

INVENTÁRIO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO MUNICÍPIO DE IRATI (PR) REFERENTES AOS SETORES ENERGÉTICO, AGROPECUÁRIO, TRATAMENTO DE EFLUENTES E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Maria Isabel Coltro Crovador; Waldir Nagel Schirmer; Bruno Binotto Nogueira; Rafaelo Balbinot

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-oeste; mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil. Engenheiro químico, doutor em Engenharia Ambiental, Prof. adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-oeste, Irati-PR, Brasil. Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-oeste, Irati-PR, Brasil. Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais, Prof. adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Frederico Westphalen-RS, Brasil.

Resumo - Este trabalho teve como objetivo inventariar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Município de Irati, Estado do Paraná. Foram quantificadas as emissões referentes aos setores: agropecuário, uso de energia, tratamento de esgotos domésticos e comerciais e de efluentes industriais, e disposição final de resíduos sólidos urbanos, segundo a metodologia proposta pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), adaptada às características do município. Os inventários de emissões GEE vêm sendo aplicados por vários países, nos âmbitos nacional, estadual e mesmo municipal, e por organizações públicas e privadas, como forma de atender às exigências de acordos internacionais no que se refere à necessidade de redução das emissões de GEE por parte dos países constantes no Anexo I do Protocolo de Quioto. O presente inventário demonstrou que o maior emissor de GEE no Município de Irati, em 2005, foi o setor "uso de energia", com mais de 2,6.108 toneladas de CO₂, o que equivale a 99,86% do total das emissões apuradas. Na categoria "uso de energia", o maior contribuinte foi o item "consumo de combustíveis", responsável por 99,44% do total das emissões do setor, sendo significativa também a contribuição do "consumo de GLP", com quase 1,5.106 toneladas e 0,56% do total do setor. O segundo maior contribuinte no total das emissões inventariadas foi o setor "disposição final de RSU", com 1,4.105 toneladas de CO₂, seguido do setor "agropecuário". O setor "tratamento de efluentes" foi responsável pela menor quantidade de CO₂ emitida no município para o período inventariado.

Palavras-Chave: Dióxido de carbono. Gases de efeito estufa. Irati. Poluição atmosférica.

Abstract- This study aimed to inventory the emissions of greenhouse gases (GHGs) in Irati City, Parana State. It's been quantified emissions related to the sectors: agriculture, energy use, wastewater treatment, commercial and industrial effluents, and disposal of solid waste, according to the methodology proposed by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) adapted to the characteristics of the city. The inventory of emissions of greenhouse gases has been applied by several countries at the national, provincial and even municipal levels, and by the private and public organizations as a way to meet the requirements of international agreements about reducing the emissions from the countries listed in Annex I of Kyoto Protocol. This inventory showed that the largest emitter of GHG in Irati City in 2005, was the sector "energy use", with more than 2,6.108 tons of CO₂, which equates to 99.86% of total emissions cleared. In the category "energy use", the largest contributor was the item "fuel consumption",

accounting for 99.44% of total sector emissions, and was significant also the contribution of the "consumption of LPG", with nearly 1,5.106 tons and 0.56% of total sector. The second largest contributor to total emissions was the sector "final disposal of solid waste", with 1,4.105 tons of CO₂, followed by the sector "agriculture". The sector "wastewater treatment" was responsible for the least amount of CO₂ emitted in the county for the period that was inventoried.

KeyWord: Atmospheric pollution. Greenhouse gases. Irati. Carbon dioxide.

1. INTRODUÇÃO

O Protocolo de Quioto (estabelecido em Quioto, Japão, em 1997, e do qual fazem parte 160 países) estabelece metas de redução para os países que se configuram como os maiores emissores, responsáveis pelo aumento da concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, e prazos para cumprimento destas metas, objetivando estabilizar as concentrações dos GEE em níveis seguros para o sistema climático, o que significa reduzir as emissões em 5,2% abaixo dos níveis de 1990. O Protocolo de Quioto estabelece responsabilidades comuns, porém diferenciadas, perante as quais os países constantes no Anexo I (maiores emissores) devem reduzir as emissões antrópicas no prazo de 2008 a 2012, primeiro período do compromisso (BRASIL, 2004a).

Considerando o esforço econômico a ser empregado pelos países desenvolvidos para reduzir ou limitar suas emissões e para facilitar a implementação do Protocolo de Quioto, foram criados mecanismos de flexibilização, tais como o comércio de emissões (créditos de carbono), implementação conjunta e MDL (mecanismo de desenvolvimento limpo), este último aplicado a países não-Anexo I, tais como o Brasil, os quais não possuem metas de redução de emissões, pois são considerados países em desenvolvimento (BRASIL, 2004a).

Mesmo que não haja metas de redução de emissões para países não-Anexo I, considerados menos poluidores, todas as esferas governamentais, empresariais e de pesquisa podem e devem atuar no sentido de reduzir as emissões, utilizar e desenvolver energias limpas e aproveitar as oportunidades de mercado advindas do Protocolo de Quioto. Porém, para reduzir emissões ou comercializar créditos de carbono é preciso, previamente, quantificar essas emissões, o que pode ser feito por meio de um inventário de gases de efeito estufa.

O Brasil tem como compromisso, previsto no Protocolo de Quioto, apresentar periodicamente um documento chamado Comunicação Nacional e, para compor tal documento, se faz necessário inventariar suas emissões, a exemplo do Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, realizado pela

Coordenação-geral de Mudanças Globais de Clima, do Ministério da Ciência e Tecnologia, em 2004 (BRASIL, 2004b). Da mesma forma, alguns estados e municípios têm empregado esforços para contabilizar suas emissões. Neste contexto, ganham destaque os inventários de emissões realizados pelas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, realizados segundo a metodologia proposta pelo IPCC, abordando os setores: uso de energia; tratamento de efluentes domésticos, comerciais e industriais; disposição de resíduos sólidos; setor agropecuário e mudança no uso do solo e florestas. Essas contabilizações apresentam o setor "uso de energia" como o maior contribuinte no total das emissões comparado com os demais setores inventariados (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005; CentroClima/COPPE/UFRJ, 2000).

