

## ANÁLISE DOS DESAFIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO MERCADO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Tiana Barretto Lim<sup>1</sup>, Lilian Lefol Nani Guarieiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SENAI-CIMATEC/MSX International, Ford, E-mail: tianalim@yahoo.com.br

<sup>1</sup>SENAI-CIMATEC/INCT de Energia e Ambiente, UFBA, E-mail: lilian.guarieiro@fieb.org.br

### RESUMO

*Com o crescente aumento da poluição do meio ambiente decorrente da queima do petróleo pelos veículos com motores de combustão interna e a escassez dos combustíveis fósseis, tornou-se necessário o desenvolvimento de métodos alternativos para redução dos níveis de emissões veiculares. Neste contexto, surgem os veículos elétricos (VEs) como possíveis soluções para esses problemas. Estudos apontam a necessidade de busca por energias limpas. No presente trabalho foi realizada uma revisão da literatura com objetivo de identificar e discutir as tecnologias empregadas em carros elétricos. Assim são apresentados alguns dos possíveis motivos pelos quais os veículos elétricos ainda são raros em alguns mercados e as diferentes soluções adotadas para tornar esses veículos mais acessíveis. Uma análise crítica também é apresentada sobre o cenário atual do mercado de carros elétricos no mundo, as tecnologias utilizadas, e as ameaças e as oportunidades para este mercado.*

**Palavras-Chaves:** *Veículos elétricos; sistema elétrico do carro; meio ambiente*

### ABSTRACT

*With the increasing environmental pollution resulting from the burning oil by vehicles with internal combustion engines and the scarcity of fossil fuels, it has become necessary to develop alternative methods to reduce the levels of vehicle emissions. In this context, emerge electric vehicles (EVs) as a possible solution to these problems. Studies indicate the need to search for clean energy. In the present work, a literature review was performed in order to identify and discuss the technologies used in electric cars. Therefore, are presented some of the possible reasons for which electric vehicles are still rare in some markets and the different solutions adopted to make these vehicles more affordable. A critical analysis is also presented of the current scenario of the electric car market in the world, the technologies used, and the threats and opportunities for this market.*

**Keywords:** *Electric vehicles; car electric system; environment*

### INTRODUÇÃO

O veículo automotivo é o principal meio de transporte utilizado por milhões de pessoas em todo o mundo, ao longo de muitos anos o mercado passou por diversas transformações em tecnologias e desenvolvimento[1]. A indústria automobilística e os mercados relacionados

como o setor petrolífero, por exemplo, são responsáveis por uma elevadíssima movimentação financeira em todo o mundo, nem por isso estão livres da necessidade por mudanças. De fato, muitas coisas da vida moderna seriam mais difíceis sem os automóveis, porém nem por isso devem deixar de ter uma política sustentável.

Apesar de muitos acreditarem ser uma nova invenção, desde o século XIX já existiam os carros elétricos, antecedendo inclusive a invenção do motor de propulsão a gasolina. A novidade trazia o conceito de um sistema movido à bateria, mais econômico, com baixo ruído, zero emissão de poluentes, sem vibração, sem fumaça, além da manutenção muito mais simples. Mesmo com todas essas qualidades, algumas dificuldades encontradas dificultaram o avanço da tecnologia como a demora na recarga das baterias e a baixa autonomia. As limitações existentes não foram suficientes para o avanço e a preferência passou a ser pelos veículos convencionais[2]. Assim, o presente trabalho apresenta uma análise dos desafios para o desenvolvimento do mercado dos veículos Elétricos (VEs) através de uma revisão da literatura

## 2. RESSURGIMENTO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

A elevação dos preços do barril de petróleo, associado ao crescimento do uso dos veículos automotivos e o foco de conscientização ambiental pressiona a indústria automotiva a desenvolver veículos sustentáveis para atender as necessidades globais. Os VEs (*Figura 1*) voltam mais fortemente com o conceito de uma alternativa de transporte mais sustentável contribuindo significativamente na redução do consumo de combustíveis fósseis e diminuindo a emissão de gases poluentes.



*Figura 1 – Veículo elétrico: Nissan Leaf [3]*

A preocupação com a redução dos níveis de poluição urbanos e o controle de emissões de gases, como o CO<sub>2</sub>, reflete em uma busca cada vez maior de soluções alternativas ao sistema de propulsão baseado no motor térmico. Como exemplo destas soluções alternativas, podemos citar duas principais delas: os sistemas com tração puramente elétrica (VEs) e as com propulsão híbrida (HEVs), os quais apresentam em comum a menor emissão de gases poluentes quando comparados com os convencionais. Ressalta-se, ainda, que os VEs não são poluentes e atendem à classificação de emissão zero.

