecnologia. Comunicação Inicial do Brasil Inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa, 2004. Disponível em: www.mct.gov.br
- MCT Ministério da Ciência e Tecnologia. Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo MDL: guia de orientação /Coordenação-geral Ignez Vidigal Lopes. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2002.90 p.
- MCT Ministério da Ciência e Tecnologia. Primeiro Relatório Brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Relatório de referência: emissões de gases de efeito estufa por abordagem *Top-Down*, 2006.
- MCT, 1998. Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0004/4199.pdf>. Acesso em: 03 Out. 2010.
- MMA/IBAMA. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite. Monitoramento do Bioma Mata Atlântica 2002 a 2008. 2010. 100p.





MME – Ministério de Minas e Energia. BEN - Balanço Energético Nacional, 2009, ano base 2008.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. Disponível em:http://www.sanepar.com.br/>.Acessado em: 25 de março de 2010.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. Inventário de emissões de gases de efeito estufa da Sanepar, 2008.

SMMA, Secretaria Municipal de Meio ambiente de Curitiba. Plano Municipal de controle ambiental e desenvolvimento sustentável, diagnóstico ambiental, versão III, 2006.

SMMA. Mapeamento e monitoramento dos maciços vegetais do município de Curitiba – PR. 2005. 3p.

SPINA, M.I.A.P. Características do gerenciamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde em Curitiba e análise das implicações socioambientais decorrentes dos métodos de tratamento e destino final. Revista RA´E GA, Curitiba, n. 9, p. 95-106, 2005.

SPVS - Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental, Programa de avaliação e quantificação do potencial de absorção de carbono por florestas nativas em Curitiba, relatório final.2009.44p.

SPVS. Programa de avaliação e quantificação do potencial de absorção de carbono por florestas nativas em Curitiba - Incremento de carbono em áreas nativas. 2011. 2p.





ANEXO 1

ANEXO 1 – Indústrias que contribuíram com resposta aos questionários enviados para o levantamento de dados do inventário:

A.C. COMERCIAL IMPORTADORA E EXPORTADORA LTDA

AÇOTUBO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

AKER SOLUTIONS DO BRASIL LTDA

ALCABRAS INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

ALEPLAST INDUSTRIA E COMERCIO DE ARTEFATOS PLASTICOS LTDA

ALUBAUEN LTDA

AMERC CONSTRUÇÕES CIVIS LTDA

ANTONIA ROSEMEIRE PETENUCI

AREAL COSTA

AROTUBI METAIS LTDA

ARTECHE EDC EQUIPAMENTOS E SISTEMAS S/A

BATTISTELLA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

BECTON DICKINSON INDÚSTRIAS CIRURGÍCAS LTDA

BIMARA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PRODUTOS PLÁSTICOS LTDA

BRASILSAT HARALD S/A

BUSCHLE & LEPPER S/A

BUSCHLE & LEPPER S/A

C&M ENGENHARIA ELÉTRICA LTDA

C. R. ALMEIDA S/A - ENGENHARIA DE OBRAS

CAFÉ DAMASCO S/A

CBB INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ASFALTOS E ENGENHARIA LTDA

CENTRO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE - CITS

CHARLEX INDÚSTRIA TÊXTIL LTDA

CHARLEX INDÚSTRIA TÊXTIL LTDA.

CIRCUIBRAS INDÚSTRIA COMÉRCIO DE CIRCUITOS IMPRESSOS

PROFISSIONAIS LTDA

COMERCIAL DE PNEUS TAQUARENSE LTDA

COMERCIAL VASSELAI DE ALIMENTOS LTDA

CONSTRUTORA CASTILHO S/A

CONSTRUTORA E INCORPORADORA CONSTRUTORA LTDA

CRISTALERIA RAIAR DA AURORA LTDA

DANKA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE BOLSAS LTDA

DECORPRINT DECORATIVOS DO PARANÁ INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

DENSO DO BRASIL LTDA

DM CONSTRUTORA DE OBRAS LTDA

DYPLAST INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PLÁSTICOS LTDA

EBS EMPRESA BRASILEIRA DE SISTEMAS LTDA

ELASTOBRAS INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE BORRACHA LTDA

ELECTROLUX DO BRASIL S.A.





EMADEL ENGENHARIA E OBRAS LTDA

ESSENCIS SOLUÇÕES AMBIENTAIS S.A

ESYSTECH INDUSTRIA E COMERCIAL

FÁBRICA DE ARTEFATOS DE METAIS IRMÃOS TREVISAN LTDA

FACULDADE EVANGÉLICA DO PARANÁ (FEPAR)

FACULDADES OPET

FAP - FACULDADE DE ARTES DO PARANÁ

FERRAGENS NEGRÃO COMERCIAL LTDA

FERRERO DO BRASIL INDÚSTRIA DOCEIRA E ALIMENTAR LTDA.

