

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

JOÃO CARLOS SEVILHA

**VIABILIDADE DE ESTRUTURA PARA
DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS:
UM DESAFIO BRASILEIRO**

BAURU
2015

JOÃO CARLOS SEVILHA

**VIABILIDADE DE ESTRUTURA PARA
DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS:
UM DESAFIO BRASILEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Administração, sob a orientação do Profa. Ma. Marinez Cristina Vitoreli.

BAURU
2015

Sevilha, Joao Carlos

S511v

Viabilidade de estrutura para desenvolvimento de veículos elétricos: um desafio brasileiro / Joao Carlos Sevilha. -- 2015.

40f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Marinez Cristina Vitoreli.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Veículo Elétrico. 2. Sustentabilidade. 3. Poluição. 4. Infraestrutura. I. Vitoreli, Marinez Cristina. II. Título

JOÃO CARLOS SEVILHA

**VIABILIDADE DE ESTRUTURA PARA DESENVOLVIMENTO DE
VEÍCULOS ELÉTRICOS: UM DESAFIO BRASILEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Administração, sob a orientação da Profa. Ma. Marinez Cristina Vitoreli.

Banca Examinadora:

Profa. Ma Marinez Cristina Vitoreli - Orientadora
Universidade do Sagrado Coração

Profa. Esp. Elza Socorra Yamada Inoue
Universidade do Sagrado Coração

Profa. Ma. Veronica Scriptore Freire e Almeida
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 10 de Junho de 2015.

Dedico este trabalho aos meus pais,
minhas irmãs, meus familiares e todos
que contribuíram para que fosse
concluída mais essa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades e por estar sempre me protegendo e me abençoando.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo, e que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

As minhas queridas irmãs por serem sempre minhas companheiras em todos os momentos.

Aos meus familiares que deram apoio para minha formação.

A minha orientadora e professora Marinez, pela orientação, compreensão, apoio e confiança para a elaboração deste trabalho.

A todos os professores que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal e não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

A todos meus amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

Enfim, a todos que contribuíram para meu sucesso e para meu crescimento. Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

RESUMO

Quase um século após serem superados por modelos propulsionados por motores a combustão, os veículos elétricos reapareceram no cenário automotivo individual como um grande avanço tecnológico. Em meio a crescente preocupação com emissões de gases poluentes, esse movimento será responsável pela substituição parcial dos motores a combustão interna por motores elétricos nas próximas décadas. A falta de infraestrutura, alto custo quando comparado com os convencionais e incentivos governamentais é o principal obstáculo para a inserção de carros elétricos nas ruas brasileira. Este trabalho tem uma atenção voltada para pesquisa e análise da viabilidade de estrutura para desenvolvimento de veículos elétricos que hoje é considerado um desafio para o Brasil. Além da carência de infraestrutura, a falta de incentivos do governo federal também são considerados como barreira para a difusão dessa nova tecnologia. O método selecionado foi a revisão de teoria nos principais materiais referentes ao tema. Ao final, pôde-se concluir que ainda são muitos os desafios que o Brasil enfrenta quanto a viabilização de carros elétricos.

Palavras-chave: Infraestrutura. Poluição. Sustentabilidade. Veículo Elétrico.

ABSTRACT

Almost a century after being overcome by models powered by combustion engines, electric vehicles reappeared in individual automotive scene as a major technological breakthrough. Amid growing concern over greenhouse gas emissions, this movement will be responsible for the partial replacement of internal combustion engines by electric motors in the coming decades. The lack of infrastructure, high cost when compared to conventional and government incentives are the main obstacle to the inclusion of electric cars on Brazilian roads. This work has attention focused on research and analysis of the structure of feasibility for development of electric vehicles is now considered a challenge to Brazil. In addition to the lack of infrastructure, lack of federal government incentives are also considered as a barrier to the diffusion of this new technology. The method selected was the theory revision in the main materials on the topic. In the end, it concluded that there are still many challenges facing Brazil as the viability of electric cars.

Keywords: Electric Vehicle. Infrastructure. Pollution. Sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVO.....	9
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.3	JUSTIFICATIVA	9
1.4	PROBLEMA DE PESQUISA	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1	SUSTENTABILIDADE	10
2.2	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	10
2.3.1	Poluição causada por veículos	13
2.4	VEÍCULOS ELÉTRICOS	15
2.4.1	Veículo Elétrico Híbrido (VEH)	18
2.4.2	Veículo Híbrido Elétrico Plug-in (VHEP)	19
2.5	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CARRO ELÉTRICO.....	21
2.6	INFRAESTRURA PARA CARROS ELÉTRICOS	22
2.6.1	Tipos de Infraestruturas para recarga	25
2.7	INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS - DESENVOLVIMENTO NO BRASIL....	27
2.7.1	Iniciativas	30
2.7.2	Projeto	31
3	METODOLOGIA	33
4	CONCLUSÃO	33
	REFERENCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é visível a preocupação dos países em desenvolver veículos que tenham um percentual de poluição baixo, visto os constantes problemas ambientais causados pela emissão de poluentes originados pelos veículos a combustão.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o carro e a motocicleta são os grandes responsáveis pela poluição nas cidades brasileiras. Em 2009, as emissões de gás carbônico (CO₂) por parte de carros e motos corresponderam a 83% do total desse gás, já os ônibus responderam por 2%. Em termos de eficiência energética, o Carro Elétrico sai na frente, pois, no tráfego urbano, em especial quando em baixas velocidades e constantes acelerações e frenagens. Além disso, os Carros Elétricos são também vantajosos em termos de poluição sonora, pelo fato dos motores elétricos serem silenciosos, diferente dos motores a combustão. (VELLOSO, 2010).

A tecnologia dos automóveis híbridos e elétricos não representa uma inovação tecnológica recente. Embora haja certamente avanços tecnológicos essenciais nos veículos elétricos atuais, como as baterias de íon de lítio e toda a tecnologia digital presente nos carros de hoje, ainda que o conceito básico se mantenha, ou seja, não possui mudanças radicais nos motores elétricos de hoje, nem na utilização da energia cinética originada pelo movimento do veículo.

De fato, a partir de 1930, na história dos automóveis, os veículos elétricos tiveram participação marginal, pois foram fortes concorrentes dos automóveis de combustão interna. No entanto, desde o lançamento do Toyota Prius, em 1997, os lançamentos de veículos híbridos e puramente elétricos vêm aumentando no mercado norte-americano. (BARAN; LEGEY, 2010).

Para Osório (2013), além dos modelos de carros movidos à eletricidade ganharem popularidade em todo o mundo, tem sido apresentado como um recurso de transporte individual mais sustentável. As montadoras já realizam em larga escala, a produção de vários modelos de automóveis elétricos. Apesar de parecer ser uma invenção recente, surpreende o fato de que os veículos elétricos ter surgido antes dos carros movidos à gasolina.

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral do presente trabalho consiste num aprofundamento sobre a viabilização dos carros elétricos no Brasil.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- a) um aprofundamento sobre os principais problemas de ordem estrutural enfrentado pelo Brasil para a utilização de veículos elétricos;
- b) analisar se existe algum tipo de projeto no âmbito nacional que contemple a infraestrutura para desenvolvimento de veículos elétricos no Brasil;
- c) identificar os principais obstáculos para a inserção de veículos elétricos nas ruas.

1.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa do presente trabalho é relatar a importância dos veículos elétricos, a tendência de inserção no mercado, os problemas e desafios enfrentados a respeito de infraestrutura, pois atualmente são poucas as iniciativas que motivam a aquisição de veículos elétricos e híbridos no Brasil.

1.4 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante do exposto objetivo e justificativa surgem o seguinte problemas de pesquisa – as políticas públicas de incentivos seria o maior desafio do Brasil para a utilização dos veículos elétricos?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados alguns conceitos relacionados a veículos a sustentabilidade, poluição e veículos elétricos.

Será apresentado um breve histórico seguido das principais tecnologias e motivações atuais.

