

## **A CADEIA GLOBAL DE VALOR DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO JAPÃO E NA COREIA DO SUL: PERSPECTIVAS DE INSERÇÃO DO BRASIL**

**AILTON CONDE JUSSANI**

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO -  
FEA

ailtoncj@uol.com.br

**GILMAR MASIERO**

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO -  
FEA

gilmarmasiero@gmail.com

**MARIO HENRIQUE OGASAVARA**

ESCOLA SUPERIOR DE PROPAGANDA E MARKETING (ESPM)

mario.ogasavara@espm.br

**MARCELO LUIZ RISSO**

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO -  
FEA

marceloluizrisso@usp.br

## **Introdução**

O carro elétrico é realidade no mercado internacional. Ao acompanhar a evolução das pesquisas realizadas ao longo de quatro décadas, Chan (2011) afirma que o sucesso de produção e comercialização de veículos elétricos depende de vários desafios a serem superados, entre eles: disponibilidade de produtos com autonomia de deslocamento a um custo acessível; disponibilidade de infraestrutura eficiente; e, disponibilidade de modelo de negócios para alavancar o custo de baterias. Japão e Coreia do Sul vêm superando esses desafios da produção e comercialização em massa de VEs por mais de duas décadas.

## **Problema de Pesquisa e Objetivo**

O problema de pesquisa é enunciado da seguinte forma: Quais são as principais características da cadeia global de valor de veículos elétricos na Coreia do Sul e Japão? O objetivo é identificar as principais características da cadeia global de valor dos veículos elétricos leves urbanos na Coreia do Sul e Japão. Adicionalmente, pretende-se indicar possibilidades de integração do Brasil nas cadeias de valor do carro elétrico.

## **Fundamentação Teórica**

Segundo Porter (1992) cadeia de valor consiste no relacionamento entre empresa e fornecedores. É utilizada para analisar competências essenciais da empresa para alcançar redução de custo e diferenciação. Essa abordagem foi ampliada para a análise das cadeias globais de valor baseadas nos suprimentos e logística global. Muitas indústrias se tornaram redes distribuídas com atividades em diversos países e regiões. Dentro dessas redes o valor agregado pode ser distribuído entre diversas localidades.

## **Metodologia**

Pesquisa qualitativa de natureza exploratória descritiva. Utilizaram-se métodos mistos de obtenção de dados segundo conceito de triangulação. Quanto aos procedimentos de coleta de dados, foram analisados documentos de empresas, observação in loco de fábricas e centros de P&D, no Japão e Coreia do Sul, além de entrevistas, de aproximadamente 90 minutos, com executivos no sentido de identificar os aspectos técnicos considerados mais importantes na cadeia global de valor de veículos elétricos.

## **Análise dos Resultados**

Entre as maiores dificuldades em fabricar veículos elétricos, destacam-se: custo dos componentes; complexidade de integração; maturidade dos fornecedores. O custo dos componentes é elevado, uma vez que não há escala de produção suficiente no mercado. A complexidade de integração entre componentes é elevada tendo em vista que aspectos mecânicos deixam de existir e há necessidade de competências-chave para o desenvolvimento de hardware e software, agora, fatores predominantes no veículo elétrico.

## **Conclusão**

As cadeias produtivas dos veículos elétricos japoneses e sul coreanos ainda em fase de consolidação são cadeias de agregação de valor local e não global. O único elo da cadeia em que se evidencia maior integração global diz respeito ao suprimento de matéria-prima onde os dois países e suas empresas dependem de fornecedores estrangeiros. Outro indicador de uma incipiente formação de uma cadeia global é o fornecimento de baterias pela Samsung para a BMW.

## **Referências Bibliográficas**

- CHAN, C. C. (2011). 25th International Electric Vehicle Symposium. World EV Journal. v. 4
- COOPER, D.; SCHINDLER, P. S. (2011). Métodos de pesquisa em administração. 10. ed. Porto Alegre: Bookman
- PORTER, M. (1992). Vantagem competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior. 33. ed. Rio de Janeiro: Elsevier
- STURGEON, T. et al. (2013). Brazilian manufacturing in international perspective: A global value chain analysis of Brazil's aerospace, medical devices and electronics industries. CNI, Sep

# **A CADEIA GLOBAL DE VALOR DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO JAPÃO E NA COREIA DO SUL: PERSPECTIVAS DE INSERÇÃO DO BRASIL**

## **INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de alternativas ao motor a combustão, seja com veículo puramente elétrico ou alguma forma híbrida de propulsão tem atraído a atenção de pesquisadores brasileiros ligados ao setor automotivo (Velloso, 2010; de Mello, Marx & Souza, 2013). Porém o assunto já é relativamente difundido em países nos quais os veículos elétricos já são uma realidade. Ao acompanhar a evolução das pesquisas realizadas ao longo de quatro décadas, Chan (2011) afirma que o sucesso de produção e comercialização de veículos elétricos depende de vários desafios a serem superados, entre eles: disponibilidade de produtos com autonomia de deslocamento a um custo acessível; disponibilidade de infraestrutura eficiente e fácil de utilizar; e, disponibilidade de modelo de negócios para alavancar o custo das baterias.

