

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

SANTOS, Nilceia Cristina dos
BORTOLOTTI, Márcio Augusto
PIACENTE, Fabrício José
SILVA, Reinaldo Gomes da

Resumo

Este trabalho procura identificar as vantagens ecológicas geradas pelos veículos produzidos com motores a combustível e com motores híbridos. O estudo aborda a preocupação com a questão ambiental e analisa os prós e os contras de cada tipo de motor com relação a emissão de poluentes. Novas tecnologias de motores híbridos para veículos estão sendo efetuadas pelo governo através de políticas públicas de incentivos, como forma de estimular a inovação, o consumo e reduzir os efeitos da poluição nas grandes cidades. Mas a tecnologia híbrida ainda não está consolidada entre os fabricantes e cada um adota uma configuração de veículo e de bateria e o consumidor fica confuso quanto às opções disponíveis. Por fim, foi realizada uma comparação entre os tipos de motores, o volume de emissão de CO₂, o processo de reciclagem e o ciclo de vida de tais produtos. A metodologia consiste numa revisão de literatura e na utilização de dado secundários. Os resultados demonstram que os veículos híbridos são considerados os mais ecológicos, mas, isso não significa que é um produto 100% ecológico, que preserva o meio ambiente.

Palavras-chave: veículos híbridos; incentivos, solução ecológica.

Abstract

This paper discusses the life cycle of the product , which includes the manufacture , use and disposal of vehicles with flex-fuel engines and hybrids . The study addresses the concern with environmental issues and analyzes the pros and cons of each type of motor with respect to emissions. New engine technologies for hybrid vehicles are being made by the government through public policy incentives as a way to stimulate innovation , consumption and reduce the effects of pollution in large cities . But hybrid technology is not yet established among manufacturers and each adopts a configuration of vehicle and battery and the consumer gets confused about the options available . Finally , a comparison was made between the types of engines , the volume of CO₂ emissions , the recycling process and the life cycle of such products . The results demonstrate that hybrid vehicles are considered more environmentally friendly , but that does not mean it is a 100 % ecological, preserving the environment.

Key-words: hybrid vehicles; life cycle; batteries; incentives, eco solutions.

Resumen

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

En este trabajo se analiza el ciclo de vida del producto, que incluye la fabricación , uso y eliminación de los vehículos con motores flex -fuel y los híbridos . El estudio aborda la preocupación por los temas ambientales y analiza los pros y los contras de cada tipo de motor en lo que respecta a las emisiones . Las nuevas tecnologías de motores para vehículos híbridos se están realizando por el gobierno a través de incentivos de política pública como una forma de estimular la innovación , el consumo y reducir los efectos de la contaminación en las grandes ciudades . Pero la tecnología híbrida no se ha establecido entre los fabricantes y cada uno adopta una configuración del vehículo y la batería y el consumidor se confunde acerca de las opciones disponibles . Por último , se realizó una comparación entre los tipos de motores , el volumen de las emisiones de CO2 , el proceso de reciclaje y el ciclo de vida de tales productos . Los resultados demuestran que los vehículos híbridos se consideran más respetuosos del medio ambiente , pero eso no quiere decir que es un 100% ecológico , preservando el medio ambiente.

Palabras clave: vehículos híbridos, baterías de ciclo de vida, incentivos, soluciones eco.

INTRODUÇÃO

O automóvel teve origem na Alemanha, em 1885. Inicialmente, possuía três rodas e foi criado por Karl Benz. Em seguida, foi aperfeiçoado na França, onde teve início a produção e venda de automóveis pela empresa Panhard e Levassor. A popularização e evolução ocorreram nos Estados Unidos quando, em 1892, Henry Ford fabricou seu primeiro veículo movido à gasolina. O primeiro automóvel foi o Duryea que foi construído pelos irmãos Charles e Frank Duryea (RACHID DA SILVA, 2011; SANTANA, 2008).

Em 1908, Henry Ford inovou os meios de produção dos automóveis ao desenvolver a produção em série, ou seja, a produção em larga escala, o que contribuiu para o que automóvel se tornasse mais popular e presente na vida das famílias ao redor do mundo. Para se ter uma ideia, a Ford com o modelo Ford T (1908) comercializou cerca de 15 milhões de unidades nos seus 25 anos de fabricação. No Brasil, esse modelo ficou conhecido como Ford Bigode (RACHID DA SILVA, 2011).

O mercado automobilístico abriu portas para outras atividades comerciais voltadas para o fornecimento de peças, como fábricas de pneus, de baterias, de peças automotivas, e também serviços, como alinhamento e balanceamento. Esse cenário contribuiu para o surgimento de grandes empresas que se alicerçam na indústria automobilística, tais como: Goodyear (pneus), Delphi (baterias), Bosch (injeção eletrônica e peças), Magneti Marelli (componentes), Mahle (pistões), dentre inúmeras outras.

Esse crescimento do mercado de automóveis fez com que os fabricantes de automóveis e as empresas fornecedoras de peças e acessórios necessitassem abrir suas fábricas em outros mercados, como europeu, coreano, brasileiro, Oceania, argentino e outros (DIAS, 2005).

O Brasil, particularmente, tornou-se um mercado atrativo principalmente devido aos incentivos e mudanças na política pública mundial e interna. Sendo o quarto maior mercado do mundo, perdendo apenas para China, EUA e Japão, em 2011 registrou um crescimento de 2,9% em comparação ao ano de 2010 (CRUZ, 2012).

No Brasil, atualmente existem 57 empresas associadas à ANFAVEA, essas unidades industriais estão distribuídas pelo país, sendo que 30 estão localizadas na região sudeste, 21 na região sul, 3 na região centro-oeste, duas na região nordeste e uma na região norte. O ramo de atuação dessas indústrias envolve os setores de máquinas agrícolas, de veículos automotivos, de motores e componentes. As empresas que atuam na produção de automóveis e veículos leves são: Fiat, Ford, General Motors, Honda, Hyundai, Nissan, Peugeot Citroën, Renault, Toyota e, Volkswagen (ANFAVEA, 2013).

Para a sociedade brasileira, o automóvel é considerado um símbolo de status, de liberdade, de sucesso e uma melhora na qualidade de vida de seus consumidores (CAMPOS, 2008). Segundo a ANFAVEA (2013), em 2012, foram produzidos 3.415.486 de autoveículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus), sendo que 75,87% desse volume é somente de automóveis. Em relação ao tipo de combustível utilizado por esses veículos, 88,88% são flex (álcool/gasolina), 11,10% funcionam apenas com gasolina e apenas, 0,02% são movidos à diesel.

O crescente aumento dessa frota de veículos causou grande impacto na sociedade, por exemplo: aumento da emissão de CO₂ ou Gás do efeito estufa (GEE) e N₂O; poluição sonora; destinação correta dos fluidos como óleo e peças como baterias e peças de plástico, como painéis, para-choque, dentre outros; a destinação a ser dada aos veículos que chegam ao final do ciclo de vida; obtenção de combustível a um preço acessível para a população; entre outros (SMAC, 2013).

Atualmente, a maior parte da responsabilidade pela geração de poluição e contaminação dos ambientes nas grandes cidades passou a ser direcionado ao excesso de veículos automotores presente nas ruas. Hoje, entre 70% e 90% dos poluentes do ar são produzidos pelos veículos, principalmente nas grandes cidades, como Rio de Janeiro, São Paulo, Los Angeles, Cidade do México, entre outras (EPELBAUM, 2002; NICOLETTI, 2013; PEREIRA, 2014).

Para tentar amenizar esse problema, os governos, juntamente com a pressão de setores da sociedade, têm clamado por veículos ecologicamente corretos. Por exemplo, atualmente possuem metas de redução de emissão de poluentes, item que não era cobrado da geração anterior. Não há como atingir essas exigências sem investimento em inovação e tecnologia. Mas quem arcará com o custo gerado para criar melhor desempenho ambiental dos veículos?

Outra medida tomada é a cobrança do pedágio urbano, uma taxa pela utilização de determinada via ou área. No Rio de Janeiro, há a cobrança do pedágio urbano na linha amarela, ao valor de R\$ 4,70 (EMSAMPA, 2012).

Em outros países, isso já funciona. Na Suécia, a empresa IBM implantou um sistema que indica períodos de viagem entre rotas específicas em tempo real, levando em consideração o fluxo de veículos. Os resultados foram impressionantes, apresentando reduções significativas nos percentuais de trânsito (acima de 15%) e nas emissões de CO₂ (acima de 10%) (RAGAZZO, 2012).

É possível reduzir a emissão de CO₂ por meio do desenvolvimento de motores menos poluentes (flex, elétricos, híbridos) e pelo uso de fontes alternativas de combustíveis fósseis (álcool, biodiesel, células de combustível) (RIBEIRO, 2006).

Segundo Rachid da Silvia (2011), veículos híbridos ou CEH (Carro Elétrico Híbrido) combinam a energia de um motor elétrico com a de um MCI (motor convencional de combustão interna) a gasolina, biocombustível ou flex.

