



Transporte

Érica Ferraz
Vanderley John
Vanessa Bessa



SBCS10 | SB10 Brazil

3º Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável

Sustentabilidade nos Negócios e Instrumentos de Mudança

CO₂ no transporte



- **Ciclo de vida da Infraestrutura viária**
 - Pontes,
 - Estradas,
 - Garagem...
- **Ciclo de vida dos Veículos**
 - Produção,
 - Manutenção,
 - Descarte.
- **Combustível**
 - Extração / produção
 - Processamento
 - Transporte
 - **Combustão**
$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + E$$

CÁLCULO DA GERAÇÃO DE CO₂

Variáveis do impacto



combustível x **motor** x **distância**



Baixa emissão
líquida de CO₂



Compatibilidade entre
necessidades e máquina;
eficiência



Deslocamentos
minimizados

Outras variáveis: Massa transportada, eficiência do motor, topografia do percurso, condições de fluxo, qualidade das vias e infraestrutura, motorista, condições de clima, etc.

Rotas de cálculo das emissões



- **Cálculo A:** Consumo de combustível conhecido
 - Litros consumidos
- **Cálculo B:** Consumo de combustível desconhecido
 - Investigar consumo a partir da **distância** e meio de **transporte** provável

CÁLCULO A: CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Cálculo A: Consumo de Combustível



Emissão total

=

litros consumidos

x

fator de emissão do combustível



Cálculo A:

Consumo de Combustível



Fator de emissão do combustível

	Emissão Mínima	Emissão Máxima
Combustível	KgCO ₂ /litro	
Diesel	3,33	3,41
Gasolina 20% etanol	2,10	2,21
Gasolina 25% etanol	2,00	2,11
Etanol hidratado	0,49	0,61

Cálculo A: Consumo de Combustível



Hipótese:

Consumo semanal de 1 tanque de etanol

~ 40 litros semanais

Cálculo A: Consumo de Combustível



Hipótese: emissão semanal

=

40 litros etanol

x

0,49 a 0,61 KgCO₂/litro

Fator de emissão para **1 litro**:

Diesel: 3,3 a 3,4 KgCO₂ / Gasolina 80: 2,1 a 2,3 KgCO₂ / Etanol: 0,49 a 0,61 KgCO₂

Cálculo A: Consumo de Combustível

Hipótese: emissão semanal

=

19,4 a 24,4 KgCO₂



CÁLCULO B:
KM RODADO

Cálculo B: Km rodado



Emissão total

=

Quilômetros rodados

x

fator de emissão do combustível por Km

Cálculo B: Km rodado



- **Google:** maps.google.com
- **Apontador:** apontador.com.br
- **Maplink:** maplink.uol.com.br
- **Quatro Rodas:** quatorrodas.abril.com.br
- **ABCR:** abcr.org.br/geode

Cálculo B: Km rodado



Como chegar [Meus mapas](#)



(A) Pc Dr João Mendes, 19 - São Paulo - SP, 01501

(B) Rua Antônio Chagas, 990

[Adicionar destino](#) - [Mostrar opções](#)

Como chegar

Rota de carro para R. Antônio das Chagas, 990 - Santo Amaro, São Paulo, 04714-001

