

# **PROPOSTA DE ALGORITMO PARA CÁLCULO DA EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO POR VEÍCULOS DE TRANSPORTE**

**Ana Mírian SILVA (1); Allan Diego RODRIGUES (2)**

(1)Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Rua Doutor Jorge de Lima, 113 - Trapiche da Barra, Maceió - AL CEP: 57.010-300 e-mail: mirianfx@gmail.com

(2)Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Educação Continuada; Blue Office Tower - R. Américo Brasiliense, 1.765, 8º andar. Conjunto 83 Ch. Santo Antônio, São Paulo-SP CEP 04715-005, e-mail: allan\_diego@hotmail.com

## **RESUMO**

Este trabalho surgiu da crescente preocupação com a preservação do meio ambiente principalmente com a questão da poluição atmosférica. Trata-se de uma proposta para um algoritmo para um aplicativo verde, que estimule iniciativas individuais e auxilie em mudanças de comportamento nas atividades diárias do cidadão comum. Nesse rumo, e seguindo o modelo de outras ações como projetos de desenvolvimento de aplicativos verdes, o objetivo desta pesquisa teórica é propor um algoritmo para criação de um aplicativo para dispositivos móveis em plataforma livre que possa ajudar na mudança de conduta de usuários de veículos de transporte motorizado calculando o quanto produz, em termos de emissão de carbono, no seu deslocamento rotineiro a qualquer destino a que se proponha ir, a fim de conscientizar o usuário a respeito da sua contribuição na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera e direcionando-o a escolher uma alternativa que cause menor impacto ambiental.

**Palavras-chave:** Pegada de Carbono, Veículo, Algoritmo.

# 1 INTRODUÇÃO

Os problemas causados pelo uso descontrolado dos recursos não-renováveis e a produção de número elevado de poluentes agride de maneira muito severa o planeta. Uma questão bastante grave é a do aquecimento global. Citemos a alta quantidade de dióxido de carbono, principal gás do agravamento do efeito estufa, lançado na atmosfera, que ocasiona maior retenção de calor na Terra e, em consequência, a temperatura se mantém mais elevada do que deveria.

A queima de combustíveis fósseis nos transportes e na produção industrial são dois dos fatores que mais contribuem para o alto índice de CO<sub>2</sub> no ar.

Com a finalidade de minimizar a agressão causada no processo produtivo, as indústrias vêm desenvolvendo soluções no campo da sustentabilidade para reduzir o abalo causado pela fabricação e uso de produtos industrializados, apoiadas no conceito de *ecodesign*, ou *design* sustentável que defende a idéia de que é possível se produzir bens de consumo de qualidade gerando o mínimo de impacto ambiental negativo (BOUCHARDT, 2007).

Programas de controle de gases são realizados em grandes e médias empresas com intuito de minimizar a emissão desses gases (GHGBRASIL, 2009). Contudo, para que se tenha maior eficácia no controle da emissão de dióxido de carbono se faz necessária uma conscientização por parte do indivíduo comum quanto à importância de suas atitudes perante o futuro da vida no planeta.

Fomentar consciência ecológica e promover uma mudança de comportamento através da conscientização do impacto das atividades de cada indivíduo é o objetivo deste projeto. Com a proposta de um algoritmo que sirva como base para desenvolver um aplicativo que permita ao usuário fazer uma escolha mais ecológica no seu deslocamento diário, minimizando assim a quantidade de CO<sub>2</sub> lançada na atmosfera.

## 2 PEGADA ECOLÓGICA

O questionamento de como o planeta subsistirá às próximas gerações direcionou o homem a calcular o impacto causado pelo seu modo de viver e como afeta à sustentabilidade do ambiente, a sua pegada ecológica. Este cálculo leva em conta questões de áreas bioprodutivas, hectare global, fatores de equivalência (produtividade potencial média mundial de uma área em reação a outras áreas produtivas), fatores de rendimento (produtividade de uma área), consumo, produção e trocas (FURTADO, 2007). A definição dada à pegada ecológica segundo a Instituição *CarbonDown* (CARBONDOWN, 2010):

[...] é uma ferramenta que mede a área de terra e água que uma população humana requer para produzir os recursos que consome e para absorver seus desperdícios, considerando a tecnologia existente, indicando onde estão os maiores impactos de seu modo de vida, promovendo uma mudança de atitude pessoal, através do consumo consciente e sustentável.