O Japão e a Coreia do Sul, diferentemente dos demais países, vem superando esses desafios da produção e comercialização em massa de VEs por mais de duas décadas. Assim, o principal objetivo deste estudo é identificar as principais características da cadeia global de valor dos veículos leves urbanos nas versões de propulsão elétrica nestes dois países. Além disso, o estudo apresenta também algumas perspectivas sobre a potencial participação do Brasil nessa cadeia de valor em formação. Basicamente, o estudo busca: (a) identificar as principais características da cadeia de valor dos veículos elétricos produzidos no Japão e na Coreia do Sul; e (b) analisar as possibilidades de integração do Brasil na cadeia global de valor dos VEs. Com a realização deste estudo espera-se contribuir com as discussões em curso sobre a viabilidade do desenvolvimento da indústria automotiva no Brasil com base na propulsão elétrica.

## **CADEIA GLOBAL DE VALOR E A INDÚSTRIA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL**

Segundo Porter (1992) cadeia de valor consiste em relacionamento entre empresa e fornecedores a montante e a jusante. Essa abordagem da cadeia de valor é utilizada principalmente para analisar as competências essenciais da empresa para alcançar redução de custo e diferenciação. De acordo com a sua tipologia, existem dois tipos de cadeias de valor: (1) atividades primárias, incluindo a logística de entrada, operações, logística de distribuição, *marketing*, vendas e serviços; e os (2) serviços de apoio, tais como infraestrutura, gestão de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia e aquisição.

Essa abordagem tem sido ampliada para a análise das cadeias globais de valor baseadas nos suprimentos e logística global. Nos últimos anos, muitas indústrias se tornaram redes geograficamente distribuídas e fornecedores globais com atividades em diversos países e regiões. Dentro dessas redes, alguns locais podem se especializar em determinadas atividades e o valor agregado pode ser distribuído entre diversas localidades, isto é, pode abranger diversos países e empresas. Basicamente é dessa forma que Sturgeon *et al* (2013) conceituam e discutem a moderna formação de Cadeias Globais de Valor (CGV).

De acordo com Branch (2009), a cadeia de suprimentos é o posicionamento relacionado ao tempo, aos recursos que garantam os materiais, as pessoas, a capacidade operacional e as informações no lugar certo, no momento certo, na quantidade e preço certos. Stock e Lambert (2001) definem a cadeia de suprimentos como o alinhamento das empresas que trazem produtos ou serviços para o mercado. Heizer e Render (2001) as definem como todas as interações entre

fornecedores, fabricantes, distribuidores e clientes. Uma vez que estas interações agregam valor ao produto, a cadeia de suprimentos é muitas vezes referida como a "cadeia de valor" na literatura de gestão estratégica.

A cadeia de valor consiste no arranjo das atividades necessárias para produzir um bem ou serviço, desde a sua concepção, passando pelas diferentes fases da produção até a entrega para o consumidor final. Para Gereffi (1999) existem dois tipos de cadeias: as cadeias orientadas por produtores e cadeias orientadas por compradores. Independente de sua orientação, de acordo com o estudo de Kaplinsky e Morris (2001) os agentes presentes em cada um dos elos da cadeia de produção contribuem para aumentar o valor do produto.

Nas cadeias orientadas por produtores a empresa líder é o fabricante ou empresa industrial integrada que controla o sistema de produção por meio de sua rede de fornecedores, filiais e terceirizados. Cadeias orientadas por produtores são típicas de capital e tecnologia intensiva de indústrias tais como, automóvel, aeroespacial e máquinas elétricas. Já nas cadeias orientadas por compradores, a empresa líder é o revendedor que deriva sua posição a partir do seu conhecimento do mercado consumidor. Estas cadeias são normalmente encontradas em indústrias tais como, vestuários, eletrônicos de consumo e alimentos.

Um fator relevante a ser destacado nas cadeias de valor são as competências que as empresas possuem para gerenciar tal cadeia. Nisto pode-se destacar o estudo de Quinn (1992) que já no início dos anos de 1990 alertava que para executar estratégias mais eficientes, as empresas dependeriam mais de seus recursos intelectuais do que da gestão de seus recursos físicos. Além deles, como chamam a atenção Kley *et al* (2011), que avaliando especialmente a indústria de veículos elétricos, mapeiam os agentes envolvidos e adicionam a importância que o modelo de negócios e a forma de gestão dos *stakeholder* possui para o sucesso da empresa neste setor.

Para Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005) a indústria automotiva pode ser considerada um exemplo típico de cadeia produtiva comandada pelo produtor. Com a difusão do modelo de produção da Toyota, a indústria se reorganizou formando uma rede de empresas subcontratadas, permitindo às montadoras “jogar” para fora parte do processo produtivo e focar em suas competências centrais. As empresas líderes nesta indústria se encarregam do *design* do produto, da produção da maioria dos motores e transmissões e da montagem final dos veículos em suas plantas produtivas. São as grandes empregadoras, comerciantes e promotoras de inovações, com substancial poder de coordenação e de compra mediante os seus fornecedores. Estas características presentes na indústria tradicional parecem não se repetir no emergente setor da mesma indústria quando considerado o sistema de propulsão elétrico.

