

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DENIS THEUER

VEHICLE-TO GRID (V2G) SMART GRID
USO MAIS RACIONAL DOS VEICULOS ELETRICOS

CURITIBA

2019

DENIS THEUER

VEHICLE-TO GRID (V2G) SMART GRID
USO MAIS RACIONAL DOS VEICULOS ELETRICOS

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do Curso MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA EM
ENERGIAS RENOVÁVEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS

de 2019, Setor de Energia, Universidade Federal
do Paraná.

Orientador(a)/Professor(a): Prof(a). Dr(a). **Lucieli Rossi**,

CURITIBA
2019

RESUMO.

O estudo busca compreender a tecnologia do V2G SMART GRID, que é utilizada para conectar os veículos elétricos a rede elétrica inteligente, sendo eficaz no abastecimento de energia elétrica em determinadas regiões e infraestrutura de cidades. Assim, abordando as possibilidades de utilização desta tecnologia, no que diz respeito aos carros, é uma motricidade ambientalmente sustentável e seu uso um novo modelo em vários países do mundo. Entretanto, no que diz respeito ao mercado brasileiro de veículos, ainda está limitado a veículos de luxo, pois esta tecnologia ainda se torna cara no Brasil. Mesmo assim, há a busca de estratégias para que a torne viável, até mesmo por ser uma tecnologia ecologicamente sustentável. Além disto, há as concessionárias de energia que estão planejando pontos de abastecimento de veículos movidos a energia elétrica e ao mesmo tempo se tornar viável economicamente em relação a melhorar a infraestrutura energética para cidades que possuem certa dificuldade ao acesso à energia elétrica. Deste modo, traz para as concessionárias um processo evolutivo em termos de tecnologia de serviços elétricos. Para confirmar tal fato há a CEMIG, que está implantando esta tecnologia e desta forma pretende aplicar todas as tendências da cadeia de valor das redes inteligentes de energia em suas instalações elétricas, telecomunicações, sistemas computacionais e interface com consumidores e geradores distribuídos. Pode-se observar que esta tecnologia está transformando o conceito de fontes energéticas no Brasil e no mundo.

Palavras Chave: veículo elétrico, SMART GRID; Energia Elétrica; Tecnologia; sustentabilidade, distribuição de energia

ABSTRACT.

The study seeks to understand the technology of V2G SMART GRID, which used to connect the electric cars to the smart grid, as being very effective for the problem of electricity supply in certain regions and city infrastructure. Thus, addressing both possibilities of using this technology, with regard to cars, is an environmentally sustainable motor and its use a new process in many countries of the world. However, regarding the Brazilian car market, it is still limited to luxury vehicles, as this technology is too expensive in Brazil, but even so, the plan to make it viable, even because it is a technology ecologically sustainable. In addition, there are energy companies that are planning charging vehicle fueling stations at the same time and it becomes economically viable to improve energy infrastructure for cities that have some difficulty accessing electricity. Thus, it brings to the utilities a process of evolution in terms of electrical service technology. Therefore, to confirm this fact, there is CEMIG, which is deploying this technology, intends to apply all the value chain trends of smart power grids in its electrical installations, telecommunications, computer systems and interface with consumers and distributed generators. Therefore, may be observed that this technology is transforming the concept of energy sources in Brazil and in the world.

Keywords: electric vehicle, SMART GRID; Electric Energy; Technology; sustainability, energy distribution

1.INTRODUÇÃO.

Atualmente existe no mercado uma preocupação quanto aos veículos convencionais a combustão que consomem uma grande quantidade de combustíveis fósseis e causam poluições ambientais com altas emissões de carbono. Por outro lado, cresce o uso dos veículos elétricos que ajudam na redução do efeito estufa, tendo vantagens significativas em termos de conservação de energia, redução de emissões, segurança da rede e a atenção em relação aos impactos ambientais de governos, montadoras e empresas de energia. (VONBUN)

À medida que o uso dos veículos elétricos (VEs) cresce, esse novo tipo de carga de eletricidade precisará de um gerenciamento cuidadoso, a fim de minimizar o impacto no pico da demanda de eletricidade e, portanto, o custo do fornecimento, dada a probabilidade de uma grande quantidade de motoristas procurarem recarregar as baterias do veículo durante a noite. O Departamento de Transportes do Reino Unido (2010) estimou que, se o Reino Unido mudasse para veículos elétricos, a demanda de eletricidade (kWh) aumentaria cerca de 16%. Paralelamente a estrutura de rede elétrica no Brasil não permite que o próprio usuário possa gerenciar a energia gerada em sua residência. (Scott, 2007)

Este estudo tem a proposta de analisar o uso racional dos veículos elétricos, e a crescente preocupação em preservar o meio ambiente. Para isso o modelo de veículo que está sendo desenvolvida com este fim é o Battery Electric Vehicle (BEV) ou no português (VEB), que são veículos movidos somente a bateria, conectados a Smart Grid, possuindo uma tecnologia que pode também fornecer energia para residências de uma cidade pequena ou mesmo de um condomínio, e assim pode resolver o problema de infraestrutura energética de vários locais no Brasil e no mundo.

De acordo com a CEMIG (s.d), as redes inteligentes de energia, ou do inglês Smart Grid, são uma nova arquitetura de distribuição de energia elétrica, mais segura e inteligente, que integra e possibilita ações a todos os usuários a ela conectados. Eles utilizam medidores inteligentes que permitem a medição bidirecional da energia, significa que realiza a medição quando a carga está consumindo e quando a carga atua como um agente gerador de energia. As outras funções principais do medidor inteligente são a medição de energia em tempo real, a aquisição de dados e a possibilidade de utilização de um protocolo de comunicação que permite o tráfego de dados entre o consumidor e a concessionária de energia. Temos neste modelo uma

nova figura que é a figura do prosumidor, que é produtor e consumidor, que produz e que fornece energia à rede. Além disso, a rede é preparada para reduzir ao máximo as ocorrências e a duração de falta de energia. Os consumidores utilizarão estes medidores inteligentes que interagem com a concessionária em tempo real, permitindo que acompanhem de perto, ou pela Internet, como a energia é utilizada em casa, assim como o corte e desligamento remoto. Poderão assim abastecer seus carros elétricos com energia, uma inovação que no futuro se tornará realidade também no Brasil. Essas possibilidades de consumo mais econômico e consciente da energia elétrica contribuem também para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Espera-se que a implantação das redes inteligentes gere valor a todos os setores envolvidos a partir das mudanças a serem implementadas, principalmente aos consumidores.

