



## IMPACTO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE E O CRESCIMENTO DESORDENADO DA FROTA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES DO ESTADO DO CEARÁ

Marcus Vinicius de Oliveira Brasil\*

Doutor em Administração pela Universidade de Fortaleza, Brasil

Bolsista CAPES/PNPD de Pós-Doutorado - Universidade Federal do Ceará, Brasil

Universidade Federal do Cariri, Brasil

[mvobrasil@gmail.com](mailto:mvobrasil@gmail.com)

Laecio da Cunha Oliveira

Mestre em Administração pela Universidade de Fortaleza, Brasil

Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Brasil

[Laecio.prof@gmail.com](mailto:Laecio.prof@gmail.com)

Mônica Mota Tassigny

Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará, Brasil

Universidade de Fortaleza, Brasil

[monica.tass@gmail.com](mailto:monica.tass@gmail.com)

Francisco Correia de Oliveira

Doutor em Administração pela Universidade de Warwick, Inglaterra

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

[fcdeol@gmail.com](mailto:fcdeol@gmail.com)

### RESUMO

Quais são os possíveis impactos que o crescimento da frota de veículos automotores no Estado do Ceará pode causar ao meio ambiente? O objetivo geral deste estudo é analisar o crescimento da frota de veículos no Ceará e seus possíveis impactos ambientais. Os objetivos específicos são: analisar os fatores determinantes do crescimento da frota de veículos no estado, por meio da aplicação da técnica estatística de Regressão Linear Múltipla e debater a relação entre desenvolvimento econômico e meio ambiente, apontando algumas medidas mitigadoras ao crescimento da frota de veículos automotores. Tratou-se de pesquisa bibliográfica e documental, de natureza descritiva com utilização de dados secundários na análise de regressão múltipla. Os resultados servem como alerta, pois o crescimento desordenado da frota de veículos no Ceará ocasiona aumento da poluição cuja consequência direta é a redução da camada de ozônio que protege a Terra da incidência dos raios solares, o efeito estufa.

**Palavras-chave:** Impacto Ambiental; Veículos Automotores; Sustentabilidade.

---

\*Autor para correspondência / Author for correspondence / Autor para la correspondencia: Rua Cândido Jucá, 123, Rodolfo Teófilo, Fortaleza - CE/Brasil CEP 60430-580 Tel. 55 85 3214 0775

Data do recebimento do artigo: 21/11/2013

Desk Review

Abstract on the last page

Data do aceite de publicação: 01/01/2014

Double Blind Review

Resumen en la última página

## INTRODUÇÃO

O meio ambiente tem sido pauta de discussão de muitos encontros de autoridades governamentais em todo mundo e a nível local, em que se apresenta uma questão recorrente como promover o desenvolvimento sem degradar a natureza e prejudicar a qualidade de vida do homem do século XXI. Principalmente quando se discute a ocupação das áreas urbanas fica patente a questão dos sistemas de transporte e as energias renováveis sempre presente nas pautas de negociação.

É ponto pacífico que a origem do aumento da temperatura da Terra mais conhecido como “Efeito Estufa” tem origem no crescimento da indústria, e o segmento automobilístico tem contribuído significativamente para o aumento dos gases provocadores da formação de uma chuva ácida que tem causado males algumas vezes irreversíveis a natureza e ao próprio homem. Quais alternativas podem se apresentar como mitigadoras desses problemas? Um maior uso de ferrovias ao invés de rodovias? O uso de combustíveis mais limpos e energias alternativas renováveis? Visto que o petróleo polui mais e é escasso. O rodízio de veículos nos grandes centros urbanos? Uso de outros meios de transportes, como a bicicleta? São possíveis soluções, mas todas vão esbarrar no paradoxo desenvolvimento *versus* proteção ambiental.

Para ilustrar a primeira parte desta dialética neste artigo se refere a um estudo do crescimento da frota de veículos automotores do Estado do Ceará no período de 1980 a 2009, ou seja, nos últimos trinta anos, cuja base de sustentação teórica argumentada, foi escolhida a Análise de Regressão Múltipla.

Os dados coletados foram estruturados em organizações confiáveis como: o Departamento Estadual de Trânsito - DETRAN, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará-IPECE, e Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos - DIEESE e Receita Federal, buscou-se os mesmos através de pesquisa dos sites destes órgãos, institutos e departamentos.

Após a organização dos dados coletados, e escolhidos a técnica estatística acima citada organizou-se os dados e em seu processamento, denominou-se de (Y) a frota de veículos como variável dependente do PIB, da População do Estado do Ceará e da Taxa SELIC. Segundo Corrar, Paulo e Dias Filho (2009) é possível explicar o crescimento da frota de veículos, através da equação  $Y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3$ , espera-se: que  $b > 0$  e  $c > 0$  e  $d < 0$ . O que foi observado é como as variáveis independentes influenciam ou não a variável dependente no período em questão.

A segunda parte dessa pesquisa refere-se à poluição ambiental causada pelo crescimento da frota de veículos automotores no Estado do Ceará e o seu impacto no ar, solo, recursos naturais, segurança, bem-estar e saúde humana. Esse estudo se justifica pela importância científica do tema em estudo e seus possíveis impactos ambientais que o crescimento da frota de veículos automotores do Estado do Ceará pode causar ao meio ambiente. A quem interessa o crescimento da frota?

