



# **Estado da arte da obtenção de crédito de carbono via adoção de veículo elétrico**

**Denis Fernando Ramos<sup>1</sup>**  
**Roni Robson dos Santos<sup>2</sup>**  
**Francisco José Grandinetti<sup>3</sup>**  
**Ederaldo Godoy Júnior<sup>4</sup>**  
**Edson Aparecida de Araújo Querido de Oliveira<sup>5</sup>**

## **Resumo**

O presente trabalho tem como objetivo evidenciar o estado da arte da obtenção de créditos de carbono via a utilização de veículos elétricos. Esta é uma das soluções para reduzir consideravelmente a emissão de GEE (Gases de Efeito Estufa), no caso as emissões de CO<sub>2</sub>, de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e CH<sub>4</sub> (oriundo das reações termoquímicas da combustão de gasolina com o etanol) em veículos automotores. Para tanto foi feito o estudo quantitativo com base no levantamento de dados bibliográficos disponíveis e no desenvolvimento de cálculos básicos considerando a

---

*Recebimento: 8/7/2012 • Aceite: 5/9/2012*

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté Engenheiro de Projetos do Combustol Indústria e Comércio LTDA. E-mail: deniscalab@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro da Rafesa Indústria e Comércio Ltda. E-mail: roni.rafesa@uol.com.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Docente do Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté. End: UNITAU, R. Daniel Danelli S/N, Taubaté, Brasil. E-mail: grandi@unitau.br

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Docente do Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté. E-mail: godoyjr@unitau.br

<sup>5</sup> Doutor em Organização Industrial pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Pró-reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade de Taubaté. Docente do Programa de Pós-graduação em Planejamento e Desenvolvimento Regional – Universidade de Taubaté – UNITAU, Taubaté, Brasil. E-mail: edson@unitau.com.br

frota de automóveis do Brasileira e as emissões de CO<sub>2</sub>, gerada pela mesma. Explicitando assim o ganho considerável na qualidade do ar e na redução dos vetores causadores do efeito estufa, no caso da substituição da frota atual de automóveis a combustão de hidrocarbonetos de cadeia alifática, por uma frota eco eficiente constituída por veículos elétricos e/ou híbridos. Portanto, esse trabalho tem como foco apresentar a emissão de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) por representar a maior percentagem na emissão da combustão dos automóveis.

**Palavras-chave:** Veículo; elétrico; Crédito de carbono; Gases de efeito estufa; VE

## **State of the art of getting credit for the adoption of carbon electric vehicle**

### **Abstract**

This paper aims to highlight the state of the art of obtaining carbon credits through the use of electric vehicles. This is one of the solutions to significantly reduce the emission of GHG (Greenhouse Gas) emissions in the case of CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, and CH<sub>4</sub> (thermochemical reactions arising from the combustion of gasoline with ethanol) in motor vehicles. For this quantitative study was done based on the survey of bibliographic data available and the development of basic calculations considering the car fleet of the Country of Brazil and the CO<sub>2</sub> emissions generated by the same. Thus explaining the considerable gain in air quality and reduction of vectors of greenhouse gases in the case of replacing the current fleet of vehicles combustion of hydrocarbon aliphatic chain, for an eco-efficient fleet consists of electric vehicles and / or hybrids.

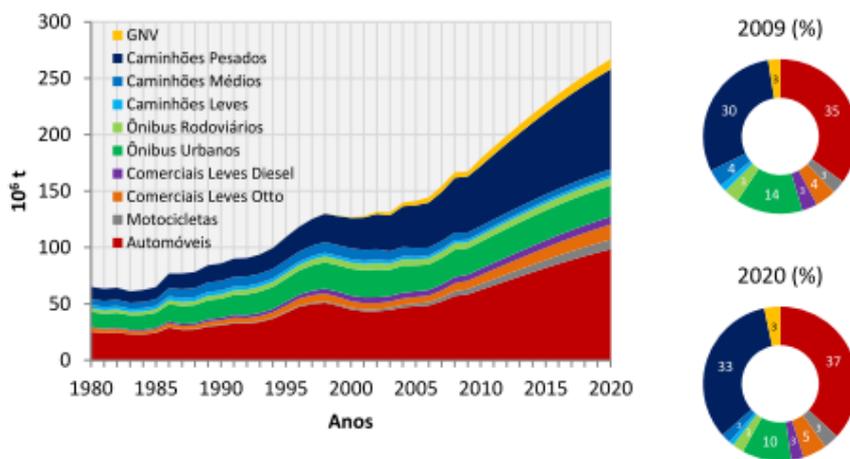
**Keywords:** Electric; Vehicle; Carbon Credits; Greenhouse gases; VE