O Município de Irati, situado no interior paranaense, é um dos primeiros municípios do Estado a realizar o inventário de suas emissões. O escopo do referido inventário envolveu as emissões de gases de efeito estufa referentes aos setores: uso de energia, agropecuário, tratamento de esgotos domésticos e comerciais e efluentes industriais e disposição final de resíduos sólidos urbanos, contabilizando as emissões tomando por base o ano de 2005.

A definição desse escopo se justifica pelo fato de que, conforme afirma Pinto (1999) "o consumo e a geração de energia é a principal fonte de gases de efeito estufa antropogênicos" e "gases como o CO₂, CH₄ e CO são gerados principalmente pelo consumo de combustíveis fósseis nos setores de transporte e industrial". Além do uso de energia, deve-se ressaltar a importância de se contabilizar as emissões do setor agropecuário, nesta mesma oportunidade, já que o município de Irati apresenta suas atividades econômicas predominantemente baseadas na agricultura e mercado florestal (silvicultura, madeireiras e moveleiras), indicando que esse setor possa ser uma potencial fonte emissora de gases de efeito estufa. Os setores "tratamento de efluentes" e "disposição final de resíduos sólidos", ainda que devam ser menores contribuintes no total das emissões, foram incluídos no escopo, pois se faz importante conhecer, de forma quantitativa, o impacto exercido pelas mesmas, a fim de poder realizar comparações, além de confirmar ou não a expectativa quanto à significância dessas emissões.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O município de Irati está situado no interior do Estado do Paraná, a 150 quilômetros de Curitiba. Possui uma área territorial de 995,289 km², população de 54.151 habitantes e um grau de urbanização de 77,92% (dados de 2007) (IBGE, 2007; IPARDES, 2010).

A economia do município baseia-se principalmente nas atividades agropecuárias e de silvicultura. Outras atividades são: as industriais, representadas pela indústria da madeira, indústria de cabos e chicotes automotivos, produção de fósforos, laticínios, dentre outras; comércio e serviços (PMI, 2010).

2.2 Metodologia de Inventário

O cálculo das emissões de gases do efeito estufa no município de Irati teve como base a metodologia proposta pelo IPCC (2006) em seu guia para inventário nacional de emissões. Utilizou-se ainda, como apoio, a Comunicação Inicial do Brasil referente ao Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (BRASIL, 2004c) e seus Relatórios de Referência (BRASIL, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d), além dos relatórios dos inventários municipais das cidades do Rio de Janeiro (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2000) e São Paulo (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005), de forma a conhecer a aplicação do método do IPCC à realidade nacional.

Adaptações ao método proposto pelo IPCC foram necessárias, visto que este se aplica mais especificamente a inventários nacionais, embora possam ser aplicados em escala estadual e municipal.

As emissões foram divididas em cinco categorias, a saber: uso de energia, setor agropecuário, disposição final de resíduos sólidos urbanos, tratamento de esgotos domésticos e comerciais e de efluentes industriais e mudança no uso do solo e florestas. O setor mudança no uso do solo e florestas não foi abordado neste trabalho devido à dificuldade no levantamento ou ausência de dados necessários para a contabilização das emissões

Quanto ao cálculo das emissões de combustíveis fósseis, existem dois modos de abordagem para contabilização das emissões (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005), sendo:

- Método "top-down": considera a emissão de dióxido de carbono proveniente da produção e consumo de energia primária (fontes primárias fósseis: petróleo, gás natural e carvão; fontes primárias renováveis: lenha, produtos de cana de açúcar e energia hidráulica);
- Método "bottom-up": inclui as emissões de todos os gases, considerando o tipo de equipamento

utilizado e seu rendimento.

Neste trabalho foi utilizada a abordagem "top-down". O IPCC (2006) indica ainda três níveis (tiers) para o cálculo das estimativas de emissões, sendo que: o tier 1 utiliza valores default propostos pelo IPCC para fatores de emissão; o tier 2 utiliza valores nacionais (ou estaduais); e o tier 3 utiliza métodos mais elaborados como, por exemplo, modelagem matemática (KRUG, 2008). No presente inventário utilizou-se fatores de emissão default (tier 1) e valores nacionais (tier 2), de acordo com as características de cada item inventariado.

2.2.1 Uso de energia

2.2.1.1 Uso de energia – não-veicular

Esta categoria considera as emissões provenientes da queima de combustíveis com a finalidade de gerar energia. A metodologia utilizada no cálculo das emissões referentes ao uso de energia foi fundamentada no Inventário das Emissões de GEE do Município de São Paulo (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005).

Tabela 1 - Fatores de emissão e dados utilizados - Energia

Energético	Fatores de Emissão e Dados Utilizados - Energia			
	Energia	GLP	Carvão vegetal	Lenha (total)
Unidade	MWh	m ³	t	t
Consumo	71.567,00	909.736,00	43,00	16.308,00
Fonte/Ano base consumo	COPEL (2005)	IBGE (2007); NOGUEIRA (2007)	IPARDES (2007)	AGUIAR (2009); contatos telefônicos*
IEP unidade ¹	0,29	0,61	0,63	0,31
Fonte IEP unidade ¹	BRASIL (1998)	CENTRO CLIMA (2005)	BRASIL (1999)	BRASIL (1999)
G.C. (TJ)			IEP total x 0,041060	
Emissão (tCO ₂ e)	0,00	17,20	27,10	20,60
Fonte Emissão	CENTRO CLIMA (2005)	CENTRO CLIMA (2005)	FERRERA (2006)	FERRERA (2006)
FC fix	-	-	-	-
FC fix fonte		CENTRO CLIMA (2005)		
FCO	-	0,89	0,88	0,87
Fonte FCO	CENTRO CLIMA (2005)	CENTRO CLIMA (2005)	O BALANÇO (...) (2007)	BRASIL (2006d)
ERC ₂ (tCO ₂ e)			ERC x (44/12)	

* Dados obtidos junto às empresas portadoras de caldeiras em Irati, constantes da planilha de fiscalização do CREA-PR (AGUIAR, 2009), referentes ao consumo (queima) de biomassa (lenha) para geração de energia (vapor) em caldeiras.