2.1 SUSTENTABILIDADE

A preocupação global com o meio ambiente e com a preservação dos recursos naturais provoca uma transformação tecnológica na indústria automobilística mundial. De forma cada vez mais consensual, veículos elétricos são vistos como parte fundamental da solução dos problemas de emissão de poluentes, utilização de combustíveis fósseis e transporte urbano eficiente e silencioso. Diversas projeções indicam que nas próximas três décadas o veículo elétrico será o vetor principal da transformação na indústria automobilística (BARBOSA; OLIVEIRA; SOUZA, 2010a).

Diante dessa questão, o conceito “desenvolvimento sustentável” que une pensamentos na busca de equilíbrio diante da capacidade de consumo e as limitações de fornecimento de recursos ao meio ambiente, vem ganhando destaque. (JACOBI, 1999).

2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A redução dos impactos ambientais é tema de grande importância na agenda pública. O combate ao aquecimento global torna-se, cada vez mais, um imperativo político na maioria das nações. O setor de transportes, que responde por parcela significativa do consumo de derivados de petróleo e das emissões de CO₂, é um dos principais focos de atenção.

No Brasil, existem alguns projetos em desenvolvimento, dentre os quais podemos citar o Projeto VE, iniciado pela Itaipu Binacional em 2006, em cooperação com a empresa suíça Kraftwerke Oberhasli (KWO), controladora de hidrelétricas suíças, e a montadora Fiat, além de outras empresas e instituições de pesquisa. (COUTINHO et al., 2010).

Segundo Moura (2008 apud CONCEIÇÃO et al., 2011, p. 4):

[...] Nesta década de 80 ocorreram muitos acidentes que impactaram representativamente o meio ambiente. Podem ser mencionados e historicamente descritos: Acidente de Chernobyl, na União Soviética, hoje Ucrânia em 29 de Abril de 1986, ocorreu uma enorme explosão do reator quatro da Usina Nuclear de Chernobyl. Outro acidente radioativo que ocorreu no Brasil, em setembro de 1987, em Goiânia, uma fonte radioativa utilizada em uma clínica de tratamento de câncer (desativada), teve destino um ferro-velho, onde o dono do ferro-velho expôs o material radioativo, Césio-137. Ocorreu um vazamento de 11 milhões de petróleo cru do navio-petroleiro Exxon Baldez no Alasca, em 24 de março de 1989.

Esses foram exemplos significantes para mostrar que de fato o mundo necessitava de um modelo diferenciado de se trabalhar na indústria e de se ter cuidado com resíduos sólidos sendo estes muitas vezes infectantes, indústrias sem a utilização de medidas preventiva e resíduos descartados de formas inadequadas facilitam a contaminação de nossos recursos naturais e a contaminação direta ou indireta dos seres vivos como um todo.

Na década de 90, houve um grande impulso com relação à consciência ambiental. Como um evento muito importante, cita-se a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro entre 3 e 14 de junho de 1992, também como Cúpula da Terra, Rio 92, ou Eco 92.

Segundo Ênio Junior (1998) a Rio 92 trouxe o compromisso com o desenvolvimento sustentável, o tratado da Biodiversidade e o acordo para a eliminação gradual do gás carbônico.

As expectativas otimistas apontam para o domínio de mercado pelos veículos híbridos ou puramente elétricos em 2030.

Segundo Coutinho et al. (2010), após um período de pelo menos 10 anos de penetração mais lenta, essa velocidade deverá sofrer uma aceleração reforçada, conforme as principais barreiras (preço, autonomia da bateria e infraestrutura) forem sendo superadas. Nesse período, também precisará ser definido o padrão vencedor. A falta de resistência técnica à produção de um híbrido que utiliza etanol e energia elétrica pode ser aproveitada para consolidar a posição de vanguarda do Brasil na utilização de energia limpa para o transporte.

Tabela 1 - Projeção de Penetração de Veículos Híbridos/Elétricos.

Híbridos / Elétricos como % das Vendas Totais	2010	2015	2020	2030
EUA	4,2%	10,2%	78,%	78,%
China	0,4%	7,7%	78,3%	8,3%
Global	1,7%	6,2%	9,9%	6,0%
Híbridos / Elétricos como % da Frota	2010	2015	2020	2030
EUA	0,9%	3,0%	8,8%	39,8%
China	0,1%	3,5%	15,4%	63,1%
Global	0,3%	1,8%	6,6%	35,6%

Fonte: Deutsche Bank (2009).

Segundo Nascimento (2012), o desenvolvimento sustentável pode ser dividido em três dimensões, sendo a econômica, ambiental e social.

Primeira dimensão do desenvolvimento sustentável o autor menciona a questão ambiental, supondo que o modelo de produção e consumo seja compatível com a base material em que se ajusta a economia, como subsistema do meio natural.

Segunda dimensão, a econômica, supõe o aumento da eficiência da produção e do consumo com economia crescente de recursos naturais, com destaque para recursos permissivos como as fontes fósseis de energia e os recursos delicados e mal distribuídos, como a água e os minerais.

Terceira e última dimensão é a social. Uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros. Isso significa erradicar a pobreza e definir o padrão de desigualdade aceitável, delimitando limites mínimos e máximos de acesso a bens materiais.

2.3 POLUIÇÃO

A poluição provocada nos grandes centros urbanos é originada, principalmente, pela queima de combustíveis, basicamente gasolina e diesel, que são substâncias de origem mineral formada pelos compostos de carbono, provenientes da decomposição de materiais orgânicos, a qual perdura milhões de anos. Logo, são considerados recursos naturais não renováveis. A queima destes

combustíveis ocorre de forma inacabada quando utilizados em máquinas térmicas e veículos automotores, este processo resulta no lançamento de uma grande quantidade de monóxido e dióxido de carbono (gás carbônico) na atmosfera, fazendo destes grandes vilões no que se refere ao aquecimento global e efeito estufa. Vale lembrar que estes combustíveis alimentam os setores industrial, elétrico e de transportes de grande parte das economias do mundo; (AZUAGA, 2000).

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2011), A poluição atmosférica urbana tem sido considerada um dos maiores problemas que assolam a sociedade, tanto dos países industrializados, como também daqueles em desenvolvimento. Com o aumento das emissões atmosféricas nas últimas décadas, é possível observar os impactos causados pela poluição atmosférica nas comunidades e no meio ambiente, que são afetados negativamente de modo constante pelos níveis elevados de poluição do ar, visto que a qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição de emissões veiculares e industriais, bem como a intensidade das mesmas revela-se de crucial importância para estudo destas emissões.

A poluição atmosférica pode ser definida como a presença de substâncias nocivas, na atmosfera, em quantidade suficiente para afetar sua composição ou equilíbrio, prejudicando o meio ambiente e as mais variadas formas de vida. Este tipo de poluição é responsável por sérios impactos não só na vida humana, como também na vida animal e vegetal, além do desgaste de bens culturais de lazer e da depreciação dos recursos naturais. (AZUAGA, 2000).

Para Teixeira et al. (2008) as fontes veiculares têm sido responsável por uma grande degradação da qualidade do ar atmosférico, principalmente nos grandes centros urbanos. Dentre as questões habituais da realidade destes grandes centros estão os congestionamentos de grandes extensões em horários de pico, a redução da velocidade média do trânsito nos corredores de tráfego e o maior gasto de combustível.

2.3.1 Poluição causada por veículos

Os automóveis constituíram-se no grande vilão ambiental do Século XX, em relação a grande quantidade e dos tipos de poluentes por ele produzidos. Uma significativa parcela de responsabilidade dos veículos automotores sobre a emissão

de poluentes e, portanto, sobre a qualidade do ar atmosférico em áreas urbanas é, em geral, fruto da desinformação e da forma de utilização à qual os veículos são submetidos pelos usuários deste importante meio de locomoção e transporte. (BENTO et al, 2012).