A *Figura 2* apresenta um breve resumo sobre a classificação dos veículos elétricos, a qual varia de acordo com as fontes de energia que o movimentam. Neste contexto, a diferença entre os dois tipos de veículos existentes são: VEs, com uma a única fonte de energia (a bateria elétrica) e os HEVs, possuindo um motor de combustão interna (gasolina ou diesel) e um conjunto de baterias químicas mais acionamento ou conversor de potência e motor elétrico. O objetivo do trabalho é a análise do mercado de veículos de tração puramente elétrica (VEs).



*Figura 2 – Classificação dos veículos elétrico[4]*

### 3. DESAFIOS PARA A INSERÇÃO E DIFUSÃO DE VEs

#### AS BATERIAS DOS VEs

A denominação “veículo elétrico” é aplicada aos VEs que utilizam exclusivamente energia elétrica para se mover através do sistema de propulsão por meio de motores elétricos. Neles, a ignição aciona um controlador que envia a energia extraída da bateria para o motor elétrico, que converte energia elétrica em energia mecânica. É impositivo, pois, que essa bateria, diferentemente daquelas encontradas em carros convencionais - usadas para o funcionamento de aparelhos de som, condicionadores de ar e outros acessórios -, tenha capacidade de armazenamento de carga muito maior, uma vez que ela terá que gerar toda a energia necessária aos sistemas de funcionamento do carro[4].

A bateria (*Figura 3*), dispositivo responsável por armazenar energia química e convertê-la em energia elétrica, é considerada o elemento crítico dos VEs, visto ser ela a responsável pelo maior peso, volume e preço no veículo. Inicialmente as baterias mais utilizadas eram as de chumbo-ácido, logo substituídas por uma bateria à base de níquel, a exemplo do hidreto de metal-níquel (NiMH) e do níquel cádmio (Ni-Cd). Apesar da tecnologia mais avançada, ainda possuem alguns inconvenientes, como baixa densidade de energia, elevado nível de descarga, além de baixa performance em lugares frios[5].

Atualmente, a tecnologia mais promissora é das baterias de íon-lítio. Elas têm maior densidade de energia, conseguem suportar centenas de ciclos de carga/descarga, não possuem o efeito memória (que impõe o descarregamento completo antes de iniciar uma recarga que se pretenda total), são leves, baratas e não tóxicas. Estão presentes nos principais VEs dos dias de hoje (Nissan Leaf, Mitsubishi i-MiEV, Tesla Model S e Chevrolet Volt). Pesquisas demonstram outras potenciais tecnologias, como a bateria de metal-ar, com potencial para armazenar uma maior quantidade de energia elétrica que as de íon-lítio, ela reage com o

oxigênio gerando energia, o que possibilita competir com o desempenho do veículo convencional de motor de combustão interna[6].

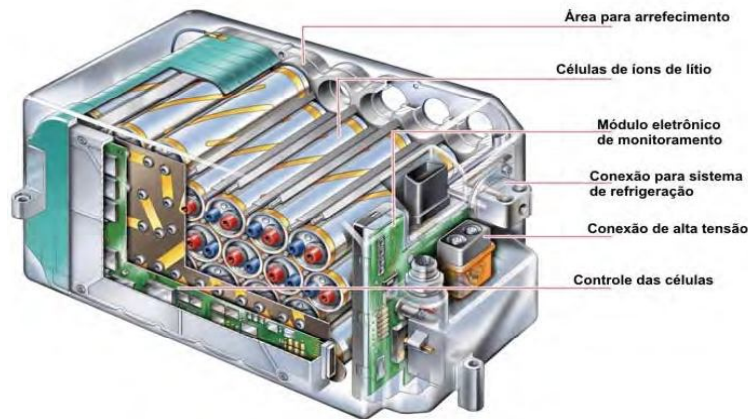


Figura 3 – Bateria de íons de lítio[7]

O principal entrave no caminho dos carros elétricos é a bateria, no que tange à tempo de recarga, custo e autonomia. Os centros de pesquisa já estão buscando desenvolver baterias com uma melhor eficiência, combinações de materiais e que proporcionem maior autonomia (em km rodados), diminuição do tamanho, menor tempo no procedimento de recarga e menor custo. Atualmente a bateria dos VEs cobrem 80%, ou mais das necessidades dos usuários que rodam menos de 100 km de distância por dia. O objetivo é conseguir atender um armazenamento que tenha capacidade e consiga rodar a distâncias maiores, suficiente para uma viagem, sendo capaz de levar o motorista até o próximo ponto de recarga [6].