No mercado automotivo, a Toyota lançou o CEH Prius em 1997 e chegou ao final de 2010 com 2 milhões de unidades vendidas. Em 1999, a Honda lançou o Insight. Dentre os híbridos vendidos no mundo atualmente, podemos citar o Ford Fusion, Honda Fit, Lexus CT200h, Chevrolet Volt, Nissan Leaf, entre outros.

Ainda em relação ao impacto ambiental causado pela utilização de veículos e consumo de combustíveis, é preciso se preocupar com o ciclo de vida desse produto, o destino dos resíduos gerados pelo seu uso e o devido descarte.

Dentro desse cenário é possível fazer vários questionamentos, como: é viável a troca do combustível gasolina por outros combustíveis alternativos? Qual o custo para o consumidor dessas novas tecnologias ecológicas? Esses novos modelos de veículos são viáveis? Como é o ciclo de vida desses automóveis? Para esse estudo foi escolhida a seguinte questão norteadora: quais tipos de motores automotivos realmente podem ser considerados ecológicos?

Esse estudo tem por objetivo geral identificar as vantagens ecológicas geradas pelos veículos produzidos com motores a combustível e com motores híbridos.

A metodologia adotada consiste numa pesquisa bibliográfica exploratória efetuada por meio de livros, artigos, teses e projetos de graduação, abordando o mercado automobilístico, a poluição automotiva, o ciclo de vida e tipos de veículo automotivo, e por fim, quais incentivos são dados no mundo e no Brasil. Para Minayo (1993, p.23), pesquisa é uma “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

Desta forma, o estudo permitirá analisar os tipos de veículos híbridos que existem, as tecnologias empregadas no seu desenvolvimento e os ciclos de vida dos automóveis e dos combustíveis (etanol e gasolina) e quanto eles geram de gases ao meio ambiente durante o seu uso nos veículos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Mercado Automobilístico Brasileiro

O primeiro veículo motorizado trazido para o Brasil chegou ao porto de Santos em 1891, trazido por Alberto Santos Dumont, na época com dezoito anos. O carro era um Peugeot vindo da França e foi comprado por 1.200 francos (PORTAL; INVESTE, 2012).

No Quadro 1 observa-se um breve histórico do mercado e como procedeu a evolução da indústria automobilística no Brasil.

Quadro 1 - Evolução do mercado automobilístico no Brasil.

| ANO | HISTÓRICO |
|---------------------|--|
| 1919 | Ford inaugura a 1ª fábrica de automóveis no Brasil. |
| 1920 | 5.596 veículos nas ruas de São Paulo. |
| 1925 | General Motors inaugura fábrica no bairro Ipiranga. |
| 1929 | A frota do estado de São Paulo é de 43.657 veículos. |
| Década de 40 | Devido à guerra, não há venda de veículos novos. A frota começa a ficar antiga e ultrapassada. |
| 1951 | Getúlio Vargas proíbe a importação de veículos. Cria a CDI – Comissão |

| | |
|---|---|
| | de Desenvolvimento Industrial para desenvolver a indústria local. |
| Final da década de 60 | Chega-se a 321.150 veículos produzidos no Brasil. |
| Final dos anos 70 e início dos anos 80 | Surge a microeletrônica tirando do Brasil a vantagem comparativa do custo de mão de obra do país. Aumenta a competição com outros países, principalmente os asiáticos. |
| Anos 90 | Surge o carro popular, fruto da expansão da indústria automobilística nacional, veículo de baixo custo. Abertura econômica e novos acordos automobilísticos com o México, e o Mercosul, cresce a importação e a exportação de veículos. |

Fonte: Elaboração própria baseada em PORTAL (2012) e INVESTE (2012).

Com o governo intervindo para reduzir os níveis de emissão dos veículos, tornando-os mais ecológicos, as perspectivas da CNI (Confederação Nacional da Indústria) para o setor automotivo são de crescimento (CNI, 2012).

Já o relatório da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) destaca treze pontos para os próximos 15 anos. Alguns deles são: carros mais eficientes, compactos e silenciosos; carros elétricos mais acessíveis; a intensificação das fontes de energia alternativas ao petróleo (biocombustíveis, elétricos); o projeto industrial de veículos mais “verdes”; o fornecimento instável do petróleo; um maior crescimento nas vendas de veículos nos países emergentes, entre outros (ABDI, 2009).

Poluição Automotiva

A poluição causada pelos veículos pode ser classificada em função da sua abrangência, dos impactos causados por sua emissão, por exemplo: poluentes gerados nas áreas do entorno de onde circulam, ruídos produzidos pelos motores e fuligem expelida pelos escapamentos acumulando nas ruas e fachadas dos imóveis são chamados de poluentes locais. Nesta categoria ainda entram os poluentes que se deslocam de uma região para outra por meio das correntes de ar, como os gases que causam a chuva ácida ou o efeito *smog* (mistura de fumaça, poluentes gasosos, neblina, ar e partículas sólidas, que origina uma nuvem escura), que ocorre devido à grande concentração de ozônio (O₃), formando assim uma névoa densa no ar. Os poluentes globais são aqueles gases que são lançados para a atmosfera, causando impacto em todo o planeta, como o aquecimento global e os gases do efeito estufa (GEE), sendo o dióxido de carbono (CO₂) o principal poluente desta categoria (CARVALHO, 2009).

O setor de transporte é um dos principais causadores dos gases do efeito estufa e outros gases nocivos ao meio ambiente, sendo responsável por 20% das emissões globais de CO₂. No Brasil, o setor de transporte responde a 9% do total das emissões de CO₂ enquanto as queimadas representam mais de 70% das emissões. Além do CO₂, os veículos movidos a combustível fóssil são responsáveis por outros poluentes que degradam o ambiente e que são nocivos a saúde humana, dentre eles: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), materiais particulados, óxidos de nitrogênio (NO_x) e óxidos de enxofre (SO_x) (CARVALHO, 2009).

Outro problema relacionado à emissão de gases do efeito estufa, segundo estudos do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Faculdade de Medicina da Universidade

de São Paulo realizados na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), é a poluição gerada pelos veículos está associada a 200 doenças e a cerca de 3 mortes por ano (MARTINS, 2001). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2012 cerca de 7 milhões de pessoas no mundo perderam suas vidas por causa da poluição do ar, sendo que 3,6 milhões de mortes são relacionadas às mortes provocadas por fontes móveis (veículos) e fixas (ex. indústrias), o que representa 30% a mais do que ano anterior (VORMITTAG, 2014). A inalação contínua de nanopartículas e gases tóxicos como chumbo e cádmio causam uma série de problemas de saúde, que vão desde o aparecimento ou agravamento de doenças respiratórias até problemas cardíacos, aumento da pressão arterial, depressão, esquizofrenia e problemas reprodutivos (NICOLETTI, 2013).

Em 2011, no Estado de São Paulo, os gastos com o tratamento de doenças provocadas pela poluição foram de R\$ 76 milhões (gastos públicos) e R\$ 170 milhões (gastos privados/complementares) totalizando gastos de R\$ 246 milhões no Estado. Para R\$ 246,2 milhões (US\$ 111,7 milhões) de acordo um estudo realizado pelo Instituto Saúde e Sustentabilidade (VORMITTAG et al, 2013).

Em função deste fato, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) criou em 06 de maio de 1986, por meio da Resolução nº 18, o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos (IBAMA), que definiu os limites de emissão para os veículos leves, contribuindo para o Padrões de Qualidade do Ar instituído pelo PRONAR (Programa Nacional de Qualidade do Ar).

Por meio da Lei nº 8.723 de 28 de outubro de 1993, tornou-se obrigatória a redução dos níveis de emissão de poluentes de origem veicular, adequando o veículo à fase do Proconve vigente no ano de fabricação do veículo, fomentando o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes de motores, autopeças e combustíveis.

Para que esta exigência seja cumprida, os veículos são aferidos em testes padronizados no dinamômetro e com combustível de referência. Além disso, o Ibama proíbe a comercialização de veículos não homologados ficando a cargo do Proconve desde a certificação do protótipo até a homologação dos motores ou o recolhimento deles, caso estejam em desconformidade frente à fase que o Proconve está atualmente. O Proconve só atua sobre veículos novos, os veículos antigos seguem as exigências da fase no momento da sua fabricação, e acabam poluindo mais (IBAMA, 2012).

As exigências do Proconve foi implementada em fases, para que as empresas tivessem tempo para se adaptarem aos novos limites de emissão. No Quadro 2 estão detalhados os anos e limites máximos de emissão dos gases permitidos pelas fases.

Quadro 2 – Anos em que cada fase do Proconve foi implementada.