FERTILIZANTES CENTRO OESTE LTDA

FERTWAY - REPRODUÇÃO HUMANA

FGVTN BRASIL LTDA

FRIGORÍFICO SERENO LTDA

FURUKAWA INDUSTRIAL S/A PRODUTOS ELÉTRICOS

GAUSS INDÚSTRIA E COMERCIO, LTDA

GENESIS METALMECANICA LTDA

GERDAU AÇOS LONGOS S.A.

GRAF CIRURGIA PLÁSTICA LTDA

GRANOTEC DO BRASIL S/A BIOTECNOLOGIA E INGREDIENTES

ALIMENTARES

HAAS DO BRASIL INDÚSTRIA DE MÁQUINAS LTDA

HETTICH DO BRASIL

HOMEOPATIA WALDEMIRO PEREIRA LABORATÓRIO INDUSTRIAL

FARMACÊUTICO LTDA

HOSPITAL DA MULHER NOSSA SENHORA DE FÁTIMA

HOSPITAL DE CLÍNICAS

HOSPITAL DO CORAÇÃO

HOSPITAL DO TRABALHADOR

HOSPITAL ERASTO GAERTNER

HOSPITAL ESPÍRITA DE PSIQUIATRIA BOM RETIRO

HOSPITAL NOSSA SENHORA DAS GRACAS

HOSPITAL PEQUENO PRÍNCIPE

HOSPITAL SÃO LUCAS

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO EVANGÉLICO DE CURITIBA (HUEC)

HOSPITAL VITA CURITIBA

IDELBRAS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE FILTROS LTDA

IMPRESSORA PARANAENSE S/A

INDÚSTRIA TODESCHINI S/A

INSTITUTO DE NEUROLOGIA DE CURITIBA LTDA

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ

INSTITUTO DO RIM DO PARANÁ LTDA

IRMÃOS BOCCHI E CIA LTDA.

IRMÃOS BOCCHI E CIA LTDA.

ISDRALIT INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA - GRUPO ISDRA





JOSÉ STRAPASSON FILHOS & CIA LTDA

KRAFT FOODS

LABORATÓRIO PRADO S/A

LEOGAP INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MÁQUINAS LTDA

LUVAS YELING LTDA

MACLINEA S/A MÁQUINAS E ENGENHARIA PARA MADEIRAS

MACOPÁ LTDA

MACROPLASTIC INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE EMBALAGENS LTDA

MAFLOW DO BRASIL LTDA

MAGIL CONSTRUÇÕES CIVIS E EMPREENDIMENTOS LTDA

MANULI FITASA DO BRASIL S/A

MARINGÁ SOLDAS S/A

MARMORARIA AGUA VERDE LTDA

MAURI BOZZA

MERPE METALÚRGICA LTDA

METALÚRGICA ANGELIN LTDA

METAPAR USINAGEM LTDA

METHAL COMPANY INDUSTRIAL LTDA

MILI S/A

NHS SISTEMAS ELETRÔNICOS LTDA

NUTRHOUSE ALIMENTOS LTDA

NUTRILATINA LABORATÓRIOS LTDA

O. V. D. IMPORTADORA E DISTRIBUIDORA LTDA

PANETTERIA DI QUALITA PANIFICADORA E CONFEITARIA LTDA

PANIFICADORA A PRIMOSA

PANIFICADORA AQUARIO

PANIFICADORA E CONFEITARIA A PRIMOROSA LTDA

PANIFICADORA E LANCHONETE POTE DE MEL LTDA

PANIFICADORA E MERCEARIA VERDES MARES LTDA

PANIFICADORA PANICIELLO LTDA

PANTELAS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE TELAS ARAMES E ESTRUTURAS

METALICAS

PECVAL INDÚSTRIA LTDA

PEPSICO DO BRASIL LTDA

PERFEL IND. MECÂNICA PRECISÃO LTDA

PERFIPAR S/A MANUFATURADOS DE AÇO

PERKINS MOTORES DO BRASIL LTDA

PERÓXIDOS DO BRASIL LTDA

PIAZZETTA COMÉRCIO DE APARAS DE PAPEL LTDA

PIERGO INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ACO LTDA

PIETÁ CENTRO MÉDICO

PKC GROUP

PLACAS DO PARANÁ S/A





PLÁSTICOS DO PARANÁ LTDA POSITIVO INFORMÁTICA S/A PROPEX DO BRASIL LTDA

PUC -PR

RADIANTE ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES LTDA.