A bateria é componente principal a ser considerado em uma estratégia de fabricação: é ela quem determina os custos e características dos VEs. Devido à sua importância, os fabricantes de equipamentos originais (OEMs) estão reagindo à evolução do mercado e investindo fortemente em estratégias de desenvolvimento da produção, e na inclusão dos componentes dos veículos elétricos em suas carteiras de produtos[8].

Segundo a EIA (U.S. Energy Information Administration)[9], o preço por quilowatt-hora de uma bateria de íon- lítio varia entre USD 500-650 e, assim, torna-se uma grande parte de um custo do veículo, dependendo do tamanho da pack da bateria. A Nissan LEAF, por exemplo, tem uma bateria de 24 kWh, que custa aproximadamente USD 12.000, o que representa cerca de um terço do valor do veículo. Contudo, com o aumento da demanda e os investimentos em tecnologia, os custos das baterias dos VEs vêm caindo em ritmo considerável, reduzidos à metade nos últimos quatro anos. De acordo com o Departamento de Energia dos Estados Unidos, o custo da bateria passou de USD 1.000 por quilowatt-hora (kWh) em 2008 para USD 485 / kWh no final de 2012[9].

Para agilizar o carregamento, os carregadores C efetuam o procedimento de forma rápida, em alta tensão e alta corrente. Os membros dos “Electric Vehicles Initiative” (EVI) (Canadá, China, Dinamarca, França, Alemanha, Índia, Itália, Japão, Noruega, África do Sul, Espanha,

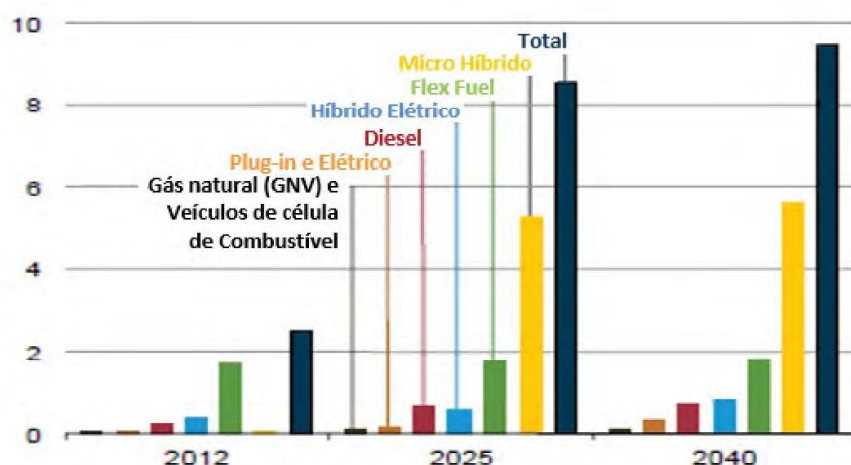
Suécia, Reino Unido e EUA), que é um fórum político multigovernamental dedicado a acelerar a introdução e adoção de veículos elétricos em todo o mundo, têm como metas instalar aproximadamente 2,4 milhões de carregadores lentos e 6000 carregadores rápido até 2020. O Japão representa a maior parte desse objetivo, com uma meta oficial do governo para implantar 2.000.000 carregadores lentos e 5.000 pontos de carregamento rápido até 2020. Como parte do projeto, os Estados Unidos, visavam a implantação de mais de 22.000 carregadores, incluindo 350 carregadores rápidos, até 2014. A Holanda com o plano de 20.000 carregadores lentos e 100 carregadores rápidos até 2015[9].

Estudos estão sendo desenvolvidos e a perspectiva é ter cinco ou seis novas tecnologias de bateria tais como lítio-enxofre, zinco-ar, e de lítio-ar. Os membros do EVI já fizeram substancial investimento em P&D nos últimos anos, de 2008 a 2013 somando USD 8,7 bilhões em despesas e muitos deles estão se comprometendo a mais investimentos nos próximos anos[9].