## Introdução

### Emissões de GEE por Veículos

Segundo dados da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2011), onde foi feito o Inventário de Emissões dos Gases de Efeito Estufa associada ao transporte rodoviário no estado de São Paulo compreendido entre, 1990 a 2020 (Projeção), onde foram considerados os seguintes gases de efeito estufa diretos: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ); e indiretos: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) hidrocarbonetos não-metano (NMHC) e os aldeídos (RCHO). A Figura 1 ilustra as emissões de  $\text{CO}_2$  associadas ao transporte rodoviário.

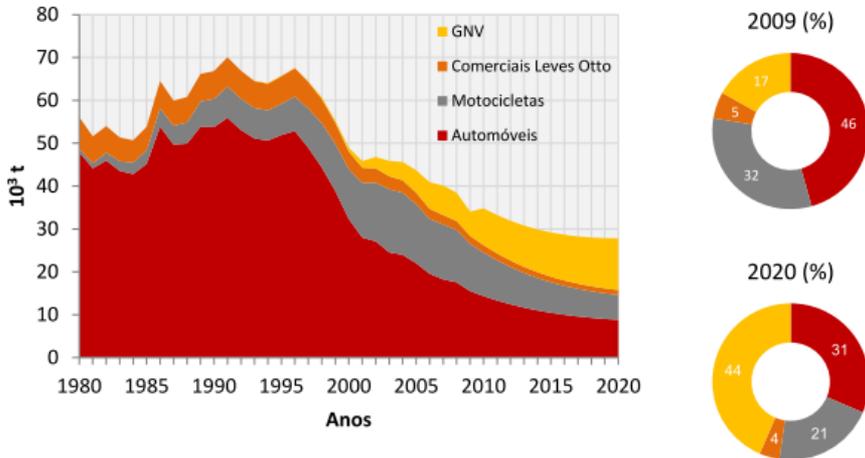
**Figura 1:** Emissão de  $\text{CO}_2$  de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020



Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

A Figura 2 ilustra as emissões de  $\text{CH}_4$  associadas ao transporte rodoviário.

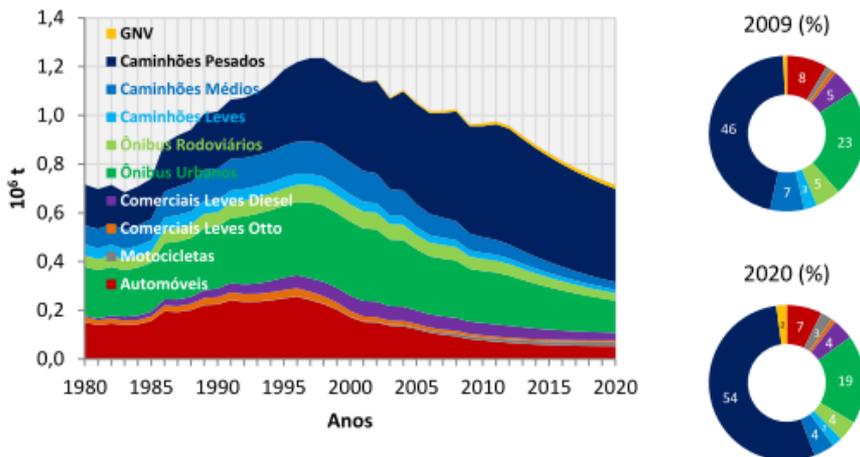
**Figura 2:** Emissão de CH<sub>4</sub> de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020



Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

A Figura 3 ilustra as emissões de NO<sub>x</sub> associadas ao transporte rodoviário.