Assim, a causa desta retomada é trazida pela CGEE (2010, pág.16) que tal fato se deve a um novo modelo de geração que deverá se estabelecer, em que coexistem entre a geração centralizada e geração descentralizada. Milhares de usuários poderão ter geração própria tornando-se simultaneamente, produtores e consumidores de energia elétrica, denominados de “prosumidores” (*prosumer*). O mercado de energia elétrica deverá fazer uso pleno de ambos, grandes produtores centralizados e pequenos produtores distribuídos, além do incremento de diferentes ações em eficiência energética e melhoria na qualidade do atendimento à demanda pela energia. A inserção de fontes renováveis na rede de distribuição, principalmente nas instalações em baixa tensão, aumenta a complexidade da operação do sistema de distribuição.

Logo, sabendo que o transporte movido pela energia elétrica é sustentável, mas atualmente com um custo muito alto de geração e aquisição, há a tentativa de modificar esta perspectiva com o desenvolvimento do V2G SMART GRID que de acordo com Addison (2008, CNET) no futuro, as concessionárias pagarão para você conectar seu veículo. Milhões conectarão seus veículos elétricos (EVs), híbridos plug-in (PHEVs) e veículos com células de combustível (FCVs) à noite, quando a eletricidade estiver barata, e durante o dia em que a energia for cara, venderão essa energia extras com ganho. A tecnologia Vehicle-to-Grid (V2G) é uma interface de grade elétrica bidirecional que permite que um veículo elétrico conectado à rede possa utilizar a energia da rede no carregamento ou envia-la novamente a rede, podendo este também alimentar a rede a partir do uso do carregamento das baterias vindo dos

painéis fotovoltaicos que carregarão o veículo elétrico e este depois irá alimentar a rede. O V2G ajuda a resolver o grande problema da demanda por eletricidade que é alta durante o dia, quando tudo, de plantas industriais a ar condicionado, funcionam a toda velocidade e, em seguida, o excesso de eletricidade à noite, levando a baixa capacidade em horas distintas do dia e assim diferente consumo e baixa eficiência. Os veículos elétricos de passageiros têm energia suficiente armazenada em baterias para alimentar várias residências por horas. Tudo rapidamente configurável. Basta indicar quanto de consumo em kWh se quer utilizar da bateria que o sistema transfere do carro para a rede ou sua casa. Ônibus elétricos híbridos e caminhões pesados podem abastecer casas, escolas ou hospitais em caso de emergência. Anúncios recentes demonstram que as concessionárias de energia elétrica e algumas montadoras querem transformar o V2G em realidade em todo o mundo.

Assim, a V2G SMART GRID tem a finalidade de reduzir o preço de venda do veículo com foco no transporte, e assim de forma planejada e racionalizada, terá condições de preservar o meio ambiente, reduzindo a poluição no ar atmosférico entre outros prejuízos.

O objetivo deste trabalho é analisar os cenários para aplicação do conceito de V2G, a partir de uma hipótese do uso de veículos puramente elétricos. Será avaliado o impacto da recarga na demanda de potência e mostrado propostas de soluções para mitigar esse problema através do V2G, na redução da demanda medida e do consumo de energia.

2.REVISÃO DE LITERATURA.

2.1 UTILIDADE GERAL DA TECNOLOGIA V2G SMART GRID.

O referencial teórico trouxe o panorama do V2G Smart Grid tanto no que diz respeito ao uso da tecnologia em veículos, como para o abastecimento de energia elétrica de alguns formatos residenciais específicos. Então, Camargo (2009, Tecmundo) mostra que há uma proposta mundial de criação de uma rede de energia inteligente, que consiste na lógica da Smart Grid e resume-se a uma palavra: inteligência. Isso quer dizer que as novas redes serão automatizadas com medidores de qualidade e de consumo de energia em tempo real, ou seja, a casa virá conversar com a empresa geradora de energia e, em breve, até fornecer eletricidade para ela.

A inteligência também será aplicada no combate à ineficiência energética, isto é, a perda de energia ao longo da transmissão e distribuição.

Além disto, em relação as vantagens das redes elétricas em comum com a tecnologia de produção de carros elétricos podem trazer as vantagens pontuados por Vonbun (2015, pág. 54). Um dos possíveis custos sociais da adoção de veículos elétricos é o aumento da demanda de carga sobre o sistema elétrico e as redes de transmissão, que eventualmente necessitarão de investimentos para sua readequação, em adição ao crescimento natural da demanda por energia, oriundo da expansão das demandas tradicionais. Entretanto, o advento das redes inteligentes, que usam as baterias dos EVs conectados na rede para suprir picos de demanda de energia durante o dia e os carrega novamente à noite, pode significar que, quando consideradas as redes elétricas, os custos dos EVs e PHEVs podem ser, do ponto de vista social, menores que os custos que desconsideram essas externalidades. Assim a situação do mercado de carros elétricos é trazida por Izo (2019, Auto Esporte):

As vendas de “Veículos Elétricos de Bateria” (BEV) e “Plug-in Hybrids” atingiram 195 mil unidades na Islândia, Liechtenstein, Noruega e Suíça no primeiro semestre de 2018. O índice é 42% maior do que o mesmo período do ano passado, informaram alguns analistas da EV Volumes, um banco de dados de vendas mundiais de veículos elétricos. Embora represente ainda apenas 2% dos carros em circulação, o crescimento na frota eletrificada nos quatro países que compõem o EFTA (European Free Trade Association), a Associação Europeia de Livre Comércio, elevou para 1 milhão o número de elétricos na Europa. Na China, somente em 2017 foram acrescentados 579 mil elétricos à frota. O destaque desses números vai para dois fabricantes em especial; a Build Your Dreams (BYD) e a BAIC Internacional Corporation. Depois das fábricas chinesas, destacam-se a californiana Tesla, que fabricou 86.770 elétricos no último ano, e as germânicas BMW que construiu 67.940 exemplares do tipo, e a Volkswagen, que produziu 52.250 unidades. Caíram 6%, diferentemente dos híbridos plug-in, que subiram 50%. A pesquisa demonstra ainda que mantido o crescimento registrado em 2017 a quantidade de licenciamentos anuais de elétricos atingirá 25 milhões de unidades globais até 2025. “A previsão se alinha com a promessa de algumas montadoras de dedicar um quarto da produção aos veículos elétricos.”, afirmou Werner Tillmetz, diretor do ZSW.