A produção e venda de veículos e por outro lado a quem interessa a proteção ambiental e melhoria da qualidade de vida? Quem ganha e quem perde?

Foi importante saber através de uma técnica estatística, o grau de relevância de cada variável em estudo, pela análise dos dados do período de 1980 a 2009, para se extrair informações de dependência entre a variável do crescimento da frota anual e das variáveis independentes: crescimento da população, PIB e Taxa SELIC se influenciaram a variável dependente ou não.

Do ponto de vista das organizações, a análise das variáveis relevantes nos negócios pode ser previstas, utilizando uma técnica estatística. Isso ajuda na tomada de decisões, na busca de soluções para os problemas organizacionais, à curto, médio e longo prazo, quando utilizados como banco de dados estatístico e se extrai informações relevantes para o planejamento das organizações de forma eficiente e eficaz. Assim, é posto o seguinte problema: Como está a emissão de gases poluentes pelo aumento da frota de veículos automotores no Estado do Ceará? Partimos da seguinte hipótese: que o crescimento desordenado da frota de veículos automotores do Estado do Ceará provoca grande impacto no meio ambiente. Tendo assim, os seguintes pressupostos:

- I - É muito provável que o nível de poluição dos veículos produzidos pela indústria automobilística daqui a 20 anos não será mais como na atualidade;
- II – Com o aumento da consciência ambiental e o nível intolerável de poluição do crescimento atual da frota, provocará uma aceitação de apenas veículos ambientalmente corretos daqui a 20 anos.

Sendo assim, o objetivo geral dessa pesquisa é analisar o crescimento da frota de veículos no Estado do Ceará e seus possíveis impactos ambientais. Tendo os seguintes objetivos específicos: analisar os fatores determinantes do crescimento da frota de veículos do Estado do Ceará, através da aplicação da técnica estatística de Regressão Linear Múltipla; discutir a relação entre desenvolvimento econômico e meio ambiente e apresentar medidas mitigadoras a este crescimento no número de veículos automotores. É proposta a seguinte solução: maior controle da emissão de gases tóxicos e fiscalização da por parte do Estado, pelo desenvolvimento de novas tecnologias, novos veículos ambientalmente corretos e a participação da população (condutores de veículos).

### **Crescimento da Frota de Veículos Automotores e seus Impactos Ambientais**

O crescimento do número de veículos nas capitais e nas cidades do interior, à priori, parece ser sinal distintivo do crescimento econômico, pois geralmente vem acompanhado de grandes projetos de desenvolvimento urbanístico, que quase sempre subestimam os impactos ambientais em função do progresso tecnológico, e na maioria das vezes não garantem o desenvolvimento sustentável das cidades. De acordo com Fogliatti, Filippo e Goudard (2004, pp. 9-10), como exemplo de impactos ambientais, dentre aqueles provocados por projetos de transporte podem ser mencionados:

- **poluição do ar** – provocada por elementos como monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, de enxofre, ozônio, compostos de chumbo, fuligem e a fumaça branca que produzem diversos danos à saúde;
- **ruído** – produzido por motores e trânsito em geral e que provoca desde pequenos desconfortos até perturbações fisiológicas;
- **intrusão visual** – provocada por construções como viadutos e que afeta a qualidade estética e interfere na privacidade das pessoas;
- **uso e recuperação do solo** – que provoca movimentos migratórios ou de invasão e adensamento populacional, com a conseqüente alteração no valor monetário da terra;
- **alterações climáticas** – decorrentes da destruição da vegetação natural ou da refração do pavimento da via ou pela construção de barreiras, levando a alterações no ciclo biológico dos seres vivos e a migrações de espécies;
- **efeitos sobre os solos** – como erosão, inundação, etc., provocados, por exemplo, por desmatamento de áreas;
- **efeitos sobre águas superficiais e/ou subterrâneas** – provocadas por desvios temporários ou permanentes dos cursos d’água, ou pela impermeabilização da superfície, ou por modificações da drenagem superficial o que compromete a alimentação do habitat subterrâneo;
- **impactos sobre a biota** – provocados por restrições à circulação de animais, modificando características alimentares e/ou de reprodução de espécies;
- **segregação de comunidades** – provocada pela construção de rodovias, seccionando a população de uma comunidade.

Em uma sociedade globalizada, em que o acesso ao crédito, menores taxas de juros e a lei do livre mercado determinam uma maior aquisição de bens de consumo duráveis, tal como é o caso do automóvel, que parece ser símbolo de *status* e ascensão social para a maioria das famílias, acaba por acarretar o aumento do consumo, que quase sempre não é sustentável.

Na questão da sustentabilidade adotou-se neste artigo a definição do relatório Nosso Futuro Comum (World Commission on Environment and Development, 1987, p. 9), também conhecido como Relatório Brundtland: “Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades”. É na confluência entre desenvolvimento e meio ambiente é que surge o desenvolvimento sustentável. Em outros termos, esse conceito associa a ideia de “desenvolvimento” ao “meio ambiente” em um sentido abrangente, aplicando-se, nesse caso, a noção de vida no Planeta como um todo (Instituto Ethos, 2010).