Os dados referentes ao consumo de energia elétrica foram obtidos junto à Companhia Paranaense de Energia (COPEL). O consumo de gás liquefeito de petróleo (GLP) foi calculado pela estimativa de consumo médio proposto por Nogueira (2007), utilizando o número de habitantes obtido por meio da Contagem da População 2007 (IBGE, 2007). Para o gás natural não se tem registros do consumo no município (o gasoduto não passa por Irati), portanto não foi abordado. A queima de lenha foi estimada consultando-se as empresas que fazem uso de caldeiras em seu processo, a partir da relação das indústrias que operam caldeiras, fornecida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná (CREA-PR), Setor de Fiscalização de Irati. A queima de lenha em fornos e secadores de grãos não pôde ser estimada nesta oportunidade, devido à falta de dados sobre as empresas que possuem tais equipamentos. O

consumo de carvão vegetal foi estimado pela produção do mesmo no município, por meio de dados de produção florestal obtidos no Anuário IPARDES, dados de 2006. O uso de petróleo como matéria-prima não foi considerado, visto que não existem no município indústrias de refinaria ou processamento. O carbono fixado teria como base dados o asfalto aplicado no município, pela concessionária de rodovias, pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER) e seus subcontratados, porém não foi possível o acesso a tais dados.

O ano de base de cada dado coletado variou de acordo com a disponibilidade, demonstrando de forma detalhada a seguir, na Tabela 1 (dados e fatores de emissão para o cálculo das emissões).

2.2.1.2 Uso de energia – veicular

Os cálculos das emissões veiculares foram realizados segundo metodologia de inventários da Environment Protect Agency (USEPA, 2000), dos Estados Unidos (EUA). Foram necessárias adaptações na metodologia, devido a dificuldades na obtenção dos dados referentes à autonomia, fatores de emissão, distribuição e consumo de combustíveis, pois a região avaliada ainda carece de serviços ligados ao setor energético, especialmente no que diz respeito à frota de veículos e distribuição de combustíveis.

Tabela 2 - Frota de Veículos por tipo de combustível no município de Irati.

Combustível	Total
Etanol	2.048
Etanol/Gasolina (flex)*	306
Diesel	2.050
Gasolina/gás natural veicular	3
Gasolina	11.300
n/a	512
Total geral	16.219

Fonte: DETRAN-PR (2005).

N/A - Veículos Reboque e sem i-reboque (não utilizam combustível).

* Para efeito de cálculo os veículos de motorização "flex" foram somados aos veículos exclusivos de etanol, considerando-se que a maioria dos carros "flex" na época eram abastecidos com etanol devido a preço muito inferior ao da gasolina.

Tabela 3 - Fatores de Emissão (g Km⁻¹) médios e autonomia dos veículos leves movidos à gasolina comum e etanol

Combustível	CO (g Km ⁻¹)	HC (g Km ⁻¹)	NOx (g Km ⁻¹)	RHCO (g Km ⁻¹)	CO ₂ (g Km ⁻¹)	Autonomia (Km L ⁻¹)
Gasolina C	7,90	0,79	0,74	0,02	193,5	11,20
Etanol	5,42	0,70	0,57	0,05	173,5	7,93

Primeiramente, foi realizado o levantamento e organização dos dados da frota de veículos da cidade (Tabela 2, conforme DETRAN-PR, 2005), do consumo de combustíveis do Paraná (conforme ANP, 2006a, 2006b, 2006c), dos fatores de emissão dos poluentes, por tipo de combustível (NOx, CO, CO₂, hidrocarbonetos e aldeídos) e autonomia dos veículos (CETESB, 2009). Neste caso, fez-se uma média aritmética dos valores dos fatores de emissão (Fe) de cada um dos gases supracitados desde antes de 1980 a 2005, bem como da autonomia dos veículos leves movidos à gasolina comum e etanol como adaptação à metodologia utilizada no

presente inventário. Os resultados são apresentados na tabela 3.

Para os veículos de motorização à diesel, foram consultados os valores de fatores de emissão e autonomia a partir do Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - The Reference Manual – Volume 3 – Energy conforme Tabela 4 (IPCC, 2006), uma vez que a motorização utilizada no Brasil se assemelha mais a dos veículos europeus do que a dos veículos americanos (ÁLVARES Jr e LINKE, 2001). A Tabela 4 contém valores dos fatores de emissão para os poluentes NOx, CO e CO₂ e autonomia de veículos médios e pesados a diesel, adaptada do IPCC (1996).

Tabela 4 - Fatores de emissão e autonomia dos veículos médios (peruas e camionetas), e pesados do ciclo diesel

Tipo de veículo	CO (g Km ⁻¹)	NOx (g Km ⁻¹)	CO ₂ (g Km ⁻¹)	Autonomia (Km L ⁻¹)
Pesado	9	10	770	3,3
Médio	1,6	1,4	280	9,2

Fonte: IPCC (2006)

A frota paranaense classificada por tipo de combustível foi obtida por meio do Anuário Estatístico 2005 do DETRAN-PR e é apresentada na Tabela 5 (DETRAN, 2005).

Tabela 5 - Frota do Estado do Paraná por tipo de combustível

Tipo Combustível	Número de Veículos
Etanol	402313
Gasolina	2.415.052
Diesel	371.361

Fonte: DETRAN-PR (2005)

De posse de todos esses valores, estimou-se o consumo de cada combustível da cidade (Equação 1):

$$\text{Consumo combust. no Paraná (L/ano)} \text{ ----- } n^{\circ} \text{veículos no Estado} \quad (1)$$

$$\text{Consumo combust. Irati: "X" (L/ano)} \text{ ----- } n^{\circ} \text{veículos Irati}$$

$$\text{Consumo combust. Irati: "X" (L/ano)} \text{ ----- } n^{\circ} \text{veículos Irati}$$

Onde:

"Consumo Paraná": representa o consumo total de combustíveis no Estado.

"Nº de veículos no Estado": representa o número total de veículos por tipo de combustível no Estado do Paraná (Tabela 4).

"Nº de veículos Irati": representa a quantidade de veículos por tipo de combustível no município (Tabela 2)

"Consumo Irati "X"": representa o valor a ser estimado do consumo médio de combustíveis no município.