A pegada ecológica avalia o rastro deixado pelo homem com seu estilo de vida e como isso afeta o desenvolvimento do planeta, ela difere entre pessoas de países desenvolvidos e em desenvolvimento, além de poder ser usada como medida de sustentabilidade. Afirmar mais que adequada, pois segundo o Relatório *Brundtland* sustentabilidade é “conhecer as necessidades da geração presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações em conhecer suas próprias necessidades”.

## 3 PROBLEMAS GERADOS PELO EXCESSO DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>

O dióxido de carbono é um gás constituído de duas moléculas de carbono e uma de oxigênio, não cancerígeno e não combustível (LINDE, 2002) produzido, espontaneamente, na execução de atividades naturais dos seres vivos, e na queima de combustíveis fósseis.

Naturalmente o CO<sub>2</sub> produzido pelos seres vivos seria absorvido no processo de fotossíntese. A principal questão é que, a partir da revolução industrial a quantidade de CO<sub>2</sub> lançada na atmosfera tem aumentado consideravelmente (CARVALHO, 2010), e cada vez mais desde então o que, junto com outros gases, sendo o CO<sub>2</sub> o maior responsável, acarreta uma alteração do efeito estufa que conserva mais calor que o necessário e contribui para o aquecimento global causando sérios problemas climáticos e colocando em risco a vida no planeta.

O protocolo de *Kyoto* indica que o Potencial de Aquecimento Global (GWP - *Global Warming Potential*) do dióxido de carbono é 1, pois o CO<sub>2</sub> é usado como padrão para mensurar os outros gases (PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL, 2009).

Atualmente a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é de 380 ppm, partes por milhão, a cada 1000000 de moléculas 380 delas são CO<sub>2</sub>, cerca de 2,6 trilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> no ar (CARVALHO, 2010).

### 3.1 Emissão por veículos

Segundo o relatório de Emissão Veicular do Ministério do Meio Ambiente de 2010, a emissão de CO<sub>2</sub> de 1980 até 2020 triplicará (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010). Os índices para motocicletas e veículos pesados, como ônibus, também terão um aumento preocupante.

No Brasil as facilidades de financiamento, e o aumento da renda da classe C (SOUZA e LAMOUNIER, 2010) promoveram um crescimento na frota de veículos automobilísticos (CRESCIMENTO, 2010). Somente em Maceió o aumento na frota de automóveis foi de 8,8% de 2008 a 2009 (LIMA, 2010); abril de 2010 a frota de veículos motorizados na cidade era de 192582, 125012 só de automóveis (DENATRAN, 2010).

Com o crescimento da frota além do agravamento do problema de congestionamentos, a emissão de gases que contribuem para o aquecimento global, principalmente CO<sub>2</sub>, também aumenta, pois apesar dos novos veículos serem desenvolvidos sob uma tecnologia que diminui a quantidade de gases nocivos lançados no ar, ainda assim, a emissão desses gases é muito elevada e prejudicial. Estima-se que até 2100, a concentração de CO<sub>2</sub> estará em 550 ppm (DBC OXIGENIO, 2007).

## 4 APLICATIVOS VERDES

Algumas empresas de telefonia têm se empenhado em desenvolver dispositivos que gerem menor impacto ambiental na sua produção, como por exemplo, a *Sony Ericsson*, que possui uma linha de aparelhos criados sob os princípios do *ecodesign*, o selo *GreenHeart™*; e outras como a *Nokia* e a *Samsung* que também possuem aparelhos com apelo ecológico e design sustentável.

Boa parte dessas companhias desenvolve programas, chamados de aplicativos verdes, que difundem idéias ecológicas aos usuários de seus produtos (SONY ERICSSON, 2009).

## 5 PROPOSTA DO ALGORITMO

Com intuito de alcançar um maior número de dispositivos, este algoritmo não especifica o tipo de aparelho celular a que se destina. Aspectos referentes à definição das especificações e a modelagem fazem parte da continuação deste trabalho em uma etapa futura.

A plataforma a ser utilizada para o desenvolvimento do programa deverá ser escolhida a partir de um estudo a respeito da viabilidade entre as principais plataformas livres para a criação do aplicativo.

### 5.1 Metodologia

A metodologia consistiu, inicialmente, de pesquisa exploratória bibliográfica para levantamento de dados em sites de organizações ligadas a pesquisas sobre preservação do meio ambiente, artigos, e inventários de emissão de gases para a realização dos cálculos para a elaboração do algoritmo. Foram utilizados valores dos fatores de emissão de dióxido de carbono para combustíveis fósseis contidos no Inventário de Emissão de CO<sub>2</sub> da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (SEMA-PR).