O Brasil está entre os países que sofreu um notável aumento na motorização individual, fato que implica na intensificação do tráfego de veículos nos grandes centros urbanos e nos congestionamentos cada vez mais frequentes. Além disso, o crescimento do número de veículos causa impactos negativos no meio ambiente, devido à poluição sonora e do ar. (FILIZOLA, 2004).

Segundo Esteves et al. (2003), dentre os diversos problemas ocasionados pelo modelo capitalista, pode-se mencionar a poluição atmosférica como sendo uma questão cada vez mais eminente nos grandes centros urbanos. Desde o início da era de desenvolvimento capitalista, e com o advento da revolução industrial, a maior parte da poluição do ar era produzida pelas indústrias, classificadas como fontes estacionárias de emissões. No entanto, o surgimento dos motores de combustão interna provocou o surgimento do automóvel, que é uma fonte móvel, e que se disseminou ao longo das décadas. Tem-se, atualmente, uma situação onde um dos maiores geradores de poluição atmosférica nos grandes centros são as fontes móveis em circulação nas ruas.

Schumacher & Hoppe (2000) destacam que a poluição do ar é caracterizada por alterações na composição e nas propriedades do ar, tornando-o nocivo, impróprio ou inconveniente à saúde humana, à vida animal e aos vegetais. O desequilibrado e vertiginoso incremento da população, experimentado nas últimas décadas, conduziu a uma ocupação desordenada da superfície da Terra que, aliada à explosão econômica e ao avanço industrial e tecnológico, promoveu um desequilíbrio na biosfera.

Para a FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - FEEMA (2003), entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que possam tornar o ar inadequado, nocivo, ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da sociedade.

No cenário atual, umas das maiores preocupações em relação à poluição do meio ambiente são com o aquecimento global e com a emissão dos gases relacionados ao efeito estufa, dentre eles o CO₂, gás causado por veículos. Este gás é a principal preocupação relativa aos motores à combustão. Esta nova preocupação com o aquecimento global se soma às questões referentes aos gases poluentes, que já eram objeto da regulamentação e dos principais programas de controle de emissões.

A emissão de gases poluentes está relacionada principalmente à qualidade do combustível e à eficiência do motor, mas a emissão de CO₂ é essencial para a queima do combustível. Para ser reduzida sua emissão, só é possível com alternativas de combustível e redução no consumo, ou seja, terão que ser utilizado veículos que não utilizem a combustão ou a utilizem apenas de forma complementar a fonte principal.

O veículo elétrico pode ser considerado uma solução para essa situação que hoje é considerado como problema, pois o seu uso não implica qualquer emissão de gases, não apresentam poluição sonora, pelo fato dos níveis de ruídos dos motores elétricos serem bem inferiores aos dos motores a combustão e ainda existem vantagens financeiras na utilização dos veículos elétricos, uma vez que o custo por quilômetro rodado situa-se abaixo do custo do veículo tradicional e exigências de manutenção são menos frequentes. (FILIZOLA, 2004)

2.4 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Há muito tempo, o automóvel é utilizado por milhões de pessoas em todo o mundo como o principal meio de transporte, passando por diversas modificações ao longo de seu desenvolvimento. Ele é o responsável pela emissão de uma grande quantidade de gases e por um significativo consumo dos combustíveis produzidos e/ou importados pelo país, com isso, as empresas se sentem forçadas a investirem cada vez mais em projetos sustentáveis e energeticamente mais eficientes. (BRAVO et al., 2014).

O veículo elétrico surgiu no início do século XX, quando o Inglês Robert Davidson desenvolveu o primeiro carro composto por uma bateria feita de ferro e zinco, um pouco mais tarde, já no ano de 1881, foi lançado pela Paris Omnibus Company o primeiro carro elétrico comercial. Os veículos elétricos dominaram o

mercado norte-americano, pelo fato de oferecer varias vantagens como: menores níveis de ruídos, não apresentarem vibrações e ainda inexistência de marchas (CASTRO et al., 2010).

Já o carro movido à combustão interna, foi demonstrado por Benz em 1885. Em 1901, Thomas Edison, interessado no potencial dos veículos elétricos, desenvolveu uma nova bateria com capacidade de um maior armazenamento de energia, porém com custo de produção muito mais elevado em relação à anterior. Além das baterias, foram desenvolvidas entre 1890 e 1900, mais duas tecnologias que contribuíram para o melhoramento do desempenho dos carros elétricos: frenagem regenerativa, um aparelhamento capaz de transformar a energia cinética do veículo em movimento em energia elétrica durante uma frenagem e o sistema híbrido a gasolina e eletricidade (CASTRO, 2012).

Segundo Baran (2012), em 1903, existe registro da produção de um veículo que apresentava as características de um híbrido em série: equipado com um pequeno motor de combustão interna vinculado a um gerador elétrico e uma bateria, alimentava dois pequenos motores elétricos acoplados junto às rodas dianteiras. Outro modelo, fabricado entre 1901 e 1906, podia ser caracterizado como um híbrido em paralelo: o motor de combustão interna era usado tanto para fornecer tração quanto para carregar uma bateria; e o motor elétrico fornecia potência extra ao motor a combustão, ou funcionava sozinho quando o veículo enfrentava trânsito lento. A finalidade dos primeiros automóveis híbridos era o de compensar a baixa eficiência das baterias utilizadas nos veículos puramente elétricos e a precária estrutura de distribuição de energia elétrica das cidades.

Nesse período, eram raras as pessoas que se aventuravam pelas estradas do interior, onde não havia infraestrutura elétrica nem gasolina disponíveis. Apesar disso, o maior desempenho do motor a combustão interna, em termos de km/litro de combustível, e a facilidade de distribuição de combustíveis líquidos, que eram vendidos em pequenos estabelecimentos comerciais, permitiram que a rede de distribuição de gasolina ampliasse rapidamente. Além disso, a manutenção dos primeiros automóveis a gasolina era realizada por profissionais especializados em conserto e manutenção de bicicletas, devido sua simplicidade. Por outro lado, eram raros os mecânicos que entendiam o funcionamento dos motores elétricos e das baterias que faziam parte dos veículos elétricos e híbridos. (BARAN; LEGEY, 2010).

Na virada do século XIX, concorriam no mercado automobilístico três tecnologias de propulsão, sendo o carro elétrico, a vapor e a gasolina. Segundo levantamento, em 1903 na cidade de Nova York, havia cerca de quatro mil automóveis registrados, sendo 55 % a vapor, 27% a combustão e 20% elétricos. Já em 1912, quando a frota de automóveis elétricos naquela cidade alcançou a marca de 30 mil unidades, o número de automóveis a gasolina já era trinta vezes maior (BARAN, 2012).

A partir daí, os veículos elétricos enfrentou uma forte queda em seu andamento, pois com o crescimento das cidades e a necessidade de trajetos mais longos, paralelamente ao avanço da engenharia e da indústria do petróleo, com isso os carros a gasolina e diesel se tornaram uma opção. Já os elétricos tiveram suas limitações acentuadas e perderam espaço, pois a tecnologia e a distribuição de energia elétrica da época ainda eram rudimentares. O conceito sobreviveu basicamente em carrinhos de golfe ou em veículos de serviço, como empilhadeiras (ROCHA, 2011).

Segundo Baram e Legey (2010), os responsáveis pelo declínio dos veículos elétricos foram:

- a) desenvolvido por Henry Ford, o sistema de produção em série fez com que o preço final dos carros a gasolina ficasse entre US\$ 500 e US\$ 1.000, o que correspondia à metade do valor pago pelos elétricos;
- b) em 1912 foi inventada a partida elétrica, que eliminou a manivela que era usada para ligar o motor dos veículos a gasolina;
- c) nos anos 1920, as rodovias dos EUA já interligavam várias cidades, o que exigia veículos capazes de percorrer longas distâncias;
- d) queda do preço da gasolina, devido descoberta de petróleo no Texas, o combustível se tornou mais atrativo para o setor de transportes.