A partir dos dados de consumo obtidos na Equação (1), as emissões dos poluentes foram calculadas utilizando-se a metodologia adaptada por Melchior et al. (2003) por meio da Equação (2):

$$-E = Fe \times A \times C \times N \times 10^{-6} \quad (2)$$

Onde:

E: Taxa de emissão do composto (t ano⁻¹).

Fe: Fator de emissão (médio) referente ao combustível e o poluente analisado (g Km⁻¹)

A: Autonomia dos veículos por tipo de combustível (Km L⁻¹)

C: Consumo de combustível no município (L ano⁻¹)

N: Número de veículos por tipo de combustível na cidade de Irati

2.2.2 Setor agropecuário

Nesta categoria são abordadas as emissões referentes à fermentação entérica dos rebanhos e ao manejo de dejetos deles provenientes. Quando os rebanhos são criados confinados, os dejetos entram em anaerobiose, emitindo grande quantidade de metano (CH₄).

a) Fermentação entérica

A metodologia para as emissões da fermentação entérica considera a soma das emissões de cada rebanho (bovinos, bubalinos, suínos, eqüinos, asininos, muares e caprinos). Os galináceos são abordados apenas no item manejo de dejetos.

$$- \text{Emissões de metano (kgCH}_4) = \sum (f_i \times r_i) \quad (3)$$

onde:

f_i = fator de emissão para fermentação entérica de cada rebanho, utilizado no inventário nacional

r_i = número de indivíduos de cada rebanho

Fatores de emissão de metano por fermentação entérica: (kg cabeça-1 ano-1)

Cálculo para cada tipo de animal:

- Número de cabeças x fator emissão (kg cabeça-1 ano-1) = Emissão CH₄ (kgCH₄) (4)

$$- \text{Emissão CH}_4 \text{ (kgCH}_4) \times 21^* = \text{Emissão CH}_4 \text{ (kgCO}_2 \text{ eq)} \quad (5)$$

$$- \text{Emissão CH}_4 \text{ (kgCO}_2 \text{ eq)} \times 10^{-6} = \text{GgCO}_2 \quad (6)$$

(*) Potencial de aquecimento global (GWP) do CH₄ é 21 vezes maior que do CO₂.

b) Manejo de dejetos

$$- \text{Emissões de metano} = (e, c, r_i) \quad (7)$$

em que:

e_i = fator de produção de estrume de cada rebanho sugerido pelo IPCC

c_i = fator de emissão utilizado no Inventário Nacional para emissão de CH₄ por kg de estrume.

r_i = número de indivíduos de cada rebanho

Cálculo para cada tipo de animal:

$$- \text{Número de cabeças} \times \text{fator emissão (kg cabeça}^{-1} \text{ano}^{-1}) = \text{Emissão CH}_4 \text{ (kgCH}_4) \quad (8)$$

$$- \text{Emissão CH}_4 \text{ (kgCH}_4) \times 21 = \text{Emissão CH}_4 \text{ (kgCO}_2 \text{ eq)} \quad (9)$$

$$- \text{Emissão CH}_4 \text{ (kgCO}_2 \text{ eq)} \times 10^{-6} = \text{GgCO}_2 \quad (10)$$

c) Descrição da coleta de dados

A metodologia utilizada no cálculo das emissões referentes ao setor agropecuário foi fundamentada no Inventário das Emissões de GEE do Município de São Paulo (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005).

Os dados referentes ao rebanho foram obtidos junto à Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB-PR), Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-PR) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram utilizados dados de rebanho referentes aos anos base de 2005 e 2006.

d) Fatores de emissão e dados utilizados

Foram utilizados os seguintes dados e fatores de emissão para o cálculo das emissões, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Fatores de Emissão e Dados Utilizados - Setor Agropecuário

Fatores de Emissão e Dados Utilizados - Setor Agropecuário							
Item	Fator Emissão (kgCH ₄ /Cabeça ⁻¹ ano ⁻¹)				Rebanho	Fonte	
	Fermentação Entérica	Fonte F emiss	Manejo de Dejetos	Fonte F emiss			
Bovinos	57	LIMA (2008)	1	IPCC (2006) citado por BRASIL (2006b)	15.072	IBGE (2006)	
Bubalinos	55		1		138		
Ovinos	5		0,16		3.610		
Caprinos	5		0,17		1.631		
Eqüinos	18		1,6		1.994		
Muarees	10		0,9		-		
Suínos	0		1		22.073		
Asininos	10		0,9		-		
Aves	-		-		0,117		72.233

* Dados obtidos junto à Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB-PR), referentes ao Rebanho de Irati no ano de 2005.

2.2.3 Disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU)

A metodologia utilizada no cálculo das emissões referentes à disposição final de resíduos sólidos urbanos foi baseada no Inventário das Emissões de GEE do Município de São Paulo (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005). Para este item, foram utilizados dados sobre a gestão dos RSU fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Irati, referentes a 2006. Foram utilizados os seguintes dados e fatores de emissão para o cálculo das emissões, apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Fatores de Emissão e Dados Utilizados - Disposição de RSU

Fatores de Emissão e Dados Utilizados - Disposição de RSU									
Item / fator	FCM ⁽¹⁾	COD ⁽²⁾	COD ₁ ⁽³⁾ (default IPCC)	FEM ⁽⁴⁾ (default IPCC)	RSU ⁽⁵⁾	R ⁽⁶⁾	OX ⁽⁶⁾	Composição Gravimétrica dos RSU ⁽⁷⁾	RSU (t ano ⁻¹)
Valor	0,4	0,170	0,77	0,5	1,33	0	0	25% papel/papelão; 52% restos alimentares, 23% outros	183.287,36
Fonte	PM I, 2004*	IPCC (2006) citado por CENTRO CLIMA (2005)	IPCC (2006) citado por CENTRO CLIMA (2005)	IPCC (2006) citado por CENTRO CLIMA (2005)	PM I (2008); PM I**				

(1) - FCM: fator de correção do metano.

(2) - COD: carbono orgânico em estado degradável.

(3) - COD₁: fração do COD realmente degradável (valor sugerido pelo IPCC = 77%; 23% do C não são em líquidos).