Através deste contraste entre o mercado brasileiro, com alguns países que possuem uma economia forte e estão crescendo em termos da popularização do carro elétrico, fundamenta-se a necessidade de entender a causa de o carro ser um fenômeno mundial em termos de vendas. Então a partir da estrutura do carro é fundamental entender os tipos de Veículos Elétricos.

2.2 OS VEÍCULO ELETRICO

O uso dos veículos elétricos e sobre todo o prospecto de desenvolvimento deste produto há a descrição de Fernandes (2017, pág.11) que demonstra que o conceito de veículo elétrico não é recente, pois os primeiros veículos elétricos surgiram no século XIX. Em 1900 três montadoras de automóveis concorriam para desenvolver o melhor meio de transporte da época, sendo as alternativas o carro elétrico, a vapor e o com motor de combustão interna a gasolina. O desenvolvimento do sistema de produção em série de Henry Ford, que permitiu que o preço final do veículo a gasolina caísse bastante, assim como os problemas que os veículos elétricos apresentavam na época com a dificuldade de percorrer longas distâncias a uma velocidade razoável e a falta de conhecimento em baterias, contribuíram para a decadência do veículo elétrico naquele período.

Entretanto, no contexto atual, a retomada da questão do desenvolvimento desta tecnologia para transporte é levantada por Valle (2015, pág.6) mostrando que tal o fato do desenvolvimento dos veículos elétricos (VEs) se deve ao ganho de espaço nas conjunturas social e política, impulsionando as pesquisas para a criação de um novo mercado. Dentre as opções, os veículos a bateria estão se popularizando mais rapidamente, grande parte graças ao avanço nas tecnologias de íon-lítio, bateria mais utilizada devido aos benefícios na relação peso e energia armazenada.

Atualmente são comercializados no mundo em torno de 80 milhões de veículos por ano, no Brasil algo em torno de 2 milhões de veículos dentre uma capacidade de 3,6 milhões, com a participação dos veículos elétricos ainda não muito grande, em torno de 2,8% ou 2,3 milhões de veículos comercializados no mundo em 2019. A participação destes veículos elétricos é principalmente voltada para países da Europa e Ásia, sendo a China o maior consumidor de veículos elétricos. Quando vemos a distribuição dos veículos elétricos, tivemos em 2019, 74% de puros elétricos, ou os chamados BEV (battery electric vehicles) que utiliza exclusivamente energia química armazenada em baterias recarregáveis, sem fonte secundária de propulsão e 26% PHEV (veículo elétrico plug-in hybrid), um carro que usa um motor a combustão convencional e um motor elétrico movido a bateria para fornecer energia às rodas.

Os Veículos Elétricos a Bateria (VEB) e os *Plug-in Hybrids (PHEV)*, são de acordo com Theotônio (2018, pág.4) um tipo de veículo propulsado por um ou mais motores elétricos, para transportar ou conduzir pessoas, objetos ou uma carga

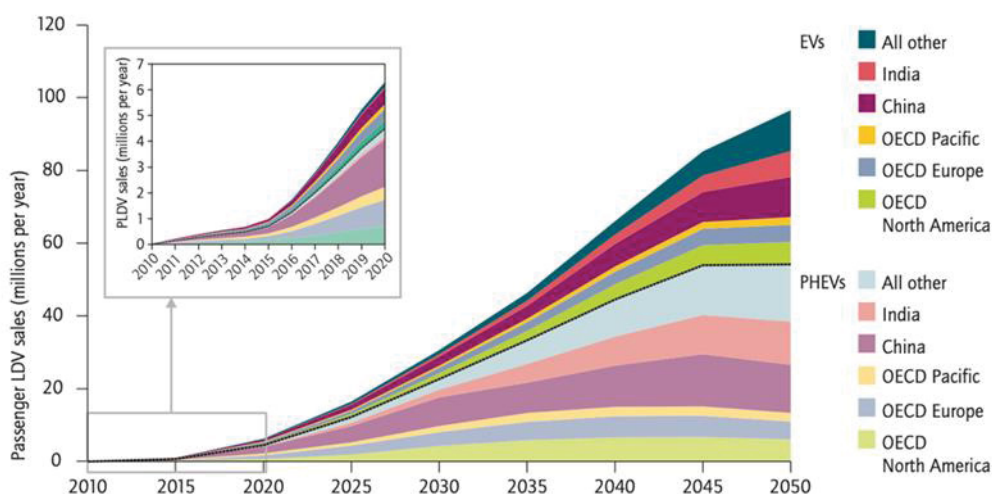
específica. Diferenciam-se dos veículos usuais pelo fato de utilizarem um sistema de propulsão elétrica e a forma de propulsão tradicional, usa apenas um motor de combustão interna. O motor elétrico usa energia química armazenada em baterias recarregáveis, que depois é convertida em energia elétrica para alimentar um motor que fará a sua conversão em energia mecânica, possibilitando que o veículo se move.

Já o *Plug-in-Híbrido* é fundamentado pelo site americano *Fuel Economy* (s.d.) que mostra os híbridos de *plug-in*, às vezes chamados de veículos elétricos híbridos de plug-in (PHEVs), são híbridos com baterias de alta capacidade que podem ser carregadas conectando-os a uma tomada ou estação de carregamento. Eles podem armazenar eletricidade suficiente para reduzir significativamente o uso de petróleo em condições típicas de condução.

Os VEs são de 30% a 40% mais eficientes do que os de combustão interna tanto do ponto de vista energético quanto ambiental (MacLean e Lave, 2003; MPCA, 2007; Sovacool e Hirsh, 2008; Fontaras et al., 2008), mas por outro lado são mais caros e de mecânica mais complexa do que seus equivalentes convencionais a combustão convencional (MacLean e Lave, 2003; Sovacool e Hirsh, 2008). A maior parte da eficiência energética dos híbridos vem da combinação entre o motor de combustão interna (MCI) e o motor elétrico. O motor de combustão convencional (ciclo Otto) a gasolina é relativamente ineficiente (de 5% a 10%) em baixa rotação, e relativamente mais eficiente (até 28%) em alta rotação, sendo a eficiência média em torno de 15%. A questão é que, no meio urbano, automóveis raramente trabalham em alta rotação.