A partir da década de 1980, o crescente incremento tecnológico em várias instâncias da vida em sociedade se, de um lado, melhorou aspectos da qualidade de vida, trazendo conforto e acesso à celular, internet e a compra de automóveis, de outro, provocou um desequilíbrio entre o desenvolvimento das forças produtivas e sua relação com os recursos naturais.

Em síntese, no mundo contemporâneo, há um consenso que para ser “sustentável”, qualquer empreendimento humano deve ser socialmente justo, ecologicamente correto, culturalmente aceito e economicamente viável. Contudo, conforme Relatório das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Instituto Ethos, 2010), a humanidade consome mais de 20% além da capacidade considerada razoável para conter a poluição. Nesse particular, a face mais visível vem do desafio de nossa

relação com o meio ambiente, principalmente por causa da emergência do aquecimento global que requer um conjunto de medidas urgentes de diversas naturezas: pessoais, governamentais, educativas, econômicas, sociais etc.

### **Medidas Mitigadoras**

Ações mitigadoras são medidas tomadas pelo governo, sociedade e até pelo mercado para diminuir os efeitos nocivos das agressões ambientais. Para Fogliatti *et al.* (2004, p. 35), exemplos de ações mitigadoras em Transportes são:

(...) recomposição da vegetação, florestação, obras de contenção construção de passagens inferiores, viadutos rodo-ferroviários, sistemas de drenagem, aplicação de programas de comunicação social e ambiental, programas de sinalização de vias, redimensionamento de vias, planejamento, fiscalização, acompanhamento e controle de obras, descontaminação de solos, tratamento de efluentes, substituição de material tóxico por não tóxico, utilização de material reciclável, instalação de programas de manutenção de veículos e vias, de programas de gerenciamento de tráfego, de programas de educação de motoristas e usuários de transporte coletivos e outros.

Como se pode observar todas essas medidas implicam em custos adicionais justificados pelo benefício adicional de proteger o meio ambiente. É justamente quando a sociedade (governo, empresas e organizações não-governamentais- ONGs e cidadãos comuns) entende que investir na proteção do nosso Planeta garantindo o desenvolvimento sustentável passa ser a melhor opção, levando-a a pensar em biocombustíveis, redução do uso da frota de veículos ou uso limitado, cidades com tecnologias limpas etc.

Segundo Barbieri (2007, p. 214) existem 7 tipos de auditorias ambientais: auditoria de conformidade, auditoria de desempenho ambiental, *due diligence*, auditoria de desperdícios e de emissões, auditoria pós-acidente, auditoria de fornecedor, auditoria de sistema de gestão ambiental, sendo que esta última tem como umas das normas a ISO 14001 e a auditoria do EMAS (Eco Management and Audit Scheme). Ainda de acordo com o autor (2007, p. 224):

Para o Emas, a auditoria ambiental é um instrumento de gestão que compreende uma avaliação sistemática, documentada, periódica e objetiva do comportamento da organização, do seu sistema de gestão e dos processos, com vistas à proteção do meio ambiente e com o objetivo de: (a) facilitar o controle da gestão de práticas com eventuais impactos ambientais; e (b) avaliar a conformidade com as políticas ambientais, incluindo os objetivos e metas ambientais da organização.

Ainda de acordo com Barbieri (2007, pp. 137 e 145) a ecoeficiência, modelo do WBSCD (World Business Council for Sustainable Development), se alcança pela entrega de produtos e serviços competitivos que reduzam os impactos ambientais. E o Projeto para o Meio Ambiente (Design for Environment), modelo da Usepa (American Electronic Association), prevê que a inclusão dessas medidas deve acontecer desde a concepção do produto ou processo.

Conforme Assumpção (2007, p. 235) “Licenciamento Ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais (...)” Para atender

a demanda do aumento da frota de veículos de um Estado são necessárias medidas preventivas na construção e incremento do modal rodoviário em seus acessos e estradas, que inibam os impactos ambientais que degradam à natureza, levando em consideração os dispositivos legais e regulamentares e as normas técnicas.

Resume-se que para um desenvolvimento sustentável nas esferas econômica, social e ecológica faz-se necessário “(...) contar com executivos e profissionais nas organizações, públicas e privadas, que incorporem tecnologia de produção inovadora, regras de decisão estruturadas e demais conhecimentos sistêmicos exigidos no contexto em que se inserem” (Tachizawa, 2008, p. 11). Notoriamente, estes três ambientes estão imbricados de tal forma a terem relações interdependentes, ou seja, o que afeta um pode na realidade ser consequência de algo que pertence ao outro ambiente, tem-se aí a necessidade de uma articulação ética e política.

E finalmente para Reigota (2002, p. 11) quanto a educação ambiental “Trata-se de uma educação que visa não só a utilização racional dos recursos naturais (para ficar só nesse exemplo), mas basicamente a participação dos cidadãos nas discussões sobre a questão ambiental”. Ou seja, diz respeito a todos nós. A educação ambiental só possível através de conscientização acompanhada de ações práticas. A subjetivação que é uma atividade individual nos trará a resposta para uma sociedade mais consciente, se houver o trabalho coletivo rumo a essa nova realidade.

