

# CONSUMO ENERGÉTICO E EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>: UMA ANÁLISE DO SETOR DE TRANSPORTES BRASILEIRO

André Luiz Campos de Andrade<sup>1</sup>

Lauro Mattei<sup>2</sup>

## Resumo

O artigo discute o papel do setor de transportes na matriz energética brasileira no âmbito das discussões de mudanças climáticas. Observa-se que o Brasil desenvolveu uma estrutura de transportes baseada no modal rodoviário e com baixa utilização do sistema ferroviário. Esta escolha tem fortes implicações sobre a matriz, principalmente devido aos problemas de sustentabilidade ambiental, uma vez que as emissões de gás carbônico na atmosfera são elevadas. Concluiu-se que no setor de transportes localiza-se a segunda maior fonte de emissão de gases do efeito estufa (GEE) no Brasil.

**Palavras-chave:** mudanças climáticas, gás efeito estufa, transportes

## Abstract

The article discusses the role of the transport sector in the Brazilian energy matrix in the discussions about climate change. It is noted that Brazil has developed a framework based on a road sector with low use of rail system. This choice has strong implications on the matrix, mainly due to problems of environmental sustainability, since the emissions of carbon dioxide in the atmosphere are raised by this segment. It was concluded that the transportation sector is located the second largest emitter of greenhouse gases in Brazil.

**Key-words:** Climate change, greenhouse gas effect, transportation

Área ANPEC: 10 – Economia agrícola e do meio ambiente

JEL: Q41, R41

---

<sup>1</sup> Economista pela UERJ e Mestre em Economia pela UFSC. É membro da carreira de Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental do MPOG e Professor de Economia da ESAG/UDESC. Email: ALCA\_RJ2002@YAHOO.COM.BR

<sup>2</sup> Doutor em Economia pela UNICAMP. É professor dos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Economia da UFSC. Email: Mattei@cse.ufsc.br

## INTRODUÇÃO

Devido sua influência no nível de atividade econômica o setor de transportes é um tema importante para o estudo e implementação de ações de combate e mitigação às mudanças climáticas, sobretudo quando se leva em conta que este setor, por possuir um padrão energético baseado fundamentalmente em combustíveis fósseis, apresenta forte relação com o aumento das emissões de gases do efeito estufa de origem antrópica.

Ribeiro (2007) destaca a importância dos estudos realizados pelo IPCC sobre o efeito estufa e as mudanças climáticas relativos ao setor de transportes. Em seus quatro relatórios divulgados até o momento envolvendo projeções e conhecimentos acerca das mudanças climáticas, esse organismo internacional reservou capítulos específicos para a discussão sobre as emissões de GEE oriundas do setor de transportes.

Dados sobre consumo energético e emissões de CO<sub>2</sub> no setor de transportes apresentados por Schipper et al (2000) mostram que a partir da década de 1990 é possível perceber uma redução das taxas de crescimento destas duas variáveis para a maioria dos países membros da OCDE, sobretudo naqueles de maior nível de industrialização. Por outro lado, países em desenvolvimento vêm apresentando taxas de crescimento cada vez maiores para as mesmas variáveis a partir daquela década, comportamento que segundo esses autores pode ser explicado pela combinação de dois aspectos: a crescente demanda por meios de transporte, sobretudo veículos de passeio, e o baixo grau de importância que esse grupo de países dispensa ao setor de transportes na discussão da sustentabilidade, em detrimento de outras discussões consideradas mais prioritárias e urgentes, como o debate sobre o desmatamento.

O caso brasileiro enquadra-se perfeitamente na percepção acima mencionada. Com a maioria de suas emissões de GEE, cerca de 75%, originadas de mudanças no uso da terra e florestas, representadas sobretudo pelo desmatamento da Amazônia e do Cerrado e pelas emissões do setor agropecuário, é natural que as ações governamentais do país se concentrem nessa temática específica (Veiga, 2010).

No entanto, a questão envolvendo o uso do solo tende a ser equacionada num horizonte temporal não muito longo, à medida que as ações de combate ao desmatamento e o controle de emissões do setor pecuário comecem a surtir efeito. Por outro lado, questões envolvendo outros setores da economia, como indústria e transportes, tendem a apresentar maior complexidade na redução de suas emissões de GEE, até mesmo porque demandam maiores investimentos, seja na busca de inovações ou na construção de novas infraestruturas (Veiga, 2010).

Por apresentar um consumo energético acima da média mundial o setor de transportes brasileiro aparece como um problema no que se refere às emissões de GEE, sobretudo de seu principal gás, o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). Desta maneira, este trabalho discute o setor de transportes brasileiro com o objetivo de realçar a sua importância na matriz energética brasileira, bem como os impactos do mesmo na questão da sustentabilidade dessa matriz. Para isso, além desta breve introdução, o artigo conta com mais seis seções. Na primeira delas são identificados os tipos de transportes (modais) existentes, a atual estrutura do setor de transportes brasileiro, comparando-se este com alguns países selecionados. A segunda seção discute o consumo energético do setor de transportes, sendo realizadas algumas comparações intra e intersetoriais. A terceira seção elabora um panorama das emissões de CO<sub>2</sub> do setor de transportes e efetua uma análise comparativa inter e intrasetorial. A quarta seção realiza uma comparação com os dados internacionais. A quinta seção traz algumas perspectivas para o setor. A sexta apresenta as considerações finais do trabalho.