RENNER HERRMANN S/A

ROBERT BOSCH LTDA

RULIWI REFEIÇÕES INDÚSTRIAS LTDA

SEBASTIÃO ANASTÁCIO DOS SANTOS & CIA LTDA

SECCIONAL BRASIL S/A

SELECTAS S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MADEIRAS

SIEMENS ENTERPRISE COMMUNICATIONS

SIEMENS ENTERPRISE COMMUNICATIONS TECN. DA INF. E

COMUNICAÇÕES CORPORATIVAS LTDA

SITU INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ARTIGOS DE ACRÍLICO LTDA

SONAEX S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE AÇOS

SULGLASS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE VIDROS LTDA

TAMPAFLEX INDUSTRIAL LTDA

TEGAPE IMPORTAÇÃO E COMÉRCIO DE TECIDOS TÉCNICOS LTDA THERMOKEY DO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS LTDA

TROMBINI INDUSTRIAL S/A

UNIDADE DE NEUROLOGIA CLÍNICA LTDA

UNIVERSIDADE POSITIVO

USINABRAS INDUSTRIAL LTDA

UTFPR - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VANZIN INDUSTRIAL AUTO PEÇAS LTDA

VENDRAMETTO LTDA

VISO QUADROS TÉCNICOS E ESCOLARES LTDA

VISUM SISTEMAS ELETRÔNICOS AS

VOLVO DO BRASIL VEÍCULOS LTDA





ANEXO 2

ANEXO 2 - Legislação Pertinente

Como base para a realização do inventário de emissões de gases de efeito estufa foi adotada a legislação municipal que trata do assunto ambiental nos escopos mencionados no texto. Para tanto, a Prefeitura Municipal de Curitiba dispõe de uma ampla legislação ambiental. Pode-se dizer de uma forma geral que as leis, decretos e portarias nacionais, estaduais e municipais, no que se refere aos escopos mencionados e às questões climáticas, foram todas levadas em consideração.

A seguir são apresentadas algumas leis, decretos e portarias que foram julgadas mais relevantes na consecução deste inventário. Ressalta-se, entretanto, que outras fontes legais deverão também ser consultadas, em situações específicas, quando de uma abordagem mais detalhada em algum item deste inventário. Como a legislação ambiental é bastante extensa decidiu-se listar apenas os documentos mais importantes, os quais são mencionados a seguir:

- ✓ Lei nº 6.866 de 09 de julho de 1986 Dispõe sobre a coleta, transporte e destino de resíduos sólidos hospitalares (lixo hospitalar) e dá outras providências.
- ✓ Lei nº 7.591 de 12 de dezembro de 1990 Proíbe o transporte, o armazenamento, a distribuição e a comercialização de combustível que contenha metanol no Município de Curitiba e dá outras providências.
- ✓ Lei nº 7.833 de 19 de dezembro de 1991 Dispõe sobre a política de proteção, conservação e recuperação do meio ambiente e dá outras providências.
- ✓ Lei nº 7.972 de 24 de junho de 1992 Dispõe sobre o Transporte de Resíduos e dá outras providências.
- ✓ Lei nº 8.681 de 11 de julho de 1995 Dispõe sobre a instalação de Postos de Abastecimento de Combustível e Serviços e cria obrigatoriedade em executar medidas preventivas de proteção ao meio ambiente, especialmente no sistema de armazenamento de combustíveis.
- ✓ Lei nº 8.985 de 13 de dezembro de 1996 Torna obrigatória a construção de áreas reservadas à coleta seletiva de lixo nos casos que especifica.
- ✓ Lei nº 9.380 de 30 de setembro de 1998 Dispõe sobre a normatização para o transporte de resíduos no Município de Curitiba.
- ✓ Lei nº 9.805 de 03 de janeiro de 2000 Cria o Setor Especial do Anel de Conservação Sanitário Ambiental e dá outras providências.
- ✓ Lei nº 9.806 de 03 de janeiro de 2000 Institui o Código Florestal do Município de Curitiba, e dá outras providências.