## **MÉTODO DE PESQUISA**

O pensamento Hegeliano sustentava que a realidade pode ser compreendida pela dialética, um sistema de lógica com sua tríade tese, síntese e antítese, na qual as contradições lógicas podem ser destacadas e o acordo pode ser finalmente alcançado na síntese da idéia absoluta (ou espírito). Se uma pessoa pensa sobre uma categoria, como a natureza, ela é forçada a pensar sobre o seu oposto, a história. Ao estudar o desenvolvimento da tensão entre natureza e história em um dado período, ela é levada à próxima era. As Condições naturais dão forma ao que acontece na história e as atividades humanas que moldam a história têm uma maneira de transformar ou alterar as condições naturais. A síntese das idéias sobre natureza e história em uma era dada é a criação do começo de uma nova era (Ozmon & Craver, 2004, pp. 310 - 311).

Na escolha epistemológica partiu-se do método dialético. Aqui a tese colocada é que o aumento da frota de veículos aumentou a poluição do ar. Este aumento provoca problemas graves que são traduzidos em como impactos negativos sobre o meio ambiente, constituindo-se, assim, a antítese básica deste aumento. A poluição ambiental está no cerne destes impactos, sendo constantemente apresentada como a antítese proveniente dos veículos automotivos. Não é a única, mas a mais visível, e, sobretudo ocorre pela não utilização de tecnologias limpas. Para esta parte de impacto, uma nova síntese é proposta com o crescimento de uma frota de veículos movida por combustíveis mais limpos e energias renováveis com menor emissão de poluentes.



A análise de regressão, bastante empregada nas áreas de negócios, é utilizada principalmente com o propósito de previsão. Consiste em determinar uma função matemática que busca descrever o comportamento de determinada variável dependente com base nos valores de uma ou mais variáveis independentes.

Neste estudo temos três variáveis  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$ . Devemos, nesse caso, obter uma equação na forma  $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ , cuja equação do plano estima-se no espaço a três dimensões. A solução de tal problema (sistema), exceto quando  $K$  é muito pequeno, é, em geral impraticável sem o auxílio de computador, pois trata-se uma regressão linear múltipla.

Tentou-se nesta parte da pesquisa descobrir se existia uma relação de dependência entre o crescimento da frota de veículos do Estado do Ceará (variável  $Y$ ) e a população, PIB e Taxa SELIC variáveis ( $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$ ) independentes fazendo uma análise de regressão e correlação múltipla.

Foram pesquisados neste trabalho os dados secundários: da frota de veículos automotores do Estado do Ceará no período de 1980 à 2009, no site do Departamento Estadual De Trânsito do Ceará [DETRAN-CE] (2009); do PIB do Estado do Ceará no período de 1980 à 2009 na página do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE (2009), da taxa SELIC este período na *home page* do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos - DIEESE (2009); e da Receita Federal (2009); e da população do Estado do Ceará no período de 1980 à 2009 no *web site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2000).

Sendo assim, passou-se a relatar a pesquisa em dados secundários junto aos seguintes institutos e órgãos tais como IBGE, RECEITA FEDERAL, INPE, DETRAN-CE, IPECE, cujos dados são apresentados na Tabela 1. Além desses dados, foram pesquisados os dados secundários do DETRAN-CE que geraram as Tabelas 2 e 3. De acordo com Fogliatti *et al.* (2004, pp. 64-65) “As rodovias devem ter sua capacidade de oferta continuamente renovada e aumentada para não degradar o meio ambiente e a qualidade de vida da população, em função da qualidade dos serviços prestados, da emissão de gases e ruídos principalmente em vias urbanas, dos congestionamentos provocados [...]” A principal razão do aumento do modal rodoviário em relação o ferroviário é que este último não acompanhou o ritmo do crescimento industrial brasileiro e os seus custos de implantação eram bem maiores do que o das rodovias.

Segundo Barbieri (2007, p. 5) “Meio ambiente é tudo o que envolve ou cerca os seres vivos.” A necessidade de proteção das espécies dos seres vivos ainda existentes tomou dimensões catastróficas devido a incidentes de grandes proporções como o caso Edson Valdez, Kioto, Chernobil, o Mar de Aral e por último o maior vazamento de petróleo do planeta com o caso do Golfo do México em 2010. Passemos aos dados coletados e organizados nas Tabelas 1, 2 e 3

Tabela 1.