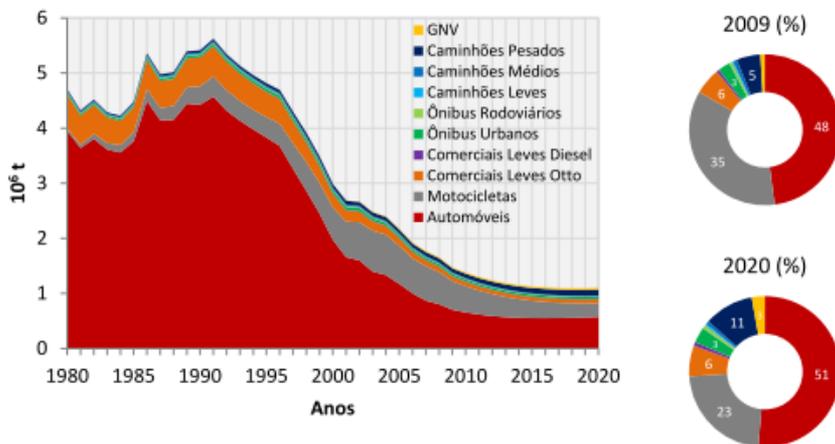
**Figura 3:** Emissão de NO<sub>x</sub> de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020



Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

A Figura 4 ilustra as emissões de CO associadas ao transporte rodoviário.

**Figura 4:** Emissão de CO de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020

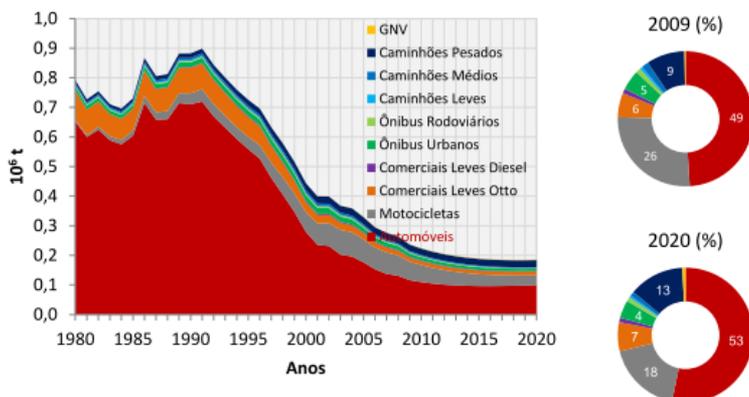


Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

A Figura 5 ilustra as emissões de NMHC associadas ao transporte rodoviário.

**Figura 4:** Emissão de NMHC de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020

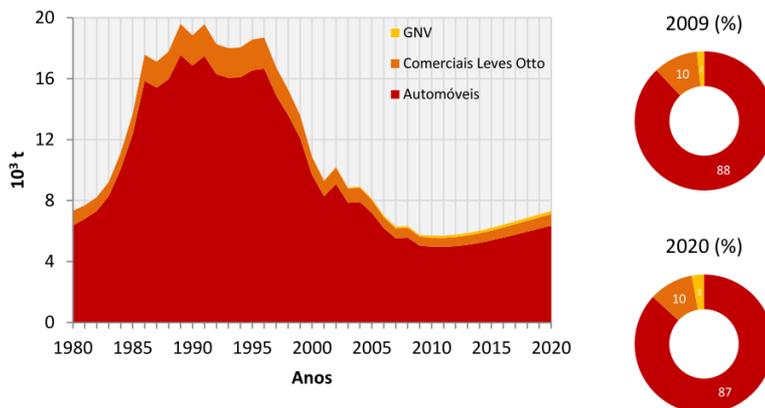
**Gráfico 36:** Emissões de NMHC por categoria de veículos



Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

A Figura 6 ilustra as emissões de RCHO associadas ao transporte rodoviário.