## 1 - OS MODAIS DE TRANSPORTES E O PERFIL ATUAL DO SETOR NO BRASIL

Os tipos (modais) de transportes são divididos em cinco grupos: rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e dutoviário (somente para cargas). Devido ao fato de que esses distintos modais detêm rendimentos e necessidades energéticas diferenciadas, cada qual provoca implicações distintas no que se refere ao consumo energético e às emissões de gases do efeito estufas.

Como forma de reduzir custos e desperdícios, especialmente em relação ao consumo de energia, o uso integrado dos modais vem sendo estimulado pelas políticas públicas do setor em diversas partes do mundo. Essa combinação recebe a denominação de multimodalidade e, segundo Mattos (2001), as mais usuais são: rodoviário + ferroviário; rodoviário + aéreo; rodoviário + aquaviário; e ferroviário + aquaviário.

Como mencionado na introdução, o setor de transportes brasileiro possui uma elevada concentração em torno do modal rodoviário, com números muito acima da média mundial e discrepantes em relação aos países com dimensão continental como Brasil. A partir da tabela 1, que indica a participação percentual dos modais envolvidos no transporte de carga, é possível perceber a mencionada dependência em torno daquele modal, responsável por 61,1% do total transportado em 2006 (ANTT, 2010).

Comparando os dados brasileiros com alguns países do mundo com grandes extensões territoriais e elevada relevância econômica, é possível perceber as contradições da matriz logística do Brasil. Pela tabela 1 percebe-se que todos os exemplos selecionados possuem uma matriz logística mais diversificada que o Brasil. Ao contrário do caso brasileiro, EUA, China e Rússia utilizam-se amplamente do modal ferroviário para cobrir suas vastas extensões territoriais, fato que repercute favoravelmente não só sobre a relação consumo energético/emissões de GEE como também no que tange aos os custos relacionados ao frete das cargas.

**Tabela 1 - Matriz de Transportes de Cargas – Comparativa Internacional**

	Brasil (2006)	EUA (2007)	China (2007)	Rússia (2008)	União Européia (2008)
Rodoviário	61,10%	31,0%	11,2%	4,4%	45,9%
Ferrovário	20,70%	42,9%	23,5%	42,8%	10,8%
Aquaviário (1)	14,00%	13,0%	63,5%	3,0%	40,2%
Dutoviário	4,20%	13,1%	1,8%	49,8%	3,0%

Fonte: European Commission (2010) e CNT (2010)

1 - O transporte aeroviário, cuja participação foi de 0,4%, está incluído.

No que se refere ao transporte de passageiros, sua distribuição percentual por modal é apresentada na tabela 2. Assim como no caso do transporte de cargas, também é possível constatar uma elevada predominância do modal rodoviário, que responde por aproximadamente 96% de todo o transporte. O destaque negativo desta distribuição é a ínfima participação do transporte por ferrovias, que poderia, por exemplo, servir com um meio alternativo para o transporte de massa a nível urbano ou interestadual, situação esta que atualmente ocorre apenas precariamente nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Comparando a situação do transporte de passageiros com alguns números internacionais é possível perceber que o Brasil ultrapassa inclusive países como os EUA, de forte cultura rodoviarista e que não deveria ser tomado como um modelo a ser seguido quando se busca reduzir o impacto do sistema de transporte sobre o meio ambiente.

Quando se compara o Brasil com a Rússia e a China a discrepância da distribuição brasileira se torna mais clara, uma vez que naqueles dois países asiáticos ocorre uma forte utilização do transporte ferroviário como forma de deslocar seus passageiros, além de também contar com uma parcela considerável de deslocamentos pelo modal aéreo.

**Tabela 2 - Matriz de Transportes de Passageiros - Comparativo Internacional**

	Brasil (2005)	EUA (2007)	China (2007)	Rússia (2008)	União Européia (2008)
Rodoviário	96,18%	87,8%	54,1%	26,2%	82,7%
Ferrovário	1,37%	0,7%	33,3%	47,8%	7,8%
Aquaviário	0,00%	0,0%	0,3%	0,2%	0,6%
Aeroviário	2,45%	11,5%	12,3%	25,8%	8,8%

Fonte: European Commission (2010) e GEIPOT (2010).

Com os dados acima indicados fica claro que a matriz logística brasileira é extremamente dependente do transporte rodoviário, fato que pode ser considerado um problema a ser resolvido não só do ponto de vista econômico, como já mencionado, mas também pela ótica do consumo energético e dos impactos ambientais que esta concentração no segmento rodoviário acarreta ao país.