**Frota de veículos, PIB, População do estado do Ceará e a taxa SELIC no período 1980-2009.**

ANO	FROTA DO ESTADO EM MILHÕES (Y)	PIB CEARÁ EM BILHÕES (X <sub>1</sub> )	POPULAÇÃO DO CEARÁ EM MILHÕES (X <sub>2</sub> )	TAXA SELIC AO ANO (X <sub>3</sub> )
1980	155.487	14.769	6.105.374	26,84
1981	161.907	15.762	6.137.728	27,34
1982	164.976	17.635	6.169.604	26,18
1983	170.703	18.563	6.198.130	25,87
1984	174.479	19.369	6.202.495	24,58
1985	188.153	19.746	6.223.602	22,73
1986	253.643	20.241	6.246.802	21,47
1987	268.288	20.893	6.261.389	20,75
1988	286.590	21.588	6.277.198	19,42
1989	306.025	22.758	6.358.430	18,89
1990	319.560	23.467	6.365.744	18,47
1991	342.265	23.989	6.401.647	17,85
1992	362.683	24.370	6.473.969	17,30
1993	389.997	24.537	6.562.378	15,59
1994	426.821	24.985	6.636.836	14,77
1995	442.238	25.478	6.756.299	13,58
1996	493.649	25.997	6.925.206	12,57
1997	539.846	26.896	7.084.485	11,15
1998	590.774	27.635	7.261.597	11,22
1999	572.820	28.171	7.376.789	11,20
2000	633.871	28.753	7.430.661	11,19
2001	698.614	30.678	7.601.566	11,21
2002	766.006	32.655	7.776.402	11,21
2003	829.593	34.565	7.963.180	11,22
2004	891.307	36.866	8.115.013	11,24
2005	961.946	40.935	8.198.387	11,25
2006	1.055.338	46.310	8.269.879	11,35
2007	1.180.066	48.100	8.358.376	11,25
2008	1.318.208	56.930	8.450.527	11,82
2009	1.488.428	60.790	8.547.809	9,50

Fonte: elaborado partir de (IBGE, 2000; RECEITA FEDERAL, 2009; INPE, 2009; DETRAN-CE, 2009; IPCE, 2009)

No entanto, é necessário analisar o crescimento da frota de veículos automotores com cuidado, levando em conta os impactos ambientais a serem provocados por este crescimento, de tal maneira que eles sejam mitigados quando negativos e que não se leve em conta apenas as variáveis econômicas, mas que sejam inseridas as ambientais também.

O Ceará ficou com 170.220 automóveis a mais em 2009 do que em 2008, um aumento de 6,71%. Em 1980, a frota de carros no Estado era de 155.487, menos que o aumento de veículos de 2008 para 2009. Em trinta anos, esse número aumentou para 1.488.428 (até novembro de 2009). O crescimento foi de 1.332.941 veículos (tabela 1). Desses 1.488.428 veículos são 43,05% (640.836) de veículos automotores na capital e 56,95% (847.592) no interior (tabela 2).



Tabela 2.

**Frota de veículos por categoria no estado do Ceará.**

<b>CATEGORIA</b>	<b>ESTADO</b>	<b>CAPITAL</b>	<b>INTERIOR</b>
Particular	1.379.764	597.446	782.318
Aluguel	91.552	32.722	58.830
Oficial	15.219	9.796	5.423
Experiência	69	21	48
Aprendizagem	1.426	799	627
Fabricante	10	6	4
M. Diplomata	1	0	1
C. Consular	2	0	2
Org. Int.	380	41	339
Outros	5	5	0
<b>Total</b>	<b>1.488.428</b>	<b>640.836</b>	<b>847.592</b>

Fonte: Adaptado de Operações do DETRAN-CE (2009)

Segundo Fogliatti *et al.* (2004, pp. 77-90) os possíveis impactos ambientais da implantação de rodovias para atender a demanda do aumento de veículos nos estados são: poluição das águas superficial e subterrânea; contaminação do solo; aumento da poluição atmosférica; odores desagradáveis; degradação das áreas ocupadas pelas instalações e canteiros de obra, após o seu término; desemprego; comprometimento dos ecossistemas; alteração no quadro demográfico; interferência nas relações sociais; insegurança à população; aumento da demanda de transporte, saneamento e saúde; evasão da fauna e flora; recalques do terreno; aumento do nível de ruído; proliferação de vetores (insetos, répteis e roedores); riscos de acidentes; alteração na circulação; doenças pulmonares e alérgicas; alteração paisagística e acidentes envolvendo usuários da rodovia.

O ambiente é uma fonte de recursos para a produção de bens e serviços, onde segundo Barbieri (2007, p. 9) “Os recursos naturais são tradicionalmente classificados em renováveis (energia solar, ar, água, plantas, animais, beleza cênica etc.) e não renováveis (areia, argila, minérios, carvão mineral, petróleo etc.).” A grande questão é desenvolver sem destruí-lo.

Tabela 3.

**Frota de veículos por idade no estado do Ceará.**

<b>IDADE DA FROTA</b>	<b>CAPITAL</b>	<b>INTERIOR</b>	<b>ESTADO</b>
Com até 5 anos de uso	289.586	357.107	646.693
Entre 5 e 10 anos de uso	121.682	185.895	307.577
Entre 10 e 15 anos de uso	103.681	134.733	238.414
Com mais de 15 anos de uso	125.887	169.857	295.744
<b>Total</b>	<b>640.836</b>	<b>847.592</b>	<b>1.488.428</b>

Fonte: Adaptado de Operações do DETRAN-CE (2009)

É necessário contemplar a variável ambiental em quaisquer projetos do aumento do modal rodoviário, também são necessárias medidas mitigadoras e alternativas, tais como leis ambientais federais e estaduais mais rígidas com relação a fiscalização de veículos automotores com mais de 10 anos de uso, que no Ceará corresponde a aproximadamente 36% da frota, mas precisamente

35,82% (229.568) na capital e no interior 35,93% (304.590) dos veículos (tabela 3). Ou seja, em ambos os casos mais de um terço da frota, número que pode ser considerado expressivo. “As esperanças de melhora socioambiental nas áreas urbanas brasileiras dependem de alguns avanços institucionais e legais, principalmente do reconhecimento de uma autoridade metropolitana capaz de definir políticas comuns a municípios contíguos (...)”. (Camargo, 2004, p .35).