**Figura 6:** Emissão de NMHC de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020



Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

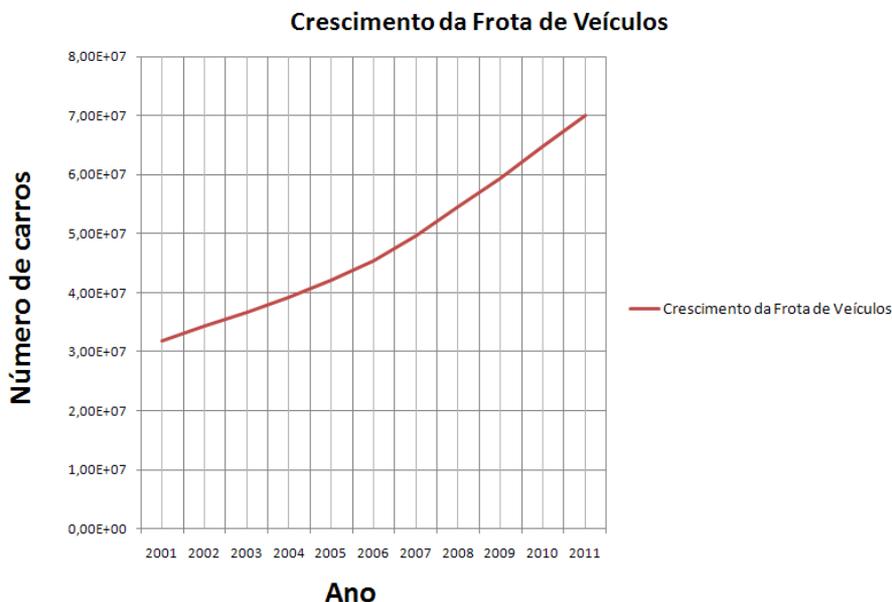
## Frota Brasileira de Veículos Rodoviários

Segundo dados do Ministério das Cidades, DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito, RENAVAM-Registro Nacional de Veículos Automotores, a frota brasileira de veículos no ano de 2011 chegou a 69.987.509 (sessenta e nove milhões novecentos e oitenta e sete mil quinhentos e nove) veículos com placa.

A frota de veículos no ano de 2001 chegava a 31.912.829 (trinta e um milhões novecentos e doze mil oitocentos e vinte e nove) veículos com placa, no período compreendido entre 2001 e 2011 houve um crescimento de 119,3% da frota brasileira de veículos.

A Figura 7 ilustra o crescimento da frota brasileira de veículos no período de 2001 a 2011.

**Figura 7:** Gráfico do Crescimento da Frota Brasileira de Veículos no período de 2001 a 2011



Fonte: elaborado a partir das informações do Ministério das Cidades, DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito, RENAVAL - Registro Nacional de Veículos Automotores

Sendo que conforme levantamento feito pelo DENATRAN, cerca de, 56,56% desses veículos são automóveis, o que representa uma quantia de 39.585.116 (trinta e nove milhões quinhentos e oitenta e cinco mil cento e dezesseis) automóveis. O número de automóveis no ano de 2011 é equivalente ao número de veículos no ano de 2004 conforme demonstrado na Figura 7.

## Veículo Elétrico no Brasil

Segundo a ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico), existem hoje distribuídos pelo Brasil 72 veículos elétricos emplacados, sendo que 58 são Palio Weekend, pertencentes ao projeto de veículo elétrico da Itaipu Binacional, onde rodam na empresa 28 unidades do Palio elétrico.

A baixa utilização de veículos elétricos no Brasil é justificada por alguns fatores entre eles os de maior relevância a falta de infraestrutura para esse tipo de veículo e o preço alto dos veículos elétricos

que são considerados como “outros” e enquadram-se na faixa de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de 25%.

Para efeito de comparação, nos Estados Unidos, onde o governo da isenção de taxa para a compra desse tipo veículo, somente o modelo Leaf, da Nissan, vendeu 3,9 mil unidades de dezembro passado, quando foi lançado, até agora.

A Figura 8 ilustra o veículo elétrico pertencente ao projeto de Veículo Elétrico da Itaipu Binacional e traz a informação do preço de venda de R\$ 140.000,00 (cento e quarenta mil reais), caso o mesmo fosse comercializado.

**Figura 8:** Veículo Elétrico Fiat modelo Palio Weekend, pertencente ao projeto de veículo elétrico da Itaipu Binacional



Fonte: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/07/brasil-tem-71-automoveis-eletricos-emplacados-em-quatro-anos.html>, 15/12/11.