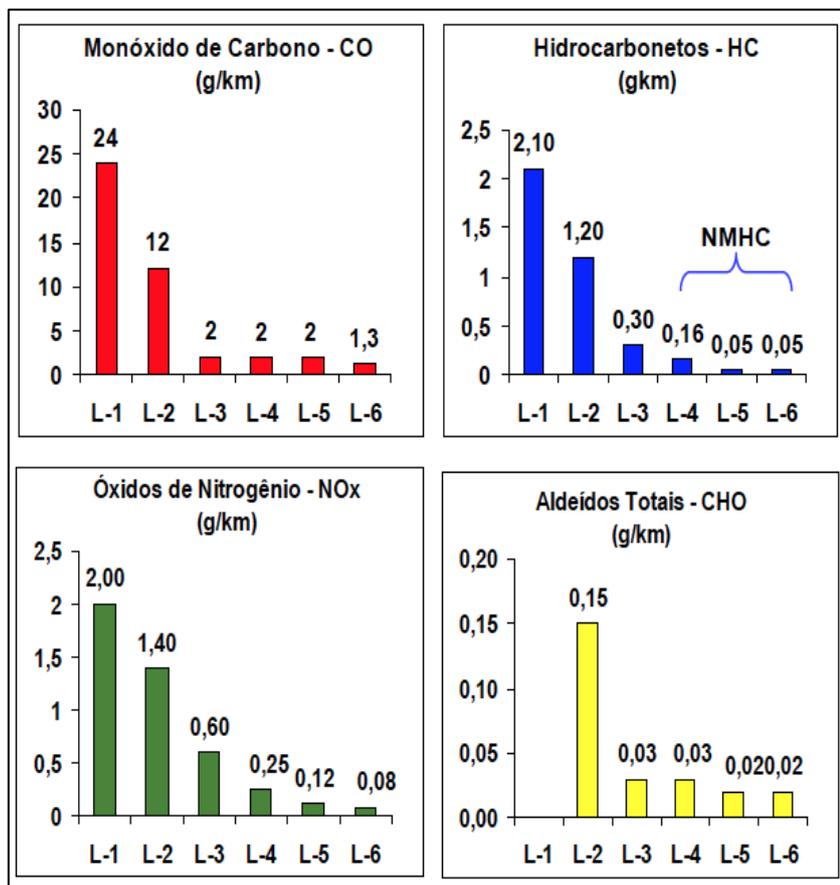
| FASE | ANO DA EXIGÊNCIA | CARACTERÍSTICA |
|-------------|-------------------------|--|
| L1 | 1988-1991 | Eliminar os veículos mais poluidores, aprimorar a produção e implantar o controle das emissões evaporativas. |
| L2 | 1992-1996 A | Investimento em novas tecnologias, como injeção eletrônica de combustível e os conversores catalíticos para uso de misturas com etanol. Implantação do controle de ruídos em |

| veículos. | | |
|-----------|--|---|
| L3 | 1997-2004 | Melhorar a tecnologia para formação de mistura e controle eletrônico do motor, por exemplo, o sensor de oxigênio. |
| L4 | 2005 (40%) 2006 (70%) 2007 (100%) | Reduzir as emissões de HC e NO _x , (substâncias precursoras de Ozônio), não obrigando os fabricantes a instalarem equipamentos ou itens nos motores como havia sido feito. |
| L5 | 2009 | Reduzir emissões de hidrocarbonetos não-metano e para as emissões de NO _x para os veículos leves do ciclo Otto. |
| L6 | 2013 (Diesel leve) 2014 (Otto Novos Mod.) 2015 (Otto 100%) | Ampliar as reduções para outros tipos de veículos. |

Fonte: Baseado em (JUNIOR, 2009; PROCONVE, 2012 e SCHOLL, 2009).

Segundo estudo de Junior (2009), nota-se que após a implantação das fases L1, L2, L3 e L4 acima pela Proconve, realmente houve redução das emissões de poluentes. Os limites de emissão de gases que o veículo pode emitir para cada fase esta disponível na Figura 1, onde é possível consultar o gás e qual o seu limite de emissão para aquela fase.

Figura 1 – Limite máximo de emissão para as fases do Proconve.



Fonte: PROCONVE (2012).

Com a redução dos níveis de poluição dos veículos em cada fase, o aumento da frota causa um impacto menor no meio ambiente caso os veículos não seguissem a norma ou a norma não existisse.

Ciclo de Vida de Veículos Automotivos

O ciclo de vida de um automóvel se inicia com a aquisição das matérias-primas, sendo elas naturais (virgens), como petróleo e carvão, ou derivadas de reciclagem, como alumínio, ferros e vidros (MEYER, 2001).

Após a aquisição das matérias-primas, estas são processadas e tornam-se disponíveis para a utilização na manufatura, como o minério retirado da natureza que pode ser transformado numa chapa de aço, por exemplo. Após a manufatura, modela-se o metal e outros itens de plástico. Ocorre então a elaboração final do produto, empacotamento e entrega do veículo ao consumidor que irá fazer uso do mesmo (MEYER, 2001). Visto o automóvel ser composto por muitos itens e, durante seu ciclo de vida, ter que passar por diversas manutenções, como troca de fluidos, pneus e outros, geram-se muitos ciclos de vida de produtos ao longo do uso e

manutenção do veículo e prorrogam o tempo de vida do bem (MEYER, 2001). Seria, portanto, muito difícil avaliar o ciclo de vida do todo ou de todas as partes individualmente.

Em relação as emissões de poluentes veicular elas são o reflexo entre a tecnologia, as condições de manutenção do veículo e as especificações do motor. Um veículo pode originar emissões de partículas de vários sistemas, como os elementos de frenagem, desgastes dos pneus. Pelo escapamento pode-se emitir partículas, óxidos e fuligem. Os poluentes resultantes da combustão são: Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), Óxidos de Nitrogênio (NOx) e Óxido de Enxofre (SOx) (M. SILVA, 2007).

Para que um veículo obtenha movimentação é necessário potência, e a fonte da potência em um veículo é o seu motor de combustão interna. Para que um Veículo transporte mais cargas ou pessoas é necessário um motor mais potente. Temos, assim, várias potências de motores que servem para diferentes tipos de veículos, carros, motos, caminhões, cada um para sua especialidade e focando a atividade fim realizada pelo veículo ao qual ele será introduzido. O Motor de Combustão Interna tem o princípio de converter energia térmica em energia mecânica (PINTO, 2010).

O primeiro motor a combustão interna foi concretizado em 1966 por Nikolaus August Otto, que teve a ideia de utilizar benzeno como combustível. Ele queria fazer um mecanismo para gerar força de maneira automática, para isso ele se baseou no mecanismos de pedais de bicicletas (pedal e manivela) onde o combustível pudesse explodir e gerar força e consequentemente movimento. Este ciclo de admissão, compressão, explosão e exaustão ficaram conhecidos como ciclo Otto (ROCHA, 2009).

Dentre os combustíveis usados para os motores, temos as seguintes opções: Gasolina tipo C, Diesel, Etanol, Querosene, Biodiesel e Gás Natural.

O ciclo de vida do etanol combustível

A matéria-prima do etanol etílico hidratado é a cana-de-açúcar, combustível dos veículos automotores. A cana-de-açúcar na safra de 2012/2013 se tornou a maior no Brasil, alcançando 596 milhões de toneladas de cana moída, e o estado de São Paulo é o maior produtor, com 51,28% do total produzido no país (CONAB, 2012).

Segundo Ometto (2005), o etanol é produto da destilação de líquidos fermentados, como os vinhos. O etanol etílico ou simplesmente etanol é uma substância orgânica ternária constituída por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), cuja fórmula molecular é C_2H_6O .

Segundo Unica (2012), na safra de 2011/2012, a produção do setor sucroalcooleiro foi de 493,1 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, sendo que 31,3 milhões de toneladas foram de açúcar, 7.466.194 m³ de etanol anidro, 13.076.110 m³ de etanol hidratado, contabilizando 20.542.304 m³ de etanol total. Somente o Estado de São Paulo foi responsável pela produção de 11.597.637 m³ de etanol total. Para 2014/2015 estima-se que safra de cana-de-açúcar deverá alcançar 671,7 milhões de toneladas, confirmando a posição do Brasil de maior produtor e exportador mundial (CREA-PR, 2014). Segundo relatório da Fenabrave - 2012, em 2011 foram comercializados no Brasil 2.165.534 veículos flex (etanol e gasolina) e 352.197 veículos somente à gasolina (CRUZ, 2012).

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

Após a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto, em fevereiro de 2005, houve um aumento na demanda internacional por fontes renováveis de energia, estimulando a produção de biocombustíveis, dentre eles o etanol. O Protocolo de Kyoto é um ferramenta que estabelece aos países metas de redução de emissão de gases de efeito estufa e mecanismos adicionais de implementação para que essas metas sejam atingidas (MOREIRA E GIOMETTI, 2008).

Segundo Ometto (2005, p. 35), as etapas do ciclo de vida do álcool são: o preparo do solo e o cultivo agrícola da cana-de-açúcar, transporte interno, processo industrial, reutilização dos resíduos e dos efluentes industriais, geração de vapor e de energia elétrica, armazenagem e distribuição e utilização do álcool etílico hidratado combustível. Assim, tem-se o término do ciclo de vida da cana-de-açúcar e o novo plantio irá absorver todo o CO₂ emitido no ciclo anterior.