## 2 – O CONSUMO ENERGÉTICO NO SETOR DE TRANSPORTES BRASILEIRO

A consolidação do setor de transportes em torno do modal rodoviário repercute diretamente no perfil do consumo energético do setor. Tomando-se o ano de 2007 como o exemplo, quando o consumo final energético (CFE) da economia brasileira foi de 215,6 milhões de tep, observa-se, pela tabela 3, que o setor de transportes respondeu por aproximadamente 29% do total, sendo superado apenas pelo setor industrial, que demandou 40,7% do total do CFE.

A tabela 3 apresenta a evolução da participação dos setores da economia no CFE, onde podem ser constatadas algumas modificações importantes ao longo dos últimos 40 anos. A primeira delas é que a magnitude da expansão do consumo no setor de transportes foi significativa, a ponto de deslocar sua participação relativa da terceira para a segunda posição entre os anos de 1970 e 2007, tendo saltado de 21,8% para 28,6% no período citado.

**Tabela 3 - Evolução do Consumo Final Energético por Setor (Em%)**

	1970	1985	2000	2007
Setor Energético	2,6	10,7	8,1	10,5
Setor Residencial	36,4	17,2	13,1	11,1
Setor Comercial	1,4	2,0	3,2	2,9
Setor Público	0,7	1,3	2,1	1,8
Setor Agropecuário	8,8	5,6	4,6	4,5
Setor de Transportes	21,8	25,3	30,1	28,6
Setor Industrial	28,4	37,9	38,8	40,7
Total (Em mil tep)	62.106	117.082	171.949	215.565

Fonte: BEN 2008

Analisando-se o CFE comparativamente aos dados do PIB para o mesmo período (tabela 4), percebe-se que, embora o setor de transportes represente aproximadamente 29% do consumo de energia, sua representatividade em termos do Produto Interno Bruto foi da ordem de 4,9% do PIB total. Para efeitos de comparação, o setor industrial, líder do consumo energético, respondeu por 25,1% do PIB no ano de 2007.

**Tabela 4 - Consumo Final Energético e Produto Interno Bruto**

	2007		
	PIB (em milhões US\$ 2007)	CFE (em mil tep)	PIB/CFE
Setor de Transportes	64.059	57.621	1111,72
Setor Industrial	329.400	81.915	4021,26
Total	1.313.929	201.409	6523,68

Fonte: BEN 2008

Uma medida para avaliar o consumo energético para a produção de riqueza, medida em termos de unidade monetárias do PIB, é a razão entre o PIB e o consumo final energético<sup>3</sup>. Esta relação entre as duas variáveis permite indicar a eficiência com que o setor consegue transformar energia em riqueza.

Pela tabela 4 é possível verificar que em 2007, para cada unidade de tep consumida no setor de transportes se produzia US\$ 1.111,72 enquanto que no mesmo ano o setor industrial gerava US\$ 4.021,26/tep. Ou seja, uma unidade de energia consumida no setor industrial agregava 3,6 vezes mais valor ao PIB do que a mesma quantidade de energia consumida nos transportes. Em relação ao total da economia, o quadro desfavorável do setor de transportes torna-se ainda mais visível: em 2007, para cada unidade consumida de energia o Brasil produziu-se US\$ 6.523,68, praticamente seis vezes mais do que a produção do setor de transportes, que foi de US\$ 1.111,72/tep.

Uma das explicações para esse baixo rendimento do setor de transportes relaciona-se à significativa concentração que o setor possui em torno do modal rodoviário, notadamente menos eficiente energeticamente e mais oneroso do que seus pares, como os transportes ferroviário e aquaviário (Abranches, 2008 e Gonçalves e Martins, 2008).

## 2.1 – O CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS DERIVADOS DO PETRÓLEO

Conforme aponta a tabela 5, em que pese a introdução de combustíveis renováveis na matriz energética (etanol na década de 1970 e mais recentemente o biodiesel), percebe-se que de 1970 para 2007 o consumo de derivados do petróleo aumentou no setor.

**Tabela 5 - Consumo Setorial de Derivados do Petróleo (%)**

	Setor Energético	Setor Residencial	Setor Comercial	Setor Público	Setor Agropecuário	Setor de Transportes	Setor Industrial
1970	5	8,3	0,8	0,4	1,8	58,2	25,4
2007	6,3	7,7	0,6	0,8	6,8	61	16,8

Fonte: BEN 2008

<sup>3</sup> A relação aqui discutida é PIB/ CFE, que não deve ser confundida com o Indicador de Intensidade Energética, calculado através da relação CFE/PIB.

