

# **Perspectivas para a implantação do veículo elétrico no Brasil: uma análise a partir do Sistema Nacional de Inovação e das redes colaborativas de C&T**

## **Abstract**

This article speculates on the possibilities of technology development and production of electric vehicles in Brazil. The market for electric vehicles, although still in consolidation, coexists with challenges to their commercial viability in view of the technological uncertainties and choices for technical routes. From another angle, it creates a "window of opportunity", which makes imperative to question the possibilities of Brazil come to occupy a position of prominence in this scenario. From the analysis of the actions taken by the main agents that comprise the Brazilian System of Innovation – Government, ICT and Enterprises –, it can be noted that the current stage of technological development of the electric vehicle in Brazil has only conducted to incremental developments. There are, however, efforts in creating specific competencies in R&D and of human resources related to electric vehicle technologies that deserve mention.

## **Resumo**

Este artigo faz uma reflexão sobre as possibilidades de desenvolvimento de tecnologias e da produção de veículos elétricos no Brasil. O mercado para veículos elétricos, embora em fase de consolidação, convive com desafios para sua viabilidade comercial haja vista as inúmeras indefinições tecnológicas e de escolhas por rotas técnicas. Por outro ângulo, configura uma “janela de oportunidades”, o que torna imperativo questionar quais as possibilidades do Brasil vir a ocupar alguma posição de destaque neste cenário. A partir da análise das ações empreendidas pelos principais agentes que compõem o Sistema Brasileiro de Inovação – Governo, ICTs e Empresas –, observou-se que o atual estágio de desenvolvimento tecnológico do veículo elétrico no Brasil conta apenas com a realização de desenvolvimentos incrementais e de certa forma bastante pontuais. Há, entretanto, esforços na criação de competências específicas em P&D e na formação de recursos humanos em tecnologias vinculadas ao veículo elétrico que merecem destaque.

## **1. Introdução**

O debate acerca da relevância do desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis aplicáveis à indústria automobilística tem se adensado nos últimos anos. Dentre os motivadores está a atualidade do tema que se reveste de relativa urgência em encontrar soluções para problemas ambientais agravados pelo impacto dos seus produtos (veículos). Um dos alvos desta crítica tem sido o motor a combustão interna que tem, como fonte de energia, os combustíveis fósseis, os quais são poluentes e contribuem com o efeito estufa. O cerne da discussão está na nova fonte de energia que alimentará os veículos, com destaque para a possível transição do motor de combustão interno para outra tecnologia. Ocorre que são várias as rotas tecnológicas e indefinições estratégicas quanto à motorização que prevalecerá na indústria automotiva (Freysenet, 2011). Entre as apostas, está o desenvolvimento do veículo elétrico.

Várias empresas, em especial as multinacionais (EMNs), têm se envolvido com o projeto de desenvolver o veículo elétrico, fortemente apoiadas por seus países de origem (Barbosa et al., 2010). É uma aposta ainda em aberto, considerando que o mercado para carros elétricos não está consolidado. Ademais, trata-se de uma tecnologia permeada por várias indefinições (Velloso, 2010; Rocco, 2010). A complexidade relativa às tecnologias aplicadas ao veículo elétrico torna-se maior se considerarmos que tal desenvolvimento envolve não só a indústria automobilística, mas também o setor de energia e o eletroeletrônico. Além do que, a implementação do veículo elétrico também requer mecanismos de incentivos e de fomento por parte dos governos, o que implica, entre outras coisas, a instalação de infraestrutura para recarga e troca das baterias.

Embora os desafios para a viabilidade desta tecnologia sejam inúmeros, trata-se de uma “janela de oportunidade” ainda em aberto. A questão que se coloca é: o Brasil teria condições de conquistar algum tipo de liderança neste mercado? Quais ações têm sido implementadas no sentido de viabilizar o desenvolvimento de tecnologias voltadas ao carro elétrico no Brasil?

Este artigo propõe uma reflexão acerca destas questões a partir de uma investigação focada nos atores do Sistema Nacional de Inovação (SNI) e das redes colaborativas que se formam no Brasil voltados ao desenvolvimento de tecnologias para o veículo elétrico. Considere que a função de um SNI é gerar, difundir e utilizar tecnologia, e a sua *performance* depende da capacidade dos atores em desempenharem essas atividades, gerando valor econômico, o que faz com que tal referencial de análise seja o recomendado para o projeto que aqui se pretende desenvolver. Ademais, sabe-se que os SNI em países em desenvolvimento são tipicamente ineficientes ou inefetivos em termos de produção e exploração de conhecimento, o que traz para este estudo um desafio adicional.