☐ Trajetos sugeridos

Av. Vinte e Três de Maio e Av. Santo Amaro 25 minutos
14,3 km

[Av. Vinte e Três de Maio](#) 26 minutos
16,2 km

[Av. Vinte e Três de Maio e Av. Eng. Luís Carlos Berrini](#) 26 minutos
14,4 km

(A) Tribunal da Justiça do Estado de São Paulo

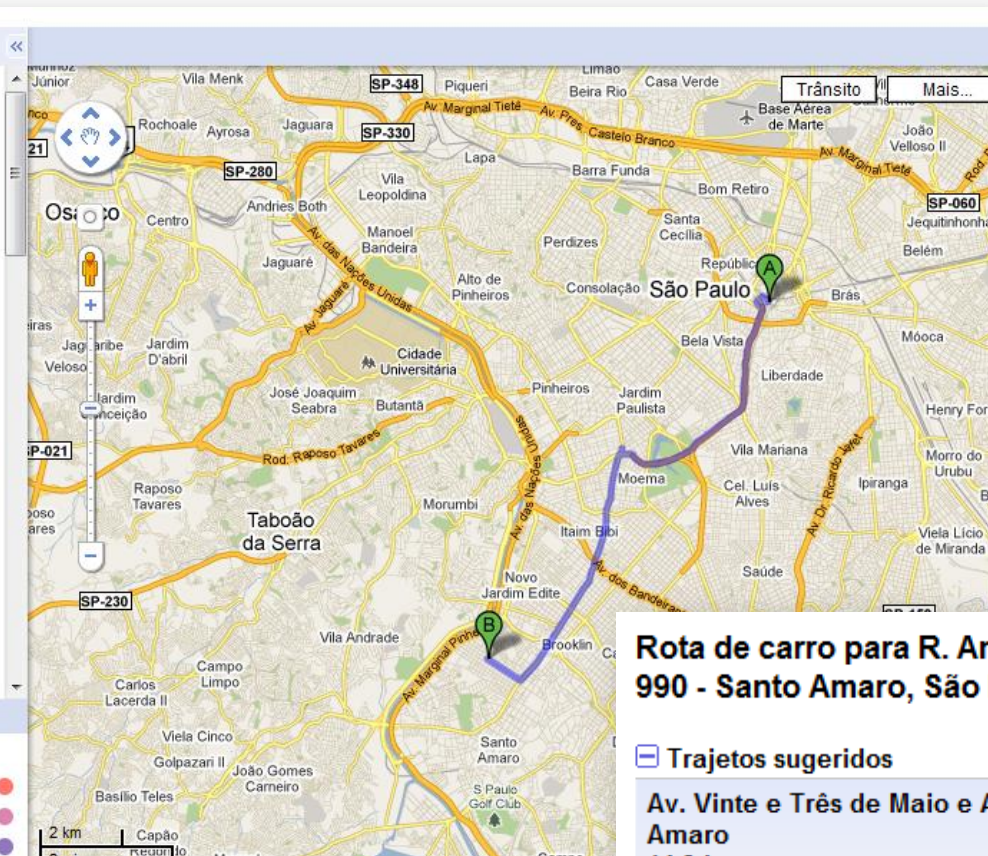
☐ Ocultar

☒ Rota de carro para R. Antônio das Chagas, 990 -

☐ tribunal justica

☐ amcham

☐ sao paulo



Rota de carro para R. Antônio das Chagas, 990 - Santo Amaro, São Paulo, 04714-001

☐ Trajetos sugeridos

Av. Vinte e Três de Maio e Av. Santo Amaro 25 minutos
14,3 km

[Av. Vinte e Três de Maio](#) 26 minutos
16,2 km

[Av. Vinte e Três de Maio e Av. Eng. Luís Carlos Berrini](#) 26 minutos
14,4 km

Cálculo B: Km rodado



- Levantar **consumo de combustível**: km/litros
 - **Inmetro**:
quatorrodas.abril.com.br/reportagens/lista_inmetro.pdf
 - **Testes de consumo**:
quatorrodas.abril.com.br/QR2/carros/testes
revistaautoesporte.globo.com
 - **Medição**

Cálculo B: Km rodado



$$\text{Consumo de combustível} = \frac{\text{km rodado}}{\text{eficiência carro}}$$



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA,
NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM - PBE

Tabelas de Consumo / Eficiência Energética

Veículos Automotores Leves

Categoria **COMPACTO**

Veículos de passageiros com área de 6,5 até 7,0m² (+/- 0,1m²)

Modelos com Classificação para ENCE

Nº de modelos declarados adequado para comparação estatística na categoria

Ano **2009**

4 Marcas

14 Modelos



Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE

Classificação quanto ao consumo energético

Menor consumo na categoria ►

A
B
C
D
E

Maior consumo na categoria ►

Valores de referência medidos em laboratório, conforme norma NBR 7024, com ciclos de condução e combustíveis padrão, podendo não corresponder ao consumo verificado com o uso do veículo, que depende de condições do trânsito, do combustível, do veículo e dos hábitos do motorista