A título de comparação, o setor industrial reduziu sua participação de 25,4% para 16,8% no consumo deste tipo de energético, sobretudo devido a inovações tecnológicas e diversificação de sua matriz energética. Por seu turno, o setor agropecuário apresentou um aumento de sua participação relativa que pode ser explicado pelo crescente mecanização do campo no período, fato que demandou cada vez mais a utilização de combustíveis, sobretudo o óleo diesel (MME, 2010).

No que se refere ao consumo intra-setorial, dados do Balanço Energético Nacional de 2008 (BEN,2008) mostram que no setor rodoviário os produtos óleo diesel e gasolina automotiva respondiam por mais de 99% de todo o consumo do setor no ano de 1970. O advento do Proálcool na década de 1970 e a conseqüente introdução do álcool como combustível alternativo para a gasolina reduziu o consumo deste último de 64,9%, em 1970, para 27,4%, em 2007. No entanto, a substituição do uso de gasolina por óleo diesel na frota de ônibus e caminhões implementada na década de 1970 elevou o consumo de óleo diesel de 34,3%, em 1970, para 52,4%, em 2007. Estas mudanças contribuíram para uma redução da participação dos combustíveis fósseis no segmento rodoviário, que no ano de 2007 ainda ficava num patamar (83,7%), considerado elevado.

No setor ferroviário percebe-se que entre os anos de 1970 e 2007 ocorreu uma mudança do perfil de consumo, que se consolidou exclusivamente em dois tipos de energia, óleo diesel e eletricidade. Houve, no entanto, pouca alteração no que se refere ao consumo de combustíveis fósseis no modal. Enquanto que em 1970, o grupo de combustíveis fósseis (óleo diesel, óleo combustível e carvão vapor) respondia por 83,3% do total consumido, em 2007 essa parcela correspondeu a 81,1%. A dependência em torno dos combustíveis fósseis também se faz presente nos outros dois modais, aéreo e aquaviário, cujo consumo, energético, em 2007, foi baseado exclusivamente em derivados de petróleo.

De um modo geral, o que esses números permitem concluir é que todos os tipos de transporte da matriz logística brasileira, inclusive os mais econômicos e eficientes energeticamente (caso do ferroviário e do aquaviário) possuem uma forte dependência dos combustíveis fósseis. No entanto, o maior foco de preocupações é o setor rodoviário, que por ser o maior consumidor de energia da matriz logística é também o principal demandante das fontes fósseis de energia.

### **3 - AS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> ORIUNDAS DO SETOR DE TRANSPORTE BRASILEIRO**

Tomando-se como referência o primeiro e o segundo inventário de emissões de gases do efeito estufa elaborados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), algumas considerações podem ser feitas com o objetivo de ratificar a importância do setor de transportes nas emissões de gases do efeito estufa do Brasil. Cabe destacar que todas as considerações realizadas nesta seção referem-se às emissões do gás CO<sub>2</sub>, principal componente no conjunto dos GEE.

Dentre os três setores inventariados, Energia, Processos Industriais<sup>4</sup> e Mudança no uso da terra e de florestas, este último responde por mais de 75% do total das emissões brasileiras de CO<sub>2</sub>, enquanto que as emissões decorrentes da matriz energética brasileira apresentaram uma participação relativa em torno dos 22% (MCT, 2009).

Para compreender a dinâmica que rege as emissões do setor “Energia”, a tabela 6 apresenta os dados do setor de forma desagregada, nos seis subsetores consumidores de combustíveis fósseis: Energético, Industrial, Transporte, Residencial, Agricultura e Outros, além apresentar as “emissões fugitivas” (onde são incluídas as emissões de gases de efeito

---

<sup>4</sup> Cabe destacar que o setor “PROCESSOS INDUSTRIAIS” refere-se às emissões resultantes dos processos produtivos da indústria que **não são resultado da queima de combustíveis**. As emissões decorrentes da queima de combustíveis estão agrupadas no setor “ENERGIA” que, segundo a metodologia do MCT, pode ser desagregado nos seguintes subsetores: Industrial, Energético, Transporte, Residencial, Agricultura e Outros.

estufa durante o processo de mineração, estocagem, processamento e transporte de carvão mineral e durante o processo de extração, transporte e processamento de petróleo e gás natural).

**Tabela 6 - Emissões de CO2 oriundas da Matriz Energética**

Subsetores da Matriz Energética		1990	2005	Participação no Total das Emissões Brasileiras em 1990	Participação no Total das Emissões Brasileiras em 2005
		Em Gg CO2		Em %	
<b>Queima de Combustíveis Fósseis</b>	Subsetor Energético	22.176	48.454	2,4	3,1
	Subsetor Industrial	64.903	114.620	7,0	7,3
	Subsetor Transporte	82.235	136.155	8,8	8,6
	Subsetor Residencial	13.817	15.429	1,5	1,0
	Subsetor Agricultura	10.052	14.808	1,1	0,9
	Outros Setores	2.584	3.611	0,3	0,2
Emissões Fugitivas		7.451	13.913	0,8	0,9
Total		203.218	346.990	21,8	22,0

Fonte: MCT (2009)

Dos números acima, conclui-se que o subsetor de transportes, ao emitir 8,8% do total das emissões brasileiras em 2005, é o principal emissor de CO2 da matriz energética, com um percentual equivalente a 39,2% de todas as emissões do gás proveniente do setor Energia.