Desta forma para entender como é a situação do carro com esta tecnologia há o seguinte gráfico 1 que demonstra o crescimento em relação ao uso dos VE e PHEV no período de 40 anos (2010 a 2050). O número de veículos elétricos aumentou cerca de um milhão e quatrocentos mil no período de 5 anos entre 2010 a 2015, com os Estados Unidos e a China liderando no número de veículos elétricos em seus territórios. O Brasil possui uma parcela muito pequena na frota de veículos elétricos mundiais, portanto, será necessário o desenvolvimento de projetos que busquem a implantação das condições necessárias para o crescimento da frota de veículos elétricos no Brasil para não ficar mais atrasado em relação aos outros países nesse avanço tecnológico.

GRAFICO 1: Planejamento dos elétricos e PHEV ate 2050 por país



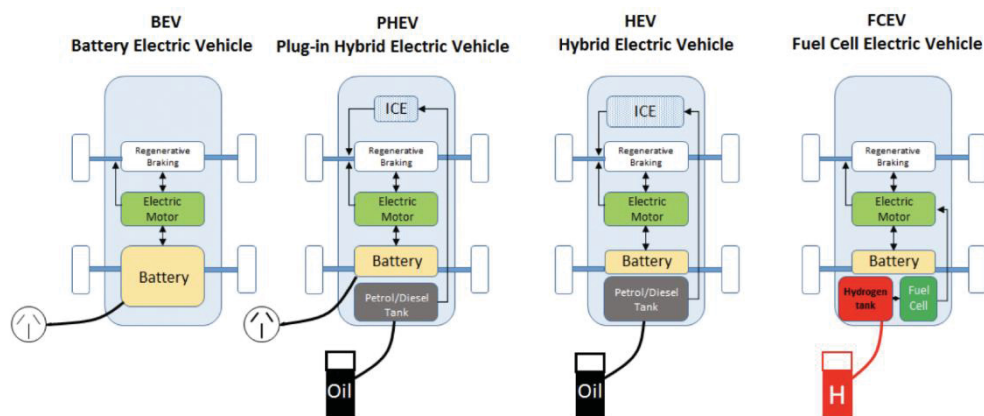
Fonte; Global EV Outlook 2017, OECD/International Energy Agency (IEA)

Além destes dois tipos aqui demonstrados e comparados, há também HEV (Hybrid Electric Vehicles), geração a tração elétrica a partir do combustível) e o FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles), veículo com combustão a partir do hidrogênio).

Para isto o site Mundo da Elétrica (2019) mostra que uma solução que os fabricantes de automóveis encontraram foi criar veículos híbridos, que aproveitam a eficiência das baterias, mas também permitem maior autonomia com a gasolina. Os veículos híbridos receberam a sigla HEV (Hybrid Electric Vehicle), por terem um motor à gasolina, tanque de combustível, baterias e um ou mais motores elétricos. O motor à combustão move o carro e gera energia para carregar as baterias. O motor elétrico é utilizado para tornar o carro mais eficiente ou mesmo aumentar o torque combinando a força dos motores. Os dois motores podem ser usados ao mesmo tempo, mas isto depende do objetivo de cada fabricante. Os carros HEVs são abastecidos com gasolina e toda a energia vem da gasolina ou dos freios regenerativos, portando não podem ser carregados diretamente com eletricidade. Os HEVs têm autonomia maior que os BEV e gastam bem menos combustível que os carros com motor à combustão. O custo por km é menor que um veículo à combustão. Por outro lado, a mecânica de veículos híbridos é mais complexa, pois tem a mecânica combinada de um carro elétrico com a de um veículo à combustão, dois tipos de motores para dar manutenção e ainda baterias para trocar quando for o momento. Existem dezenas de modelos de carros híbridos no mercado de praticamente todos os fabricantes.

Além disto, há o FCEV, a qual é destacada pela empresa europeia Hydrogen Mobility Europe (2019) detalhando que os FCEVs são um tipo de veículo que usa gás hidrogênio comprimido como combustível para gerar energia elétrica por meio de um conversor de energia altamente eficiente, uma célula de combustível. A célula de combustível transforma o hidrogênio diretamente em eletricidade para alimentar um motor elétrico. Ademais, o atributo distintivo e o principal benefício desses veículos é que, quando acionados, eles produzem zero emissões nocivas no tubo de escape, sendo o vapor de água o único subproduto. Além disso, como as células de combustível não dependem da combustão e têm poucas partes móveis, elas reduzem significativamente as emissões de ruído. Os FCEVs usam hidrogênio, que é um combustível muito versátil que pode ser gerado a partir de uma ampla variedade de fontes, inclusive renováveis. Mesmo quando o hidrogênio é gerado a partir do gás natural, como é feito convencionalmente, a célula de combustível pode reduzir significativamente a quantidade de emissões de carbono em comparação com um motor a diesel. Quando produzidas a partir de fontes de baixo carbono (renováveis, biomassa ou energia nuclear), as emissões de carbono são completamente eliminadas.

Ilustração 1: Tipos de Veículos Elétricos.



FONTE: <https://thedriven.io/2019/06/13/energy-sector-schools-electric-vehicles-for-a-smart-grid/>

Outro aspecto importante diz respeito à segurança, já que as baterias contêm produtos químicos que podem se tornar perigosos caso elas sofram curto-circuito, impactos, sobrecarga ou sejam expostas a altas temperaturas. No entanto, baterias de uso automotivo são controladas por unidades de controle que, entre outras tarefas, monitoram tensão e temperatura, não colocando risco aos condutores.

Em suma, os FCEVs oferecem uma opção de mobilidade mais limpa, silenciosa e mais eficiente quando comparados aos veículos convencionais. Na ilustração 1 a seguir, mostra os diferentes veículos elétricos.