Os veículos elétricos retornaram a ganhar espaço no mercado e atrair a atenção das grandes montadoras, após a década de 1960, quando chumbo ainda era utilizado como aditivo para a gasolina, não havia filtros nem catalisadores para conter as emissões e o automóvel era considerado um das principais fontes da poluição atmosférica nas grandes cidades. (ROCHA, 2011).

De acordo com Castro (2010), a partir do ano de 1970, quando as preocupações com o meio ambiente se tornaram evidente, as pesquisas e o

desenvolvimento foram retomados com maior força e desenvolveram alternativas tecnológicas renováveis para a produção de energia:

- a) em 1972, foi percebida a necessidade de um limite para a exploração de recursos naturais não renováveis;
- b) devido à crise do petróleo, causados pelo embargo de produtores em 1973, houve a ondas de racionamento em diversos países;
- c) a conscientização a respeito do uso da energia nuclear, tais como a segurança operacional e o destino dos dejetos radioativos.

Apesar de os anos 1970 terem sido uma época propícia para os veículos elétricos, já que esses combinavam emissão nula de poluentes com a possibilidade de utilizar fontes de energias renováveis, os modelos desenvolvidos na época não chegaram às linhas de produção. Houve diversas iniciativas de trazê-los de volta ao mercado no período, porém, os automóveis elétricos puros e os híbridos não estavam aptos a concorrer com automóveis convencionais. Apenas no fim dos anos 1980, os veículos elétricos voltaram a ser procurados, mais uma vez com a intenção de reduzir a poluição nas grandes cidades. O conceito de desenvolvimento sustentável ganhava força, e o foco se concentrava na necessidade de utilização de fonte de energia alternativa e no desenvolvimento de novas tecnologias de transportes. (BARAN; LEGEY, 2010).

De modo simplificado, podemos classificar os veículos elétricos em duas categorias: os veículos elétricos puros e os híbridos.

2.4.1 Veículo Elétrico Híbrido (VEH)

A finalidade dos primeiros veículos híbridos era a compensação da baixa eficiência das baterias utilizadas nos veículos puramente elétricos e a falta de estrutura de distribuição de energia elétrica no início do século XX.

O veículo elétrico híbrido é aquele que utiliza um motor elétrico no qual é alimentado por um gerador e por uma bateria, ambos instalados a bordo. A denominação “híbrido” decorre do fato de o veículo possuir ao menos um motor elétrico e um motor de combustão interna (MCI), que pode ser alimentado por algum tipo de combustível líquido, como álcool, gasolina ou diesel, e/ou por algum tipo de combustível gasoso, como o gás natural. (FERREIRA FILHO, 2009).

Neste tipo de veículo, a fonte de energia térmica é a última alternativa a ser utilizada e é um sistema eletrônico que decide em que instante se deve utilizar a fonte elétrica ou a térmica.

De acordo com Osório (2013), os HEVs são capazes de recuperar a energia cinética ao frear convertendo-a em energia elétrica, então, a combinação de um motor a combustão operando sempre na sua máxima eficiência e a recuperação da energia ao frear faz com que os HEVs obtenham um melhor rendimento que os veículos convencionais. Atualmente, o veículo Ford Fusion e Toyota Prius são exemplos de veículos elétricos híbridos.

Segundo Coutinho et al. (2010), em um veículo híbrido, há quatro fatores que ajudam a aumentar sua eficiência:

Assistência do Motor Elétrico ao de Combustão Interna: com a menor variação em sua operação é possível atingir um alto nível de eficiência pela adoção de motores com menor perda, como os do ciclo Atkinson-Miller ao invés do difundido ciclo Otto.

Desligamento Automático: com o sistema híbrido o motor pode ser desligado automaticamente em caso de parada, enquanto no veículo convencional o motor a combustão continua funcionando.

Tecnologias de Recarga da Bateria, como frenagem regenerativa: citando como exemplo os motores a combustão, embora a aplicação seja possível, a armazenagem da energia gerada para fins de movimentação não é, ficando restrita ao consumo de periféricos (como o ar condicionado, luzes etc.).

Otimização da Transmissão: o padrão mecânico admite somente um número limitado de combinações de rotação e potência, que restringem a eficiência do conjunto. Já, com sistemas eletrônicos, as possibilidades de combinações são muito maiores. A Toyota, por exemplo, criou um sistema de transmissão eletrônica, que tolera um número infinito de combinações. Hoje esse sistema é exclusivo e patentado, caso os concorrentes queiram utilizar o sistemas terão solicitar a licença ou utilizar sistemas menos eficientes, baseados em combinações amplas, mas não infinitas.

2.4.2 Veículo Híbrido Elétrico Plug-in (VHEP)

O veículo híbrido elétrico plug-in é um veículo composto por um motor elétrico e um motor de combustão interna. É uma extensão do HEV, pois a sua diferença está nas dimensões dos motores e suas características associadas junto com a conexão na rede elétrica onde carrega suas baterias. Sua bateria é um pouco maior do que a bateria do HEV e o MCI (Motor de combustão Interna) é menor comparado com o MCI do HEV ou de um veículo de combustão comum. (OSÓRIO, 2013).

Esse tipo de veículo possui bateria de maior capacidade que pode ser recarregada na rede elétrica.

Tanto o HEV quanto o PHEV, combinam o MCI com o motor elétrico e a bateria com o objetivo de aumentar a eficiência do combustível utilizado no veículo. Segundo Osório (2013), a principal diferença está na conexão que tem o PHEV com a opção de ser conectado à rede elétrica.

O PHEV pode funcionar com energia elétrica em torno de 64 ou 37 quilômetros por hora (km/h); ultrapassando essa distância, o veículo liga o MCI. Em uma cidade pequena é possível se movimentar sem que o MCI seja ligado, mas nas rodovias de longas distâncias ou de alta velocidade, este necessariamente deve ser ligado. (LAZZARI, 2010)

As baterias podem ser carregadas pelo freio regenerativo (capturando a energia cinética quando o veículo freia) e também em períodos de carga definidos, dependendo do tipo de bateria que tem mais entrada no mercado, sua capacidade e pontos de conexão na rede de energia elétrica. Com este tipo de veículo surge a necessidade de se ter uma infraestrutura da rede com a capacidade de fornecer energia suficiente, obtendo um baixo impacto e a satisfação do cliente. Este tipo de veículo ainda representa uma barreira de entrada menor no mercado pelas suas características técnicas. Como consequência, laboratórios de pesquisa de energia e tecnologia de veículos dos EUA desenvolveram um plano para potencializar a entrada deste tipo de veículo no mercado. Existem propostas de pesquisa para desenvolver mais ainda a tecnologia da bateria e eletrônicas de potência referentes ao PHEV com o objetivo de melhorar a sua eficiência. (FERREIRA FILHO, 2009)

No entanto, além das boas características do PHEV, existe uma barreira na sua comercialização relacionada com sua bateria em termos de custo, dimensão, ciclo de vida, segurança, entre outras. Portanto, o Departamento de Energia

(Department of Energy, DOE) e as empresas de veículos através do Consórcio Avançado de Bateria dos Estados Unidos (United States Advanced Battery Consortium, USABC), estão trabalhando em sua potencialização para desenvolver de maneira ótima as características que compõem o PHEV. Também participaram destes estudos o Laboratório Nacional de Energia Renovável (National Renewable Energy Laboratory, NREL), com simulações dos efeitos dos tamanhos e custos dos componentes (potência do motor e energia da bateria) no atendimento das restrições de rendimento e características de consumo dos PHEVs, através de diferentes perfis de condução em função da capacidade elétrica e hibridação; o Laboratório Nacional Argonne (National Laboratory Argonne, ANL), com análises para avaliar os requerimentos das baterias e dimensionamento dos sistemas de armazenamento de energia com aplicações Plug-In. (OSÓRIO, 2013).

O PHEV tem a flexibilidade de ser operado com duas configurações em função de um padrão de gerenciamento de energia no veículo o qual apresenta vantagens e desvantagens na operação do veículo. Isto tem como objetivo atingir a maior eficiência possível do MCI que está operando no PHEV.