(4) - FEM: fração de C emitida com o metano (valor sugerido pelo IPCC = 50%; outros 50% do carbono do biogás gerado não é metano).

(5) - R: metano recuperado (quemado ou utilizado para geração de energia - ao ser queimado, o metano passa a dióxido de carbono de origem renovável, o lixo, não aumentando a concentração dos GEE na atmosfera, pois será sequestrado no próximo ciclo).

(6) - OX: fator de oxidação (parcela dos RSU d e do gás do aterro que sofre queima espontânea, não gerando metano); valor default igual a zero (sem ocorrência de incêndios).

(7) - RSU: Resíduos Sólidos Urbanos.

* Dados obtidos junto à Prefeitura Municipal de Irati, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, referentes à altura das células do aterro, para definição do fator FCM.

** Dados obtidos junto à Prefeitura Municipal de Irati, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, referentes à composição gravimétrica e volume dos RSU para o ano de 2006.

2.2.4 Tratamento de efluentes domésticos, comerciais e industriais

a) Esgoto doméstico ou comercial tratado pela Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR):

$$- \text{Emissão de metano (GgCH}_4 \text{ ano}^{-1}) = \text{Pop}_{\text{urb}} \times \text{taxa}_{\text{DBO5}} \times \text{FET} \times \text{FCM} \times \text{MFEM} - \text{R} \quad (11)$$

em que:

Pop_{urb} = População urbana do país (habitantes)

Taxa_{DBO5} = Taxa de geração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅/habitante.ano)

FET = Fração de esgotos tratada (fração adimensional)

FCM = Fator de correção de metano (fração adimensional)

MFEM = Máximo fator de emissão de metano (fração adimensional)
 R = Quantidade de metano recuperado (Gg_{CH₄}/ano)

b) Esgoto doméstico tratado em fossa séptica:

$$- COT = Pop \times COD \times (1 - FRL) \quad (12)$$

onde:

COT = carga orgânica total
 Pop = população do município com fossas
 COD = componente orgânico de degradação
 FRL = fração removida como lodo (valor default = zero)
 Valores default:
 COD default do IPCC = 14.600 kgDBO₅ 1.000 hab⁻¹ ano⁻¹
 COD default no Inventário Brasileiro = 18.250 kg DBO₅ 1.000 hab⁻¹ ano⁻¹
 Eficiência estimada da fossa = 25% (valor default = 1° Inventário Brasileiro de GEE)

$$- FEM = FET \times FCM \times CPM \quad (13)$$

em que:

FEM = fator de conversão de CH₄ (FEM = 0,05 kgCH₄ kgDBO₅⁻¹)
 FET = fração de esgoto tratado (25%)
 FCM = fator de conversão de metano (default = 80%)
 CPM = capacidade máxima de produção de metano em kgCH₄ kgDBO₅⁻¹ (default = 25%)

Cálculo da emissão de metano:

$$- Emissões líquidas de metano (ELM_{kgCH_4 \text{ ano}^{-1}}) = COT_{(kgDBO \text{ ano}^{-1})} \times$$

$$FEM_{(kgCH_4 \text{ kgDBO}^{-1})} \quad (14)$$

$$- ELM_{(GgCH_4)} = ELM_{kgCH_4 \text{ ano}^{-1}} \times 10^{-6} \quad (15)$$

$$- ELM \text{ em } CO_2 \text{ eq} (GgCO_2 \text{ eq}) = ELM_{(GgCH_4)} \times 21 \quad (16)$$

c) Esgoto industrial tratado em estações de tratamento de esgoto (ETE) particulares:

$$Emissão \text{ de metano } (GgCH_4 \text{ ano}^{-1}) = Prod_{ind} \times FE_{c,org} \times FET \times FCM \times MFEM - R \quad (17)$$

onde:

Prod_{ind} = Produção industrial (unidades de produção)
 FE_{c,org} = Fator de emissão de carga orgânica por unidade de produção (DBO₅ Unidade⁻¹)
 FET = Fração de esgotos tratados (fração adimensional)
 FCM = Fator de correção de metano (fração adimensional)
 MFEM = Máximo fator de emissão de metano (fração adimensional)
 R = Quantidade de metano recuperado (GgCH₄ ano⁻¹)

d) Descrição da coleta de dados

A metodologia utilizada no cálculo das emissões referentes ao tratamento de efluentes domésticos, industriais e comerciais (item “a”, tratamento pela SANEPAR; e item “c”, tratamento em ETE particulares) foi baseada no documento “Relatórios de Referência - Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos” (BRASIL, 2006a), parte integrante do Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (BRASIL, 2004c). Para o cálculo das emissões provenientes de fossas sépticas (item “b”), a metodologia se baseou no Inventário das Emissões de GEE do Município de São Paulo (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005).

Para esta etapa fez-se uso de dados fornecidos pela SANEPAR de Irati, referente ao tratamento de efluentes realizado na ETE Rio das Antas; dados obtidos junto ao IBGE, acerca da população que possui fossa séptica; e listagem das empresas que possuem ETE obtida na SANEPAR, e contato por telefone com cada uma para obtenção dos dados de seus sistemas de tratamento de efluentes

industriais.

e) Fatores de emissão e dados utilizados

Foram utilizados os seguintes dados e fatores de emissão para o cálculo das emissões, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Fatores de Emissão e Dados Utilizados - Tratamento de Efluentes