### POLÍTICAS PÚBLICAS

As empresas automotivas têm demonstrado interesse cada vez mais forte em investir neste segmento, porém ainda encontram algumas barreiras, a presença de investimentos e incentivos governamentais é indispensável para a penetração e a massificação das vendas nos mercados. Ações essas que podem ser: isenção ou descontos em tributos, bônus ou subsídio na aquisição dos VEs, investimentos no desenvolvimento da infraestrutura, auxílio na pesquisa e desenvolvimento e medidas de restrições à utilização de veículos convencionais, tornando assim, mais viável a comercialização dos veículos[1].

De acordo com o EIA, os veículos comerciais leves que não utilizam gasolina têm uma forte tendência a crescimento nos próximos anos, eles passarão de 18% em 2012 para 55% em 2040. Contudo, a projeção para os veículos puramente elétricos e os plug-in ainda é pequena representando 2% do total conforme *Figura 3*[10].



*Figura 3 – Vendas de veículos comerciais leves usando tecnologias sem o uso da gasolina. Referência 2012, 2015, 2040 (por milhões de veículos vendidos)[10]*

### **INFRAESTRUTURA**

Para tornar viável o aumento do uso dos carros elétricos, são imprescindíveis investimentos, através de algumas modificações na infraestrutura para atender às necessidades desses veículos. Os membros do EVI investiram até 2013, a soma de USD 800 milhões em gastos com infraestrutura, porém ainda são necessários mais investimentos. Postos de recarga distribuídos especialmente em locais públicos, assim como soluções para abastecimento em residências, condomínios, shoppings e empresas[9].

A instalação da infraestrutura precisa de um planejamento adequado e um elevado nível de investimento. Gradativamente estão sendo substituídos as estações de recarga mais lentas, por estações de recargas rápidas, através de um maior nível potência, elas possibilitam o abastecimento em um menor tempo. Em alguns locais, como na Europa, já é possível verificar essa modificação, a maioria das estradas já tem estações de recarga, possibilitando a realização de longas viagens de um país a outro[5].

### **VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DOS VEs**

A principal vantagem na utilização dos VEs é para o meio ambiente, ele contribui para a diminuição da concentração de gases tóxicos nos centros urbanos e conseqüentemente da poluição do ar, por não possuírem escapamento, são mais silenciosos, ajudando na redução da poluição sonora, tornam o mercado menos dependente da escassez do petróleo. No que tange à manutenção, ele possui um custo menor, dotado de um simples menos complexo, porém robusto, ele tem menos partes móveis, não precisa de tanque de combustível, sistema de exaustão de ar, e tem uma transmissão mais simples[1].

## **5. OS VEÍCULOS ELÉTRICOS E OS DIFERENTES MERCADOS**

Os Estados Unidos lideram o mercado consumidor com a tecnologia dos carros verdes com 53.000 vendas em 2012, seguido de países da Europa, Japão e algumas regiões da Ásia (particularmente China, Coreia e Índia), embora a China apresente forte apoio governamental com programas de estímulo à aquisição desses veículos. Os EUA, o Japão e a China lideram o mercado em termos absoluto, já a Noruega (3,3% das vendas de automóveis em 2012) e a Holanda dominam em termos percentuais. Em termos de vendas absolutas, a Europa é o menor mercado regional, pois possui seis dos 10 melhores países do mundo em vendas VEs. Estes países respondem pela maior parte da demanda mundial desses modelos. O aumento da comercialização da tecnologia dos carros elétricos deve-se à decisão política dos governos e políticas públicas adotadas pelos governos locais[11].

Foram disponibilizados pelo DOE mais de US\$ 30 bilhões para as empresas investirem em “energias limpas”. Uma grande parcela desses recursos foi destinada à projetos relacionados ao setor automotivo. Além disso, o governo concede benefícios à aquisição de veículos híbridos e elétricos que chegam a US\$ 7.500,00 por unidade[12]. De acordo com o Departamento de Energia (DOE) o valor do crédito mínimo é de US\$ 2.500, podendo chegar até US\$ 7.500 por unidade com base na capacidade da bateria de tração de cada veículo e da classificação de peso bruto[13].

Devido à grande pendência da importação de energia e os altos preços da mesma, governo japonês iniciou medidas de incentivo desde o início dos anos 1970. Foram adotadas estratégias que incluem estímulo à pesquisa e desenvolvimento, programas de incentivo e suporte ao mercado, guiado por planos de financiamento de longo prazo. Vários planos foram criados e modificados ao longo dos anos através políticas ambiciosas traçadas pelo Ministry of International Trade and Industry (MITI) por meio de normas e legislações. Em 1996 foi instituído que 50% do preço adicional do veículo elétrico, comparado com o seu similar a combustão seria subsidiado, redução no IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores), além de isenção e redução de outros impostos como o de aquisição (5% do valor do veículo)[14].