2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CARRO ELÉTRICO

Quando se compara um carro elétrico com um convencional são percebidas várias vantagens e desvantagens. Sem dúvida, o veículo elétrico é menos poluente.

De acordo com Rocha (2011), para percorrer uma distância de 100 km num carro elétrico gasta-se R\$6,0, num convencional, R\$20,00, naturalmente, essa relação pode variar dependendo dos preços relativos de combustível e energia elétrica, no entanto, sem dúvida o carro elétrico é o mais econômico. Porém, se um carro econômico custa cerca de R\$ 25 mil, um veículo elétrico vai custar no mínimo três vezes mais, com isso, os defensores do carro elétrico lembram que ainda não há condições para se produzir em escala, o que acarretará a queda do preço.

Figura 1 - Comparação dos Custos de Rodagem: Carro Tradicional x Elétrico

Carro Tradicional							
km/dia	Km/Mês	km/l	Litros	Preço Combustível	Custo Mensal	Custo por km	
50	1500	11	136,36	R\$ 2,50	R\$ 340,91	R\$	0,23
Carro Elétrico							
km/dia	Km/Mês	kWh/km	Energia (kWh)	Custo do kWh	Custo Mensal	Custo por km	
50	1500	0,18	270	R\$ 0,35	R\$ 94,50	R\$	0,06

Fonte: ANEEL, ABVE (2011 apud BARBOSA; OLIVEIRA; SOUZA 2010a, p.63).

O veículo elétrico é muito menos poluente e o motor elétrico necessita de muito pouca manutenção, porém a bateria de chumbo-ácido tem vida útil de aproximadamente quatro anos e seu descarte ainda é um problema do ponto de vista ecológico e econômico.

O carro elétrico é considerado também como mais eficiente, pois o aproveitamento de energia é muito maior, por outro lado, a autonomia, embora tenha aumentado bastante nos últimos anos, não se compara a de um veículo convencional. Enquanto o modelo nacional elétrico hoje disponível pode fazer 120 km, qualquer carro popular a combustão percorre facilmente 400 km. (ROCHA, 2011).

As principais desvantagens dos veículos elétricos estão relacionadas ao custo de aquisição e à autonomia. O problema da autonomia é satisfatoriamente resolvido pelos modelos híbridos, mas a questão do custo de aquisição permanece um desafio. Atualmente os valores dos automóveis elétricos são bem maiores em relação aos tradicionais. Grande parte desse diferencial de preços é derivada do custo das baterias, das alterações estruturais necessárias para adaptá-las no veículo e da pequena escala de produção. (BARBOSA; OLIVEIRA; SOUZA, 2010a).

2.6 INFRAESTRUTURA PARA CARROS ELÉTRICOS

A adoção em massa dos veículos elétricos enfrenta diversos desafios. Dentre as principais barreiras, pode-se listar além do preço elevado e a autonomia da bateria, a necessidade de infraestrutura específica.

Os desafios para a inserção dos veículos elétricos nas ruas são imensos. Uma nova normalização terá que ser desenvolvida, novos componentes deverão ser

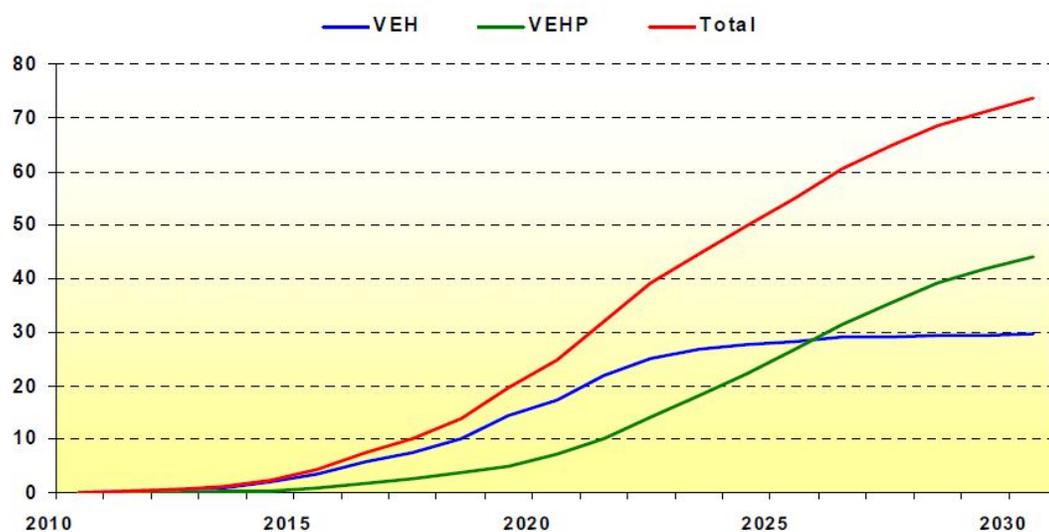
projetados, um novo conceito de “postos de abastecimento” deverá ser implantado, e a infraestrutura de energia elétrica deverá ser adaptada e expandida. Adicionalmente, como em toda tecnologia inovadora, mecanismos de incentivos e de fomento necessariamente deverão ser implementados. (REZENDE et al., 2010).

Outra opção seria a implantação de postos de troca de bateria, em que a bateria descarregada é retirada do veículo e uma previamente carregada é colocada. A sistemática de troca de baterias implica padronização da mesma e elevado custo de carregamento do estoque. Com algumas poucas exceções (cuja implantação está ocorrendo em Israel, Portugal, Dinamarca, Califórnia, dentre outros), esta infraestrutura inexistente atualmente.

A despeito do diferencial de custo e dos desafios tecnológicos e de infraestrutura que ainda devem ser superados, o carro elétrico é uma realidade comercial. Há consenso entre especialistas, pesquisadores e a própria indústria automotiva que o futuro reserva um enorme espaço para os veículos elétricos. Vários estudos e consultorias especializadas apresentam estimativas de taxa de penetração dos veículos elétricos para os próximos anos. (BARBOSA; OLIVEIRA; SOUZA, 2010b).

Na figura abaixo apresenta a estimativa que é adotada pela Associação Brasileira de Veículos Elétricos.

Figura 2 - Estimativa de Veículos Elétricos Vendidos no Brasil (%)



Fonte: ABVE (2011 apud BARBOSA; OLIVEIRA; SOUZA, 2010b).

Segundo os dados da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (2011) no ano 2020 os carros elétricos (puro e híbrido) devem representar cerca de 20% dos veículos vendidos. Também se destaca a projeção de que os híbridos ficarão estagnados em torno de 30% do mercado, enquanto os elétricos puros continuarão tendo crescimento de participação, ultrapassando os híbridos pouco depois de 2025. Os números aqui não são especialmente relevantes. O que importa é notar a previsão para um forte crescimento.

Os carros elétricos exigem mudanças na infraestrutura existente, estando o ponto chave relacionado à nova forma de alimentação energética, que será realizada através da rede elétrica. Essas alterações inclui a necessidade de tomadas de energias nas garagens das residências, para exemplificar a complexidade envolvida, a simples colocação de tomadas nas garagens de edifícios precisa atender alguns requisitos, como voltagem adequada e mecanismo de tarifação individual do proprietário do veículo. (COUTINHO et al., 2010).

De acordo com Vian (2009), o sistema elétrico brasileiro não deverá ter maiores problemas para atender à demanda dos carros elétricos. Embora haja energia disponível, há dois fatores a analisar. O primeiro a respeito à infraestrutura para a recarga dos veículos elétricos. O argumento mais frequente é que as distâncias médias percorridas pelos automóveis nas cidades são menores que a autonomia do carro, o que permitiria que a recarga fosse feita apenas na residência do motorista. Porém, é um ponto que causa uma restrição a seu uso e, portanto, dificulta sua difusão.