Se comparada ao total das emissões brasileiras de CO2 no ano de 2005, incluindo o desmatamento, o setor de transportes seria ultrapassado apenas pelas emissões oriundas da mudança do uso do solo, ou seja, após a crítica questão envolvendo o desmatamento, o setor de transportes pode ser considerado o principal responsável pelas emissões brasileiras.

Este elevado volume de emissões do setor de transporte relaciona-se diretamente com o alto consumo energético que o setor possui e que se agrava ainda mais pelo elevado índice de dióxido de carbono<sup>5</sup> na energia consumida, fruto da elevada dependência em relação aos combustíveis fósseis.

### **3.1 – ANÁLISE COMPARATIVA INTER E INTRASETORIAL DAS EMISSÕES DE CO2**

A tabela 7 apresenta uma comparação da evolução das emissões de CO2, do consumo energético e do índice de CO2 entre os dois principais setores emissores da matriz energética: indústria e transportes.

<sup>5</sup> O índice de CO2 na energia é calculado pela divisão das emissões de CO2 pelo consumo energético de um determinado setor.

No que se refere à evolução do volume de emissões de CO<sub>2</sub> entre os anos de 1990 e 2005, o setor industrial apresentou um aumento de 76%, variação levemente superior à verificada no setor de transportes, que foi de 65% no mesmo período. No entanto, esse menor aumento no setor de transportes não impediu que o mesmo tivesse se mantido na liderança das emissões de CO<sub>2</sub> ao longo da série. Em 2005, por exemplo, os transportes emitiram 136.155 Gg CO<sub>2</sub>, uma quantidade 18% superior à emitida pelo setor industrial naquele mesmo ano.

O consumo energético do setor industrial também cresceu de forma levemente superior a dos transportes. Enquanto que o consumo energético do setor de transportes cresceu 60% entre 1990 e 2005, o consumo da indústria aumentou 68%. Este aumento permitiu que a indústria apresentasse um consumo energético maior do que o dos transportes ao longo dos quatro anos (1990, 1994, 2000 e 2005) apresentado na tabela.

Apesar de um maior consumo energético nos anos apresentados, a indústria emitiu menos CO<sub>2</sub> do que o setor de transportes. Este fato pode ser explicado pelo menor índice de CO<sub>2</sub> na energia (ICO<sub>2</sub>) que o segmento industrial possui em relação ao transporte, que é resultado de dois fatores principais: a alta diversificação de fontes energéticas existentes na matriz energética da indústria (com o amplo emprego de fontes renováveis); e a maior eficiência energética que a indústria possui quando comparada ao setor de transportes.

**Tabela 7 - Índice de Carbono na Energia - Comparação Intersetorial**

	1990	1994	2000	2005
<b>Setor Industrial</b>				
Emissões CO <sub>2</sub> (Em Gg)	64903	81913	105466	114620
Consumo Energético (Em mil tep)	43.523	50.307	61.204	73.496
Índice de CO <sub>2</sub> na Energia (Gg/mil tep)	1,49	1,63	1,72	1,56
<b>Setor Transportes</b>				
Emissões CO <sub>2</sub> (Em Gg)	82235	94256	124197	136155
Consumo Energético (Em mil tep)	32.964	37.757	47.385	52.459
Índice de CO <sub>2</sub> na Energia (Gg/mil tep)	2,49	2,50	2,62	2,60

Fonte: MCT (2009)

Entre os anos de 1990 e 2005, o ICO<sub>2</sub> do setor industrial passou de 1,49 Gg/milTep, em 1990, para 1,56 Gg/milTep, em 2005, o que significou um aumento de 4,6% no período. Por sua vez, o ICO<sub>2</sub> do setor de transportes passou de 2,49 Gg/milTep, em 1990, para 2,60 Gg/milTep, em 2005, um acréscimo de 4,4% entre esses dois anos. Comparando-se o ICO<sub>2</sub> desses dois setores, pode-se concluir que para cada mil toneladas equivalentes de petróleo (tep) consumida no setor de transportes, em 2005, emitiu-se na atmosfera cerca de 1 Gg CO<sub>2</sub> a mais do que se a mesma quantidade de energia fosse consumida pelo setor industrial.

Analisando o setor de transportes de maneira desagregada (tabela 8), percebem-se aspectos importantes que explicam a relevância deste setor para as emissões de CO<sub>2</sub> da matriz energética brasileira.