Os VEs apresentam uma série de vantagens: são mais simples e demandam menos utilização e substituição de peças e partes (não possuem itens como caixa de marchas, bomba de combustível, filtros, correias, bicos injetores, radiador e alternador), além de zerar a emissão de poluentes. Como resultado, os veículos elétricos apresentam menor custo de manutenção em relação aos veículos à combustão interna (CPqD, 2015), porém os custos de produção seguem sendo bastante superiores, principalmente na fabricação das baterias, e atualmente apresentarem-se como um dos grandes desafios tecnológicos a serem superados.

Conforme o método utilizado para a produção das células, módulos e *packs*, este poderá interferir no desempenho da bateria. Desta forma, verifica-se na cadeia de valor a importância na produção de células, módulos e *packs* sugeridos por Dinger *et al* (2010). Para San Román, Momber, Abbad e Miralles (2011), que acreditam que a mobilidade tradicional baseada em

combustíveis fósseis acabará, além dos desafios tecnológicos parece existir também grande dificuldade de coordenação de todos os agentes que participam dos esforços de viabilização dos VEs para o consumo de massa, principalmente nos aspectos relacionados a construção de infraestrutura. Nos estudos desenvolvidos por Fournier et al. (2011) sobre o desenvolvimento da indústria de VEs, seus componentes eletrônicos e suas baterias, destacam-se na cadeia de valor dos mesmos em função destes dois produtos apresentarem desafios tecnológicos significativos, além de serem os componentes menos duráveis.

Alguns países vêm enfrentando estas dificuldades de forma mais acentuada que outros. De acordo com a IEA (2016), EUA, China, Japão, Holanda e Noruega, são os maiores consumidores de veículos elétricos. Embora *rankings* consolidados sobre a produção destes veículos ainda não estejam disponíveis é consenso, entre os especialistas do setor, que Japão, Coreia do Sul, Alemanha e China têm apresentado os avanços tecnológicos mais significativos. Por exemplo, entre os dez maiores líderes em desenvolvimento e volume de produção de baterias, cinco são japoneses: AESC, GS Yuasa, Hitachi, Panasonic e Toshiba; dois são sul-coreanos: LG Chem, Samsung SDI; uma *joint venture* entre Alemanha e Coreia do Sul: SK Continental E-Motion e um chinês: BYD (Growth Analysis, 2013; Navigant Research, 2014).

Já o Brasil, que é o sexto maior consumidor de veículos automotores (OICA, 2015), ainda não apresenta significativas iniciativas de desenvolvimento de VEs ou de qualquer um de seus componentes. A partir de 2006, o país inicia o desenvolvimento de tecnologia para VEs através de um projeto administrado pela Itaipu Binacional e pela controladora de hidrelétricas suíças Kraftwerke Oberhasli (KWO), em parceria com a também suíça MES DEA e a montadora italiana FIAT. A atual linha tem capacidade para montar entre 40 e 50 veículos, do modelo Palio *Weekend* Elétrico, por ano. O projeto conta ainda com o apoio de diversas outras instituições, tais como Eletrobras, Moura, WEG e Petrobras. A parceria entre Itaipu e KWO inclui ações de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia na área de meios de transportes movidos à eletricidade (Itaipu, 2014a; 2014b).

Outra iniciativa teve início em 2013 entre a Itaipu Binacional e a montadora francesa Renault. O acordo de cooperação tecnológica prevê a montagem do modelo *Twizy*, mini-carro de uso estritamente urbano, no Centro de Pesquisa de Desenvolvimento e Montagem de Veículos Elétricos de Itaipu, em Foz do Iguaçu, no Paraná. Com o acordo, a Renault passou a integrar o grupo de parceiros do Programa Veículo Elétrico, iniciativa liderada pela Itaipu Binacional e a empresa suíça KWO (Itaipu, 2014b).

Com a excessão de algumas linhas de crédito do BNDES, o Brasil não possui uma política nacional de incentivos a produção e ao consumo dos VEs. Algumas perspectivas e oportunidades apontadas por Castro & Ferreira (2010) ainda não foram nacionalmente aproveitadas. Entretanto, iniciativas estaduais começam a ser construídas. Por exemplo, sete governos estaduais concederam isenção total de IPVA – Imposto sobre a propriedade de veículos automotores, para veículos elétricos: Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Sergipe. Em outros três estados os veículos elétricos possuem alíquota diferenciada de IPVA: Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo. Vale lembrar que proprietários de veículos elétricos da cidade de São Paulo estão isentos do rodízio de veículos instituído em 1997 (ANFAVEA, 2015).

A lei Nº 12.996, de 18 de Junho de 2014 instituiu o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores - INOVAR-AUTO possibilitando as montadoras de veículos instaladas no país reduzir em até quatro pontos

percentuais o IPI, dependendo do investimento em inovação e desenvolvimento de engenharia no país. Os benefícios desta lei são para todos os tipos de veículos não contemplando de forma especial os VEs. Mesmo sem incentivos específicos a empresa alemã, BMW, introduziu no mercado brasileiro seu modelo elétrico BMW i3. Esse modelo rodou pela primeira vez na cidade de São Paulo em Janeiro de 2014 e desde então vem sendo comercializado em todo país. Feito para o ambiente urbano, o BMW i3 possui uma autonomia entre 130 e 160 km. Esse modelo é fabricado em Leipzig, na Alemanha e comercializado naquele e em outros países do mundo. (BMW, 2014).