As vendas de VEs, no mercado europeu e asiático são aproximadamente metade do mercado norte-americano (21.500 vendas na Europa, 28.800 na Ásia e 54.600 na América do Norte). No entanto, em termos percentuais, os VEs em certos países europeus têm uma maior penetração que nos EUA. A Noruega é destaque, ela tem a maior quota do mercado (3,3% em 2012), o que representa fortemente a ampla gama de incentivos disponíveis para os compradores no país[11].

A França é o maior mercado europeu de veículos elétricos, seguido da Alemanha e Noruega. Esse fato deve-se a implementação de uma política pública que respeita o meio ambiente. A exemplo disso, em 2008 foi criado o bônus ecológico visando recompensar os compradores de carros novos que emitissem menos CO<sub>2</sub>. Atualmente, este valor chega a 6300€ podendo ser utilizado por empresa, governo ou particular. O troféu das melhores cidades movidas a eletricidade compõe o plano do governo para incentivo ao uso dos veículos, criando uma distinção atribuída todo ano aos governos locais que se mostrem especialmente voluntariosos no impulso a dinâmicas de mobilidade sustentável – principalmente, elétrica – em seus territórios[15].

Na Alemanha o foco são os investimentos significativos nas áreas de pesquisas P&D e em projetos regionais, já na Califórnia há incentivos diretos nas OEMs. No Reino Unido, o orçamento para P&D são muito menores que na Alemanha. Em países como a Holanda foram criadas ideias bastante inovadoras na abordagem para a sensibilização. Em Rotterdam, o Centro de VEs (Elektrisch Vervoer Centrum) membros fornecem informações e oportunidades ao público para testar VEs e assim criar uma maior aproximação com o veículo[11].

O desenvolvimento dos VEs na China é de extrema importância para ajudar a combater a poluição do ar e o governo tem investido pesado para redução das emissões. Foram lançadas algumas medidas como redução em 10% de um imposto sobre as compras dos VEs (de 1º de setembro de 2014 até o fim de 2017), exigência de pelo menos 30% de veículos elétricos do total comprados pelo governo até 2016, adição de espaços reservados em estacionamento para VEs, porém a quantidade de veículos utilizando a tecnologia verde ainda está aquém da meta do governo[16].

Através da pesquisa realizada pôde-se identificar projeções de crescimento de vendas otimistas sobre o assunto para alguns países nos próximos anos. Os países que compõe o EVI se comprometem a buscar alcançar os objetivos conforme, *Figura 4* até 2020[9]. Para cumprir

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil

estas metas de implantação estabelecida por alguns países, algumas medidas deverão ser adotadas.

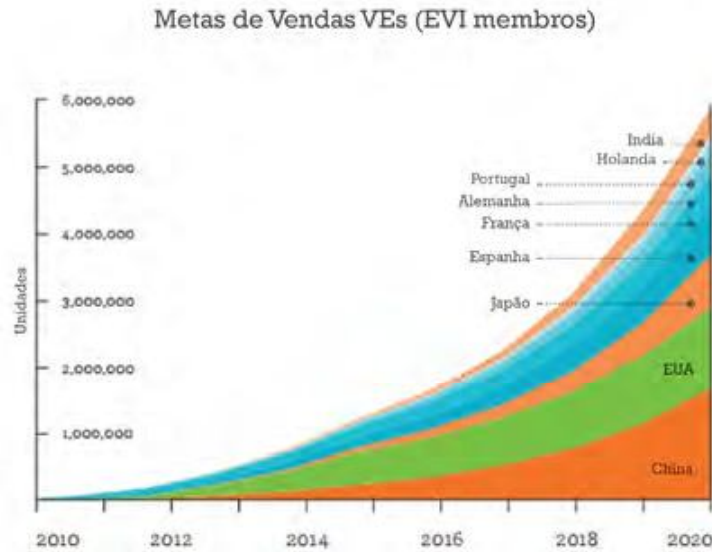


Figura 4 – Metas de vendas VEs (Membros do EVI)[9]

## 6. OS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

O mercado de veículos elétricos no Brasil está iniciando lentamente no país, ainda não existe um estímulo muito forte e poucos veículos ainda são vistos nas ruas utilizando a nova tecnologia. A carga tributária e a falta de infraestrutura são os principais desafios para torná-los mais populares. Para que o setor automotivo se adeque à nova realidade é fundamental um plano de políticas públicas direcionadas[17]. O Brasil é um exemplo onde ainda não existe um estímulo muito forte.