A partir desses quatro tipos de tecnologia, que oferecem a opção da força motriz elétrica para automóveis, há uma tendência sobre o crescimento de algumas montadoras, que estão propondo utilizar na montagem de veículos, um dos tipos acima de tecnologia que serão movidos à energia elétrica. Para entender como este mercado se dá em termos de Brasil, há a FGV Energia (2018, pág.7) que estuda a conjuntura do setor elétrico, neste caso a infraestrutura de carregamento, as empresas EDP (distribuidora de eletricidade), BMW (montadora de automóveis) e Electric Mobility Brasil (empresa privada que atua no mercado de eletro postos). Elas inauguraram o primeiro projeto com estações de recarga rápida em 6 postos da Rodovia Presidente Dutra (BR-116). Há ainda a maior eletro via do Brasil, instalada no Paraná pela Copel, em parceria com a Itaipu Binacional, que instalaram 12 eletropostos de abastecimentos espalhados pela BR277. Cada eletroosto tem 50 kVA (kilovoltampere) de potência com três tipos de conectores próprios para atender os modelos de carros elétricos ou híbridos disponível no Brasil. Para atender o abastecimento de todos os carros elétricos em circulação, a eletrovia assegura a recarga para os três diferentes modelos de conectores: 1) Os fabricantes europeus BMW, Volvo, Jaguar, Volkswagen, Audi e Mercedes-Benz utilizam o conector do tipo CCS; 2) Os fabricantes asiáticos Nissan, Mitsubishi, Kia e Hyundai utilizam o conector do tipo CHAdeMO5; 3) Os veículos híbridos e alguns elétricos que só aceitam corrente alternada utilizam o conector do tipo AC 43 kVA6.

Desta forma, pode se observar que as principais montadoras, que estão dispostas a investir neste tipo de tecnologia, são focadas na produção de carros de luxo, assim se confirma a premissa que no Brasil o mercado a ser explorado o de uso da tecnologia V2G SMART GRID é para veículos de luxo. Logo, já se sabe quais são

as montadoras, agora é fundamental saber quais são os modelos, para isto há Andrade (2019, Notícias Automotivas) citando e explicando cada um deles:

A escassez de carros elétricos no mercado brasileiro é representada pelo BMW i3, que se posiciona como o único modelo da categoria em nosso País – os demais exemplares com representação oficial são híbridos. O hatch totalmente elétrico da fabricante alemã está disponível por aqui desde 2014 e atualmente está disponível em configuração única com três opções de acabamento, que inclusive foi renovada recentemente, com direito a mudanças estéticas e técnicas. Por salgados R\$ 199.950 no modelo i3 Rex, R\$ 211.950 no i3 Rex Connected ou R\$ 239.950 no i3 Rex Full, o BMW i3 oferece um motor elétrico que desenvolve o equivalente a 170 cavalos de potência, com tração traseira, alimentado por uma bateria que consegue entregar autonomia de 180 km. De acordo com dados da marca alemã, o i3 consegue acelerar de 0 a 100 km/h em 8,2 segundos e atinge velocidade máxima de 150 km/h.

Este modelo é do tipo plug-in e necessita de uma tomada para recarregar seu conjunto de baterias. Ela pode ser de 110V com aterramento ou ainda uma de 220V. As baterias podem ser recarregadas também através do sistema de frenagem regenerativa ou ainda pela energia cinética gerada ao aliviar a pressão no acelerador. Por último, mas não menos importante, o Tesla Model X se posiciona como o crossover elétrico da marca e também está disponível nas configurações 75D, 100D e P100D, sendo que esta última consegue alcançar os 100 km/h em apenas 2,9 segundos. Neste caso, os preços começam em R\$ 580 mil e podem alcançar expressivos R\$ 970 mil. Até mesmo a Volkswagen deverá entrar na dança dos carros elétricos. Além do híbrido GTE, a marca irá importar o elétrico e-Golf. Ele conta com um motor que rende o equivalente a 134 cv e 29,6 kgfm, alimentado por uma bateria de 35,8 kWh com autonomia de cerca de 300 km.

Então, conhecendo os modelos e as montadoras e também o padrão tecnológico e qualidade deste pode se perceber que o mercado para este tipo de automóvel é limitado para o país neste momento. Deste modo, é fundamental que ainda há um tempo considerável, para que os carros elétricos se tornem comum no dia-a-dia dos brasileiros.

3. ASPECTOS CONCEITUAIS

3.1 O V2G.

Baran (2012, pág.36-37) mostra que tecnologia V2G permite que um automóvel com tecnologia elétrico (VE) seja carregado e descarregado diretamente na rede de distribuição de eletricidade (grid). A difusão da tecnologia V2G permitiria o melhor gerenciamento dos recursos energéticos, e seria também uma forma de gerar receita aos proprietários de automóveis ou reduzir seu consumo de energia. Os veículos elétricos (VE) atuariam como buffers da rede, armazenando energia durante o horário de baixo consumo energético (vales) e devolvendo à rede nos períodos de maior demanda energética (picos). Além do mais, fontes renováveis, como eólica e solar, são intermitentes, e sua geração nem sempre se dá quando ocorre demanda. Um volume grande de veículos VE conectados à rede permitiria armazenar a energia de fontes intermitentes nos momentos de menor demanda e descarregá-la na rede quando necessário.

Assim de acordo com Valle (2015, pág.1) derivando-se do V2G surgiu a nomenclatura G2V, do inglês *Grid-to-Vehicle*, que é quando o fluxo de potência é realizado da rede para o veículo, representando a recarga. Como a conexão com a rede envolve diversas partes, as montadoras começaram a desenvolver um, projeto em que o veículo interage somente com o local em que está conectado, podendo suprir necessidades energéticas através das suas baterias. Esse conceito é denominado de *Vehicle-to-Home* (V2H). Essas tecnologias poderão ser implementadas com melhor desempenho depois da difusão da rede inteligente (Smart Grid), quando a integração dos sistemas de comunicação com o sistema elétrico de potência permitirá um melhor desempenho da rede. Em específico aos VEs, a rede inteligente permite coordenar a direção do fluxo de potência, indicando as horas que o veículo pode carregar ou fornecer um serviço.

Um ponto importante a observar, Maíso (2017, pag. 9) é o custo total de ownership, ou seja, o custo de utilizarmos um veículo a combustão comparado ao veículo elétrico (VE). Neste comparativo são analisados os principais itens como a infraestrutura, tais com os locais de recarga e o perfil de uso (km rodado) assim como outros benefícios que ajudem na decisão da compra do veículo elétrico, como por

exemplo os estacionamentos exclusivos ou grátis e isenção de rodízio nos grandes centros econômicos, vindos muitas vezes de incentivos governamentais.