Em síntese, é incipiente a produção e comercialização de VEs no país. Os custos associados à importação influenciam as estratégias de lançamento desses modelos pelas montadoras no Brasil o que resulta na baixa difusão desses veículos. As iniciativas parecem ainda não estarem associadas ao desenvolvimento de ainda embrionárias cadeias de valor sendo constituídas pelos principais *players* dessa emergente indústria. Esse desenvolvimento no caso da indústria japonesa e sul-coreana é considerado abaixo, após uma breve descrição dos procedimentos metodológicos adotados para o estudo.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Estudo preliminar buscando revisar a literatura nacional sobre o assunto objeto deste estudo apresentou uma quantidade pouco expressiva de resultados. Um amplo exame dos currículos Lattes de pesquisadores brasileiros, buscados com as palavras-chave “carro elétrico” e “veículos elétricos”, evidenciou o baixo envolvimento da academia brasileira na produção de conhecimentos sobre este tema. Muitos pesquisadores ainda estão envolvidos com estudos e pesquisas relativas a indústria automotiva tradicional, com pouca atenção para a emergente indústria dos VEs.

Este estudo é de natureza descritiva, com triangulação desenvolvida por meio de métodos mistos de obtenção de dados. Entrevistas com executivos de empresas japonesas e sul-coreanas envolvidas na produção e comercialização de VEs ocorreram entre os meses de março e abril de 2015. Além da observação *in loco* de várias fábricas e laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com aproximadamente 90 minutos de duração com os executivos dessas empresas, identificados ao longo do texto, por JE de 01 a 06 (no caso de japoneses) e CE de 07 a 14 (no caso de sul-coreanos). A lista de executivos, suas empresas, país e cidade onde estão operando, bem como o cargo ou função exercida, estão relacionados no Quadro 1 (*cf.* ANEXO 1). Além disto, foram realizadas interlocuções com outro pesquisador brasileiro da área de energia trabalhando na Fundação CPqD, neste caso sendo identificado por BE15.

As entrevistas foram conduzidas a partir de cinco questões abrangentes relativas as competências essenciais das empresas, sua participação na cadeia global de valor, seus principais desafios no desenvolvimento de VEs, nas tendências tecnológicas do setor e nos preços de seus produtos finais. Tais questões foram elaboradas a partir da breve revisão da literatura realizada e apresentadas no Quadro 2, separados em 5 grandes grupos: (1) Competências empresarias; (2) Cadeias globais de valor dos veículos elétricos; (3) Suprimentos; (4) Tendências tecnológicas e (5) Infra-estrutura.

**Quadro 2 - Principais questões utilizadas nas entrevistas**

#	QUESTÃO BÁSICA	TEMA	AUTORES
1	Quais competências são necessárias para o desenvolvimento da produção e comercialização de VEs?	Competências empresariais	Porter (1992) Quinn (1992) Kley et al (2011)
2	Como se caracteriza a cadeia de valor dos VEs em seu país?	CGV de VEs	Gereffi (1999) Kaplinsky & Morris (2001) Gereffi et al (2005) Sturgeon et al (2013)
3	Como está organizada a cadeia de suprimentos?	Suprimentos	Heizer & Render (2001) Stock & Lambert (2001) Branch (2009)
4	Quais os desafios tecnológicos a serem superados para viabilizar a comercialização de VEs em larga escala?	Tendências tecnológicas	Chen et al (2010) Castro & Ferreira (2010) CPqD (2015) Dinger <i>et al</i> (2010)
5	Quais os principais aspectos relacionados a infraestrutura que estão impactando o desenvolvimento dos VEs?	Infra-estrutura	San Román et al. (2011) Fournier et al (2012)

FONTE: Os autores, 2015.

Antes da efetiva realização das entrevistas, um pré-teste colaborativo de validação do roteiro das questões foi desenvolvido com um especialista da área de *operations management* na empresa Mercedes-Benz do Brasil Ltda. O pré-teste exige que o roteiro das entrevistas seja testado em campo por respondentes com características e formação semelhante aos respondentes desejados. Sob este aspecto, alerta-se o respondente sobre seu envolvimento no teste preliminar do roteiro, como colaborador, caracterizando-se o processo de refinamento do instrumento (Cooper & Schindler, 2011; Marconi & Lakatos, 2010).

Para a consolidação, tratamento e análise das informações coletadas foi realizada a transcrição das entrevistas, e utilizado um software de análise qualitativa de arquivos diversos (Atlas TI). Este software permite a criação e visualização de grupos conceituais previamente definidos através de uma grande quantidade de dados, possibilitando identificar as similaridades nas falas dos entrevistados para posteriormente selecionar as mais esclarecedoras dos assuntos tratados.

## **CARACTERÍSTICAS DA CADEIA DE VALOR DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO JAPÃO E NA COREIA DO SUL**

A preocupação global com o meio ambiente e com a preservação de recursos naturais levou a indústria automotiva mundial a pensar em novas alternativas de mobilidade. De forma mais frequente os VEs são vistos como parte da solução dos problemas de emissão de poluentes, além de um transporte urbano eficiente e silencioso. Sob este ponto de vista, optou-se por analisar as características da cadeia de valor do veículo elétrico no Japão e Coreia do Sul por apresentarem avanços no desenvolvimento desta tecnologia e superarem desafios na produção e comercialização de veículos elétricos e híbridos em larga escala por aproximadamente duas décadas.