Marca	Modelo	Versão	Motor	Transmissão	Ar	Direção Assistida	Combustível	Quilometragem por litro				Classificação
				Velocidades (n°)				Cond.	Cidade		Estrada	
				Manual (M) Automática (A) Automatizada (MTA) Continua (CVT)	Sim (S) Não (N)	Hidráulica (H) Mecânica (M) Elétrica (E) Eleto-hidráulica (E-H)	Álcool (A) Gasolina (G) Flex (F)	(ciclo urbano)		(ciclo rodoviário)		
								Álcool (km/l)	Gasolina (km/l)	Álcool (km/l)	Gasolina (km/l)	
HONDA	Fit	EX EXL	1.5L - 16V	A 5	S	E	F	9,0	13,5	12,0	17,6	C
VOLKSWAGEN	Gol	1.0 L	1.0	M 5	S	H	F	9,5	13,9	13,5	19,9	A
VOLKSWAGEN	Gol	1.6 L 1.6 Power	1.6	M 5	S	H	F	9,1	13,4	13,2	19,3	B
VOLKSWAGEN	Polo	BlueMotion	1.6	M 5	S	E-H	F	9,5	13,8	14,9	21,2	A

Cálculo B: Km rodado



- Com dado de consumo de combustível:
 - Seguir **Cálculo A**: Emissão total = litros consumidos x fator de emissão do combustível