A Figura 9 ilustra um protótipo de posto de recarga para carros elétricos, projetado pela CPFL Energia.

**Figura 9:** Posto de recarga para carros elétricos

Fonte: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/07/brasil-tem-71-automoveis-eletricos-emplacados-em-quatro-anos.html>, 15/12/11

## Protocolo de Quioto

Discutido e negociado em Quioto no Japão em 1997, foi aberto para assinaturas em 11 de Dezembro de 1997 e ratificado em 15 de março de 1999. Sendo que para este entrar em vigor precisou que 55 países, que juntos, produzem 55% das emissões de gases de efeito estufa, o ratificassem, assim entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, depois que a Rússia o ratificou em Novembro de 2004.

Por ele se propõe um calendário pelo qual os países-membros (principalmente os desenvolvidos) têm a obrigação de reduzir a emissão de gases de efeito estufa em, pelo menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012, também chamado de primeiro período de compromisso (para muitos países, como os membros da EU, isso corresponde a 15% abaixo das emissões esperadas para 2008). [http://pt.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Quioto](http://pt.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Quioto)

A fim de cumprir os compromissos assumidos, sob o Artigo 3 do Protocolo de Quioto, qualquer Parte incluída no Anexo I do mesmo conforme a Figura 10 que ilustra o mesmo pode transferir para ou adquirir de qualquer outra dessas Partes unidades de redução de

emissões de resultantes de projetos visando às reduções das emissões antrópicas por fontes ou o aumento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa em qualquer setor da economia. (texto retirado e adaptado do documento localizado em [http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo\\_Quito.pdf3/11/11](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo_Quito.pdf3/11/11)).

**Figura 10: Imagem do Anexo I do Protocolo de Quioto**



<sup>a</sup> Dados baseados em informações recebidas das 34 Partes do Anexo I que submeteram suas primeiras comunicações nacionais em 11 de dezembro de 1997 ou antes dessa data, compiladas pelo Secretariado em vários documentos (A/AC.237/81; FCCC/CP/1996/12/Add.2 e FCCC/SB/1997/6). Algumas das comunicações continham dados sobre as emissões de CO<sub>2</sub> por fontes e remoções por sumidouros resultantes de mudança no uso da terra e florestas, porém esses dados não foram incluídos porque as informações foram relatadas de diferentes modos.

## Materiais e métodos

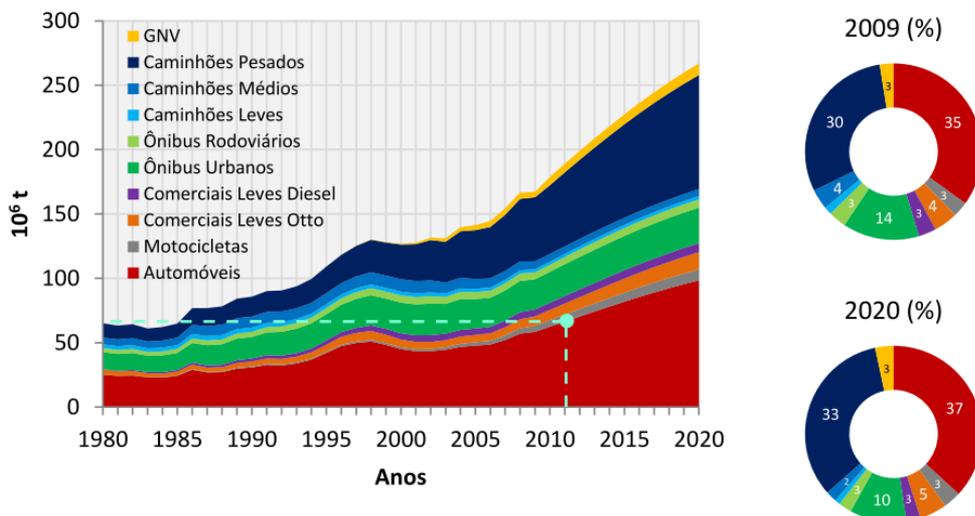
Para o presente estudo foi feita uma pesquisa bibliográfica utilizando como apoio as bibliotecas da Universidade de Taubaté, da Combustol, do Instituto Técnico Aeroespacial, dos sites da CETESB (Companhia Nacional de Saneamento Ambiental), DENATRAN (Departamento Nacional de Transito), Wikipédia e ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico) e também o desenvolvimento de cálculos referente à emissão de GEE, com foco no CO<sub>2</sub>.