Conforme Tabela 1 temos um veículo com motor flex e utilizando Etanol Hidratado como combustível, nela é possível analisar quanto o veículo emite de gases, o quanto está emitindo atualmente e também podemos efetuar uma comparação de um veículo mono-combustível com um veículo flex, para verificarmos qual tem uma maior emissão de gases, produz:

Tabela 1 – Emissões de um veículo a etanol

| ANO | COMBUSTÍVEL | CO (g/km) | HC (g/km) | NOx (g/km) | CO ₂ ⁽¹⁾ (g/Km) | CHO (g/km) | Emissão Evaporativa de Combustível (g/teste) |
|-------|-------------|-----------|-----------|------------|---------------------------------------|------------|--|
| 80-83 | Álcool | 18 | 1,6 | 1 | | 0,16 | |
| 84-85 | Álcool | 16,9 | 1,6 | 1,2 | | 0,18 | 10 |
| 86-87 | Álcool | 16 | 1,6 | 1,8 | | 0,11 | 10 |
| 1988 | Álcool | 13,3 | 1,7 | 1,4 | | 0,11 | 10 |
| 1989 | Álcool | 12,8 | 1,6 | 1,1 | | 0,11 | 10 |
| 1990 | Álcool | 10,8 | 1,3 | 1,2 | | 0,11 | 1,8 |
| 1991 | Álcool | 8,4 | 1,1 | 1 | | 0,11 | 1,8 |
| 1992 | Álcool | 3,6 | 0,6 | 0,5 | | 0,35 | 0,9 |
| 1993 | Álcool | 4,2 | 0,7 | 0,6 | | 0,04 | 1,1 |
| 1994 | Álcool | 4,6 | 0,7 | 0,7 | | 0,042 | 0,9 |
| 1995 | Álcool | 4,6 | 0,7 | 0,7 | | 0,042 | 0,9 |
| 1996 | Álcool | 3,9 | 0,6 | 0,7 | | 0,04 | 0,8 |
| 1997 | Álcool | 0,9 | 0,3 | 0,3 | | 0,012 | 1,1 |
| 1998 | Álcool | 0,7 | 0,2 | 0,2 | | 0,014 | 1,3 |
| 1999 | Álcool | 0,6 | 0,2 | 0,2 | | 0,013 | 1,6 |
| 2000 | Álcool | 0,63 | 0,18 | 0,21 | | 0,014 | 1,35 |
| 2001 | Álcool | 0,66 | 0,15 | 0,08 | | 0,017 | 1,31 |
| 2002 | Álcool | 0,74 | 0,16 | 0,08 | 191 | 0,017 | ND |
| 2003 | Álcool | 0,77 | 0,16 | 0,09 | 183 | 0,019 | ND |
| 2003 | Flex Álcool | 0,51 | 0,15 | 0,14 | 200 | 0,02 | ND |
| 2004 | Álcool | 0,82 | 0,17 | 0,08 | 160 | 0,016 | ND |
| 2004 | Flex Álcool | 0,46 | 0,14 | 0,14 | 190 | 0,014 | ND |
| 2005 | Álcool | 0,82 | 0,17 | 0,08 | 160 | 0,016 | ND |
| 2005 | Flex Álcool | 0,39 | 0,14 | 0,1 | 180 | 0,014 | ND |
| 2006 | Álcool | 0,67 | 0,12 | 0,05 | 200 | 0,014 | ND |
| 2006 | Flex Álcool | 0,47 | 0,11 | 0,07 | 177 | 0,014 | 1,27 |
| 2007 | Álcool | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 2007 | Flex Álcool | 0,47 | 0,11 | 0,07 | 177 | 0,014 | 1,27 |
| 2008 | Álcool | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 2008 | Flex Álcool | 0,71 | 0,052 | 0,05 | 187 | 0,0152 | 1,1 |
| 2009 | Flex Álcool | 0,56 | 0,03 | 0,03 | 174 | 0,0104 | |
| 2010 | Flex Álcool | 0,51 | 0,09 | 0,04 | 172 | 0,0073 | |
| 2011 | Flex Álcool | 0,49 | 0,09 | 0,03 | 170 | 0,009 | |

Fonte: Cetesb (2011)

⁽¹⁾ Inclusão do dióxido de carbono a partir de 2002. (Valores medidos, sem legislação limitando as emissões).

O ciclo de vida da gasolina C

A matéria-prima da gasolina é o petróleo (óleo cru). Ela é obtida por meio do refino do petróleo. A gasolina faz parte do Ciclo do Carbono (C). O Ciclo do Carbono tem início no momento em que plantas ou outros organismos autótrofos absorvem o gás carbônico que está presente na atmosfera e o utilizam na fotossíntese, incorporando as suas moléculas (LUZ, 2011).

O próximo nível trófico é quando os animais herbívoros ingerem as plantas e com isso incorporam uma parte do carbono presente nelas na forma de açúcar. Diz-se uma parte do carbono porque uma parcela do carbono retornará pelos organismos decompositores ou devolvidos à atmosfera no caso de uma queimada. Após o animal herbívoro o ingerir, o carbono será devolvido à atmosfera por meio da respiração ou pela decomposição do organismo (LUZ, 2011).

Segundo Cruz (2003), a composição química do petróleo “são misturas orgânicas complexas de hidrocarbonetos, com quantidades relativamente pequenas de compostos orgânicos sulfurados, nitrogenados, oxigenados e organometálicos. Predominam entre os hidrocarbonetos, os acíclicos saturados (alcanos ou parafinas) tanto de cadeia normal como ramificada”.

A gasolina automotiva possui de quatro a doze átomos de carbono, sendo uma mistura complexa de hidrocarbonetos. Os hidrocarbonetos presentes na gasolina são membros das séries parafínicas, naftênicas e aromáticas e, dependendo do petróleo e dos processos de produção, mudam as proporções relativas. Os órgãos normativos exigem rígido controle sobre as especificações e características das gasolinas comerciais, visando atender a requisitos de desempenho dos motores e atenuar as emissões de gases poluentes (CRUZ, 2003).

Há vários métodos de determinar quantitativamente as propriedades importantes da gasolina. No Brasil, a ANP (Agência Nacional de Petróleo) utiliza o índice de octano, determinado pelo método MB-457 que é correspondente ao método ASTM D-2700 ou MON (*Motor Octane Number*). O método MON avalia a resistência do combustível à compressão quando o motor está sendo mais exigido e com rotações mais altas, como ocorre em subidas com marcha reduzida, ultrapassagens e altas velocidades (CRUZ, 2003).

No Brasil, a gasolina do tipo C é a comum vendida nos postos e revendedores, disponível no mercado, tem octanagem no mínimo igual a 80 (MON). É adicionado Etanol, cujo teor varia conforme a legislação vigente, sendo de 21% a 25% do volume. A Gasolina tipo A é a que as refinarias entregam para as distribuidoras, uma gasolina pura e com maior octanagem. A gasolina tipo B é de uso exclusivo do exército (ANP, 2011).

Segundo Luz (2011), a gasolina é um produto esgotável, sendo que o ciclo de vida da gasolina inicia nas refinarias, passando para as distribuidoras que revendem o combustível para os postos, onde o consumidor final os adquire, seus resíduos são lançados na atmosfera e tem-se o início do ciclo do carbono. Na Tabela 2, um veículo com motor utilizando gasolina C combustível produz:

Tabela 2: Emissões de um veículo a gasolina

| ANO | COMBUSTÍVEL | CO (g/km) | HC (g/km) | NOx (g/km) | CO ₂ ⁽¹⁾ (g/Km) | CHO (g/km) | Emissão Evaporativa de Combustível (g/teste) |
|--------|-----------------|-----------|-----------|------------|---------------------------------------|------------|--|
| pré 80 | Gasolina | 54 | 4,7 | 1,2 | | 0,05 | |
| 80-83 | Gasolina C | 33 | 3 | 1,4 | | 0,05 | |
| 84-85 | Gasolina C | 28 | 2,4 | 1,6 | | 0,05 | 23 |
| 86-87 | Gasolina C | 22 | 2 | 1,9 | | 0,04 | 23 |
| 1988 | Gasolina C | 18,5 | 1,7 | 1,8 | | 0,04 | 23 |
| 1989 | Gasolina C | 15,2 | 1,6 | 1,6 | | 0,04 | 23 |
| 1990 | Gasolina C | 13,3 | 1,4 | 1,4 | | 0,04 | 2,7 |
| 1991 | Gasolina C | 11,5 | 1,3 | 1,3 | | 0,4 | 2,7 |
| 1992 | Gasolina C | 6,2 | 0,6 | 0,6 | | 0,013 | 2 |
| 1993 | Gasolina C | 6,3 | 0,6 | 0,8 | | 0,022 | 1,7 |
| 1994 | Gasolina C | 6 | 0,6 | 0,7 | | 0,036 | 1,6 |
| 1995 | Gasolina C | 4,7 | 0,6 | 0,6 | | 0,025 | 1,6 |
| 1996 | Gasolina C | 3,8 | 0,4 | 0,5 | | 0,19 | 1,2 |
| 1997 | Gasolina C | 1,2 | 0,2 | 0,3 | | 0,007 | 1 |
| 1998 | Gasolina C | 0,8 | 0,1 | 0,2 | | 0,004 | 0,8 |
| 1999 | Gasolina C | 0,7 | 0,1 | 0,2 | | 0,004 | 0,8 |
| 2000 | Gasolina C | 0,73 | 0,13 | 0,21 | | 0,004 | 0,73 |
| 2001 | Gasolina C | 0,38 | 0,11 | 0,14 | | 0,004 | 0,68 |
| 2002 | Gasolina C | 0,43 | 0,11 | 0,12 | 198 | 0,004 | 0,61 |
| 2003 | Gasolina C | 0,4 | 0,11 | 0,12 | 194 | 0,004 | 0,75 |
| 2003 | Flex Gasolina C | 0,5 | 0,05 | 0,04 | 210 | 0,004 | ND |
| 2004 | Gasolina C | 0,35 | 0,11 | 0,09 | 190 | 0,004 | 0,69 |
| 2004 | Flex Gasolina C | 0,29 | 0,08 | 0,05 | 201 | 0,003 | ND |
| 2005 | Gasolina C | 0,34 | 0,1 | 0,09 | 192 | 0,004 | 0,9 |
| 2005 | Flex Gasolina C | 0,45 | 0,11 | 0,05 | 188 | 0,003 | ND |
| 2006 | Gasolina C | 0,33 | 0,08 | 0,08 | 192 | 0,002 | 0,46 |
| 2006 | Flex Gasolina C | 0,45 | 0,1 | 0,05 | 185 | 0,003 | 0,62 |
| 2007 | Gasolina C | 0,33 | 0,08 | 0,08 | 192 | 0,002 | 0,46 |
| 2007 | Flex Gasolina C | 0,45 | 0,1 | 0,05 | 185 | 0,003 | 0,62 |
| 2008 | Gasolina C | 0,37 | 0,042 | 0,04 | 223 | 0,0014 | 0,66 |
| 2008 | Flex Gasolina C | 0,51 | 0,069 | 0,04 | 185 | 0,002 | 0,42 |
| 2009 | Gasolina C | 0,3 | 0,03 | 0,02 | 228 | 0,0017 | |
| 2009 | Flex Gasolina C | 0,33 | 0,03 | 0,03 | 181 | 0,0024 | |
| 2010 | Gasolina C | 0,23 | 0,03 | 0,02 | 213 | 0,0014 | |
| 2010 | Flex Gasolina C | 0,28 | 0,04 | 0,03 | 178 | 0,0015 | |
| 2011 | Gasolina C | 0,26 | 0,04 | 0,03 | 198 | 0,002 | |
| 2011 | Flex Gasolina C | 0,28 | 0,04 | 0,03 | 178 | 0,001 | |

Fonte: CETESB (2011).

¹ Inclusão do dióxido de carbono a partir de 2002. (Valores medidos, sem legislação limitando as emissões).

ND - não disponível

Gasolina C - 78% gasolina + 22% álcool anidro (v/v).

Como pode ser observado na Tabela 2, há uma queda grande nas emissões dos veículos ao longo do tempo, após atender a legislação vigente sobre as emissões, ou seja, as fases do Proconve. Há uma maior emissão de CO e HC dos carros flex se compararmos aos veículos somente mono-combustível.

Veículos Elétricos e Híbridos

No fim dos anos 80, a atenção voltou-se para os veículos elétricos que poderiam ser a solução para a poluição das grandes cidades e poderiam ser a salvação da era do petróleo. Neste

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

período, o conceito de desenvolvimento sustentável ganha força e o foco muda para o desenvolvimento de novas fontes de energia frente ao petróleo e seus derivados e novos meios de transporte (BARAN, 2010).

Na década de 90, o estado da Califórnia se torna pioneiro ao implementar as normas regulamentadoras para veículos limitando a emissão zero. Em 1992, ocorre a Rio-92 (ou Eco-92) e esta conferência apresentou como resultados a Agenda 21. Neste documento, cada país se compromete a refletir, local e globalmente, sobre como as empresas, governos e os setores da sociedade podem cooperar para a solução de problemas socioambientais. Na reunião, verificaram-se os problemas causados pelo uso da energia fóssil em excesso e buscou-se a redução do consumo de energia fóssil pelos países desenvolvidos, a busca por fontes renováveis e a transição para esta energia (BARAN, 2010).

Em 1999, a Honda lançou no mercado americano um veículo híbrido, o Insight. Foi o primeiro veículo híbrido a ser comercializado nos Estados Unidos. No ano seguinte, a Toyota lançou o Prius. Os dois veículos foram um sucesso quando foram lançados (BARAN, 2010).

Em 2003, foi a vez do Civic ganhar a versão híbrida, com a mesma aparência e dirigibilidade que a versão motorizada possuía. E em 2004, a Ford introduziu o Escape, uma versão híbrida de um utilitário esportivo (BARAN, 2010).

Em 2007, visando diminuir a dependência de petróleo importado para manter a frota americana, o governo decide investir em combustíveis limpos, e com isso cria a *Energy Independence and Security Act*, a qual teria US\$ 95 milhões anuais entre os anos de 2008 e 2013. Seu objetivo era a pesquisa, o desenvolvimento de um transporte elétrico e a capacitação de pessoas para a manutenção dos veículos elétricos. Os fabricantes e fornecedores foram beneficiados com 25 bilhões até 2020 para desenvolver veículos híbridos e seus componentes (BARAN, 2010).

Segundo Baran (2010), foram vendidos em 2009, 598.739 unidades sendo 44% nos EUA, 41% no Japão e o restante na Holanda, Reino Unido e Canadá. Nos EUA, os maiores mercados se encontram em Los Angeles, Nova York, São Francisco, Washington (D.C.) e Chicago. As vendas de híbridos nos EUA em 2008 representaram pouco mais que 4% do mercado norte-americano, totalizando 279.847 unidades.

Em 2009, foi criado o *American Clean Energy and Security Act* nos EUA. Com isso, a Secretaria de Energia, a agência regulamentadora estatal e as distribuidoras de energia deveriam apresentar planos de desenvolvimento de redes inteligentes integradas, já com suporte a Veículos Elétricos Híbridos Plug-in até julho de 2012. Foi adicionado um teto de 50 bilhões de dólares para ajuda financeira às montadoras e produtoras de autopeças até 2020, visando fomentar os híbridos, reduzir a dependência do petróleo e as emissões de gases estufa e com isso efetuar uma transferência de uma economia baseada no petróleo para uma baseada em energia limpa (BARAN, 2010).

Há algumas variações dos carros elétricos e híbridos, segundo ABVE (2011) e HOLLANDA (2011) algumas delas são:

- a) **Carro Elétrico (CE):** possui pelo menos um motor elétrico;
- b) **Carro Elétrico a Bateria (CEB):** possui baterias do carro são carregadas pela rede de energia elétrica;
- c) **Carro Elétrico Híbrido (CEH):** a energia elétrica para carregar as baterias é fornecida por um gerador instalado no motor de combustão interna (MCI), fazendo com que o motor a combustão funcione como a fonte de energia;

- d) **Carro Elétrico Híbrido “Plug-in” (CEHP):** possui mais baterias e pode ser carregado tanto na rede de energia elétrica como usar o gerador do motor a combustão;
- e) **Carro Elétrico com Células a Combustível (CECC):** utiliza a energia gerada por meio de uma célula a combustível de hidrogênio.

O veículo mais aceito dos híbridos foi o CEH, pois além de reduzir as emissões que o motor a combustão gera, ele é mais silencioso e tem maior autonomia, usa menos combustível do que os veículos similares somente à gasolina. Os CEB tiveram uma evolução lenta devido às baterias. Somente recentemente elas se tornaram mais finas, leves e com capacidade de armazenamento de energia maior, favorecendo bastante o desempenho dos CEB. Algumas montadoras estão adotando os CEHP, pois reúne o melhor dos carros elétricos, já que pode ser carregado tanto na rede de energia elétrica quanto pelo motor a combustão (HOLLANDA, 2011).

Todos os híbridos disponíveis no mercado possuem um sistema de frenagem regenerativa. Este sistema funciona capturando a energia cinética da frenagem do veículo e a transforma em energia elétrica (ABVE, 2011). Uma das maiores limitações que o veículo elétrico sofre é quanto a sua autonomia frente a um veículo com MCI. Torna-se complicado percorrer grandes distâncias com o veículo sem que seja necessário efetuar a recarga no seu SAE (Sistema de Armazenamento de Energia) (ABVE, 2011).

O Quadro 3 apresenta as baterias mais utilizadas, destacando suas vantagens e desvantagens, com seus respectivos compostos químicos.