A primeira questão refere-se às emissões de CO<sub>2</sub> do transporte rodoviário, que eram de 71.339 Gg CO<sub>2</sub>, em 1990, e passaram a 123.175 Gg CO<sub>2</sub>, em 2005, o que representou um aumento de 72% nas emissões do modal. Este aumento foi superior ao da média do setor de transportes de uma forma geral, que foi de 65% no mesmo período. Entre 1990 e 2005, o modal aéreo e os demais modais apresentaram um aumento em suas emissões de CO<sub>2</sub> de 32% e 4% respectivamente, incrementos bem menores do que o verificado no modal rodoviário.



A segunda questão que merece destaque diz respeito à evolução do consumo energético dos modais de transporte. Repetindo a tendência das emissões de CO<sub>2</sub>, o setor rodoviário também apresentou um incremento de seu consumo energético maior do que o verificado nos demais tipos de transporte. Enquanto que o consumo do setor rodoviário passou de 29.276 mil tep, em 1990, para 48.076 mil tep, em 2005, um aumento de 64% entre esses dois anos, o modal aéreo e os outros modais aumentaram seus consumos em 32% e 4% respectivamente.

**Tabela 8 - Índice de Carbono na Energia - Comparação Intrasetorial**

	1990	1994	2000	2005
<b>Modal Aéreo</b>				
Emissões CO <sub>2</sub> (Em Gg)	5824	6210	9424	7689
Consumo Energético (Em mil tep)	1.967	2.097	3.182	2.596
Índice de CO <sub>2</sub> na Energia (Gg/mil tep)	2,96	2,96	2,96	2,96
<b>Modal Rodoviário</b>				
Emissões CO <sub>2</sub> (Em Gg)	71339	83224	110604	123175
Consumo Energético (Em mil tep)	29.276	34.025	42.766	48.073
Índice de CO <sub>2</sub> na Energia (Gg/mil tep)	2,44	2,45	2,59	2,56
<b>Outros Modais</b>				
Emissões CO <sub>2</sub> (Em Gg)	5072	4821	4169	5291
Consumo Energético (Em mil tep)	1.722	1.635	1.436	1.790
Índice de CO <sub>2</sub> na Energia (Gg/mil tep)	2,95	2,95	2,90	2,96

Fonte: MCT (2009) e BEN (2008)

O terceiro ponto importante refere-se ao índice de CO<sub>2</sub> na energia dos modais. Apesar de possuir um índice menor que o do modal aéreo e dos demais tipos de transporte, o ICO<sub>2</sub> do setor rodoviário apresentou um crescimento de 5% entre os anos de 1990 e 2005. Em síntese, o que a tabela 8 permite concluir é que, considerando-se que todos os outros modais praticamente não apresentaram variação em seus índices no mesmo período e que, em termos absolutos, o setor rodoviário é o maior emissor de CO<sub>2</sub> e consumidor de energia da matriz logística brasileira, a grande responsabilidade em relação à sustentabilidade do setor de transportes recai sobre o modal rodoviário.

#### **4 - ANÁLISE COMPARATIVA INTERNACIONAL DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NOS TRANSPORTES**

A tabela 9 apresenta informações relativas às emissões de CO<sub>2</sub> de países com características como os tamanhos da economia, do território e da população de magnitude semelhantes à do Brasil.

Três variáveis podem ser alvos de comparações com o objetivo de verificar a importância do setor de transportes para o Brasil comparativamente aos seus similares no âmbito internacional. São elas: O volume de emissões de CO<sub>2</sub> emitido pelo setor de transporte; a participação relativa das emissões do setor de transportes no computo geral das emissões do país; e as emissões de CO<sub>2</sub> per capita do setor de transportes.

O volume de emissões de CO<sub>2</sub> do setor de transportes brasileiro saltou de 83,75 Mt, em 1990, para 162,08 Mt, em 2007, o que corresponde a um aumento de 94% tomando-se

como referência o próprio ano de 1990. No âmbito internacional, este aumento não foi maior, apenas, exceto no caso verificado na China, onde as emissões aumentaram 258% entre 1990 e 2007.

No que se refere à participação relativa das emissões do setor de transporte no total de CO2 emitido pela queima de combustíveis fósseis, o Brasil figura como o país onde o setor de transportes ocupa o maior percentual. Entre os anos de 1990 e 2007, a participação relativa dos transportes passou de 42,7% para 44,7% no Brasil. Na Índia, ocorreu uma redução de 14,7%, em 1990, para 10,0%, em 2007. Rússia, China e EUA apresentaram elevações no período, mas a participação dos transportes atingiu, no máximo, os 33% no EUA, país que apresenta um razoável emprego do transporte rodoviário.