Cálculo B: Km rodado

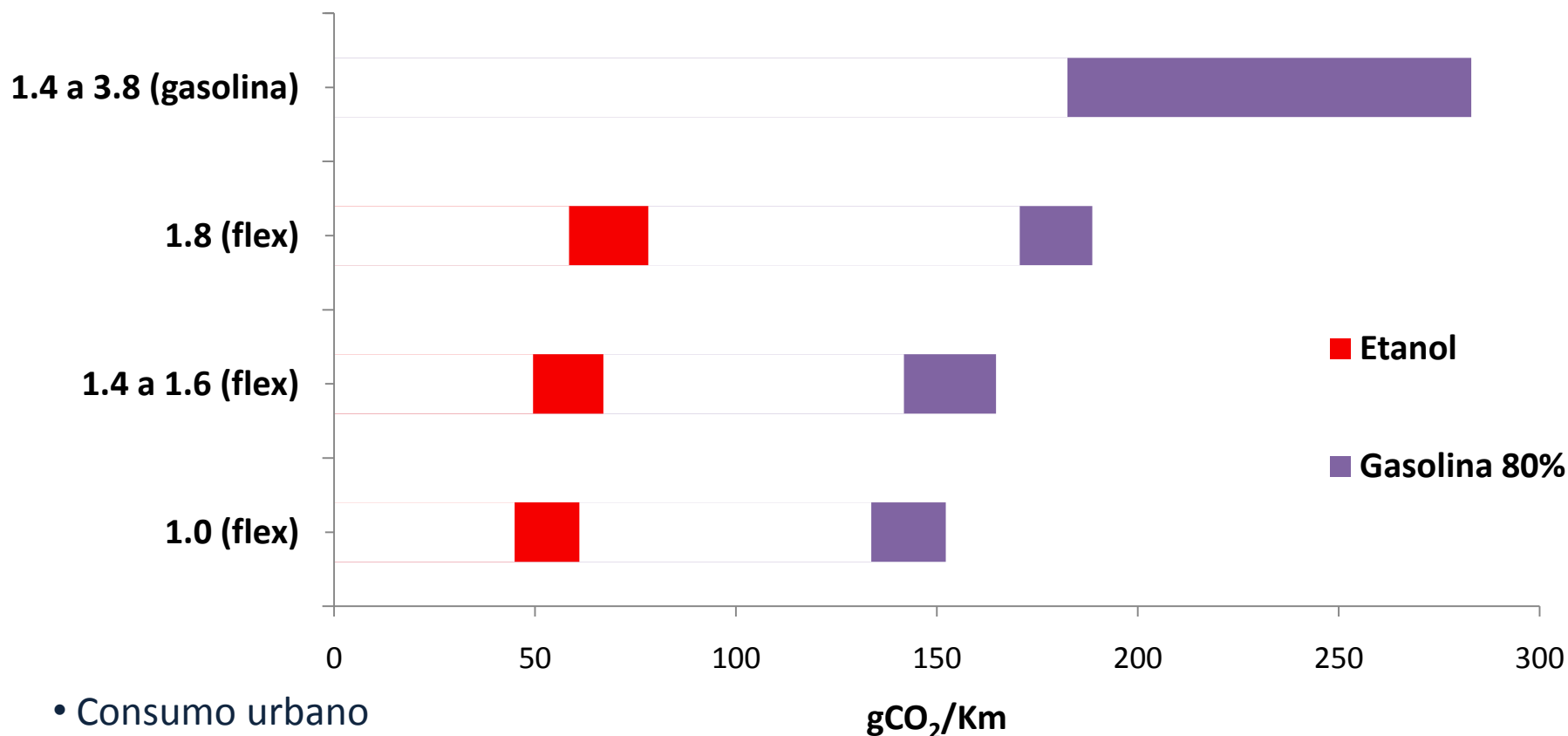


- Fator de emissão por km - consumo urbano

Motor	Etanol (gCO ₂ /Km)		Gasolina 20% etanol (gCO ₂ /Km)	
1.0 (flex)	44,9	61,0	133,7	152,2
1.4 a 1.6 (flex)	49,5	67,0	141,8	164,7
1.8 (flex)	58,4	78,2	170,7	188,7
1.4 a 3.8 (gasolina)			182,5	283,0

Fonte: adaptado de Inmetro (2009); MCT (2006); Macedo (2008);
CARB (2010); Cetesb (2010); Crago (2010)

Comparação entre Carros e Combustíveis



- Consumo urbano
- Veículos modelo 2009

Fonte: adaptado de Inmetro (2009); MCT (2006); Macedo (2008); CARB (2010); Cetesb (2010); Crago (2010)

Cálculo B: Km rodado



Hipótese:

Percurso 50 km

carro 1.0 flex - combustível etanol

Cálculo B: Km rodado



Hipótese: carro 1.0 com etanol

=

50 km

x

44,9 a 61 gCO₂/km

Cálculo B: Km rodado

Hipótese: carro 1.0 com etanol

=

2,2 a 3,1 KgCO₂



Ferramenta comparativa



Nota Verde: servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php



Consulta dos níveis de emissão dos veículos novos brasileiros.

Consulta **Comparação**

Use esta opção para escolher os veículos mais limpos e mais eficientes que atenda às suas necessidades. Baixas emissões e baixo consumo de combustíveis são importantes para o meio ambiente.

Selecione até 3 veículos

Ano:* --ano-- Marca:* --marca-- Modelo:* --vazio--

Adicionar

Veículos a serem comparados

	Ano	Marca
Veículo 1		
Veículo 2		
Veículo 3		

Resultado da Consulta

Marca/Modelo - RVEP								
Nº	Marca	Modelo	Versão	Motor	Combustível	Nota Verde (5 = Melhor)	Comparar	OPERAÇÃO
1		X		(4,0l - V8 - 32V)	GASOLINA	★★★★	☐	Detalhes
2		Y		4.8-liter, V-8 engine	GASOLINA	★	☐	Detalhes

★★★★★

Nota Verde: referente aos índices de emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e CO₂;

Voltar Avançar

Ferramenta comparativa



servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php

Detalhes da Marca/Modelo

Dados da Marca/Modelo

Nota Verde:

★★★

Marca: *

Modelo: *

Modelo: *

Ano: 2.010

Configuração/Motor: (4,0l - V8 - 32V)

Combustível: GASOLINA

Dados do ensaio

NMHC (g/km): 0,017

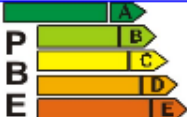
CO (g/km): 0,209

NOx (g/km): 0,021

CO₂ (Calculado) (g/km): 119,120

Dados de Consumo

Tabela de consumo/eficiência energética



A

B

C

D

E

Clique na imagem para obter a tabela.