Entretanto, para Bower, Almeida, Rua et al. (2011, pág.174) é necessário visualizar que os sistemas de energia elétrica estão enfrentando um novo e importante desafio, que traz uma grande oportunidade: a integração futura em larga escala dos veículos elétricos plug-in à rede de energia elétrica. Considerando que esses veículos exigirão o uso de baterias com alta capacidade de armazenamento de energia, além dos prováveis requisitos de carregamento, a implementação deste conceito terá impactos significativos no projeto e operação dos sistemas de energia elétrica, atualmente 150kW por ponto de recarga, para recargas rápidas. Quando estacionados e conectados à rede elétrica, os veículos elétricos (VE) vão absorver energia e armazená-la, sendo também capazes de fornecer eletricidade de volta para a rede. Esta última característica é conhecida por conceito V2G (veículo para a rede, do inglês vehicle-to-grid), permitindo a provisão de vários serviços, tais como de reserva girante e potência de pico. É importante entender que a infraestrutura dos sistemas de potência existentes é capaz de lidar com a integração em larga escala dos VEs, sem necessidade de grandes reforços na geração e na rede, uma vez que seja adotada uma solução de controle adequada. Esta poderá ser efetuada por meio do controle do carregamento das baterias dos VEs, evitando as condições de pico de carga na rede elétrica e no sistema de geração.

Com isto, a BBC (2018) traz a perspectiva de que o V2G vai permitir aos proprietários carregar seus carros quando há pouca demanda e devolver energia à rede elétrica em períodos de alta demanda. Os proprietários podem até ganhar dinheiro com isso, ao vender a carga de energia armazenada dos veículos, quando existir a oferta baseado na procura. Mas alguns dizem que o V2G poderia reduzir a vida útil das baterias, o que poderia representar um custo financeiro a longo prazo. Para especialistas, a melhor solução seria analisar os picos de demanda da rede elétrica. Muitas empresas estão agora atuando de forma conjunta para fazer a tecnologia prosperar.

Ademais, para Novais (2016, pág.5) nos tempos atuais, é cada vez mais nítida a ideia de que os veículos do futuro serão elétricos. Essa informação ecoa em fóruns sobre mobilidade nos quatro cantos do planeta – do Brasil à China, da Europa aos Estados Unidos. De fato, o tema veículo elétrico ganhou força na agenda da sociedade

civil e dos governantes. A principal defendida é de que algo precisa ser feito no sentido de controlar as emissões de dióxido de carbono (CO₂), que provocam aquecimento global e outros problemas relacionados à poluição.

Todavia, Vonbun (2015,pág.59) pontua que esta tecnologia não está livre de desafios, como o custo das baterias, sua vida útil e seus impactos sobre a rede elétrica, bem como o fato de sua viabilidade econômica e ambiental depender também da tecnologia e dos custos de geração de energia elétrica, bem como de seus preços relativos, em especial os da gasolina. Fica patente a necessidade de melhorias na tecnologia das baterias, pesadas, alto custo, de relativamente baixa densidade energética – quando comparadas à gasolina – e de durabilidade. Segundo previsões da indústria automobilística, estes veículos elétricos deveram ter seus preços equivalentes ao dos veículos a combustão em 2025, o que pode levar os veículos elétricos a representar 30% da frota mundial até 2030, algo que vai melhorar e reduzir os custos e por consequência os preços aos consumidores finais.

Dessa forma, a viabilidade dos PHEVs está intimamente ligada à análise caso a caso da geração de eletricidade regional para verificar a relação custo benefício destes veículos, em termos financeiros e ambientais. Importa não apenas verificar quão limpa e sustentável é a matriz energética, mais que isso, é importante também verificar quão limpa é a geração incremental de energia. Por isso, é relevante avaliar, caso a caso, se os custos de implementar melhorias na eficiência e no nível de emissões das geradoras de energia são maiores ou menores que promover a substituição dos veículos a combustão por híbridos e/ou elétricos, pois, provavelmente, este resultado irá variar de um contexto para outro. Ainda assim, os híbridos, indiscutivelmente, apresentam o potencial de formar a próxima geração de veículos, que fará a transição entre os atuais modelos petróleo-dependentes para os modelos puramente elétricos, assim que as tecnologias de baterias e a de geração de energia permitirem.

Deste modo, a redação do site Inovação e Tecnologia V2G mostra um protótipo de carro elétrico que não fica nada a dever aos mais modernos carros a gasolina ou álcool. Ele acelera de 0 a 100 km/h em 7 segundos, atinge uma velocidade máxima de 150 km/h e tem uma autonomia de 240 quilômetros após cada recarga. Suas baterias têm uma vida útil de 15 anos e podem ser recarregadas em 2 horas em uma conexão especial de 240 volts ou em 12 horas em uma tomada comum de 110 volts.

Além, é claro, das vantagens tradicionais dos carros elétricos: não emite poluentes, é absolutamente silencioso, acelera macio, não tem vibrações, não precisa de troca de óleo e seus freios duram três vezes mais do que os freios de um carro comum, graças a um sistema que aproveita a energia da frenagem para recarregar suas baterias.

Contudo, o editorial da FGV Energia (2018, pág.4) traz a causa que não motiva a compra dos carros elétricos no Brasil, a causa consiste na bateria, que ainda representa entre 30% a 50% do preço médio final do veículo, logo os modelos com maior autonomia possuem elevado custo de produção e impostos no caso de serem importados, principais modelos que atualmente existe no Brasil. Assim, vários países oferecem incentivos na aquisição do automóvel, de forma a compensar o maior custo do carro elétrico na comparação aos veículos de combustão interna.

Portanto, deve se levar em consideração Vonbun (2015, pág.47) que ressalta existência de diversas tecnologias possíveis de veículos que produzam nenhuma ou pouca emissão de gases de estufa. Entre eles os carros elétricos, os veículos a célula de hidrogênio e os veículos de combustão de hidrogênio – cujo subproduto não inclui CO₂. Entretanto, tanto a eficiência energética e térmica quanto a viabilidade econômica dos veículos elétricos dominam os demais. Isto não implica, contudo, que a substituição dos atuais veículos movidos a combustíveis fósseis seja simples. Diversos fatores devem ser considerados, como: custo dos veículos; disponibilidade de energia elétrica e os níveis de emissões requeridos para gerá-la; relações entre os aspectos técnico-operacionais desses veículos e as preferências dos consumidores, aspectos relativos à segurança desses veículos e outros aspectos econômicos.