## Emissões de CO<sub>2</sub> por Automóveis

Conforme os dados do Ministério do meio Ambiente no ano de 2011, a emissão de CO<sub>2</sub> chegou ao número aproximado de 170.000.000 (cento e setenta milhões) de toneladas, sendo que aproximadamente 62.000.000 (sessenta e dois milhões) de toneladas de CO<sub>2</sub> foram emitidas por automóveis, o que representa aproximadamente 37% das emissões de CO<sub>2</sub> por veículos.

A Figura 11 destaca a situação das emissões de CO<sub>2</sub> por automóveis no ano de 2011.

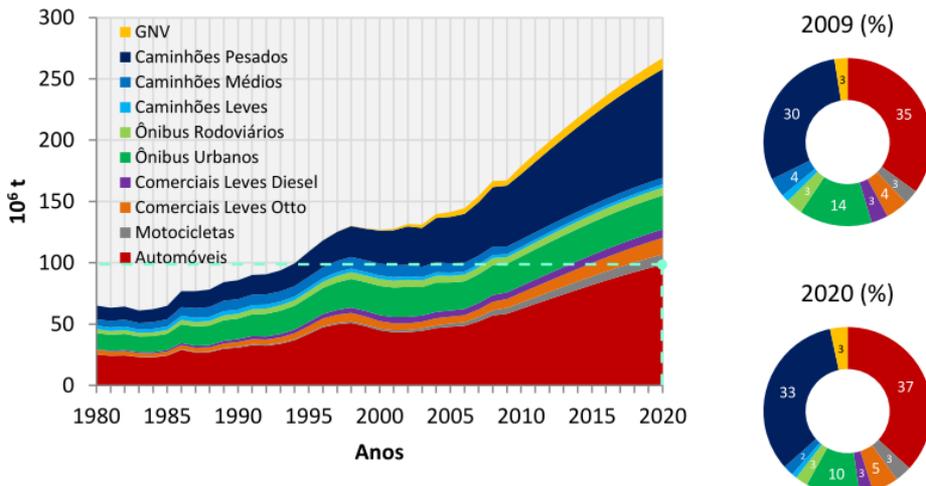
**Figura 11:** Emissão de CO<sub>2</sub> de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020, adaptada para destacar a emissão de CO<sub>2</sub> por automóveis no ano de 2011



Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

A Figura 12 representa a projeção da situação da emissão de CO<sub>2</sub> por tipo de veículo até o ano de 2020, destacando o da emissão de CO<sub>2</sub> por veículos tem-se o valor aproximado de 100.000.000 (cem milhões) de toneladas de CO<sub>2</sub>.

**Figura 12:** Emissão de CO<sub>2</sub> de acordo com o tipo de veículo nos anos de 1980 a 2020, adaptada para destacar a emissão de CO<sub>2</sub> por automóveis no ano de 2020



Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011

### Diminuição da Emissão de CO<sub>2</sub> Pela Substituição de Automóveis Convencionais por Automóveis Elétricos

Com base nos dados pesquisados a Equação 1 demonstra a redução da emissão de CO<sub>2</sub> por automóveis convencionais (motor a combustão) por automóveis elétricos, adotando uma substituição de 25% da frota projetada para 2020 de automóveis convencionais por automóveis elétricos.

Como premissa adota-se que a quantidade de emissão de CO<sub>2</sub> é proporcional ao número de automóveis.