Em geral, o envelhecimento da frota de veículos no Estado vem acompanhado de mais poluição sonora e atmosférica, com o lançamento de mais gases tóxicos nos ecossistemas urbanos ou rurais. Segundo Fogliatti *et al.* (2004, p. 23) “Quando os impactos negativos não podem ser evitados (...), no caso de uma rodovia atravessando um grande centro urbano, projetos paisagísticos para a região, aulas sobre meio ambiente, criação de parques e espaços verdes e outros, podem ser oferecidos à comunidade (...)”.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a parte quantitativa desta pesquisa, atendendo ao nosso objetivo específico de nº 1, fez-se uso da Regressão Linear Múltipla. Sendo obtida a seguinte equação matemática:  $Y_{\text{Estimativa da Frota}} = -1.126.249 + 19,65X_1 + 0,16X_2 - 2.015,50X_3$ . Observando esta equação percebe-se, por exemplo, que a cada ponto percentual de incremento no PIB cearense, espera-se um crescimento de aproximadamente 19 veículos no Ceará. Bem como, para cada ponto percentual de incremento na Taxa SELIC haveria decréscimo, ou desestímulo para compra na ordem de 2.015 veículos. Percebe-se assim, a sensibilidade mais acentuada da decisão de compra em função da taxa de juro que da própria renda.

O valor de  $R^2$  de aproximadamente 0,9957 indica que a variação coletiva do PIB, População e Taxa de Juros é responsável por 99,57% das variações no aumento da frota cearense. De fato, o propósito desta medida é estabelecer quanto à variação das variáveis explicativas são capazes de conseguir explicar a variação da variável explicada ou dependente. Neste caso, existe um pequeno percentual não explicado pelo modelo, que certamente poderia ser explicado por outras variáveis não contidas neste modelo.

O  $R^2$  ajustado leva em conta o número de variáveis independentes consideradas. Às vezes, o objetivo da análise de regressão é apenas para previsão. Nesse caso, a questão de manter ou não uma variável independente pode se tornar mais mecânica. O R quadrado ajustado é útil nesse caso. O erro padrão, também conhecido como erro padrão da regressão ou da estimativa é uma medida de aderência, que também é usada para calcular outras estatísticas associadas à regressão. Também usado para se calcular resíduos padronizados. O erro padrão da estimativa de 25.592,02 (*Std. Error of the Estimate*) – é uma outra medida de precisão da previsão, representando uma espécie de desvio padrão da estimativa no modelo.

No segundo quadro (ANOVA), percebe-se que quanto à estimativa do nosso modelo utilizando apenas uma variável independente é melhor do que nossa previsão de referência utilizando a média. O uso da média nos deixava uma soma de quadrados de resíduos (SQR) no valor total de 3,91874E+12.

O modelo de regressão simples estimado acrescentou um poder explicativo de 3,90171E+12 (SSR, ou soma dos quadrados explicados pela regressão), deixando uma nova soma de quadrados de resíduos (SQR) bastante inferior àquela apresentada pela média, num montante de 17028741571. Logo, a variável independente adicionada explica 3,90171E+12 dos quadrados dos resíduos ao se mudar da estimativa pela média para a estimativa pelo modelo de regressão múltipla e deixa apenas 17028741571 dos quadrados dos resíduos sem explicação (a nova SQR).

O teste F-ANOVA tem por finalidade testar o efeito do conjunto de variáveis independentes sobre a variável dependente (Corrar, Paulo & Dias Filho, 2009). Para que a regressão seja significativa, a hipótese nula tem que ser rejeitada, ou seja,  $R^2$  tem que ser significativamente maior que zero. Pelo valor *Sig* que consta do segundo quadro (ANOVA), constata-se que o modelo apresenta um  $R^2$  significativamente diferente de zero (*Sig* = 0,000 é menor que  $\alpha = 0,05$ ).

O impacto desse crescimento de veículos pode ser visto diretamente nos congestionamentos no centro urbano de Fortaleza e cidades próximas e nas saídas da BR 020, BR 040, BR 116 e BR 222 que cruzam o Estado do Ceará. Outra consequência é a poluição do ar pelo lançamento na atmosfera da queima de combustíveis pelo gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e que também provoca a destruição da camada de ozônio que protege o planeta dos raios solares incidem diretamente sobre todas as formas de vida existente no planeta e cujo efeito é o aumento do número de câncer de pele nos seres humanos, aumento da temperatura, a evaporação das águas numa maior velocidade, rápido aquecimento do planeta e mudanças climáticas, contribuindo assim para a ameaça do planeta.