Durante o levantamento de dados, verificaram-se dificuldades em fabricar veículos elétricos. Entre as maiores dificuldades, citadas pelos entrevistados, destacam-se: custo dos componentes; complexidade de integração; maturidade dos fornecedores. Justificam-se essas dificuldades, pois o custo dos componentes é elevado uma vez que ainda não há escala de produção suficiente no mercado. A complexidade de integração entre os componentes é elevada uma vez que os aspectos mecânicos deixam de existir e há necessidade de competências-chave para o desenvolvimento de *hardware* e *software*, agora, fatores predominantes no veículo elétrico.

Segundo JE02, JE04 e CE13, verifica-se que há poucos fornecedores de autopeças e componentes qualificados no mercado asiático. No aspecto relativo à matéria-prima JE03, JE04, CE07, CE13 e BE15 mencionaram desdobramentos relacionados ao mercado de minério, tendo em vista o lítio que está presente nas baterias de tecnologia mais avançada. Sendo o lítio um minério escasso e com reservas concentradas em poucos países esses entrevistados vislumbram forte tendência de busca por materiais alternativos. Além disso, por ser reciclável pode-se esperar o crescimento da indústria de reciclagem.

Na introdução de veículos elétricos verificam-se grandes mudanças na indústria automotiva, que vão além do *powertrain* (principal sistema veicular que compreende o motor e a transmissão). Novos componentes e peças, como regeneradores de energia dispersada na frenagem são incorporados aos veículos. A energia acumulada na bateria exerce a função realizada pelo tanque de combustível. Para os entrevistados J04, J06, CE08 e CE11 o mercado de reposição (autopeças) poderá sofrer mudanças por serem mais simples e com menos partes moveis e os motores elétricos provavelmente necessitarão de menos manutenção. Sistemas de diagnóstico à distância podem se tornar mais frequentes no setor automotivo. Assim, espera-se uma aceleração da mudança de paradigma da indústria de autopeças com a utilização cada vez maior de sistemas eletrônicos em substituição aos sistemas mecânicos.

Elementos importantes na cadeia de valor do veículo elétrico dizem respeito ao *hardware* e *software* que combinados resultam no sistema de controle eletrônico. Esse sistema é o responsável pelo controle dos demais elementos do veículo e sua funcionalidade permite otimizar o uso das baterias e melhorar o desempenho do veículo. O sistema é adaptado às características específicas de cada modelo e durante as entrevistas foi considerado como informação confidencial. Como exemplo, cita-se o sistema conhecido como BMS, *Battery Management System*. Para JE02, CE10 o desenvolvimento de sistemas eletrônicos são uma excelente oportunidade para países como Brasil se inserirem na cadeia de valor dos VEs, pois, segundo eles o país é reconhecido mundialmente no desenvolvimento de *softwares*.

Dentro da perspectiva do projeto (*design*) do veículo elétrico, ou seja, a integração de todos os elos da cadeia global de valor, verificam-se mudanças fundamentais uma vez que o peso do veículo está relacionado com a autonomia. Por exemplo, JE03, CE07 e BE15 ponderam que a bateria de tração é um conjunto de *packs* relativamente pesado e o motor do veículo elétrico é mais leve em relação ao de combustão interna. O resultado final será uma diminuição de peso do veículo que deverá ser levado em consideração nos cálculos de sua autonomia.

Embora haja energia disponível para recarga de veículos elétricos, há dois fatores a considerar: infraestrutura e tempo de recarga. No que concerne à infraestrutura, verifica-se que a autonomia da bateria do veículo elétrico é superior à distância média diária (*daily commute*) percorrida pelos veículos nas cidades. Desta forma, seria viável que a recarga fosse feita na residência do usuário. Porém, a recarga é um ponto que causa restrição ao uso do veículo elétrico e, portanto,

dificulta a difusão da tecnologia. A provável solução, segundo a maioria dos entrevistados, será implantar uma infraestrutura de recarga em estacionamentos, *shopping-centers*, entre outros locais.

Por exemplo, nas entrevistas realizadas no Japão, JE01, JE04, JE06, mencionaram o surgimento de uma associação entre as montadoras Toyota, Nissan e Mitsubishi com a Tokyo Electric Power Company (TEPCO) tendo como resultado uma iniciativa denominada CHAdeMO, *CHArge de MOve* (TEPCO, 2010). Essa iniciativa provê infraestrutura de recarga padronizada para os usuários de veículos elétricos no Japão. Posteriormente outras montadoras adotaram o sistema, entre elas, Mazda, Honda e Subaru, além da sul coreana KIA/Hyundai (CHAdeMO, 2015).

Na Coreia do Sul, CE12 e CE14 relataram que a cidade de Seoul planeja aumentar o número de carregadores rápidos para 136 em 2015 e 280 em 2016. Espera-se chegar em 600 estações de recarga em 2018 de forma que se possa encontrar pelo menos um carregador em qualquer lugar na cidade no intervalo de 5 minutos. Dentro desta perspectiva, o governo planeja criar um complexo industrial especializado em VEs de todos os tipos, tais como, caminhões elétricos, motocicletas; além de estações de recarga. A cidade de Seoul, segundo esses executivos, planeja incorporar em sua frota até 2018 40.000 carros elétricos, 3.000 ônibus elétricos, e 7.000 táxis e caminhões elétricos.