Fatores de Emissão e Dados Utilizados - Tratamento de Efluentes					
Efluentes (esgotos) domésticos e comerciais - ETE Sanepar			Efluentes (esgotos) domésticos e comerciais - Fossas Sépticas		
Item/fator	Valor	Fonte	Valor	Fonte	
População (hab)	54.151	IBGE (2007)	Pop - fossa (hab)	25.847	CNM (2000)
Vazão ETE Sanepar (m ³ ano ⁻¹)	2.251.670,40	RIOS (2009)	COD (kgDBO ₅ hab ⁻¹ ano ⁻¹)	18,25	BRASIL (2006c)
Pop urb (hab)	21.163	CNM (2000)	1 - FRL ⁽⁶⁾ (FRL: default=0)	1	
taxa DBO ₅ (kgDBO ₅ hab ⁻¹ dia ⁻¹)	0,05	IPCC (2006) citado por BRASIL (2006c)	COT ⁽⁶⁾ (kgDBO ₅ ano ⁻¹)	Pop x COD	CNM (2000); BRASIL (2006c)
FET ⁽¹⁾	0,10		FET	0,25	IPCC (2006) citado por BRASIL (2006c)
FCM ⁽²⁾	0,80		FCM	0,8	
FETxFCM (default IPCC)	0,08		CMPM ⁽⁷⁾	0,25	
MFEM ⁽⁸⁾ (KgCH ₄ kgDBO ₅ ⁻¹)	0,25	IPCC (2006) citado por BRASIL (2006c)	FEM (kgCH ₄ kgDBO ₅ ⁻¹)	0,05	BRASIL (2006c)
F emiss esgotos (kgCH ₄ kgDBO ₅ ⁻¹) [(FETxFCM) x MFEM]	0,02		ELM ⁽⁸⁾ (kgCH ₄ ano ⁻¹)	COT x FEM	
R ⁽⁴⁾	0	RIOS (2009)	ELM (kgCO ₂ ano ⁻¹)	ELM x 21	

- (1) - FET: de esgotos tratada (fração adimensional).
- (2) - FCM: Fator de correção de metano (fração adimensional).
- (3) - MFEM: Máximo fator de emissão de metano (fração adimensional).
- (4) - R: Quantidade de metano recuperado (GgCH₄ ano⁻¹).
- (5) - FRL: fração removida como lodo (valor default = zero).
- (6) - COT: carga orgânica total.
- (7) - CMPM: capacidade máxima de produção de metano em kgCH₄ kgDBO₅⁻¹ (default = 25%).
- (8) - ELM: Emissões líquidas de metano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 9 – Consumo estimado de combustíveis no município de Irati

Combustível	Consumo Irati (L ano ⁻¹)
Gasolina C	8,03.10 ⁶
Etanol	0,44.10 ⁶
Diesel	195.10 ⁶

Tabela 10 – Emissões totais de poluentes (.106 t/ano) por tipo de combustível

Combustível	Poluentes				
	CO	HC	NO _x	RHCO	CO ₂
Gasolina C	8,03	0,804	0,752	0,0203	196,70
Etanol	0,045	0,0058	0,0047	0,0004 ₁	0,0024 ₂
Pesados Diesel	65,93	N/A*	73,26	N/A*	56,41
Médios Diesel	0,038	N/A*	0,033	N/A*	6,57
Total	74,05	0,81	74,05	0,021	259,68

*N/A: Valores de Fatores de Emissão não disponíveis na literatura para tais poluentes.

Para o inventário das emissões veiculares, a partir da Equação (1) foram obtidos os resultados do consumo de combustíveis na cidade de Irati, conforme tabela 9.

A partir da Equação (2) foram determinadas as emissões dos poluentes NOX, CO, CO2, HC e RCHO, cujos valores são apresentados na Tabela 10.

A categoria dos veículos leves movidos a gasolina concentra a maior parte da frota do município (70%), e contribuem com a maior parte de emissões de CO2. A cidade de Irati possui um número considerável de veículos movidos a diesel, levando em conta o fato de ser uma cidade de atividade agropecuária intensa e, portanto, com um elevado número de tratores, caminhões e camionetas. Motores do ciclo diesel estão associados a emissões representativas de NOx e também CO2.

Tabela 11 – Resultados do Inventário das Emissões de GEE no Município de Irati-PR

Setor	Emissões (t CO ₂ ano ⁻¹)	Ano Base
Agropecuário	21.013,51	2006, 2005
Fermentação Entérica	19.968,14	2006, 2005
Manejo de Dejetos	1.045,37	2006, 2005
Disposição Final de RSU	140.679,64	2006
Tratamento de Efluentes	657,51	2000, 2007
Efluentes (esgotos) domésticos e comerciais - ETE Sanepar	162,21	2000, 2007
Efluentes domésticos e comerciais - Fossas Sépticas	495,29	2000
ETE's Industriais	0,00 *	-
Uso de Energia	261.152.315,45	
Consumo Energia Elétrica	0,00	2005
Consumo de Combustíveis	259.680.000,00	2005
GLP	1.453.028,93	2007
Carvão vegetal	118,60	2006
Consumo (queima) de biomassa (lenha)	19.167,93	2009
Gás natural	0,00	-
Asfalto (carbono fixado)	0,00 **	-
Matéria-prima (petróleo e seus derivados)	0,00	-
Total Geral	261.314.666,12	***

* Para o Tratamento de Efluentes Industriais foram identificadas apenas 4 ETE's industriais no município; destas, duas apresentam tratamento físico-químico (não emissor de metano), e 2 não forneceram os dados solicitados (contatos telefônicos).

** Dados não obtidos.

*** O objetivo inicial foi inventariar as emissões referentes ao ano de 2005, o que foi feito na medida do possível, porém, para alguns itens não se conseguiu obter os dados deste período. Desta forma, foram então utilizados dados referentes a períodos próximos, sem prejudicar o resultado final, pois se verificou pouca variação na maioria dos dados pesquisados, entre os anos de 2005 a 2009.

Devido à falta de serviços de monitoramento dos veículos na região, a obtenção dos dados foi dificultada, visto que se dependeu de dados estatísticos fornecidos e não medidos diretamente, além da necessidade de se adaptar uma metodologia que mais se aproximasse com os dados que eram disponíveis. Com esses resultados, somados às emissões calculadas para os demais setores em estudo segundo a metodologia anteriormente detalhada, foi possível a realização do Inventário de Emissões de Gases Estufa do

Município de Irati-PR, o qual tem seu resumo apresentado a seguir, em termos de CO2 (Tabela 11).

De acordo com o inventário, o maior emissor de gases do efeito estufa no município de Irati é o setor "uso de energia", com uma emissão de aproximadamente 261.152.315 toneladas de CO2, lembrando que o setor mudança no uso do solo e florestas não foi contemplado nesse trabalho (Tabela 12).