O segundo fator refere-se ao tempo de recarga, que pode ser considerado elevado em alguns casos. Algumas empresas estão estudando formas de fazer uma recarga rápida, com a disponibilização de tensões mais elevadas e consequente redução do tempo.

Outro conceito é a possibilidade de implantação de postos para realizar a troca de baterias, como tem sido testado em países de menor extensão territorial, como Israel e Dinamarca.

É importante lembrar que esses problemas comprometem mais os veículos elétricos puros do que os híbridos, que normalmente possuem autonomia estendida pelo uso do motor à combustão.

2.6.1 Tipos de Infraestruturas para recarga

Partes como representantes de grandes empresas automobilísticas, companhias de energia elétrica, fornecedores de componentes, fabricantes de equipamentos e organizações nacionais de normatividade definiram pela EPRI e cadastrados no Código Elétrico Nacional (NEC) junto com os requisitos de funcionamento e sistemas de segurança correspondentes três tipos de recarregamento dos veículos elétricos, sendo nível 1, nível 2 e nível 3. (OSORIO, 2013).

Nível 1

Este tipo de carga é realizado normalmente em áreas residenciais por meio de uma tomada típica de uma instalação de uso final ou à rede de baixa tensão que faz parte da rede de distribuição. Neste modo de carregamento, é usada uma tensão padrão de 120 volts (nível de tensão mais baixa encontrada comercialmente), a tomada normalmente está localizada nas garagens e normalmente o veículo é conectado no horário da noite. Este modo de carga também funciona no estacionamento das empresas de grande porte, onde existem as mesmas condições de instalação para sua conexão, e pode ser carregado durante o dia. Geralmente, nenhum equipamento especial precisa ser instalado para efetuar este tipo de carregamento.

Figura 3 - Tomada normalizada



Fonte: Morrow et al. (2008).

Nível 2

Este é o modo de carga mais apropriado para ser utilizado pelo usuário, pois existe nas instalações públicas e privadas e é baseada em uma tensão de 240 volts.

Figura 4 - Estação de controle de serviço



Fonte: Morrow et al. (2008).

Nível 3

Este modo é também chamado de carga rápida. Uma das desvantagens dos VEs é sua autonomia limitada em modo totalmente elétrico e o tempo elevado que demora carregando suas baterias pelas suas características próprias de energia e dimensões. Infelizmente, o alto nível de corrente causa um aquecimento da bateria, reduzindo sua vida útil e eficiência.

Figura 5 - Equipamento carga rápida



Fonte: Kumar et al, (2005).

2.7 INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS - DESENVOLVIMENTO NO BRASIL

Nesse momento de transição, os incentivos são fundamentais para acelerar a penetração desses veículos. Além de não gozarem de economias de escala, os veículos elétricos enfrentam um sério problema quando se fala em infraestrutura.

Para que as grandes vantagens do carro elétrico sejam auferidas, será necessário resolver questões de natureza fiscal, industrial e da infraestrutura de recarga. Essas são as maiores dificuldades para que os veículos elétricos possam, efetivamente, se estabelecer no cenário nacional.

Existem, basicamente, cinco tipos de ações governamentais de incentivo que podem aumentar a difusão do carro elétrico: bônus aos compradores de veículos elétricos, descontos em tributos, adoção de restrições à utilização de veículos convencionais, auxílio à pesquisa e implantação de infraestrutura. (COUTINHO et al., 2010).

Hoje, alguns países já adotaram soluções e incentivos para a difusão dessa nova tecnologia. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO, 2011).

Na Alemanha, os carros elétricos e híbridos plug-ins serão isentos do imposto de circulação anual por um período de cinco anos, a partir da data de seu registro. Em março de 2011, o governo alemão anunciou que para um melhor desenvolvimento das indústrias, dobrará a ajuda disponibilizando 2 bilhões de euros (US\$ 2,8 bi) para difundir essa tecnologia, sua finalidade é se tornar o país líder mundial em carros elétricos e ter 1 milhão de veículos rodando até 2020.

No Canadá, como as províncias do país são mais independentes do governo federal, quando comparado com Brasil, existem muitas iniciativas em cada província. Para a implantação de veículos, desde 2010 a Província de Ontaro oferece uma ajuda de custo entre US\$ 4,900 a US\$ 8,320, além disso, as pessoas terão desconto de US\$ 5,000 na compra de V.E, baterias ou híbridos plug-ins e ainda o governo local fornecerá subsídio de US\$ 500 para os proprietários de desejarem instalar pontos de recargas em suas residências. Para a Província Quebec, tem como objetivo até 2020, a utilização de veículos elétricos e/ou híbridos em todo o transporte público.

De acordo com o Ministério da Economia, a Coreia do Sul beneficiará os compradores de veículos elétricos no valor de 4,2 milhões de won (cerca de US\$ 3,600) com corte de impostos. A partir de 2012, todas as pessoas que adquiriram carros elétricos tiveram redução de 5% no imposto de consumo especial, que abrange também imposto sobre a educação, redução de 7% no imposto de aquisição de bens e desconto adicional de até 20% na compra de títulos de automóveis. (FISCH, 2014).

Em Portugal, os primeiros 5.000 compradores de carros elétricos, terão como incentivo, o subsídio de €5.000, mais €1.500 para aqueles que utilizarem seu carro a combustão interna como parte do pagamento de um carro elétrico.

O governo espanhol, por sua vez, beneficiará sua população com o abatimento de 25% do valor final ou até chegar à cota de €6.000. Será beneficiado também os compradores de ônibus, vans e táxis. No entanto, o valor do bônus será de €15.000 a €30.000. Todos os beneficiados ainda terão tarifas reduzidas para consumo de energia elétrica em determinados horários, a fim de reduzir custos de quem optou pelo veículo elétrico. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO, 2011).

Na Noruega, país que mais possui veículos elétricos nas ruas, tem o intuito de reduzir a liberação de gases-estufa, uma vez que o trânsito é responsável por 10% das emissões do país, o governo norueguês implantou vários benefícios para incentivar a compra de carros elétricos, entre eles, a isenção da maior parte dos impostos sobre a compra do carro, taxas baratas de licenciamento e vagas estacionamento exclusivas e gratuitas, além desses benefícios, já estão espalhadas pelas cidades norueguesas milhares de estações onde se podem carregar os veículos sem custo algum. Em 2014, os carros elétricos foram responsáveis por 13%

das vendas de veículos no país, com isso, rodam pelas estradas norueguesas mais de 30 mil veículos “verde”, um número surpreendente em um país de pouco mais de 5 milhões de habitantes. A Noruega já tem mais carros elétricos per capita do que qualquer outra nação e o governo ainda se comprometeu em manter os incentivos até 2017 ou até que haja 50 mil veículos elétricos nas ruas. Erna Solberg, primeira-ministra da Noruega, informou que tem a possibilidade de as vantagens serem restringidas no futuro, mas garantiu que elas continuarão presentes. (FICH, 2014).

Diferente do que acontece nos Estados Unidos e em muitos países na Europa, o governo federal brasileiro de nenhuma maneira oferece incentivos para as indústrias montadoras fabricarem o automóvel elétrico no país. Os consumidores também não dispõem de subsídios para a aquisição do carro elétrico. Não há ainda iniciativas quanto ao desenvolvimento de uma rede de infraestrutura para a viabilização do uso do automóvel elétrico no país. (CASTRO, 2010).

No Brasil, os veículos elétricos não recebem tratamento diferenciado. No caso do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI, os veículos elétricos são enquadrados na categoria “outros”, sobre a qual incide a alíquota mais elevada. Um automóvel elétrico, por exemplo, tem alíquota de 25%. A alíquota de 25% do IPI sobre o automóvel elétrico serve como mais um desestímulo para a sua presença no território nacional. Isto ocorre devido à inexistência de uma nomenclatura específica para automóveis elétricos na TIPI – Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados, isto faz com que seja enquadrado na categoria “outros”, com uma alíquota maior. Semelhante imposto incide sobre o carro popular 1.0, com uma alíquota de 7%. (ROCHA, 2013).