O tempo de recarga das baterias segue sendo elevado se comparado com o abastecimento de um tanque de combustível. Uma alternativa para amenizar essa limitação é possuir duas modalidades de recarga: lenta e rápida. Na recarga rápida disponibilizam-se tensões mais elevadas e como consequência há redução do tempo. Por exemplo, a Mitsubishi na modalidade rápida carrega 80% da capacidade da bateria em 30 minutos (Mitsubishi Motors, 2015). É importante notar que o problema de recarga atinge em essência os veículos puramente elétricos. Os veículos híbridos normalmente possuem autonomia estendida pelo uso do motor de combustão interna.

## **POSSIBILIDADES DE INTEGRAÇÃO DO BRASIL NA CGV DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS**

De acordo com estudo realizado pela McKinsey (2011), nos próximos 25 anos esperam-se tendências rígidas de regulamentações para a emissão de CO<sub>2</sub>, o que levaria ao desaparecimento gradual dos veículos de combustão interna (ICE, *Internal Combustion Engine*) e o surgimento de um portfólio diversificado de motores elétricos (BEV, *Battery Electric Vehicle*) e híbridos (HEV, *Hybrid Electric Vehicle* ou REEV, *Range Extended Electric Vehicle*). Neste cenário, é possível e provável uma gradual aumento de uma frota de veículos puramente elétricos predominado sobre as demais tecnologias ligadas à mobilidade automotiva.

O estudo da McKinsey (2011) considerou que se a restrição de emissões de CO<sub>2</sub> for estabelecida em 10 g/km<sup>2</sup> entre 2020 e 2050, os veículos de combustão interna deixarão de existir e haverá uma significativa predominância do veículo puramente elétricos em 2050. Em cenário semelhante, a WBCSD (2015) informa que entre 2020 e 2040, várias tecnologias coexistirão. Nesse sentido, levando em conta que a matriz energética brasileira é predominantemente de recursos renováveis, sendo as usinas do tipo hídrica responsáveis por 61,7% da energia elétrica gerada no país (ANEEL, 2015) e que o setor de transportes responde por 61,3% do consumo de petróleo e emissões de CO<sub>2</sub> (IEA, 2016) pode-se vislumbrar uma excelente oportunidade para o Brasil obter significativos benefícios ambientais na adoção de VEs.

Independente dos cenários construídos por empresas de consultoria ou outros agentes interessados no desenvolvimento dos VEs inúmeros entrevistados para a realização deste estudo vislumbram oportunidades do Brasil vir a participar de uma potencial CGV de VEs. Executivos do setor automotivo japonês e sul coreano mencionaram que embora as empresas necessitem superar desafios técnicos específicos já é possível buscar ganhos de eficiência na fabricação e fornecimento de componentes desenvolvidos em outras regiões que não os seus estados nacionais. O Quadro 3, apresenta uma síntese de comentários realizados por vários entrevistados sobre oportunidades para o Brasil se integrar a uma incipiente CGV de VEs. Alguns deles, porém (JE01, JE05, CE09 e CE13), reconhecem que seus países estão empenhados em capturar segmentos de valor da CGV; não só para aumentar as exportações, mas para garantir acesso aos insumos de padrão mundial às empresas locais, conforme sugerido por Sturgeon *et al* (2013).

**Quadro 3 - Oportunidades de integração do Brasil na Cadeia Global de Valor dos VEs**

#	ELOS DA CADEIA DE VALOR DOS VEs	PORQUE É UMA OPORTUNIDADE DE INTEGRAÇÃO DO BRASIL NA CGV DO VEÍCULO ELÉTRICO
1	Peças componentes	O mercado de motores elétricos oferece oportunidade de fabricação comercialmente viável no Brasil, resultando em menor custo do componente e menor complexidade de integração.
2	<i>Software</i>	O desenvolvimento de <i>software</i> oferece oportunidade no segmento de BMS, <i>Battery Management System</i> . São necessárias competências-chave para o desenvolvimento deste tipo de <i>software</i> e o país possui força de trabalho qualificada neste setor.
3	Baterias de tração (íon-lítio)	A formação de alianças estratégicas e/ou <i>joint-ventures</i> entre fornecedores e montadoras em países com plantas já estabelecidas, como é o caso do Brasil, resultariam em uma maior redução dos custos de integração de componentes.

FONTE: Os autores, 2015.

Adicionalmente, entrevistados sul-coreanos (CE12, CE13, CE14) mencionaram a possibilidade de o Brasil adotar uma iniciativa semelhante àquela que foi implementada na ilha de Jeju, na Coreia do Sul. A ilha Jeju, configura-se em um ambiente propício para a utilização de veículos elétricos, pois apresenta uma infraestrutura de carregamento público. Em Jeju, o carregamento das baterias é gratuito. Além disso, é uma ilha relativamente pequena em formato oval com dimensões aproximadas de 70 km por 30 km. Motoristas podem transitar pela ilha com uma única carga de bateria. Em 2014, aproximadamente 850 veículos elétricos já transitavam na ilha e estavam previstos outros 1.500 até o final de 2015 (IEEE Spectrum, 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do veículo elétrico exige a superação de obstáculos, como resistência dos consumidores que anseiam por mais autonomia e infraestrutura, entre outros. A gradual introdução dos VEs em um maior número de mercados bem como sua expansão onde eles já estão presentes será responsável por um profundo rearranjo na indústria automotiva. Por exemplo, a exigência de manutenção é menos frequente, pois um motor elétrico é mais simples, isto é, não possui itens como caixa de transmissão, bomba de combustível e nem mesmo há necessidade de óleo lubrificante.