### Perspectiva Futura da Nova Produção de Veículos Automotores

Esta seção começa com o seguinte questionamento: quais são as perspectivas dos novos veículos para as próximas décadas? Referindo-se aos ambientalmente corretos acredita-se que tecnologias limpas é uma exigência legal para veículos automotores, pode-se observar na Tabela 4:

Tabela 4.

#### Limites de Emissão Corrigido (%).

ANO-FABRICAÇÃO	GASOLINA		ETANOL		FLEX		GÁS NATURAL	
	CO	HC	CO	HC	CO	HC	CO	HC
TODOS ATÉ 1979	6,0	700	6,0	1100	-	-	6,0	700
1980 A 1988	5,0	700	5,0	1100	-	-	5,0	700
1989	4,0	700	4,0	1100	-	-	4,0	700
1990 E 1991	3,5	700	3,5	1100	-	-	3,5	700
1992 A 1996	3,0	700	3,0	700	-	-	3,0	700
1997 A 2002	1,0	700	1,0	700	-	-	1,0	700

---

2003 A 2005	0,5	200	0,5	250	0,5	200	1,0	500
2006 EM DIANTE	0,3	100	0,5	250	0,3	100	1,0	500

---

Nota: A velocidade angular de marcha lenta deverá ser estável até 100 RPM e máximo de 1.200 RPM. Fonte: Carvalho, R. V. (2010). Por trás da fumaça: o que tem levado veículos que atendem às regras de controle de poluição à reprovação na inspeção veicular ambiental de São Paulo (p. 110). *Revista Auto Esporte*. São Paulo, n. 544, Setembro, 106-112.

A frota de veículos nacional deve passar por uma grande transformação no quesito emissão de gases como podem ser observados na Tabela 4, a partir de 2006 os níveis de emissão de gases ficou mais restritivo, porém, ainda não se apresenta como solução ideal. Dentro dessa perspectiva, os carros do futuro provavelmente usarão energias renováveis.

As energias renováveis são fontes que podem se regenerar, ou seja, de uso infinito, porém essas energias demandam tecnologias de alto custo na atualidade deixando os preços pouco acessíveis para a maioria dos consumidores. Por exemplo, a energia solar pode movimentar carros com células fotovoltaicas. O sol pode produzir processos térmicos (calor), químicos (fotossíntese), mecânicos (movimento) e elétricos (eletricidade), que podem constituir diversas alternativas de uso, inclusive para automóveis.

Otra alternativa viável é o uso de carros elétricos, que podem ser alimentados via eletricidade ou via energia solar que se transforma em energia elétrica. Também existem a possibilidade do uso dos biocombustíveis, dentre eles o mais inovador é o diesel da cana de açúcar com baixa taxa de emissão de gases poluentes. Dentre os biocombustíveis feitos de oleaginosas podem-se enumerar os de origem vegetal: mamona, girassol, amendoim, soja e outros.

A grande exigência da atualidade é com relação à inspeção dos níveis de inspeção de gases, já que os mesmos podem provocar o efeito estufa tais como: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, hidrocarbonetos e outros gases.

## CONCLUSÃO

Foi verificada a influência das variáveis independentes: PIB, Taxa SELIC e População sobre a variável dependente que é o aumento da frota de veículos automotores no Estado do Ceará. E isto foi alcançado adotando e aplicando a técnica estatística da Regressão Linear Múltipla, conforme os dados acima mostrados e processados, cujas informações são apresentadas na análise de resultados. No entanto, o componente econômico não é suficiente para alavancar o desenvolvimento sustentável.

A análise de impactos ambientais deve ser feita de maneira holística, considerando todos os entes impactados, é necessário planejamento prévio, pois muitos desses problemas se manifestam ainda na fase de implantação de estradas e novos acessos. Espera-se que este trabalho de pesquisa possa ser útil para futuros trabalhos dos órgãos que nos forneceram os dados, bem como, de pesquisadores acadêmicos interessados nesta área de estudo.

O transporte ferroviário pode ser uma boa alternativa para economia de energia visto que notoriamente destaca-se pelo baixo nível de atrito entre a roda e o trilho, além disso, é mais rápido, seguro, eficiente, econômico, pois facilita o escoamento da produção e polui menos. E na sua fase de implantação pode agredir menos o meio ambiente, visto que, sua faixa de fluxo é em geral mais limitada (Fogliatti *et al.*, 2004).

Ao final desta pesquisa ficam os seguintes questionamentos: 1. Quem ganha com a mudança da frota de veículos automotores para tecnologias mais limpas? 2. Quem perde com essas exigências de cunho ambiental?

Parece que a resposta encontra-se na síntese do paradigma sócio-ambiental. Porém, na sociedade capitalista atual, existem forças de mercado que tentam auferir lucros a todo custo, com a premissa que o atual modelo de desenvolvimento econômico não pode contemplar questões ambientais em detrimento do fator econômico.

O desenvolvimento sustentável é um paradigma mais adequado para promover o crescimento e o desenvolvimento econômico e social, porque na perspectiva atual urge a necessidade de garantir as gerações futuras um meio ambiente saudável sem esquecer o progresso da indústria e do comércio.