Tabela 12 - Total das Emissões de GEE (%) no município de Irati.

Setor	Contribuição (%)
Uso de energia	99,94
Agropecuário	0,0080
Disposição final de RSU	0,0538
Tratamento de efluentes	0,0003
Outras fontes de emissão	0,0621

Dentro da categoria "uso de energia", o maior contribuinte foi o item "consumo de combustíveis", responsável por 99,44% do total das emissões do setor, e 99,37% das emissões totais.

Foi significativa também a contribuição do "consumo de GLP", com 1.453.029 t (0,56% do total do setor). Isto demonstra que, ainda que o município seja de pequeno porte, a queima de combustíveis fósseis representa o maior potencializador do efeito estufa. Este fato também foi observado no inventário do município de São Paulo, que registrou como maior emissor o setor "uso de energia", seguido do setor "disposição final de RSU" (CentroClima/COPPE/UFRJ, 2005).

A queima de lenha em caldeira apresentou emissões de 19.168 t de CO2. Cabe salientar, porém, que quase todas as empresas levantadas em Irati que possuem caldeiras utilizam rejeitos do próprio processo produtivo, tais como serragem e cavaco, o que representa um reaproveitamento de resíduo, não se configurando como desmatamento para fins energéticos.

O segundo maior contribuinte no total das emissões inventariadas foi o setor "disposição final de RSU", com 140.679,64 toneladas de CO2, novamente de acordo com o observado no município de São Paulo.

O setor "agropecuário" apresentou emissão total de 1.001 t de CH4, o que equivale a 21.014 t de CO2. O setor "tratamento de efluentes" foi responsável pela menor quantidade de CO2 emitida, igual a 658 t. Neste setor foi expressiva a contribuição das fossas sépticas, totalizando 75,33% das emissões provenientes do tratamento de efluentes. As ETE's industriais não tiveram suas emissões contabilizadas, o que se justifica pelo fato de que foram identificadas apenas quatro no município, dentre as quais duas possuem tratamento físico-químico (não emissor) e duas não forneceram dados referentes aos seus sistemas de tratamento de efluente industrial.

O carbono fixado em asfalto não pôde ser estimado

devido a não-obtenção de dados junto ao Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER-PR) e junto à concessionária de pedágio responsável pela aplicação do asfalto nas rodovias que passam pelo município. O carbono fixado em bens duráveis não teve emissões registradas, pois não há nenhuma unidade industrial no município que realize processamento de petróleo (como matéria-prima), assim como não há consumo de gás natural na região.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O inventário reforçou a idéia de que independentemente do porte do município, os mesmos problemas ambientais, em geral, se fazem presentes, de forma sistemática, porém em escala e relevância distintas. Pode-se citar como exemplo os valores de emissão obtidos no setor "Disposição Final de RSU", os quais sugerem ser pertinente uma melhoria no atual sistema de gestão dos resíduos sólidos domésticos do município, assim como no setor de "efluentes" a substituição das fossas sépticas por ligações na rede de esgoto poderia contribuir não só na questão das emissões estufa, mas representaria um avanço em matéria de saúde pública e qualidade ambiental dos corpos hídricos presentes nos limites do município.

A falta de planejamento urbano é outro fator de preocupação, já que poucas cidades no país possuem um sistema de transporte coletivo eficaz ou utilização em massa de combustíveis alternativos menos poluentes. Mesmo sendo um município de pequeno porte, Irati apresenta expressiva emissão de gases de efeito estufa, sendo a queima de combustíveis fósseis a maior responsável. Nesse sentido, a troca de combustíveis fósseis por energias renováveis tem se mostrado viável, e tende a crescer em escala, porém, isso passa pelas políticas públicas de gerenciamento energético.

Frente ao desafio de gerenciar questões ambientais, empresas privadas e autoridades municipais podem reduzir suas emissões de GEE e aproveitar oportunidades de ganhos econômicos. A redução das emissões com contrapartidas econômicas pode ser feita mediante a participação em mecanismos como o MDL e créditos de carbono. Com um volume tão significativo de resíduos sólidos urbanos, dispostos em aterros inadequados, seria conveniente, por exemplo, estudar a viabilidade econômica, social e ambiental de adequá-los dentro dos parâmetros de Engenharia, ou seja, transformar aterros controlados em aterros sanitários, com os sistemas necessários para drenagem de águas pluviais, drenos de gases, sistemas para queima do biogás e, dependendo do volume de biogás gerado, instalar sistemas para aproveitamento energético do mesmo (como energia elétrica).

Para que ações mitigadoras sejam planejadas e executadas de forma eficiente e eficaz, faz-se

necessário conhecer as atividades que mais poluem com emissões de GEE, o que o inventário permite de forma detalhada, porém sistêmica.

Verificou-se neste trabalho certa dificuldade no levantamento e acesso às informações necessárias aos cálculos. Além disso, as metodologias de inventário de GEE ainda necessitam de adaptações que contemplem as particularidades de cada unidade a ser inventariada, o que deve ser conseguido à medida em que tais métodos forem empregados em escala a diferentes locais e unidades de contabilização de emissões poluentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsa PIBIC/CNPq para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. Anuário de 2005 referente à venda de Gasolina C, pelas distribuidoras, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação 1996-2005. 2006a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=8970> Acesso em: 27 mar. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. Anuário de 2005 referente à venda de óleo diesel, pelas distribuidoras, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação 1996-2005. 2006b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=8970> Acesso em: 27 mar. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. Anuário de 2005 referente à venda de álcool (etanol), pelas distribuidoras, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação 1996-2005. 2006c. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=8970> Acesso em: 27 mar. 2010.

AGUIAR, F. Relação de Empresas que Utilizam Caldeiras em Irati Conforme Planilha de Fiscalização do CREA-PR. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <isabelcrovador@hotmail.com> em 26 out. 2009.

ÁLVARES JR, O. de M.; LINKE, R. R. A. Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil. São Paulo, CETESB. 2001. 182p.

BRASIL. MME - Ministério de Minas e Energia. Coordenação Geral de Estudos Integrados. Nota Técnica CGEI nº 01 /98 de 22/09/98: Eletricidade no Balanço Energético Nacional - BEN. In: Economia & Energia, Ano II, No 11, Novembro-Dezembro 1998. Disponível em: <http://ecen.com/eee11/eletrben.htm> Acesso em: 11 ago. 2010.