Considerando as entrevistas realizadas, os dados secundários sistematizados bem como observações in loco realizadas quando das visitas as empresas participantes deste estudo, pode-se concluir que as cadeias produtivas dos VEs japoneses e sul coreanos ainda em fase de consolidação são cadeias de agregação de valor local e não global. O único elo da cadeia em que se evidencia maior integração global diz respeito ao suprimento de matéria-prima onde os dois países e suas empresas dependem de fornecedores estrangeiros. Outro indicador de uma incipiente formação de uma cadeia global é o fornecimento de baterias pela Samsung para a BMW.

Apesar dos desafios tecnológicos a serem enfrentados para se obter as vantagens e e minimizar as desvantagens na utilização de baterias de íon-Lítio, apontados pelos entrevistados, os mesmos apontaram várias oportunidades de o Brasil se integrar na CGV dos VEs em estágio incipiente de formação. Além de indicar o potencial de participar da mesma como fornecedor de matéria-prima (o lítio) a ser extraída em minas situadas na Bolívia, Argentina e Chile, via competências locais, notadamente as da mineradora Vale eles indicaram outras áreas das quais a produção de BMSs parece ser a mais promissora devido a reconhecida capacitação brasileira na área de informática.

Realizar estudos examinando as implicações da participação do Brasil na emergente indústria do veículo elétrico, notadamente, no aproveitamento das oportunidades apontadas pelos entrevistados certamente é uma promissora agenda de pesquisa. Este estudo, mesmo sendo baseado na subjetividade dos entrevistados, aponta para inúmeras possibilidades de se ampliar o conhecimento sobre as incipientes cadeias de valor locais do veículo elétrico e para possibilidades de o Brasil se integrar às mesmas via sua participação em alguns elos dessas cadeias. notadamente no potencial fornecimento de matéria-prima para a produção de baterias e na produção de BMS.

## REFERÊNCIAS

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (2015). Matriz de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 20/05/2016.
- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (2015). Anuário da indústria automobilística brasileira 2015. São Paulo. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 20/05/2016.
- BMW. (2014). BMW i3: Elétrico e eletrizante. Disponível em: <<http://www.bmw.com.br/br-pt/new-vehicles/i/i3/2013/showroom/index.html>>. Acesso em: 20/05/2016.
- Branch, A. E. (2009). Global supply chain management and international logistics. Routledge.
- Castro, B. H. R. D., & Ferreira, T. T. (2010). Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. BNDES Setorial, n. 32, set. 2010, p. 267-310.
- CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (2015). Mobilidade elétrica: caminho para um planeta sustentável. Disponível em: <<http://www.cpqd.com.br/midia-eventos/conexao-cpqd/conexao-cpqd-janeiro-2015>>. Acesso em: 20/05/2016.
- CHAdEMO. (2015). Disponível em: <<http://www.chademo.com/wp/chademo-ev/>>. Acesso em: 20/05/2016.
- Chan, C. C. (2011). 25th International Electric Vehicle Symposium. Disponível em: <<http://www-evs24.org/wevjournal/vol4/foreword.html>>. World EV Journal. v. 4.

- Chen, Y., Ji, G & Zhou, S. (2010). Strategic thoughts on the promotions of electric mobility. Shenzhen, China. *World EV Journal*, 4, 266-271.
- Cooper, D., & Schindler, P. S. (2011). *Métodos de pesquisa em administração*. Bookman.
- Dinger, A., Martin, R., Mosquet, X., Rabl, M., Rizoulis, D., Russo, M., & Sticher, G. (2010). *Batteries for electric cars: Challenges, opportunities, and the outlook to 2020*. Boston Consulting Group.
- Fournier, G., Hinderer, H., Schmid, D., Seign, R., & Baumann, M. (2012). The new mobility paradigm: Transformation of value chain and business models. *Enterprise and Work Innovation Studies*, 8, 9-40.
- Gereffi, G. (1999). International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *Journal of international economics*, 48(1), 37-70.
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of international political economy*, 12(1), 78-104.
- Growth Analysis (2013). *Governance for electric vehicle innovation: Lessons from South Korea, India, China and Japan*. Swedish Agency For Growth Policy Analysis. Mar.
- Heizer, J. H., & Render, B. (2001). *Administração de operações: bens e serviços*. LTC.
- Hitachi (2015). Lithium-ion batteries support Hybrid electric systems. Disponível em: <<http://www.hitachi-ve.co.jp/en/products/battery/index.html>>. Acesso em: 20/05/2016.
- IEEE Spectrum (2015). Korean Island Plans for All Cars to Be Electric by 2030. Disponível em: <<http://spectrum.ieee.org/energywise/transportation/efficiency/korean-island-plans-for-all-electric-vehicles-by-2030>>. Acesso em: 20/05/2016.
- IEA - International Energy Agency (2016). Global EV outlook 2016: Beyond one million electric cars. Disponível em: <[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global\\_EV\\_Outlook\\_2016.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf)>. Acesso em: 20/06/2016.
- Itaipu (2014a) Projeto Veículo Elétrico. Disponível em: <<http://www2.itaipu.gov.br/ve>>. Acesso em: 20/05/2016.
- Itaipu (2014b). Disponível em: <<https://planejamento.gov.br/cadastrros/noticias/2013/2/20/itaipu-quer-desenvolver-cadeia-do-carro-eletrico>>. Acesso em: 20/05/2016.
- Kaplinsky, R., & Morris, M. (2001). *A handbook for value chain research* (Vol. 113). Ottawa: IDRC.
- Kley, F., Lerch, C., & Dallinger, D. (2011). New business models for electric cars—A holistic approach. *Energy policy*, 39(6), 3392-3403.
- Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. In *Fundamentos de metodologia científica*. Atlas.
- McKinsey (2011). *Boost! Transforming the powertrain value chain - a portfolio challenge*. McKinsey&Company. Disponível em: <[http://actionsincitatives.ifsttar.fr/fileadmin/uploads/recherches/geri/PFI\\_-VE/pdf/McKinsey\\_boost.pdf](http://actionsincitatives.ifsttar.fr/fileadmin/uploads/recherches/geri/PFI_-VE/pdf/McKinsey_boost.pdf)>. Acesso em: 20/05/2016.
- de Mello, A. M., Marx, R., & Souza, A. (2013). Exploring scenarios for the possibility of developing design and production competencies of electrical vehicles in Brazil. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 13(3), 289-314.
- Mitsubishi Motors (2015). i-MiEV. Disponível em: <<http://www.mitsubishi->