Quadro 3 – Baterias, compostos, vantagens e desvantagens.

| MODELO | COMPOSTO | VANTAGENS | DESvantagens |
|---|---|--|---|
| Bateria de Chumbo (Lead-Acid-Batteries) | É composta por óxido de chumbo e ácido sulfúrico. | Maturidade da tecnologia e produção em massa. Os custos de aquisição não são altos. | As descargas de energia da bateria não podem passar 20% de sua capacidade e, caso isso ocorra, diminui a vida útil da mesma e possui baixa densidade de energia devido ao peso do chumbo. |
| Bateria de Hidreto de Níquel Metálico (Nickel-Metal Hydride Batteries) | É composta por Hidreto e Níquel, uma liga especial de níquel, titânio e outros metais e uma solução alcalina. | Possui o dobro da densidade de energia das baterias de Chumbo. Possui uma vida útil longa, resistência a cargas e descargas e os seus componentes não são agressivos ao meio ambiente. | Se forem descarregadas a taxas elevadas, seu ciclo de vida pode se esgotar rapidamente. Se o preço do níquel aumentar, o custo final será alto, impedindo assim a massificação desse modelo de bateria. |
| Bateria de Íons de Lítio (Lithium-Ion Batteries) | É composta por Cobalto oxidado, carbono e sal de Lítio. | Elevada capacidade de energia e vida longa útil. | Custo elevado e necessidade de circuito eletrônico para controlar sua carga, descarga e temperatura. |

| | | |
|--|--|---|
| Bateria de Níquel-Zinco (Nickel-Zinc Batteries) | Alta densidade de energia, extremamente segura, ambientalmente limpa e reciclável. | Possui ciclo de vida curto e tem o mesmo problema do custo do níquel. |
| Bateria de Níquel-Cadmio (Nickel-Cadmium Batteries) | Vida útil longa e bom comportamento em descargas totais de energia | Elevado custo e o cadmio ser lesivo ao meio ambiente. |

Fonte: Elaboração própria baseada em Gonçalves (2012).

Incentivos

De modo a estimular o comércio de veículos híbridos, os governos estão oferecendo subsídios para que os consumidores optem por eles em detrimento ao veículo de combustão interna.

Segundo Barbieri (2007), “subsídios são renúncias ou transferências de receita dos entes estatais para os privados, podem ser isenções, redução, diferimento de imposto e de financiamento em condições especiais com o objetivo de estimular o consumo”.

Nos EUA para a compra de um veículo 100% com autonomia estendida (híbridos seriais plug-in), o governo concede um crédito de até US\$7.500. O Nissan Leaf e outros VEs têm benefícios similares. Além destes, os incentivos variam de estado para estado, por exemplo, a Califórnia oferece US\$5.000 para o Nissan Leaf 2011 ou Coda Sedan 2011. A Alabama também oferece US\$2.500 (ABVE, 2010).

As vendas do Volt começaram em 2010, após o governo liberar incentivos para a construção da fábrica em Michigan (EUA). Ele será vendido por US\$ 41 mil. Com a isenção fiscal fornecida pelo governo Americano, o valor cai para até US\$ 33,5 mil. O Volt é a maior esperança da montadora para a recuperação financeira. Já no Canadá o objetivo do governo de Ontário é que 5% dos veículos na estrada sejam elétricos nos próximos dez anos e, para conseguir isso, oferece uma redução de US\$8.500. Já a aquisição de VEs para a frota governamental e para táxi a redução chega até a US\$8.880 (ABVE, 2010).

Na Europa, a França, a redução chega a atingir US\$6.500 (ABVE, 2010). A Bélgica está oferecendo US\$11.700 de redução no preço do VEs. Já a Dinamarca, Grécia e República Tcheca isentam das taxas de licenciamento e de circulação. O Reino Unido oferece isenção de taxas de licenciamento e de circulação para carros que emitem abaixo de 100 g/km de CO₂ (ABVE, 2010).

Em Portugal incentivo de €1.500 para quem pagar o carro elétrico com um carro a combustão interna. Na Espanha o preço do veículo híbrido terá abatimento em até 25% do valor final ou até chegar à cota de €6.000 sendo estendido para ônibus, vans e táxis (ABVE, 2011).

Na Alemanha ha isenção do imposto de circulação anual por um período de cinco anos para os carros elétricos e híbridos plug-ins. O governo anunciou uma ajuda para a indústria automobilística de 2 bilhões de euros (US\$ 2,8 bi) até 2013 com o objetivo de tornarem-se líder mundial em carros elétricos e tenham 1 milhão de veículos do tipo rodando até 2020 (ABVE, 2010).

No Brasil, em alguns estados há a isenção da cobrança do IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores) para veículos elétricos ou de força motriz elétrica. O Quadro 4 mostra quais estados, a lei e qual categoria de veículos está isenta da cobrança do IPVA.

Quadro 4 – Estados que isentam os veículos elétricos ou de força motriz da cobrança do IPVA

| ESTADO | ARTIGO |
|----------------------------|---|
| Ceará | Lei 12.023 - art. 4, IX - veículos movidos a motor elétrico |
| Maranhão | Lei 5.594 - art. 9, XI - veículos movidos a força motriz elétrica |
| Pernambuco | Lei 10.849 - art. 5, XI - veículos movidos a motor elétrico |
| Piauí | Lei 4.548 - art. 5, VII - veículos movidos a motor elétrico |
| Rio Grande do Norte | Lei 6.967 - art. 8, XI - veículos movidos a motor elétrico |
| Rio Grande do Sul | Lei 8.115 - art. 4, II - ... de força motriz elétrica |
| Sergipe | Lei 3.287 - art. 4, XI - veículos movidos a motor elétrico |

Fonte: Elaboração própria baseada em ABVE (2010)

Alguns estados não isentaram a cobrança do IPVA dos veículos elétricos, mas como forma de estimular a venda dos veículos, concederam uma redução na cobrança. No Quadro 5, veem-se os estados, a lei e qual benefício eles deram aos elétricos.

Quadro 5 - Estados que concedem algum benefício sobre o IPVA para veículos elétricos.

| ESTADO | ARTIGO |
|---------------------------|--|
| Mato Grosso do Sul | Lei 1.810 - O art. 153 prevê a possibilidade de o Poder Executivo reduzir em até 70% o IPVA de veículo acionado a eletricidade |
| Rio de Janeiro | Lei 2.877 - O inciso IV do art. 10 estabelece a alíquota de 1% para veículos que utilizem energia elétrica (alíquota essa 75% inferior a dos automóveis a gasolina) |
| São Paulo | Lei 6.606 - O inciso III do art. 7 estabelece a alíquota de 3% para automóveis de passeio, de esporte, de corrida e camionetas de uso misto movidos a eletricidade (alíquota essa 25% inferior a dos |

automóveis a gasolina).

Fonte: Elaboração própria baseada em ABVE (2010)

A Comissão de Assuntos Sociais (CAS) aprovou o Projeto de Lei nº 255 de 2010 de Roberto Cavalcanti que suspende a cobrança do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) por dez anos dos veículos híbridos ou movidos à energia elétrica que sejam fabricados no país (CAVALCANTI, 2010).

Além da isenção do IPI para o veículo, algumas partes e acessórios também ficam isentas da cobrança pelo mesmo prazo. Os acessórios que não possuem similares e que sejam essenciais para a fabricação dos veículos também ficam livres do Imposto de Importação (CAVALCANTI, 2010).

Há ainda a redução a zero da alíquota das Contribuições para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), incidentes sobre a receita bruta decorrente da venda, no mercado interno, dos veículos elétricos e híbridos (CAVALCANTI, 2010).

O deputado Ronaldo Benedet da Câmara dos Deputados criou o Projeto de Lei 3.895/12 que cria o revendedor de energia para fins automotivos. Com isso, poderão ser usados no Brasil os CEB e os CEHP. Segundo Benedet, “essa atividade poderá ser exercida por concessionária ou permissionária do serviço público de distribuição de energia elétrica ou por revendedor varejista de eletricidade registrado na Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e o revendedor varejista poderá produzir, total ou parcialmente, a energia elétrica que comercializar” (CAMARA, 2012).

Reciclagem Automotiva

À medida que mais e mais carros híbridos são produzidos, a sociedade preocupa-se com o que farão com as baterias após se esgotar o seu ciclo de vida. Com as baterias de chumbo-ácido já há o conhecimento de como fazer a reciclagem, mas as de íon-lítio usadas nos híbridos estão apenas engatinhando quanto à reciclagem. A reciclagem dela apresentará novos desafios à indústria. O processo não é simples, mas já há algumas empresas fazendo o recolhimento e reciclagem das baterias de íon-lítio (ABDI, 2009).

Para analista, há ainda dez anos para a indústria se preparar, desenvolver técnicas e aprimorar os processos de reciclagem, trabalhando de forma a maximizar os lucros e a eficiência da planta (ABDI, 2009).

O Departamento de Energia Americano atribui à empresa Toxco US\$9,5 milhões para construir uma planta para a reciclagem de baterias de íon-lítio de veículos híbridos (MULLIKEN, 2009).

A reciclagem da bateria procede da seguinte forma: armazenam-se as baterias em casamatas de concreto no solo para que ele perca a eletricidade residual que há nela. Como o lítio é facilmente explosível a temperatura ambiente, utiliza-se um processo de criogenia que resfria a bateria a 198°C negativos, tornando-a inerte para o processo de desmontagem (MULLIKEN, 2009).