Voltar

TRANSPORTE DE CARGAS: MADEIRA

Consumo de combustível e geração CO₂ no transporte de cargas



Consumo Diesel	Emissão Mínima	Emissão Máxima
litros/1000 (t.km)	kgCO ₂ /1000 (t.km)	kgCO ₂ /1000 (t.km)
76,0	253,1	259,5
82,3	274,1	281,0
96,0	319,8	327,8

Variáveis do consumo: massa transportada, eficiência do motor, topografia do percurso, condições de fluxo, qualidade das vias e infraestrutura, motorista, condições de clima, etc.

Fonte: adaptado de WRI/GHG Protocol (2010); FIPE (2010); MME (2010); MT (2007)

Geração de CO₂ no transporte de madeira



Hipótese 1:

- 10 m³ de produtos madeireiros
- Densidade 800 Kg/m³
- 800 Km

Geração de CO₂ no transporte de madeira



Hipótese 1:

$10 \text{ m}^3 \times 0,8 \text{ ton/m}^3 \times 800 \text{ Km} \times \text{fator de emissão}$
 $0,253 \text{ a } 0,328 \text{ KgCO}_2/\text{tkm}$

Emissão no transporte =
1,6 a 2,1 ton CO₂

Geração de CO₂ no transporte de madeira



Hipótese 2:

“A tora de pequiá de 6 toneladas na recepção: a peça veio do Pará de caminhão e exigiu um reforço na laje da construção para que seu peso fosse suportado.”



Fonte:

veja.abril.com.br/vejarj/150807/capa.html

Geração de CO₂ no transporte de madeira



Hipótese balcão madeira:

- Belém (PA) a Rio de Janeiro (RJ)
 - Cerca de 3.000 km
- 6 toneladas de madeira nativa

Emissão no transporte =

4,6 a 5,9 tonCO₂

Geração de CO₂ no transporte de madeira



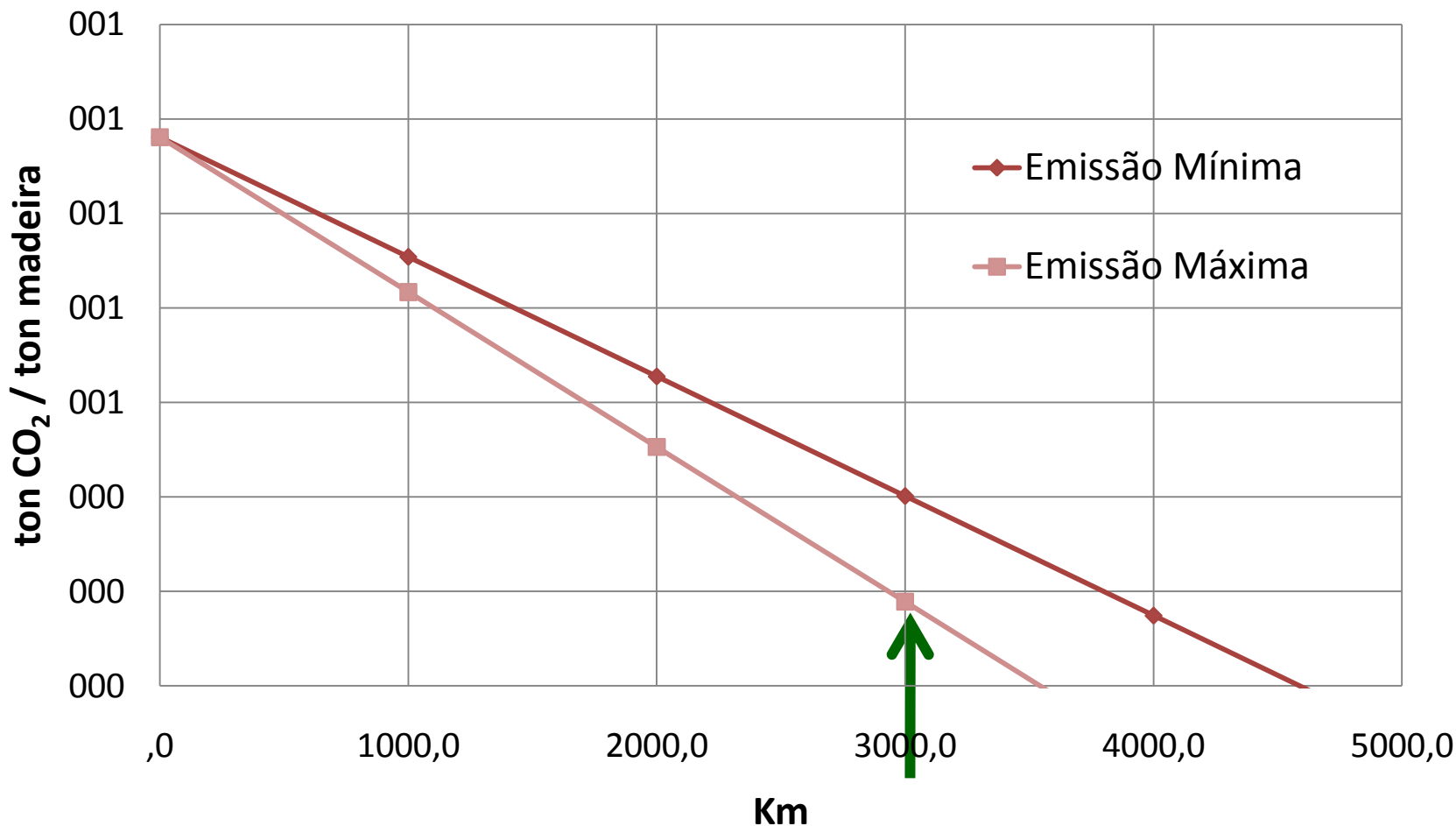
Hipótese balcão madeira:

6 ton madeira nativa fresca = 7 tonCO₂

Após transporte:

CO₂ fixado de 2,4 a 1,1 tonCO₂

Madeira manejada: Redução CO₂



1 ton madeira fresca = 0,65 ton biomassa seca = 0,32 ton C = 1,15 ton CO₂
Fator de emissão Diesel: 3,3 a 3,4 KgCO₂/litro

Referências



BEC-UK, 2010. Endereço eletrônico: www.biomassenergycentre.org.uk/. Acesso em novembro de 2010.

CARB, 2010. Endereço eletrônico: <http://greet.es.anl.gov/>. Acesso em novembro de 2010.

CETESB, 2010. Endereço eletrônico: http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/PDF/inventario_efeitoestufa.pdf. Acesso em outubro de 2010.

CRAGO, C. L.; KHANNA, M.; BARTON, J.; GIULIANI, E.; AMARAL, W. Competitiveness of Brazilian sugarcane ethanol compared to US corn ethanol. **Energy Policy**, v. 38, n. 11, p. 7404-7415, 2010.

EPE/MME. 2010. *Balanço Energético Nacional 2010: Ano Base 2009*. . Rio de Janeiro : s.n., 2010.

FIPE. 2010. IDET. *Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas*. [Online] 2010. <http://www.fipe.org.br/web/index.asp>.

IBAMA, 2010. Endereço eletrônico: servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php. Acesso em novembro de 2010.

INMETRO, 2009. Endereço eletrônico: http://quatorrodas.abril.com.br/reportagens/lista_inmetro.pdf. Acesso em outubro de 2010.

MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E.; SILVA, J. E. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 7, p. 582-595, 2008.

MACEDO E SEABRA, 2008. Endereço eletrônico: http://www.etanolverde.com.br/upload/arquivos/cartilha_nova.pdf. Acesso em outubro de 2010.

MAUGERI, L. Squeezing More Oil from the Ground. **Scientific American**, v. 301, n. 4, p. 56-63, 2009.

MCT, 2006. Emissões de Gases de Efeito Estufa por Fontes Móveis, no Setor Energético – Relatórios de Referência. Endereço Eletrônico: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17352.html>. Acesso em setembro de 2009.

MT, 2007. Ministério dos Transportes. Endereço eletrônico: <http://www.abgroup.com.br/download/LuizEduardoFEBCHidroviasdoBrasil.pdf>. Acesso em outubro de 2009.