Segundo Mello (2011), o diretor de engenharia da Mitsubishi no Brasil, Reinaldo Muratori, defende que:

[...] para viabilizar a fabricação, é preciso um período de adaptação com redução do imposto de importação e do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados).

Já a opinião dos executivos de montadoras que fabricam o carro elétrico é que sem o apoio do governo o carro elétrico não será introduzido no Brasil.

Para fazer as coisas acontecerem no Brasil, necessitamos de uma parceria com o governo dando incentivos para permitir que esses veículos entrem [no mercado], sejam acessíveis e atinjam escala suficiente para reduzir os

custos, ressaltou o diretor de desenvolvimento de produtos da Ford na América do Sul, Matt O'Leary, em entrevista. (MELLO, 2011).

2.7.1 Iniciativas

Vale a pena destacar, no entanto, que existem algumas iniciativas em âmbito estadual quanto à concessão de incentivos para automóveis elétricos. No Estado do Ceará sob o regulamento da lei estadual 12.023, art. 4, inciso IX; no Maranhão conforme a lei 5.594, art. 9, inciso XI; em Pernambuco de acordo com a lei 10.849; no Piauí sob a lei 4.548, art. 5, inciso VII; no Rio Grande do Norte sob a lei 6.967, art. 8, inciso XI; no Rio Grande do Sul de acordo com a lei 8.115, art. 4, inciso; e no Sergipe sob a lei 3.287, art. 4, inciso XI que dispõe sobre automóveis elétricos, é concedida a isenção do tributo IPVA para automóveis com motor elétrico. (ROCHA, 2013).

Enquanto nos Estados do Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo são estabelecidas alíquotas distintas para o cálculo do valor do IPVA de veículos elétricos. No Estado do Mato Grosso do Sul, a lei 1.810, art. 153 prevê a possibilidade do Poder Executivo reduzir em até 70% o IPVA de veículo movido à eletricidade. No Rio de Janeiro, a lei 2.877, inciso IV do art. 10 constitui a alíquota de 1% para veículos que usem energia elétrica, essa alíquota é 75% inferior à dos automóveis a gasolina. Em São Paulo, a lei 6.606, inciso III do art. 7 estabelece a alíquota de 3% para carros de passeio, de esporte, de corrida e camionetas de uso misto movido à eletricidade, essa alíquota é 25% inferior à dos veículos a gasolina e também é concedida a isenção ao Programa de Restrição à Circulação de Veículos Automotores na Região Metropolitana da Grande São Paulo (rodízio de veículos) existente no centro expandido da capital, conforme o inciso X do art. 2 da Lei Estadual nº 9.690 de 2 de junho de 1997 e inciso I do art. 4 do Decreto Estadual 41.858 de 12 de junho de 1997. Conforme mencionado, são escassos os incentivos oferecidos para o veículo elétrico no Brasil e, assim sendo, incapazes de causarem o interesse de montadoras e consumidores por esse tipo de veículo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO, 2011).

2.7.2 Projeto

O governo brasileiro vem sendo pressionado por montadoras para apresentar projetos que contribuam para a efetiva introdução do automóvel elétrico em nosso mercado, mas são poucas as notícias veiculadas a este respeito. Em 2010, o Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva estava prestes a promulgar à imprensa um programa de incentivo ao carro elétrico quando cancelou a apresentação minutos antes do seu início sob a alegação de que necessitava de mais tempo para apreciar a proposta. (SILVA, 2013)

Segundo Olmos (2012), o Ministério da Fazenda montava um projeto que previa a redução da alíquota de IPI. Essa redução seria proporcional à participação de 40 componentes provenientes da indústria nacional na montagem do veículo, seriam beneficiados pelo projeto os veículos híbridos e os totalmente elétricos.

De acordo com Coimbra (2011), um grupo de estudantes estava em atividade no Ministério de Ciência e Tecnologia para pesquisar a respeito do desenvolvimento tecnológico das baterias com objetivo de reduzir os custos. Ainda em tramite no Congresso Nacional, foi aprovado em 11 de abril de 2012 pela Comissão de Minas e Energia (CME) o Projeto de Lei nº 2.092/2011 que estabelece incentivos à fabricação e utilização de veículos automóveis elétricos no Brasil e dá outras providências, apresentado em 23 de agosto de 2011 por Irajá Abreu, deputado federal do Partido Democrata de Tocantins. Além de isentar o IPI dos veículos elétricos, é isento também, peças, acessórios e insumos utilizados em sua fabricação. Do mesmo modo, ficariam isentas das contribuições PIS/PASEP e COFINS as vendas no mercado interno de veículos automóveis elétricos.

Por fim, está em andamento no Brasil o Projeto VE, decorrente da parceria entre a Itaipu Binacional, a KraftWerke Oberhasli (KWO) e a montadora FIAT. O objetivo do trabalho é o desenvolvimento e pesquisa de veículos movidos à energia elétrica. O trabalho do grupo iniciou-se em agosto de 2004 com a assinatura do acordo internacional de cooperação técnica entre a Itaipu e a KWO. O projeto tende ao desenvolvimento de um protótipo de veículo totalmente elétrico apropriado sob os pontos de vista técnico, econômico e ambiental. Almeja-se ainda conseguir a transferência de know how e desenvolvimento de pesquisas, mediante parcerias

com instituições acadêmicas europeias, paraguaias e brasileiras, capacitação de profissionais e produção do VE em escala industrial. (NOVAIS, 2012).

3 METODOLOGIA

O estudo tem natureza exploratória e qualitativa e como busca responder a questões do tipo “como” e “porque” a utilização de veículos elétricos pode ser uma alternativa viável para o mercado brasileiro.

O método de pesquisa selecionada foi a de pesquisa bibliográfica, por se mostrar uma opção adequada para o que se objetiva. Para Carvalho et al. (2000, p. 107) “A pesquisa bibliográfica deve ser uma opção do acadêmico quando ele achar que esse tipo de levantamento é suficiente para dar resposta a indagação do problema formulado.”

Nesse tipo de pesquisa o autor deve procurar o maior número possível de autores, mas ser criterioso na seleção, para Andrade (2003, p. 44) “O mais importante, porém, é identificar fontes fidedignas, confiáveis, de autores renomados e considerados autoridades no assunto no que se vai estudar”.

A coleta de dados se deu através de pesquisas em livros e artigos científicos que tratam sobre os temas abordados, o que permitiu a formação do embasamento teórico do presente trabalho.

4 CONCLUSÃO

Atualmente a frota brasileira é prevenida de automóveis bicompostíveis e movida à gasolina, a introdução do automóvel elétrico, pelo que foi possível observar no desenvolvimento da pesquisa, ainda levará muito tempo e requererá investimentos em infraestrutura, tecnologia e, principalmente, dependerá de grandes incentivos governamentais. Durante este processo será preciso cobrar o empenho das montadoras e despertar o interesse dos consumidores.

A infraestrutura para recarga do carro elétrico pode ser considerada um dos principais problemas enfrentados no Brasil, sendo um dos assuntos mais questionado e preocupante para o comprador desse tipo de veículo, que requer regulamentação e acessibilidade que ainda não existe no país. Para ser superado, será preciso a construção de postos de recarga rápida em locais de contínuo fluxo de automóveis como shoppings, parques, locais de trabalho e escolas e ainda contar com o apoio do governo pelo fato de ser investimento de alto custo.

Outro fator que pode ser considerado como obstáculo, é o custo do carro elétrico, pois como já mencionado, o valor desse veículo custa cerca de três vezes mais do que um carro movido à combustão, embora, acredito que a sociedade não está disposta a pagar o preço e pela falta de estrutura e incentivos do governo.

Além disso, para o Brasil obter um melhor desenvolvimento dessa tecnologia, será preciso adotar medidas semelhantes às adotadas nos outros países. O governo federal já tem sido pressionado por montadoras para apresentar projetos que contribua na inserção dos veículos no mercado, porém nada ainda foi divulgado.