motors.com/special/ev/>. Acesso em: 20/05/2016.

Navigant Research (2014). Lithium ion batteries for Electric Vehicles. Disponível em: <<http://www.navigantresearch.com/research/navigant-research-leaderboard-report-lithium-ion-batteries-for-electric-vehicles>>. Acesso em: 20/05/2016.

OICA - Organisation Internationale des Constructeurs D'Automobiles (2015). Sales Statistics. Disponível em: <<http://www.oica.net/category/sales-statistics/>>. Acesso em: 20/05/2016.

Porter, M. E. (1992). Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior (Vol. 511, pp. 1989-13). Rio de Janeiro: Campus.

Quinn, J. B. (1992). The intelligent enterprise a new paradigm. *The Executive*, 6(4), 48-63.

San Román, T. G., Momber, I., Abbad, M. R., & Miralles, Á. S. (2011). Regulatory framework and business models for charging plug-in electric vehicles: Infrastructure, agents, and commercial relationships. *Energy policy*, 39(10), 6360-6375.

Stock, J. R., & Lambert, D. M. (2001). *Strategic logistics management* (Vol. 4). Boston, MA: McGraw-Hill/Irwin.

Sturgeon, T., Gereffi, G., Guinn, A., & Zylberberg, E. (2013). *Brazilian Manufacturing in International Perspective: A Global Value Chain Analysis of Brazil's Aerospace, Medical Devices, and Electronics Industries*. Governance & Competitiveness (CGGC).

Velloso, J. P. R. (Coord.). (2010). *Estratégia de implantação do carro elétrico no Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Altos Estudos (INAE), Cadernos Fórum Nacional 10.

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development (2015). *The Vision 2050: The new agenda for business report*. Disponível em: <<http://www.wbcd.org/vision2050.aspx>>. Acesso em: 20/05/2016.

## ANEXO 1

**Quadro 1 - Empresas e executivos entrevistados**

#	CARGO / FUNÇÃO DO ENTREVISTADO	EMPRESA / INSTITUIÇÃO	PAÍS	CIDADE
JE01	Manager Marketing Promotion E-Mobility Business Office	Mitsubishi Motors Corporation	Japão	Tokyo
JE02	Global Hybrid Center/PE Truck Systems(TP/AGH)	Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation	Japão	Kawasaki
JE03	Executive Chief Engineer Battery Business Division	Hitachi Automotive Systems, Ltd.	Japão	Ibaraki
JE04	Vice Chairman Executive Managing Director	Japan Auto Parts Industries Association	Japão	Tokyo
JE05	President Professor Emeritus	Kawasaki Business Incubation Center / Keio University	Japão	Kanagawa
JE06	Head of the Research Automotive Parts Industry	Waseda University	Japão	Tokyo
CE07	Director / Product Planning	Samsung SDI Co., Ltd.	Coreia do Sul	Seoul
CE08	Executive Director of Global Transmission & Electrification	General Motors Company USA	Coreia do Sul	Seoul
CE09	Vice President of Powertrain	GM Korea Company	Coreia do Sul	Seoul
CE10	Vice President of Quality	GM Korea Company	Coreia do Sul	Seoul
CE11	President, CEO & Chairman	GM Korea Company	Coreia do Sul	Seoul
CE12	President ACSB and ICSB	Asia Council of Small Business International Council of SB	Coreia do Sul	Seoul
CE13	Director R&D Planning Group / R&D Division	Hyundai Motor Group	Coreia do Sul	Namyang
CE14	Researcher, Associate Automotive Industry	Korea Automotive Research Institute / Hyundai Motor Group	Coreia do Sul	Seoul
BE15	Pesquisador da Área de Sistemas de Energia	Fundação CPqD Centro de Pesquisa e Desenvolvimento	Brasil	Campinas

FONTE: Os autores, 2015.