De acordo com dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), foram licenciadas 1,8 mil unidades no Brasil entre 2012 a 2015 de veículos 100% elétricos e híbridos. Conforme projeções da CPFL Energia, o total ainda é relativamente abaixo do esperado, entre 5 milhões e 13,3 milhões de unidades no Brasil em 2030[18].

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço do mercado de VEs ainda está incipiente, porém um pouco mais frequente em países com o maior nível de desenvolvimento. Apesar de silenciosos, não poluentes e mais econômicos, no que diz respeito a consumo, os VEs ainda são caros, têm uma autonomia reduzida e demoram para recarregar. A sua expansão depende fundamentalmente de mais investimentos no desenvolvimento tecnológico, em especial nas baterias, de modo a torná-las com maior densidade de energia, mais compactas e mais baratas, implementação de planos de benefícios e programas de incentivos, concedidos pelo governo, tornando assim, mais acessíveis para o mercado consumidor e a criação de uma infraestrutura adequada para atender as demandas dos VEs.



Foram realizadas análises entre os diferentes mercados de VEs que mais se destacam: EUA, Japão, França, Alemanha, Reino Unido, China, Noruega e Holanda apresentando as diferentes medidas e incentivos adotados para o uso dos carros elétricos. Pode-se perceber de forma mais presente nestes mercados, a existência de políticas públicas que favorecem o desenvolvimento desta indústria e a sua comercialização. Como exemplo, benefícios financeiros e fiscais, incentivos em P&D para o avanço da tecnologia de bateria e componentes, desenvolvimento da infraestrutura, entre outros.

Assim, apesar do conhecimento sobre a necessidade do uso dos carros elétricos para um futuro ambiental, menos poluente e mais sustentável, o consumo ainda é pequeno. O mercado é promissor, porém a situação atual ainda tem alguns pontos como custo, autonomia, tempo de recarga e investimentos em P&D e planos do governo a serem melhorados para este crescimento.

## 8. REFERÊNCIAS

<sup>1</sup>Bravo, D. M.; Meirelles, P. S.; Giallonardo, W. Análise dos Desafios para a Difusão dos Veículos Elétricos e Híbridos no Brasil: SIMEA **2014**, 2, 1.

<sup>2</sup>Peres, L.A.P., Grube Page. Disponível em: <<http://www.gruve.eng.uerj.br/historia.htm> >. Acesso em: 5 junho 2015.

<sup>3</sup>Lenz, A. L., Automóveis Elétricos Page. Disponível em: <<http://automoveiseletricos.blogspot.com.br/2012/07/sistema-de-transmissao-de-um-ev-nissan.html>>. Acesso em: 17 julho 2015.

<sup>4</sup>Pinto, A. B. A.; Garcia, R. S.; Jacobs, P. B.; et al.; Motor Elétrico – Guia Básico: Procel **2009**, 6, 16.

<sup>5</sup>Yong, Y.J.; Ramachandaramurthy, V. K.; Tan, K. M; Mithulananthan, N. A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects: Renewable and Sustainable Energy Reviews **2015**, 49, 368.

<sup>6</sup>Revista Electric & Hybrid Vehicle Technology International **2013**, 1, 30.

<sup>7</sup>Dias, T.; Gasolina e eletricidade: S 400 Hybrid é primeiro híbrido no Brasil: Revista Mecânica Online **2010**, 127, 1.

<sup>8</sup>Huth, C.; Kieckhäfer, K.; Spengler, T. S., N. Make-or-buy strategies for electric vehicle batteries—a simulation-based analysis: Technological Forecasting & Social Change **2015**, 99, 1.

<sup>9</sup>Trigg, T.; Tellen, T.; et al., U.S. Department of Energy (EIA) page. Disponível em: <[https://www.iea.org/publications/globalevoutlook\\_2013.pdf](https://www.iea.org/publications/globalevoutlook_2013.pdf)>. Acesso em: 07 de julho de 2015.

<sup>10</sup>Conti, J. J.; Holtberg, P.D.; et al. Annual Outlook Energy 2014 – With Projections to 2040: U.S. Energy Information Administration (EIA) **2014**, 1, 100.