Atualmente, vários países tem apresentado um tipo estímulo para sua população, uma vez que o incentivo governamental tem sido considerado essencial para o avanço dos veículos elétricos, pois oferecem as condições necessárias para a viabilização de projetos dessa magnitude. Incentivos como redução da alíquota de IPI, II e ICMS, incentivos para difundir a tecnologia, subsídio para proprietários que instalem infraestrutura em sua residência, licenciamento e vaga de estacionamento exclusiva sem custo são estímulos já oferecidos por outros países que comercializam automóveis elétricos com valores adequados e competitivos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. Disponível em:
<<http://www.abve.org.br/>>. Acesso em: 28 mar. 2015
- AZUAGA, __. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. 2000. ___ f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <>. Acesso em: 20 maio 2015.
- BARAN, R. **A introdução de veículos elétricos no Brasil**: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. 2012. 124 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
- BARAN, R.; LEGEY, L. F. L. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 207-224, set. 2010.
- BARBOSA , N.; OLIVEIRA, D.; SOUZA, J. A. P. Estratégia de implantação do carro elétrico no Brasil. Carro elétrico: desafio e oportunidade para o Brasil. In: FÓRUM NACIONAL, 22., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Altos Estudos, 2010a. p. 58-78
- BARBOSA , N.; OLIVEIRA, D.; SOUZA, J. A. P. Estratégia de implantação do carro elétrico no Brasil. As duas estruturas de incentivo. In: FÓRUM NACIONAL, 22., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Altos Estudos, 2010b. p. 79-81
- BENTO, M. H. S. et al. **Efeitos da poluição do ar causada por veículos automotores na saúde humana e no meio ambiente**. Revista de Engenharia e Tecnologia, Santa Maria, n. 3. Dez. 2012. Disponível em:
<<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/114/163>>. Acesso em: 12 abr. 2015.
- BRAVO, D. M; MEIRELLES, P. S; GIALONARDO, W. Análise dos desafios para a difusão dos veículos elétricos e híbridos no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 22., Campinas, 2014. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2014. p. 24-45.
- CASTRO, D. E. **Reciclagem e sustentabilidade na indústria automobilística**. Belo Horizonte, 2012.
- CASTRO, B. H. R; FERREIRA, T. T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 32, p. 267-310, set. 2010.
- CERQUEIRA, J. P.; MARTINS, M. C. **Auditorias de Sistemas de Gestão**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522008000400010&lang=pt.> Acesso 21 nov. 2014.

COIMBRA, L. Governo retoma incentivo a carro elétrico no país. **Folha de São Paulo**, 2011. Disponível em:

<<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2011/07/951348-governo-retoma-incentivo-a-carro-eletrico-no-pais.shtml>>. Acesso em: 15 abr. 2015

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do Ar no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2011.

CONCEIÇÃO, A. et al. A importância do sistema de gestão ambiental (SGA): Estudo de caso na empresa Grande Rio Honda em Palmas-Tocantins. **Católica do Tocantins**, 2011. Disponível em: <[www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2011-1/4-periodo/A_IMPORTANCIA_DO_SISTEMA_DE_GESTAO_AMBIENTAL_\(SGA\).pdf](http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2011-1/4-periodo/A_IMPORTANCIA_DO_SISTEMA_DE_GESTAO_AMBIENTAL_(SGA).pdf)>. Acesso em: 10 set. 2014.

COUTINHO, L. G.; CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. Estratégia de implantação do carro elétrico no Brasil. Veículo elétrico, políticas públicas e o BNDES: oportunidades. In: FÓRUM NACIONAL, 22., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Altos Estudos, 2010. p. 30-49.

ÊNIO JUNIOR, V. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental**. 5. ed. São Paulo: Aquariana, 1998.

ESTEVES, G. R. T.; BARBOSA, S. R. S.; SILVA, E. P.; ARAÚJO, P. D. **Estimativa dos efeitos da Poluição Atmosférica sobre a Saúde Humana**: algumas possibilidades metodológicas e teóricas para a cidade de São Paulo. 2003. Disponível em: <<http://www.seama.es.gov.br/qualidadedoar>>. Acesso em: 16 maio 2015.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - FEEMA. **Qualidade do ar**. Relatório 2003/Gov.2003. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm>>. Acesso em: 26 maio 2015.

FERREIRA FILHO, M. L. **Análise de viabilidade mercadológica de automóveis elétricos híbridos plug-in no Brasil**. 2009. 126 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FISCH, T. Problemas de Primeiro mundo: Na Noruega as ruas sofrem com o excesso de carros elétricos. **Veja**, 2014. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/tag/carros-eletricos/>>. Acesso em: 02 abr. 2015

FIZIOLA, I. M.; YAMASHITA, Y.; VERAS, C.A.G. **Nível de emissão de gases de veículos automotores leves do ciclo otto**: valores referenciais. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

JACOBI, P. Poder Local, Políticas Sociais E Sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 31-48, jan./fev. 1999.

LAZZARI, M. A. **Avaliação ambiental de um veículo elétrico coletor de resíduos sólidos urbanos recicláveis**. 2010. 247 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MELLO, D. **Montadoras defendem incentivos para produzir carro elétrico no Brasil**. Agência Brasil, 2011. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-10-08/montadorasdefendem-incentivos-para-produzir-carro-eletrico-no-brasil>>. Acesso em: 01 jun. 2015

MOURA, L. A. A. **Qualidade e Gestão Ambiental**. 5. ed. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2008.

NASCIMENTO, E. P. **Trajetória da sustentabilidade**: do ambiental ao social, do social ao econômico. São Paulo. São Paulo, v. 36, n. 74, p.

NOVAIS, C. Rio + 20: Projeto VE. **Itaipu Binacional**, 2012. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/rio20-projeto-ve-da-itaipu-apresenta-utilitario-eletrico?page=41>>. Acesso em: 30 mar. 2015

OLMOS, M. Incentivos a carro elétrico e híbrido ficarão fora do regime automotivo. **Valor Econômico**, 2012. Disponível em: <<http://clippingmp.planejamento.gov.br/cadastros/noticias/2012/8/15/incentivos-a-carroeletrico-e-hibrido-ficaroo-fora-do-regime-automotivo>>. Acesso em: 17 abr. 2015

OSORIO, V. A. G. **Carregamento ótimo de veículos elétricos considerando as restrições das redes de distribuição de média tensão**. 2013. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2013.

REZENDE, S.; MOTA, R.; DUARTE, A. Estratégia de implantação do carro elétrico no Brasil. Os veículos elétricos e as ações do ministério da ciência e tecnologia. In: FÓRUM NACIONAL, 22., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Altos Estudos, 2010. p. 13-29.

ROCHA, C. Brasil investe no carro elétrico. **A volta por cima**, Rio de Janeiro, n. 10, p. 38-43, jan. 2011. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=comunicacao_revista_inovacao_pauta_1>. Acesso em: 02 abr. 2015.

ROCHA, L. H. **Carro elétrico**: desafios para sua inserção no mercado brasileiro de automóveis. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologias Ambientais) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

SCHUMACHER, M. V., HOPPE, J. M. **A floresta e o ar**. Porto Alegre: Palotti, 2000.

SILVA, C. Montadoras tentam viabilizar carro elétrico no país. **Estadão**. 2013. Disponível em: < <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,montadoras-tentam-viabilizar-carro-eletrico-no-pais-imp-,1049956> >. Acesso em: 28 mar. 2015

TEIXEIRA, E. C.; FELTES, S.; SANTANA, E. R. R. Estudo Das Emissões De Fontes Móveis Na Região Metropolitana De Porto Alegre, Rio Grande Do Sul. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 244-248, 2008.

VIAN, A. Veículos elétricos: impactos sobre a rede de distribuição. In: SEMINÁRIO E EXPOSIÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS, 6., Campinas, 2009. **Anais...** Rio de Janeiro: INEE, 2009.