Depois de feito o desmonte, é necessário recortar e fragmentar os metais transformando o lítio em carbonato de lítio. O eletrólito se neutraliza com compostos estáveis além das estruturas de plástico e outros materiais que são reciclados.

Como norma de segurança operacional, a Toxco utiliza em cerca de 90% dos processos robôs operados remotamente (MULILKEN, 2009).

Atualmente, não é economicamente viável efetuar a reciclagem das baterias de íon-lítio, mas como a quantidade de veículos com esta tecnologia tem aumentado a cada ano, a atividade de reciclar baterias podendo ser mais importante e mais lucrativa. Atualmente, o maior produtor de lítio do mundo é a Bolívia com cerca de 5,4 milhões de toneladas disponíveis apenas no deserto de Uyuni. Existem no Chile cerca de 3 milhões de toneladas disponíveis e cerca de 750.000 toneladas nos Estados Unidos. Não há relatórios informando sobre problemas com as reservas de lítio disponíveis atualmente no mundo. No Brasil, a empresa Suzaquim efetua a reciclagem desde pilhas até baterias secundárias de íon-lítio. (MULILKEN, 2009).

Visando o descarte correto o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) desenvolveu a Resolução n° 257 que visa regulamentar e disciplinar o descarte de pilhas e baterias.

As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessário ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos,..., após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem diretamente, ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequado.

A resolução entrou em vigor em junho de 2000 e tornou os comerciantes e revendedores obrigados a fazer a logística reversa das baterias e/ou pilhas para o fabricante e este fazer o descarte e reciclagem de maneira correta. A resolução também estabelece os limites máximos de metais que uma bateria pode ter para ser vendida no país.

Não há menção a baterias de lítio, se elas precisam ser recicladas ou não, e como a resolução é antiga, espera-se que com a chegada dos híbridos o Ibama inclua os novos tipos de baterias na obrigatoriedade para serem recicladas, não ficando apenas na boa vontade das empresas a destinação final das baterias após o término do seu ciclo de vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral proposto por este trabalho que era identificar as vantagens ecológicas geradas pelos veículos produzidos com motores a combustível e com motores híbridos.

Primeiramente buscou-se identificar os tipos de motores automobilísticos existentes, a pesquisa permitiu identificar que os motores utilizados por veículos, são combustão, elétrico e híbrido, bem como suas vantagens e desvantagens (Quadro 6).

Quadro 6 – Vantagens e desvantagens por tipo de moto

| Tipo de motor | Vantagens | Desvantagens |
|-----------------------------------|---|--|
| Motor de Combustão Interna | Já é conhecido por todos os mecânicos, tornando fácil sua manutenção e o custo dos reparos. | Produz resíduos sonoros e expõem gases nocivos |
| Elétrico | Não emitem gases, nem produzem ruídos sonoros quando estão em funcionamento. | A reciclagem da bateria tem um custo elevado e o veículo tem baixa autonomia e o tempo para a recarga da bateria é grande. |
| Híbrido | Possui uma autonomia maior que o veículo que possui um motor interno a combustão, pode funcionar só o motor elétrico, não gerando ruídos. | O motor a combustão interna produz gases como um veículo normal de hoje, há o custo da reciclagem da bateria que é alto. |

Fonte: Elaboração própria

Os carros que funcionam com motores a combustão tem a vantagem de estarem consolidados no mercado, serem utilizados em larga escala pelas indústrias automotivas e terem um custo reduzido, devido os gastos com o desenvolvimento da tecnologia já terem sido pagos e já ter ocorrido o retorno sobre o investimento.

Os carros elétricos tem a vantagem de não emitirem poluição (CO₂) pelo escapamento, isso ocorre por utilizarem somente um motor elétrico movido à bateria, portanto, não utilizam combustíveis fósseis. Também não geram poluição sonora como os motores a combustão.

Os carros híbridos poluem na mesma proporção que um veículo de combustão interna, visto que há necessidade de um motor para efetuar a recarga das baterias de lítio ou mesmo para auxiliar o motor elétrico no movimento do veículo. Outro ponto que deve ser considerado é quanto a reciclagem dessas baterias de lítio, que é um processo caro, realizado fora do Brasil e atualmente limitado a bateria de máquinas e equipamentos. As condições ainda são novas e os processos ainda não atingiram sua maturidade.

A pesquisa permitiu verificar os combustíveis disponíveis para os veículos de combustão interna disponíveis no mercado, que é a gasolina tipo C e o etanol hidratado, que são utilizados em veículos de passeios.

Buscou-se analisar o grau de emissão de poluentes destes combustíveis no veículo, e segundo Cetesb (2011), há uma grande redução na emissão do veículos ao longo dos anos, graças ao programa Proconve, que tem fomentando a indústria a utilizar novas tecnologias para reduzir a emissão do veículo.

Pela pesquisa realizada pela Proconve (2013), por Junior (2009) e, pela CETESB (2011), pode-se observar que a exigência pela utilização das normas da ISO e outras leis e regulamentações que obrigam um maior controle sobre a emissão de poluentes, contribui para redução da emissão do CO₂.

Discutiu-se a respeito das inovações tecnológicas utilizadas nos tipos de motores estudados, os novos componentes ou funcionalidades implantadas, contribuem para o controle da emissão de poluentes. Desta forma foi possível ter um horizonte de visão das tecnologias, pontos positivos e negativos de cada solução adotada atualmente pela indústria automobilística no mundo.

Em relação aos veículos automotores é quase impossível identificar exatamente qual o ciclo de vida dos motores automotivos, pois, a substituição de peças, utilização de óleos e lubrificantes e outros serviços agregados, prolongam a estimativa de vida útil e geram inúmeros resíduos.

É importante avaliar o ciclo de vida do produto (AVC), pois é uma técnica que permite avaliar os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um processo, produto ou atividade econômica, analisando diversas etapas que vão desde a extração de matérias-primas da natureza (meio ambiente) que entram no sistema produtivo, berço do produto, até a disposição do produto final (como resíduos) no meio ambiente, ou túmulo do produto (CAMARGO, 2007).

Caso não se possa reciclar, reutilizar ou recuperar a energia do material, ele é disposto, em geral, nos aterros. Para se obter uma melhoria contínua do processo e a garantia da eficácia das medidas ambientais implementadas é fundamental o monitoramento e a retroalimentação das informações para o sistema de gestão (OMETTO, 2005).

Atualmente existem vários veículos híbridos, ou ecológicos como são conhecidos, são eles: Prius (Toyota), Altima Hybrid e Leaf (Nissan), Mitsubishi i-MiEV, Fusion Hybrid (Ford), S 400 Hybrid (Mercedes-benz), Volt (Chevrolet), Active Hybrid 3 (BMW), Milan Híbrido (Mercury), Civic Híbrido e Insight (Honda), Cayenne S Hybrid e Panamera S Hybrid (Porsche), entre outros modelos existentes.

Entre todas as alternativas no mercado de carros ecológicos, os carros elétricos são os mais desenvolvidos. Os preços ainda são muito altos, no entanto. Os carros elétricos são uma alternativa muito boa no que diz respeito à redução da poluição proveniente de veículos. Mas, esses veículos são abastecidos com eletricidade e recarregados em tomadas elétricas, cuja origem são as estações responsáveis pela produção de energia, essas estações emitem poluentes para a atmosfera. Não se pode dizer que esses carros são totalmente ecológicos, mas, ainda é a melhor opção quando se trata de meio ambiente, já que produz menos poluentes.

Durante a pesquisa identificou-se que o tema ainda é pouco explorado e que outras pesquisas podem ser realizadas sobre o tema, como estudar o ciclo de vida de outro componente do automóvel, por exemplo: pneus, vidros, injeção eletrônica, óleo, estofamentos, etc.

Sugere-se que outros atores aprofundem mais na questão da reciclabilidade da bateria, visto ser algo novo nos veículos híbridos e flex. A pesquisa também poderia ser refeita com a inclusão de dados primários, por exemplo, para identificar a opinião do consumidor em relação ao custo com carros elétricos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Relatório de perspectivas: estudo prospectivo setorial automotivo. Brasília: Centro de Estudos Estratégicos, 2009. Disponível em: < <http://www.abdi.com.br/estudo/automotivo.pdf>>. Acesso em: 13/06/2013.

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

ABVE - Associação Brasileira dos Veículos Elétricos. **Guia de incentivos para veículos elétricos em alguns países.** (2010). Disponível em:

<<http://www.abve.org.br/destaques/2010/destaque10027.asp>>. Acesso em: 07/08/2012.

ABVE - Associação Brasileira dos Veículos Elétricos. **O que é veículo elétrico híbrido?.**

(2011). Disponível em: <<http://www.abve.org.br/PF/ExibePF.asp?codigo=0003>>. Acesso em: 05/08/2012.

ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira.** 2013. Disponível em:

<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>. Acesso em: 01/08/2014.