- ✓ Lei nº 10.072 de 12 de dezembro de 2000 Altera a redação do § 1º, do art. 22, incisos II, III e IX, do art. 43 e art.44, da Lei nº 9806, de 04 de janeiro de 2000 que "Institui o Código Florestal do Município de Curitiba".
- ✓ Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003 Cria no Município de Curitiba o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE.
- ✓ Lei nº 11.095 de 08 de julho de 2004 Dispõe sobre as normas que regulam a aprovação de projetos, o licenciamento de obras e atividades, a execução, manutenção e conservação de obras no Município, e dá outras providências.
- ✓ Lei nº 11.268 de 16 de dezembro de 2004 Autoriza o Município de Curitiba a conceder o uso do Aterro Sanitário da Cachimba para exploração do Biogás.
- ✓ Lei nº 11.368 de 07 de abril de 2005 Altera o inciso III, do artigo 1º, da Lei nº 8681, de 11 de julho de 1995, que dispõe sobre a instalação de Postos de Abastecimento de Combustível e Serviços e cria a obrigatoriedade em executar medidas preventivas de proteção ao meio ambiente, especialmente no sistema de armazenamento de combustíveis.
- ✓ Lei nº 11.535 de 19 de outubro de 2005 Dispõe sobre os parâmetros de ocupação do solo e sistematização para licenciamento de implantação de estações de telecomunicações.
- ✓ Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima- PNMC e dá outras providências.
- ✓ Decreto nº 156 de 04 de maio de 1990 Estabelece procedimentos de utilização do Aterro Sanitário Sul (Cachimba).
- ✓ Decreto nº 609 de 08 de julho de 2008 Regulamenta o modelo de Manifesto de Transporte de Resíduos.
- ✓ Decreto nº 852 de 16 de agosto de 2007 Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos sólidos da construção civil classe A, em obras e serviços de pavimentação das vias públicas, contratadas pelo município de Curitiba.
- ✓ Decreto nº 983 de 26 de outubro de 2004 Dispõe sobre a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos no Município de Curitiba.
- ✓ Decreto nº 1.068 de 18 de novembro de 2004 Institui o Regulamento do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Curitiba e altera disposições do Decreto nº 1.120/97.
- ✓ Decreto nº 1.120 de 24 de novembro de 1997 Regulamenta o Transporte e Disposição de Resíduos de Construção Civil e dá outras providências.
- ✓ Decreto nº 1.153 de 07 de dezembro de 2004 Regulamenta os Arts. 7º e 9º, da Lei nº 7.833/91, institui o Sistema de Licenciamento Ambiental no Município de Curitiba e dá outras providências.





- ✓ Decreto nº 1.201 de 16 de dezembro de 2004 Estabelece categorias de resíduos provenientes de serviços de saúde que não podem ser dispostos no Aterro Sanitário da Cachimba.
- ✓ Portaria nº 07 de 04 de março de 2008 Institui o Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dá outras providências.
- ✓ Resolução SEMA nº 031, de 24 de agosto de 1998 Dispõe sobre o licenciamento ambiental, autorização ambiental, autorização florestal e anuência prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural.
- ✓ Resolução Nº 70/2009 CEMA Com as alterações da Resolução CEMA 72/2009 Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais.
- ✓ Portaria IAP nº 59, de 07 de maio de 2009 Altera e acresce dispositivos à Portaria IAP nº 166, de 26 de setembro de 2008, que dispõe sobre conceitos e a documentação necessária para instrução dos procedimentos administrativos das diversas modalidades de licenciamentos ambientais.
- ✓ Resolução N° 065/2008 CEMA Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente e adota outras providências.
- ✓ Resolução Nº 72/2009-CEMA Re-Ratificação da Resolução Nº. 70/2009 CEMA, que dispõe sobre o licenciamento ambiental para Empreendimentos Industriais, haja vista revisão do texto de alguns dos artigos da referida norma.
- ✓ Lei N° 12493, de 5 de fevereiro de 1999 Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado.
- ✓ Resolução Conjunta IAP/SEMA nº 1, de 26 de janeiro de 2009 Altera Anexo da Resolução Conjunta SEMA IAP nº 022/07, que aprova a metodologia para a gradação de impacto ambiental visando estabelecer critérios de valoração da compensação referente a unidades de proteção integral em licenciamentos ambientais e os procedimentos para a sua aplicação.
- ✓ Lei nº 13806 30/09/2002- Publicado no Diário Oficial nº 6327 de 01/10/2002 Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar, conforme especifica e adota outras providências.
- ✓ Resolução n° 54 / 06 SEMA Define critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura.
- ✓ Decreto-lei n° 1.413, de 14 de agosto de 1975 Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades Industriais.





- ✓ Lei 8.723, de 28 de outubro de 1993 Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências.
- ✓ Lei 13.509, de 08 de junho de 2010 Dispõe sobre o tratamento e destinação final diferenciada de resíduos especiais que específica e dá outras providências correlatas.
- ✓ Portaria Municipal 002, de 19 de fevereiro de 2009 Estabelece que a partir de 15 de abril de 2009 poderão ser destinados para o Aterro Sanitário de Curitiba somente os resíduos sólidos coletados pelo serviço de limpeza urbana, nos termos do artigo 8º do Decreto no 983/2004.
- ✓ Lei 13.509, de 08 de junho de 2010 Dispõe sobre o tratamento e destinação final diferenciada de resíduos especiais que específica e dá outras providências correlatas.