**AGRADECIMENTOS:** A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## REFERÊNCIAS

- Assumpção, L. F. J. (2007). *Sistema de gestão ambiental: manual prático para implementação de SGA e Certificação ISO 14001* (2ª ed.). Curitiba: Juruá.
- Barbieri, J. C. (2007). *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos* (3 ed.). São Paulo. Ed. Saraiva.
- Camargo, A., Capobianco, J. P. R., & Oliveira, J.A. P. (Orgs). (2004). *Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio - 92* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- Carvalho, R. V. (2010). Por trás da fumaça: o que tem levado veículos que atendem às regras de controle de poluição à reprovação na inspeção veicular ambiental de São Paulo. *Revista Auto Esporte*. São Paulo, n. 544, Setembro, 106-112.
- Corrar, L. J., Paulo, E., & Dias Filho, J. M. (Org.). (2009). *Análise Multivariada: para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia*. São Paulo: Atlas.
- Departamento Estadual de Trânsito do Ceará. (2009). *Crescimento da Frota: 1980-2009*. Recuperado em 10 abril, 2013, de <http://portal.detran.ce.gov.br/index.php/estatisticas>

Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. (2009). Dados Estatísticos:1980-2009. Recuperado em 10 abr. 2013, de <http://dieese.org.br/>.

Fogliatti, M. C., Filippo, S., & Goudard, B. (2004). *Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte*. Rio de Janeiro: Interciência.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000). *Censo Demográfico 2000: Características da População e dos Domicílios- Resultados do universo*. Rio de Janeiro-RJ: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Recuperado em 10 abril, 2010, de <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/>

Instituto Ethos de Empresas de Responsabilidade Social (2010). *Relatório das nações Unidas para o Meio Ambiente*. Recuperado em 10 de maio, 2010, de <http://www.ethos.org.br>.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. (2009). *Anuários Estatísticos: 1980-2009*. Fortaleza-CE: Secretária do Planejamento e Gestão. Recuperado em 10 abril, 2010, de <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuário>

Tachizawa, T. (2008). *Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira* (5ª ed.). São Paulo: Atlas.

Ozmon, H.A., Craver, S.M. (2004). *Fundamentos filosóficos da educação*. Porto Alegre: Artmed.

Receita Federal. (2009). *Taxa de Juros Selic: 1980-2009/MF*. Recuperado em 10 abril, 2010, de [http://www.receita.fazenda.gov.br/Pagamentos/jrselic.htm#Taxa\\_de\\_Juros\\_Selic](http://www.receita.fazenda.gov.br/Pagamentos/jrselic.htm#Taxa_de_Juros_Selic)

Reigota, M. (2002). *Meio ambiente e representação social* (5ª ed., Col. Questões da nossa época vol. 41). São Paulo: Cortez.

World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. New York: Oxford University Press.



## ENVIRONMENTAL IMPACT, SUSTAINABILITY AND GROWTH DISORDER FLEET OF MOTOR VEHICLES OF THE STATE OF CEARÁ

### ABSTRACT

Traffic jams, parking difficulties, noise horns, especially stress and the increment of air pollution by greenhouse gas emissions by the growing fleet of motor vehicles in Brazilian capitals, then, the question is: what are the possible impacts that the growing fleet of motor vehicles of the State of Ceará may cause to the environment? With the general aim of this study: to analyze the growing fleet of vehicles in the State of Ceará and its possible environmental impacts. And yet with the following specific objectives: to analyze the determinants of growth in vehicle fleet of the state of Ceará, by applying the statistical technique of Multiple Regression; discuss the relationship between economic development and environmental mitigation measures related to the growth fleet of automotive vehicles. This is a literature review, using secondary data that was applied multiple regression analysis. It was made a data analysis about the period between 1980 to 2009. This work serves as a warning as the uncontrolled growth of the fleet of vehicles leads to an increase in pollution by the emission of toxic gases, whose direct consequence is the destruction of the ozone layer that protects the earth's atmosphere from the exposure of UV irradiation.

**Keywords:** Environmental Impact; Automotive Vehicles; Sustainability.

## IMPACTO AMBIENTAL, SOSTENIBILIDAD Y TRASTORNO DEL CRECIMIENTO DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS DEL ESTADO DE CEARÁ.

### RESUMEN

¿Cuál es son los posibles impactos que el crecimiento de la flota de vehículos de motor en el estado de Ceará puede ocasionar al medio ambiente? El objetivo de este estudio es analizar el crecimiento de la flota de vehículos en Ceará y sus posibles impactos ambientales. Los objetivos específicos son: analizar los factores determinantes del crecimiento de la flota de vehículos en el estado, mediante la aplicación de la técnica estadística de regresión lineal múltiple y discutir la relación entre el desarrollo económico y el medio ambiente que apunta a mitigar el aumento de las medidas de flotas de vehículos automotriz. Fue a literatura y documentos, de carácter descriptivo con el uso de datos secundarios en el análisis de regresión múltiple. Los resultados sirven como una advertencia, ya que el crecimiento descontrolado de la flota de vehículos en Ceará causa un incremento de la contaminación cuya consecuencia directa es la reducción de la capa de ozono que protege a la Tierra de los rayos solares, el efecto invernadero.

**Palabras clave:** Impacto Ambiental; Vehículos Motorizados; Sostenibilidad.