ANP – Agência Nacional de Petróleo. **Resolução ANP N° 57, DE 20.10.2011 - DOU 21.10.2011.** Disponível em:

<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2011/outubro/ranp%2057%20-%202011.xml>. Acesso em: 20/06/2012.

BARAN, Renato. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. XIII Congresso Brasileiro de Energia.** Novembro/2010.

CAMARA dos Deputados. **PL 3895/2012.** 22/05/2012. Disponível em:

<<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=545232>>. Acesso em: 09/09/2012.

CAMARGO, André Moreira de. **Inventário do Ciclo de Vida do Metanol para as condições brasileiras.** 2007. 132p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CAMPOS, Maria Teresa Cardoso de. **Mitos da mídia.** 11/2008. 14p. e-com. Belo Horizonte.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros.** Abril, 2009.

CAVALCANTI, Roberto. **PLS - PROJETO DE LEI DO SENADO, N° 255. Concede benefícios fiscais referentes ao Imposto sobre Produtos Industrializados, ao Imposto de Importação, à Contribuição para o PIS/PASEP e à Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social incidentes sobre operações com veículos híbridos ou movidos a tração elétrica, suas partes e acessórios.** 19/10/2010. Disponível em:

<http://www.senado.gov.br/atividade/materia/detalhes.asp?p_cod_mate=98179>. Acesso em: 10/04/2012.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo.** 2011.

CNI. Indústria automobilística e sustentabilidade / Confederação Nacional da Indústria. **Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores.** – Brasília, 2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2012.** Brasília: Conab 2012.

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

CREA-PR - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado do Paraná. **Força do Paraná no setor sucroalcooleiro nacional demanda atuação dos profissionais da Engenharia.** 2014. Disponível em: <http://www.crea-pr.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3381:expressividade-do-parana-no-setor-sucroalcooleiro-nacional-demanda-atuacao-dos-profissionais-da-engenharia-&catid=3:newsflash>. Acesso em: 02/08/2014.

CRUZ, Elaine Patricia. **Fenabreve prevê aumento de 4,5% nas vendas para 2012.** Agência Brasil. 03/01/2012. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/01/04/fenabreve-preve-aumento-de-4-5-nas-vendas-de-automoveis-em-2012>. Acesso em 05/03/2014.

CRUZ, José Flávio Martins. **Caracterização de Gasolinas por Espectroscopia FT - RAMAN.** PUC-RJ. 2003.

DIAS C, Carlos. **Os automóveis e seus resíduos.** 13/05/2005. Disponível em: <http://www.ideiasambientais.com.pt/auto_residuos.html>. Acesso em: 20/04/2012.

EMSAMPA. **Pedágios em rodovias do Estado do Rio de Janeiro.** 01/09/2012. Disponível em: <<http://www.emsampa.com.br/pedrij.htm>>. Acesso em: 20/10/2012.

EPELBAUM, Michel. **A influência da gestão ambiental na competitividade na cadeia automobilística.** 2002. 15p. Engenharia de Produção, USP.

GONÇALVES, Ricardo Nuno Loureiro. **Estudo da alteração do diagrama de cargas devido à introdução dos veículos elétricos.** Junho/2012.

HOLLANDA, Jayme Buarque de. **O futuro dos Carros Elétricos. Um artigo para eu ler daqui a 10 anos.** 2011.

IBAMA. **Programas de Controle de Emissões Veiculares.** 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/programa-proconve>>. Acesso em: 09/09/2012.

INVESTE São Paulo. **Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade.** 2012. Disponível em: <<http://www.investe.sp.gov.br/setores/automotivo>>. Acesso em: 01/07/2012.

JUNIOR, Henry Joseph. **Proconve – As fases passadas e futuras.** Outubro/2009. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/documentos/SeminarioItem1.pdf>>. Acesso em: 22/06/2012.

LUZ, Thiago José da. **Estudo Comparativo entre o Balanço Energético Nacional e os Balanços Estaduais.** Curitiba. 2011.

M. SILVA, Moacir Ferreira. **Emissão de metais por veículos automotores e seus efeitos à saúde pública.** 2007. 156p. Saúde Ambiental na USP/São Paulo.

MARTINS, Lourdes Conceição. **Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos.** Revista Brasileira de Epidemiologia. Vol. 4, N° 3, 220p, 2001.

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

MEYER, Clarisse Rinaldi. **Implicações Energético-Ambientais de esquemas de sucateamento de automóveis no Brasil.** Rio de Janeiro. Março, 2001.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento.** São Paulo: Hucitec, 1993.

MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. O protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no mecanismo de desenvolvimento limpo por meio de projetos de energia limpa. **Contexto internacional.** vol. 30, no 1, jan/abr 2008.

MULLIKEN, Bruce. **Recycle lithium today for tomorrow's cars.** Abril/2009. Disponível em: < <http://www.green-energy-news.com/arch/nrgs2009/20090035.html>>. Acesso dia: 20/08/2012.

NICOLETTI, Janara. **Trânsito caótico e poluição matam milhões por ano nas grandes cidades.** 2013. Disponível em: <<http://www.dw.de/tr%C3%A2nsito-ca%C3%B3tico-e-polui%C3%A7%C3%A3o-matam-milh%C3%B5es-por-ano-nas-grandes-cidades/a-17086737>>. Acesso em: 02/08/2014.

OMETTO, Aldo R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos EDIP, Energia e Emergia.** São Carlos. Universidade de São Paulo, 2005.

PEREIRA, Marcos. **Carro x Poluição.** Março/2014. Disponível em: < <http://noticias.r7.com/blogs/marcos-pereira/2014/03/26/carro-x-poluicao/>>. Acesso em: 30/07/2014.

PINTO, Marcelino Waldy da Graça. **Ante-projecto de um Motor de Combustão Interna Motores Térmicos.** 2010.

PORTAL do Governo do Estado de São Paulo. **Indústria Automobilística.** 2012. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/historia_republica-industria-automobilistica>. Acesso em: 05/04/2012.

PROCONVE – **Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/proconve_163.pdf>. Acesso em: 13/0/2013.

RACHID DA SILVA, Elenice. **Análise do crescimento da motorização no Brasil e seus impactos na mobilidade urbana.** 2011. 142p. URFJ/COPPE.

RAGAZZO, CARLOS. **Big Brother Urbano.** 18/10/2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/rede-de-blogs/direito-e-desenvolvimento/2012/10/18/big-brother-urbano/>>. Acesso em: 21/10/2012.

RIBEIRO, Suzana Kahn. **Novos Combustíveis.** 2006. Rio de Janeiro. E-papers.

ROCHA, Gionei da. **História do Motor a Combustão Interna ciclo “Otto”.** 01/2009. Disponível em: <<http://www.infomotor.com.br/site/2009/01/historia-do-motor-a-combustao-interna-ciclo-“otto”>>. Acesso em: 01/5/2012

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

SANTANA, Miriam Ilza. **História do Automóvel**. 02/11/2008. Disponível em:

<<http://www.infoescola.com/curiosidades/historia-do-automovel/>>. Acesso em: 04/04/2012.

SCHOLL, Evandro. **Emissão de poluentes por automóveis**. UNIVILLE. 04/2009.

SMAC - Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Plano de ação para redução de gases de efeito estufa da Cidade do Rio de Janeiro – N° 2110302. Março/2011. Disponível em:<

http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download%5C3060_Plano%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20para%20redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20emiss%C3%B5es%20de%20gases%20de%20efeito%20estufa%20_mar_2011.pdf>. Acessado em: 31/07/2014.

UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Relatório final da safra 2011/2012**. 2012.

VORMITTAG, Evangelina M. P. A. de A; RODRIGUES, Cristina G.; MIRANDA, Marina J. de; CAVALCANTE, Júlia A.; COSTA, Renan R. da; CAMARGO, Camila A.; SALDIVA, Paulo H. N. **Avaliação do Impacto da Poluição Atmosférica no Estado de São Paulo sob a visão da saúde**. São Paulo : Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2013.

VORMITTAG, Evangelina M. P. A. de A. Poluição do ar deveria virar caso de polícia. 2014. Disponível em: < <http://www.saudeesustentabilidade.org.br/index.php/poluicao-do-ar-deveria- virar-caso-de-policia///>>. Acesso em: 02/08/2014.

bioenergia em revista: diálogos, ano 3, n. 1, p. 100-127, jan./jun. 2014.

SANTOS, Nilceia Cristina dos; BORTOLOTTI, Márcio Augusto; PIACENTE, Fabrício José; SILVA, Reinaldo Gomes da.

Análise das vantagens ecológicas de veículos automotivos com motores: flex e híbrido

1 Nilceia Cristina Dos Santos é Mestre em Administração pela Universidade Metodista de Piracicaba, Brasil(2009) e Professora Associado da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba.

2 Márcio Augusto Bortoloti, é Graduado em Analise de Sistemas pelo Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Brasil(2008).

3 Fabrício Jose Piacente é Doutor em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil(2010) e Trabalha no Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura – RETC.

4 Reinaldo Gomes da Silva é Doutor em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil(2006) e Coordenador de Curso do Instituto Maria Imaculada ,Brasil..