Os dados dos respectivos fatores de emissão de dióxido de carbono por tipo de combustível utilizado seguem abaixo, Tabela1, esses dados foram levantados pelo SEMA-PR. Para cada categoria de consumo existem variáveis distintas, e coeficientes de produção de CO<sub>2</sub> (SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, 2009).

**Tabela 1 Relatório SEMA-PR Fator de Emissão por Combustível**

Fator de emissão por tipo de combustível		
Combustível	Fator de emissão de CO <sub>2</sub>	Fonte SEMA-PR

Álcool	0 kgCO <sub>2</sub> /l	MCT <sup>1</sup>
Diesel	2,606 kgCO <sub>2</sub> /l	IPCC <sup>2</sup> / BEN <sup>3</sup>
Gasolina	1,7809 kgCO <sub>2</sub> /l	IPCC / BEN
GNV	2,06 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	MCT
Ônibus	2,606 kgCO <sub>2</sub> /l	IPCC / BEN
Querosene de avião	2,461 kgCO <sub>2</sub> /l	IPCC / BEN

A potência do motor também conta no cálculo da elaboração da emissão de CO<sub>2</sub> do veículo, a Tabela 2 abaixo indica pelo motor do veículo a quantidade de combustível consumido.

**Tabela 2 Relatório SEMA-PR Fator de Emissão Veículo/Combustível**

Tipo de Veículo	Tipo de combustível			
	Álcool (km/l)	Diesel (km/l)	Gasolina (km/l)	GNV (km/m3)
<b>Leve (motor &lt;=1.4)</b>	9,0	12,8	-	14,0
<b>Médio (motor &gt;1.4e &lt;2.0)</b>	7,9	11,3	7,0	12,0
<b>Pesado (motor &gt;2.0)</b>	7,1	10,1	6,0	9,0
<b>Ônibus</b>	-	-	5,0	0

A metodologia aplicada na elaboração da fórmula para obtenção da quantidade de dióxido de carbono emitida em um deslocamento por veículo foi realizada com base no Documento de Referência *Carbon Zero* (E.VALUE., 2006):

$$\text{Emissões de (tCO}_2\text{e)} = \text{distância (em km)} \times \text{fator de emissão(gCO}_2\text{e/pkm)} / 1000000 \quad [\text{Eq. 01}]$$

### 3.2 Elaboração do algoritmo

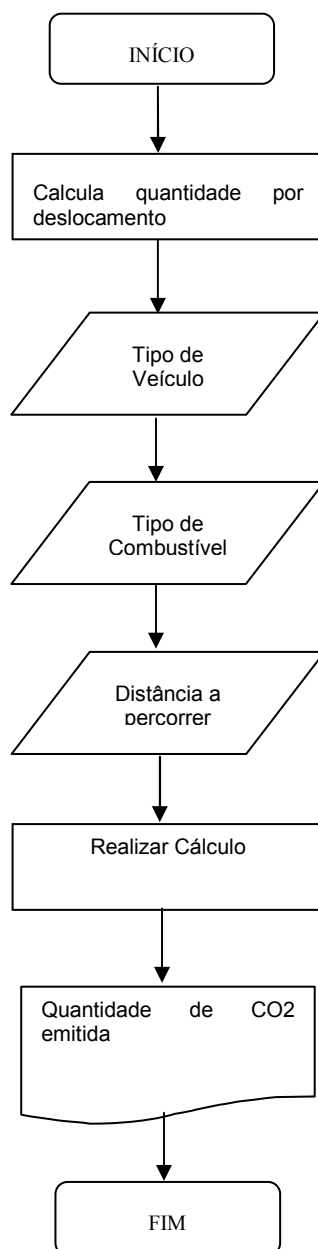
Para elaboração do algoritmo foi idealizado o uso de uma plataforma de desenvolvimento livre, com o propósito de não aumentar os prováveis custos da sua elaboração e distribuição. A fim de melhorar a interface com o usuário, e para facilitar o uso do aplicativo, quando efetivamente implementado, foi escolhida uma estrutura sequencial de passos a serem executados pelo usuário ao utilizar o sistema.