3.2 SMART GRID NO ABASTECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.

De acordo com o site Proof (s.d.), no início do século XX, a energia elétrica revolucionou a indústria ao ser empregada aos processos de produção existentes. Isso possibilitou a exploração de novos mercados, acelerando o ritmo industrial. Esse é o modelo de energia que utilizamos até hoje, ou seja, usamos o mesmo há mais de 100 anos, e funciona em um tipo de rede que possui diversas limitações técnicas, por utilizar uma tecnologia ultrapassada, além de não atender às necessidades do século XXI. E por isso, precisamos começar a considerar novos sistemas, inclusive incluindo fontes de energia limpa e conceitos como de Smart Grid, por exemplo. Boa parte dos

medidores ainda é analógico. As pessoas recebem em casa estimativas de conta, a aferição real é feita por um ser humano e a conta é reajustada retroativamente. Essa interação é limitada a apenas uma via (fornecedor-consumidor), ou seja, um modelo centralizado, onde um centro capta e armazena a energia e distribui para as demais partes do sistema, dificulta e encarece a distribuição energética. Nesse sistema muita energia é perdida no processo de distribuição e há pouca automação nos processos operacionais, já que esse modelo foi pensado quando as necessidades de energia eram pequenas e mais simples. E não é difícil perceber que algo precisa mudar. O aumento contínuo da nossa demanda por energia elétrica exige um modelo mais bem estruturado que seja capaz de atender com eficiência nossas necessidades atuais, e até possibilitar a implantação das smart grid.

Para isto, Cabello (2012, pág 47-48) mostra que as redes elétricas inteligentes pressupõem uma maior automação e o uso de protocolos de operação dinâmicos, que respondem imediatamente à informação recebida do consumidor final. Elas permitiriam um fluxo bidirecional ou biunívoco de energia no sentido em que o próprio consumidor final poderia ser um micro gerador de energia ao se conectar na rede, fornecendo energia elétrica para a distribuidora quando conveniente. Também permitiriam um fluxo biunívoco de informações, no qual a distribuidora e o consumidor poderiam acompanhar continuamente a evolução do uso de energia e responder em tempo real a qualquer alteração no sistema. Além disso, a rede seria dotada de auto recuperação (self-healing) – ou seja, ela teria a capacidade de detectar, analisar e corrigir eventuais problemas, evitando situações extremas como blecautes. Com uma melhor alocação de recursos existentes e a consequente redução do pico da demanda de carga devido a um maior volume disponível de informações, acredita-se que haverá uma queda na necessidade de investimentos para a expansão da capacidade de geração, transmissão e distribuição. Tudo isto seria mediado por um sistema de preços dinâmicos que levasse até o consumidor final os incentivos adequados para que este respondesse às informações geradas pelo sistema. A promessa das redes inteligentes é trazer benefícios para as distribuidoras, os consumidores e a sociedade. Entre eles, podem-se mencionar serviços mais eficientes a um custo menor – com melhor detecção e, consequentemente, resposta mais rápida a eventuais problemas – e redução do consumo por meio de uma melhor gestão do uso de energia. No Brasil, acredita-se ainda que um melhor monitoramento da rede possibilitaria uma queda expressiva nas perdas sofridas pelas concessionárias com fraude e roubo de energia.

Desta forma, para Antunes (2019) a consequência disto consiste em Redes de energia elétrica que utilizam avançadas tecnologias de informação e comunicação para monitorar e gerenciar o transporte de eletricidade a partir de todas as fontes de geração para atender as diferentes demandas de energia elétrica dos consumidores finais, permitindo integrar recursos de geração (incluindo local), de armazenamento e da demanda.

Então, de acordo com Friedman (2019, Cinase) a rede de distribuição está evoluindo e se tornará “mais inteligente”: a smart grid. Todos os pontos do sistema, desde a geração até o consumo (e tudo que há entre eles) devem estar cientes das condições da rede e ter capacidade de responder às mudanças, como por exemplo, realizar o reestabelecimento automático do fornecimento de energia após a ocorrência de uma falta. Todos os produtos elétricos e eletrônicos devem evoluir. Haverá mais sensores, medidores inteligentes de energia, automação e utilização eficiente da energia elétrica. Novos produtos estão sendo desenvolvidos e a mudança está apenas começando.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Como pode se observar, o uso do V2G SMART GRID pode ter o foco em ser a ferramenta para estimular o uso dos carros elétricos e paralelamente a melhora do abastecimento de energia elétrica no país. Quando se fala em carros elétricos, é uma tecnologia que em termos mundiais já é viável financeiramente, porém para o Brasil ainda é alta para veículos de transporte.

Entretanto o que momentaneamente é economicamente mais interessante para o Brasil a respeito desta tecnologia, é o uso para melhorar a infraestrutura elétrica nacional para determinados tipos de localidades, a exemplo de residências. Para justificar tal fato há o exemplo da Companhia Elétrica de Minas Gerais (CEMIG, s.d.) que está preparando a implantação deste novo conceito na região de Sete Lagoas Santana de Pirapama, distante a 60 km da capital de Minas Gerais. Outras cidades tais como Santana do Riacho, Baldim, Prudente de Moraes, Funilândia e Jequitibá também irão participar no projeto. Assim, a CEMIG pretende aplicar todas as tendências da cadeia de valor das redes inteligentes de energia em suas instalações elétricas, telecomunicações, sistemas computacionais e interface com consumidores e geradores distribuídos. Desta forma, pode se observar que o V2G Smart Grid, será positivo para modernização da infraestrutura da rede elétrica nacional. A nova tecnologia, contudo, não está livre de desafios, como o custo das baterias, sua vida útil e seus impactos sobre a rede elétrica, bem como o fato de sua viabilidade econômica e ambiental. Fica patente a necessidade de melhorias na tecnologia das baterias, pesadas, caras e de relativamente baixa densidade energética.

Outro potencial que os híbridos e elétricos dependem são os incentivos governamentais para serem economicamente atrativos ao consumidor final, principalmente na fase de implementação. Tal incentivo poderia partir de programas tal como os criados anos atrás para os veículos movidos a etanol e carro flexfuel. No caso do carro elétrico, os estímulos poderiam partir na forma de desoneração fiscal, tal como o GNV, de modo a tornar o preço final ao consumidor mais próximo ao dos carros convencionais, assim como a disseminação de mais pontos de recarga e na garantia de preço competitivo da energia elétrica dos novos geradores de energia.

BIBLIOGRAFIA.