**Tabela 9 – Comparativo Internacional do Setor de Transportes/Emissões de CO2**

		1990	2007	Varição 1990-2007
Brasil	CO2 emitido pela queima de combustíveis no setor de transportes (Mt) *	83,75	162,08	94%
	Participação do setor de transportes no total	42,70%	44,70%	
	Emissões de CO2 per capita do setor de transportes (Mt/milhões de hab.)	0,56	0,85	51%
<hr/>				
Rússia	CO2 emitido pela queima de combustíveis no setor de transportes (Mt) *	328,34	245,05	-25%
	Participação do setor de transportes no total	14,80%	15,30%	
	Emissões de CO2 per capita do setor de transportes (Mt/milhões de hab.)	2,21	1,73	-22%
<hr/>				
China	CO2 emitido pela queima de combustíveis no setor de transportes (Mt) *	136,27	487,44	258%
	Participação do setor de transportes no total	6,00%	7,90%	
	Emissões de CO2 per capita do setor de transportes (Mt/milhões de hab.)	0,12	0,37	208%
<hr/>				
Índia	CO2 emitido pela queima de combustíveis no setor de transportes (Mt) *	87,49	133,25	52%
	Participação do setor de transportes no total	14,70%	10,00%	
	Emissões de CO2 per capita do setor de transportes (Mt/milhões de hab.)	0,1	0,12	20%
<hr/>				
Estados Unidos	CO2 emitido pela queima de combustíveis no setor de transportes (Mt) *	1549,45	1953,62	26%
	Participação do setor de transportes no total	31,00%	33,00%	
	Emissões de CO2 per capita do setor de transportes (Mt/milhões de hab.)	6,19	6,47	5%

Fonte: ITF (2010)

Com relação às emissões de CO<sub>2</sub> per capita do setor de transporte, o Brasil passou de 0,56 Mt CO<sub>2</sub>/milhões de hab., em 1990, para 0,85 Mt CO<sub>2</sub>/milhões de hab., em 2007, isto é, um aumento de 51% no período. Este dado brasileiro fica atrás apenas dos EUA, país que possui um nível de emissão per capita muito acima dos demais países, e da Rússia, que apresentou uma redução de 22% neste indicador no período analisado. Aliás, o fator preocupante destas emissões per capita no Brasil é que seu aumento, entre 1990 e 2007, foi um dos maiores dentre os países analisados, perdendo apenas para China, cujo índice variou positivamente em 258%.

## **5 – DISCUSSÃO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA AS EMISSÕES DO SETOR DE TRANSPORTES**

No final do ano de 2009 por meio da Lei 12.187/09, o Brasil instituiu o seu Plano Nacional sobre Mudança do Clima que, além de prever ações de mitigação e adaptação, estipula uma meta voluntária de redução de suas emissões de GEE, a qual pode variar entre 36,1% e 38,9% sobre as emissões projetadas até 2020. A referida lei foi regulamentada no ano seguinte pelo Decreto 7.390/10 que tratou de fornecer um maior nível de detalhamento das ações necessárias para se atingir a meta estabelecida.

Um plano setorial para o setor de transportes, que contemple metas de redução de suas emissões, ações a serem implementadas, definição de indicadores de monitoramento e avaliação de efetividades das políticas e uma proposta de regulação setorial está previsto no decreto anteriormente mencionado, que determina que o plano deverá ser apresentado à sociedade brasileira até o final do ano de 2011( Brasil,2010).

Independentemente da tempestividade da apresentação do plano mencionado, algumas considerações merecem ser realizadas a luz do que já existe em termos de planejamento governamental do setor e projeção de emissões para o mesmo.

A primeira questão relevante é que o atual instrumento de planejamento para as futuras políticas públicas para o setor de transportes, o chamado Plano Nacional de Logística de Transportes – PNLT, não é incisivo no que se refere à redução das emissões de GEE decorrentes da implementação de suas ações, que visam basicamente redesenhar o perfil da matriz de transportes nacional, com uma maior participação dos modais ferroviário e aquaviário. Além disso, da leitura do PNLT também pode-se perceber uma escassez de diálogo com o Plano Decenal de Expansão de Energia e o BEN 2030, instrumentos de planejamento de médio prazo do setor energético e que, por razões óbvias, mereceria uma maior interconexão com as previsões de expansão da matriz logística nacional.

Um segundo aspecto que merecer ser destacado são os resultados contidos no “Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviário”, divulgado em janeiro de 2011 pelo Ministério do Meio Ambiente. Com relação às emissões de CO<sub>2</sub>, o relatório prevê que, após atingir 170 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> no ano de 2009, a frota brasileira de automóveis, caminhões e ônibus poderá ultrapassar os 270 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2020, o que significa um aumento de quase 60% em relação a 2009 ( MMA,2011). Esta elevação, se comparada às metas voluntárias de redução das emissões de GEE estabelecidas pelo PNMC, pode fornecer uma idéia do desafio que o setor de transportes tem pela frente para não se tornar um futuro problema para a sustentabilidade do Brasil.

## **6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O debate sobre mudanças climáticas, mesmo que implementado na esfera global, é possível de ser feito no âmbito local, sobretudo a partir ações de cada país para o contexto mundial. Este é um importante exercício para buscar respostas aos problemas apontados em

torno das discussões sobre mudanças climáticas. Foi nessa lógica que se discutiu neste trabalho o papel e a importância do setor de transportes brasileiro no âmbito da questão da sustentabilidade.