O algoritmo obedece às seguintes ordens de precedência na realização do cálculo de CO<sub>2</sub>, Figura 1, emitido por deslocamento, justificado pela sequência de decisões a ser realizada durante a execução do algoritmo: a) Transporte escolhido; b) Potência do motor; c) Combustível utilizado e d) Distância percorrida (em quilômetros - km).

<sup>1</sup> MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia

<sup>2</sup> IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental de mudança de Clima).

<sup>3</sup> BEN - Balanço Energético Nacional.



**Figura 1 – Fluxograma do Algoritmo.**

## **4 CONCLUSÃO**

Esta pesquisa se mostra bastante relevante, pois um algoritmo como o proposto ajudaria na construção de um programa que afetaria de maneira eficaz o comportamento de seus usuários. A contribuição de um aplicativo verde no cotidiano do usuário é de auxiliar na conscientização de seu papel na conservação da qualidade de vida no planeta. Ainda que por passatempo, a idéia de poder melhorar os problemas ambientais atuais, ao utilizar o aplicativo, através do simples fato de uma mudança quanto ao veículo de transporte, pode servir de grande incentivo aos clientes do aplicativo.

Para planos futuros o passo principal é a escolha de uma plataforma adequada às intenções deste algoritmo para a elaboração do código, e por fim, criação do aplicativo, e execução de testes a fim de verificar a viabilidade e efetiva contribuição do programa.

## REFERÊNCIAS

BORCHARDT, M. *et al*, **Implementação do Ecodesign. Um Estudo de Caso na Indústria Eletrônica**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007.

CARBONDOWN. **O que é Pegada Ecológica?**. Informe-se. Disponível em: <<http://carbondown.com.br/info/pegada-ecologica/>> Acesso em: 30 de junho de 2010

CARVALHO, J.C. Uol Educação - Química. **Dióxido de Carbono na Atmosfera - Seqüestro de Carbono**. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/quimica/seqestro-de-carbono.jhtm>> Acesso em 24 jul 2010.

CRESCIMENTO da frota ameaça esgotamento de trânsito e recursos. **Instituto Akatu**. Notícias. 30 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.akatu.org.br/central/noticias/2010/crescimento-da-frota-ameaca-esgotamento-de-transito-e-recursos>>. Acesso em 18 de junho de 2010

DBC OXIGÊNIO. **Educacional: CO2**. Projeto Educacional. Boituva, 2007. Disponível em: <[http://www.oxigenio.com/oxi/dbc/educacional\\_%20co2\\_dioxido\\_de\\_carbono.htm](http://www.oxigenio.com/oxi/dbc/educacional_%20co2_dioxido_de_carbono.htm)> Acesso em: 15 de junho de 2010.

DENATRAN. Departamento Nacional de Transito. Estatísticas. Frota de Veículos. **Relatório da Frota - Municipal Abril de 2010**. Disponível em:< [http://www.denatran.gov.br/download/frota/FROTA\\_2010.zip](http://www.denatran.gov.br/download/frota/FROTA_2010.zip) > Acesso 17 de junho 2010.

E.VALUE. **Documento de Referência CarbonoZero**. v1.2. Lisboa, 2006.

FURTADO, J.S.; HOURNEAUX JÚNIOR, F.; HRDLICKA, H. Avanços e Percalços no Cálculo da Pegada Ecológica Municipal: Um Estudo de Caso. In: Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente ENGEMA, 9., 2007, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Anais do ENGEMA 2007

GHGBRASIL. **Programa Brasileiro GHG Protocol**. Disponível em:<<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/>> Acesso em 20 de junho de 2010.

LIMA, S. Frota de veículos cresce mais onde há menos dinheiro no país. **Folha Online**. São Paulo, 07 de fevereiro de 2010. Cotidiano. Disponível em:<<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u690598.shtml>> Acesso em 18 de junho de 2010.

LINDE Gás. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos**. Dióxido de Carbono Altamente Refrigerado. Barueri, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Brasília, 2010.

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol - Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. 1ed.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. **Inventário de Emissão de CO<sub>2</sub> da SEMA-PR - Visando sua Redução e Neutralização**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. Coordenadoria de mudanças climáticas. Curitiba, 2009.

SOUZA, A.; LAMOUNIER, B. **A Classe Média Brasileira – Ambições valores e Projetos de Sociedade**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010 174 p.

SONY ERICSSON. **GreenHeart**. 2009 Disponível em: <<http://www.sonyericsson.com/greenheart/home.php?cc=br&lc=PT>> Acesso em 20 de abril de 2010.