De acordo com a projeção da emissão de CO<sub>2</sub> tem-se um aumento de aproximadamente 61% no período compreendido entre 2011 e 2020, logo se adotam o mesmo percentual para o crescimento da frota de automóveis.

$$(1) \quad \text{ERE} = \text{PEC} - (\text{PEC} \times 25\%)$$

ERE: estimativa da redução de emissões de CO<sub>2</sub>  
 PEC: projeção da emissão de CO<sub>2</sub> no ano de 2020

Pela Equação 1 tem-se:

$$\text{ERE} = 100.000.000 - (100.000.000 \times 0,25)$$

$$\text{ERE} = 75.000.000$$

### Número de automóveis elétricos

Com base nos dados levantados já citados nos tópicos acima se pode elaborar a Equação 2 para estimar o número de automóveis elétricos que deveriam circular no ano de 2020 no lugar de automóveis convencionais para reduzir a emissão CO<sub>2</sub> por automóveis em 25%.

$$(2) \quad \text{AE} = \text{FA} \times 1,61 \times 0,25$$

AE: Número estimado de automóveis elétricos

FA: Frota de automóveis no ano de 2011 (39.585.116)

1,61: Fator de aumento de automóveis conforme projeção do aumento de emissões de CO<sub>2</sub>

0,25: Fator para dimensionar o número de automóveis elétrico.

Pela Equação 2 tem-se:

$$\text{AE} = 39.585.116 \times 1,61 \times 0,25$$

$$\text{AE} = 15.933.009$$

## Resultados

### Redução da Emissão de CO<sub>2</sub> por Veículos Automotores Rodoviários

Conforme os dados levantados na projeção da emissão de CO<sub>2</sub> por veículos automotores rodoviários, feita pelo Ministério do Meio Ambiente, no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, a projeção total será de aproximadamente 250 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

No tocante à substituição de 25% da frota de automóveis convencionais por automóveis elétricos representa com base nas projeções feitas pelo Ministério do Meio Ambiente redução aproximada de 10% nas emissões de CO<sub>2</sub>, que equivalem a 25 milhões de toneladas deixadas de serem lançadas na atmosfera.

## Discussões

Com base na pesquisa, pode-se questionar porque no Brasil não há incentivo para utilização de automóveis elétricos, pelo contrário, com a tributação adotada e a falta de infra-estrutura para a utilização, pode-se dizer que há certa desmotivação para o uso dos automóveis elétricos.

O Brasil poderia apresentar aos países que fazem parte do Anexo I do Protocolo de Quioto, um projeto para redução da emissão de CO<sub>2</sub>, com a utilização de automóveis elétricos, solicitando subsídios para implantação de uma frota de automóveis elétricos no Brasil.

## Conclusões

Com a pesquisa conclui-se que a utilização de automóveis elétricos pode ser uma ferramenta para a diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>, implantada em longo prazo e com resultados significativos para a redução da emissão de CO<sub>2</sub> gerado pela combustão dos veículos automotivos.

Indo de encontro com as premissas do Protocolo de Quioto, na redução e obtenção de crédito de carbono.

## Referências

LEITMAN, Seth; BRANT, Bob. *Electric Vehicle*. 2 ed. New York: Mc Graw Hill, 2009. 350 p.

SINDIPEÇAS. *Estudo da frota circulante brasileira*. 2008.

POGGETTO, Pricila Dal: Brasil tem 72 automóveis elétricos emplacados em quatro anos. Disponível em: <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/07/brasil-tem-71-automoveis-eletricos-emplacados-em-quatro-anos.html>>, Acesso em: 15 dezembro 2011.

Protocolo de Quioto. Wikipédia. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Quioto](http://pt.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Quioto)>, Acesso em: 15 dezembro 2011.

Kyoto Protocolo. United Nations, Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)>, Acesso em: 2 dezembro 2011.

Quioto. Mudanças Climáticas. Disponível em: [http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo\\_Quioto.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo_Quioto.pdf), Acesso em: 23 novembro 2011.

SCICCO, Carolina de: Frota de veículos responde por 90% das emissões de gases no Brasil, aponta inventário. Disponível em: <<http://www.jornalentreposto.com.br/transporte/legislacao/823-frota-de-veiculos-responde-por-90-das-emissoes-de-gases-no-brasil-aponta-inventario>> Acesso em: 23 novembro 2011.

Frota de Veículos. DENATRAN. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>, Acesso em: 4 janeiro 2012