A discussão foi realizada à luz de um modelo de desenvolvimento econômico do país que privilegiou, a partir das décadas de 1940 e 1950, um padrão logístico de transportes com extrema concentração em torno do modal rodoviário extremamente dependente dos combustíveis fósseis.

Com isso a matriz de transportes brasileira, comparativamente à média mundial, apresenta uma posição desconfortável no que se refere à excessiva concentração em torno do modal rodoviário, tanto para o transporte de cargas quanto para o transporte de passageiros, superando inclusive países como os EUA, que possui longa tradição no uso de automóveis particulares. Essa concentração acarreta impactos significativos sobre o consumo de energia e emissões de GEE.

Comparando-se o consumo de energia nos setores industrial e de transportes, percebe-se que consumo energético no último agrega valor à economia numa magnitude 3.6 vezes inferior ao setor industrial e quase 6 vezes inferior ao conjunto da economia. O setor ainda é o principal consumidor de combustíveis fósseis da matriz energética, mesmo que a partir da década de 1970 tenha ocorrido a introdução de alguns combustíveis renováveis na matriz energética, como o etanol e o biodiesel.

Este grande consumo de energia fóssil faz com que o setor possua elevado índice de CO<sub>2</sub> na energia (ICO<sub>2</sub>), que apresenta tendência crescente desde o começo da década de 1990 e o torna o principal emissor de GEE da matriz energética brasileira. Em termos agregados, o setor de transportes é a segunda maior fonte de emissão do país, sendo ultrapassado apenas pelas emissões oriundas da mudança do uso do solo e da terra.

Na comparação internacional, o caso brasileiro, além de possuir a maior participação relativa no total das emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis, foi o que apresentou, após a China, o maior crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> per capita e em valores absolutos para o setor, deixando ainda mais visível a situação de insustentabilidade do sistema de transportes do país.

Mesmo assim, não se percebe por parte dos agentes econômicos ligados ao setor de transportes uma preocupação maior sobre o problema. Isto ocorre tanto pela ausência de debates mais qualificados em relação ao tema no âmbito dos atores envolvidos, como pela falta de uma maior integração entre os instrumentos de planejamento governamental, que deveriam priorizar abordagens intersetoriais, como por exemplo, um corte que abarcasse transportes/energia/planejamento urbano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, S. **Climate agenda as an agenda for development in Brazil: A policy oriented approach**. 2008. Disponível em: <[www.ecopolitica.org](http://www.ecopolitica.org)>. Acesso em: 20 nov. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Anuário estatístico de transportes terrestres**. Vários anos. Disponível em: <[www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)>. Acesso em: 6 maio 2010.

BRASIL. Presidência da República. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Plano Nacional de Mudança do Clima**. Brasília: 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2008: Ano base 2007**. Empresa de Pesquisa Energética(EPE) – Rio de Janeiro: EPE, 2008

EUROPEAN UNION. **Energy and transport in figures: Statistical pocketbook 2010**. Disponível em: <<http://europa.eu>>. Acesso em: 03 maio 2010.

GONÇALVES, J. M. F.; MARTINS, G. Consumo de energia e emissão de gases do efeito estufa no transporte de cargas no Brasil. **Brasil Engenharia**. Ago. 2008. Disponível em: <[www.brasilengenharia.com.br](http://www.brasilengenharia.com.br)>. Acesso em: 18 dez. 2009.

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM (ITF). **Reducing transport greenhouse gas emissions: Trends & Data 2010**. Disponível em: <<http://www.internationaltransportforum.org>>. Acesso em: 06 maio 2010.

MATTOS, L. B. R. de. **A importância do setor de transportes na emissão de gases do efeito estufa: O caso do município do Rio de Janeiro**. 2001. 179 f. Dissertação (Mestrado) – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases do efeito estufa: Informações gerais e valores preliminares**. Nov. 2009. Disponível em: <[www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br)>. Acesso em: 30 jan. 2010.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT**. Brasília, 2007. Disponível em: <[www.mt.gov.br](http://www.mt.gov.br)>. Acesso em: 08 nov. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE(MMA). Primeiro inventário de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários – relatório final. Jan. 2011. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: 15 abr. 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Resenha energética brasileira: exercício 2009**. Brasília, 2010.

RIBEIRO, S.. A importância do setor de transportes no painel intergovernamental de mudanças climáticas. **Transportes**, v. 1, n. 1, p.5-6, jun. 2007.

SCHIPPER, L., MARIE-LILLIU, C.; GORHAM, R. **Flexing the link between transport and greenhouse gas emission – A path for the World Bank**. 2000. Disponível em: <[www.iea.org](http://www.iea.org)>. Acesso em: 23 maio 2010.

VEIGA, José Eli da. **Mundo em transe:** Do aquecimento global ao ecodesenvolvimento. São Paulo: Autores Associados, 2010. 128 p.