- ADDISON, J. **V2G: Smart grids meet electric vehicles**. CNET.2008. Disponível: <https://www.cnet.com/news/v2g-smart-grids-meet-electric-vehicles/>
- ANDRADE, L. **Carros elétricos: veja os modelos vendidos no Brasil**. Notícias Automotivas.2019. Disponível: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/carros-eletricos-modelos-vendidos-brasil/>
- ANTUNES, C.H. A evolução para as smart grids – Uma abordagem prospectiva de tendências tecnológicas e efeitos no negócio da distribuição. UFRJ. Rio de Janeiro. 2019. Disponível: <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/biblioteca/henggeler2030.pdf>
- BARAN, R. **A introdução dos veículos elétricos no Brasil: Avaliação do impacto no consumo de Gasolina e Eletricidade**. UFRJ/COPPE. Pág.124. Rio de Janeiro. 2012. Disponível:https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/10634/1/Doutorado_Renato%20Baran_P_PO_BD.pdf
- BBC. **V2G, o sistema que permite a carros elétricos devolver energia não utilizada**.2018. Disponível: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43745137>
- BOWER, E.; ALMEIDA, P.R.; RUA, D.E. et al. **Veículos elétricos: recursos móveis de energia**. INESC TEC. Pág.174-181. 2011. Disponível: <https://repositorio.inesctec.pt/bitstream/123456789/2636/1/PS-07946.pdf>
- CABELLO,A.F. **Redes Elétricas Inteligentes no Brasil: a necessidade de uma avaliação adequada de custos e benefícios**. Repositório IPEA. 2012.Disponível: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4185/1/Radar_n19_Redes.pdf
- CAMARGO, C. **Smart Grid: a rede elétrica inteligente**. Tecmundo. 2009. Disponível: <https://www.tecmundo.com.br/internet/3008-smart-grid-a-rede-eletrica-inteligente.htm>
- CEMIG.**O que são as Redes Inteligentes de Energia?** S.d. Disponível: https://www.cemig.com.br/pt/br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/as_redes_inteligentes.aspx
- CEMIG. **Redes Inteligentes na Cemig- Projetos Cidades do Futuro**. S.D. Disponível:http://www.cemig.com.br/pt/br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/as_redes_inteligentes_na_cemig.aspx
- CGEE. **Redes Elétricas Inteligentes: contexto nacional**.2012. Disponível: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Redes_Eletricas_Inteligentes_22_mar13_9539.pdf/36f87ff1-43ed-4f33-9b53-5c869ace9023?version=1.5
- FERNANDES, L.M. **Estudos para a Implantação do Conceito Vehicle to Grid na Rede Elétrica do CT/UFRJ**. Escola Politécnica da UFRJ. 2017. Disponível: <https://docplayer.com.br/79646850-Estudos-para-a-implantacao-do-conceito-vehicle-to-grid-na-rede-eletrica-do-ct-ufrj-lucio-mascarenhas-fernandes.html>
- FRIEDMANN, R.C. **Smart Grid: Modernização da Medição de Energia Elétrica no Brasil**.CINASE.2019. Disponível: https://www.cinase.com.br/wp-content/uploads/2019/05/Weg-Smart-Grid-RENATA-CINASE_2019.pdf
- FGV ENERGIA. **O mercado de veículos elétricos no Brasil: os avanços e as lições aprendidas**.2018. Disponível: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/bc/article/download/77078/73892>

FUEL ECONOMY. **Plug-in Hybrids.** S.D. Disponível: <https://www.fueleconomy.gov/feg/phevtech.shtml>

HYDROGEN MOBILITY EUROPE. **FCEVS.** S.D. Disponível: <https://h2me.eu/about/fcevs/INOVAÇÃO E TECNOLOGIA. Carros elétricos poderão fornecer eletricidade para a rede de distribuição.2007. Disponível: https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=carros-eletricos-fornecem-eletricidade-para-rede-de-distribuicao&id=010170071211#.XgEpU-iJJPY>

INTERNACIONAL ENERGY AGENCY. **Global Energy Efficiency Action Initiative.** 2009. Disponível: <https://www.iea.org/reports/global-energy-efficiency-action-initiative>

IZO, A. **Frota Mundial de Carros Elétricos Cresce 55% no Primeiro Semestre de 2018.** Revista Auto Esporte. 2018. Disponível: <https://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2018/08/frota-mundial-de-carros-eletricos-cresce-55-em-um-ano.html>

MAÍSO, P.R.; **Nova Era. Nova Energia.** ENEL. 2017. Disponível: <https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/one-hub-brasil---2018/investidores/holding-enel-brasil/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20institucional%20Enel.pdf>

MUNDO DA ELÉTRICO. **Carros elétricos, tipos e características!** 2019. Disponível: <https://www.mundodaeletrica.com.br/carros-eletricos-tipos-e-caracteristicas/>

NOVAIS, C.R.B.; **Mobilidade Elétrica Desafios e Oportunidades.** FGV Energia. 2016. Disponível: http://www.fgv.br/fgvenergia/celso_novais_mobilidade_eletrica/files/assets/common/downloads/Celso%20Novais_Mobilidade%20Eletrica.pdf

PROOF. **Smart Grid: conheça a rede elétrica inteligente.** 2016. Disponível: <https://www.proof.com.br/2016/12/08/smart-grid/>

SCOTT, M. et al. Impact assessment of plug-in hybrid vehicles on electric utilities and regional U. S. Power grids Part 2: economic assessment. Pacific Northwest National Laboratory, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/CVWHwf>>. Acesso em: 5 maio 2015.

THEOTONIO, S.B. Veículos Elétricos e Híbridos Panorama Patentário no Brasil. INPI. 2018. Disponível: www.inpi.gov.br/menu-servicos/arquivos-dirpa/...

THE DRIVEN. **Energy sector schools electric vehicles on long road to a smarter grid.** 2019. Disponível: <https://thedriven.io/2019/06/13/energy-sector-schools-electric-vehicles-for-a-smart-grid/>

VALLE, H.B.M. **Aplicação do Conceito Vehicle to Grid para nivelamento de carga e suprimento de Bico de Demanda.** UFRJ/Escola Politécnica. Rio de Janeiro. 2015. Disponível: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015208.pdf>

VONBUN, C. **Impactos Ambientais e Econômicos dos Veículos Elétricos e Híbridos PLUG IN: Uma Revisão de Literatura.** Revista Synthesis. Volume 5. Número 2. Pág.45-63. Rio de Janeiro.2015. Disponível: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/synthesis/article/download/30472/22268>. DOI: 10.12957/synthesis.2015.30472