BRASIL. MME - Ministério de Minas e Energia. Coordenação Geral de Informações Energéticas. Secretaria de Energia. Parâmetros Energéticos Gerais. In: Economia & Energia, Ano III, No 13, Março-Abril 1999. Disponível em: <http://ecen.com/eee13/equiv.htm> Acesso em: 01 jun. 2010.

BRASIL. Senado Federal (Ed.). Protocolo de Quioto: e Legislação correlata. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas, 2004a. 88 p. (Coleção Ambiental v.3).

BRASIL. Coordenação-geral de Mudanças Globais de Clima - Ministério da Ciência e Tecnologia. (Org.). Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCT, 2004b.

BRASIL. MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal: Comunicação Inicial do Brasil. Brasília: MCT, 2004c. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0004/4199.pdf Acesso em: 17 mar. 2010.

- BRASIL. MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência: Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos. Brasília: MCT, 2006a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17341.html> Acesso em: 17 mar. 2010.
- BRASIL. MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência: Emissões de Metano na Pecuária. Brasília: MCT, 2006b. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8806.pdf Acesso em: 26 maio 2010.
- BRASIL. MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência: Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos. Brasília: MCT, 2006c. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8856.pdf Acesso em: 26 maio 2010.
- BRASIL. MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência: Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis: Abordagem Top-Down. Brasília: MCT, 2006d. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8812.pdf Acesso em: 26 maio 2010.
- CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ. Inventário de emissões de gases do efeito estufa da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Centro Clima/COPPE/UFRJ, 2000. Disponível em: http://www.centroclima.org.br/new2/ccpdf/inventario_rj.1.pdf Acesso em: 12 mar. 2009.
- CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ. Inventário de emissões de gases do efeito estufa da cidade de São Paulo. Rio de Janeiro: Centro Clima/COPPE/UFRJ, 2005. Disponível em: http://www2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/meio_ambiente/Inventario_SVMA_SP.pdf Acesso em: 12 mar. 2009.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2008. São Paulo, 2009. 340p.
- CNM – Confederação Nacional de Municípios. Infra-Estrutura - Esgotamento Sanitário: Município de Irati-PR. Brasília, 2000. Disponível em: http://www.cnm.org.br/infra/mu_infra_esgotamento.asp Acesso em: 4 jan. 2010.
- COPEL – Companhia Paranaense de Energia. DSMIRT – Departamento de Serviços e Manutenção de Irati. DSMIRT-C 1833/2009: Dados Estatísticos - 2005. 09 jun. 2009.
- DETRAN – Departamento de Trânsito do Estado do Paraná. Anuário Estatístico – DETRAN-PR 2005. 2005. 129p.
- FERREIRA, O. C. Teor de Carbono em Combustíveis da Biomassa. In: Economia & Energia, Ano X, No 57, Agosto-Setembro 2006. Disponível em: http://ecen.com/eee57/eee57p/teor_de_carbono_em_combustiveis_da_biomassa.htm Acesso em: 01 jun. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: Irati-PR. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em: 01 jun. 2009.
- IBGE. Cidades: Irati-PR. Contagem da População 2007. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php/Municipio=84500&btOk=ok Acesso em: 23 out. 2009.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Anuário Estatístico do Estado do Paraná 2006: Produção da Silvicultura Segundo os Municípios do Paraná. 2007. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/anuario_2007/index.html Acesso em: 05 jan. 2010.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Caderno Estatístico Município de Irati. 2010. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=84500&btOk=ok> Acesso em: 15 nov. 2010.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - The Reference Manual – Volume 3 – Energy. p 81-94. 1996. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch1ref5.pdf> Acesso em: 14 abr. 2010.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. National Greenhouse Gas Inventories Programme. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds)]. Hayama, Japan: IGES, 2006. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/0_Overview/V0_0_Cover.pdf Acesso em: 17 mar. 2010.
- KRUG, T. Os Métodos do Inventário do IPCC e sua Aplicação em Nível Estadual. [Curitiba], 2008. Disponível em: www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/ThelmaKrug.ppt Acesso em: 17 mar. 2010.
- LIMA, M. Emissão de Metano pela Pecuária. Cuiabá: EMBRAPA, 2008.
- MELCHORS, D. J.; SANTANA, E. R. R.; SILVA, I. M. C.; SOARES, N. B. Inventário das emissões de fontes móveis na região metropolitana de Porto Alegre. In: Congresso Interamericano de Qualidade do ar, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental e Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 3., 2003, Canoas. Anais... 2003.
- NOGUEIRA, F. C. Panorama do GLP no Brasil. In: XXII Congresso da AIGLP. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www.aiglp.org/arq/congressos/XXII/PanoramadoGLPno%20Brasi_FernandoColares.pdf Acesso em: 17 mar. 2010.
- O BALANÇO de Carbono. In: Economia & Energia, Ano XI, No 62, Junho-Julho 2007. Disponível em: http://ecen.com/eee62/eee62p/balanco_de_carbono.htm Acesso em: 01 jun. 2010.
- PINTO, C. da S.. Inventário de emissões de dióxido de carbono devido ao uso de energia: a região de Campinas e seu setor sucro-alcooleiro. 1999. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Curso de Planejamento de Sistemas Energéticos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI – PMI. Irati Finaliza o Plano Municipal de Saneamento Básico. 19 fev. 2008. Disponível em: <http://www.irati.pr.gov.br/noticias/imprimir.asp?id=1460> Acesso em: 29 set. 2009.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI – PMI. Economia. Disponível em: <http://www.irati.pr.gov.br/municipio/economia.asp> Acesso em: 15 nov. 2010.
- RIOS, E. A. M. Dados Sobre Tratamento de Esgoto na ETE Sanepar Irati-PR [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <wanasch@yahoo.com.br> em 26 nov. 2009.
- USEPA – United States Environmental Protection Agency. AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. 2000. Disponível em: <http://www.epa.gov/otaq/ap42.htm> Acesso em: 11 ago. 2010.