Nesta perspectiva, para buscar respostas às perguntas de pesquisa, foi realizada uma investigação sobre a estrutura existente e as ações implementadas pelos agentes do tripé do SNI em prol da viabilidade da consolidação de *expertise* no Brasil no desenvolvimento de tecnologias vinculadas ao desenvolvimento do carro elétrico. Trata-se de olhar para o tripé do SNI composto por: governo (órgãos de fomento e instituições reguladoras); Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) (institutos de pesquisa e universidades); e empresas (montadoras de automóveis; fabricantes de autopeças; empresas do setor eletroeletrônico, empresas de energia; fabricantes de pilhas e baterias).

Este artigo encontra-se estruturado em quatro seções, incluindo esta Introdução. A seção seguinte apresenta o debate teórico sobre SNI e redes colaborativas de C&T. A seção três traz os resultados desta investigação, apresentando as ações que têm sido implementadas no Brasil considerando as três dimensões do SNI: governo, ICTs e empresas. O artigo é finalizado com considerações sobre a consolidação, ou não, de um SNI voltado ao desenvolvimento do veículo elétrico no Brasil.

## **2. O papel do SNI na configuração de redes colaborativas**

Este artigo parte do conceito de SNI como dinâmico e exposto constantemente à introdução de novos atores e saída de outros, bem como sofrendo mudanças na natureza e na intensidade de suas ligações. Assim, o grau desse dinamismo depende, em muito, do *feedback* e do direcionamento das interações entre os atores. Igualmente importante para o dinamismo do sistema, é a capacidade e a flexibilidade dos agentes de responder às mudanças do meio ambiente (Carlsson et al., 2002).

A literatura de teoria de sistemas, em diversas de suas abordagens, destaca, além das empresas, o papel de estruturas institucionais no surgimento de inovações tecnológicas. Esses componentes, em conjunto, se relacionam entre si, de acordo com seus atributos. Sendo assim, as propriedades e o comportamento de cada componente do sistema influenciam em suas demais partes, moldando o sistema como um todo. Portanto, uma característica fundamental do sistema é a interdependência entre suas partes, não sendo possível dividir os seus componentes em subconjuntos independentes.

Partindo desta concepção, um sistema de inovação tecnológica pode ser definido como uma rede de agentes que interagem em uma área específica, com uma infraestrutura institucional particular, envolvidos na geração, difusão, e utilização de tecnologia (Musiolik e Markard, 2011). Assim, os sistemas de inovação têm sido concebidos como redes de agentes, a fim de facilitar a aprendizagem interativa e o intercâmbio de conhecimento e informação entre eles (Lundvall, 1992; Edquist, 1997).

De maneira geral, pode ser feita uma diferenciação entre as redes formais e informais, no sentido das primeiras serem propositadamente estabelecidas por razões estratégicas, e as segundas, estabelecidas de forma menos planejada, através da interação das organizações. Ou seja, as redes informais são conjuntos de laços dentro do amplo contexto de atores sociais e regionais, envolvidos na concepção de uma determinada tecnologia. Elas geralmente não são dirigidas por um objetivo específico, nem possuem claros limites da participação dos atores na rede. Já as redes formais são normalmente configuradas para resolver uma tarefa específica, destinadas, portanto, a um objetivo comum. Apesar das redes informais serem fundamentais para o desenvolvimento de tecnologias emergentes, as redes formais possuem um papel a mais do que aquelas, no sentido de concretizar as estratégias das empresas inovadoras e de influenciar o processo de acumulação e difusão de conhecimento tecnológico de um sistema (Musiolik e Markard, 2011).

As características que são cruciais para a compreensão das redes colaborativas, sejam elas formais ou informais, estão relacionadas à função ou a finalidade do sistema em que estão inseridas, bem como as suas dimensões de análise. Como decorrência, existem diversos enfoques possíveis na teoria de sistemas e de redes. Por vezes, o foco está em um determinado país ou região. Em outros casos, a principal dimensão de interesse é um setor ou tecnologia; neste caso, por exemplo, a determinação dos limites geográficos relevantes é, em si, uma questão teórica ou metodológica.

Este artigo explora o desenvolvimento do veículo elétrico no Brasil por meio do enfoque de SNI e da consolidação de redes colaborativas entre os agentes do sistema a partir da sua dimensão nacional. Tal abordagem inclui não apenas indústrias e empresas em seu modelo, mas também outros atores tais como as organizações de forma geral além das políticas. Quanto maior a convergência entre tais atores, maior tende a ser as chances de se configurar redes cooperativas que contribuam com a concretização de determinados projetos, neste caso, da viabilidade de desenvolvimento do veículo elétrico no Brasil. Vale dizer que para tal propósito, a abordagem por meio do enfoque de Sistemas Setoriais se mostraria imprecisa, dado que o desenvolvimento de tecnologias voltadas ao veículo elétrico envolve não somente indústrias pertencentes ao setor automotivo, o que incluiriam as montadoras de veículos, os fornecedores de peças, e as distribuidoras e prestadores de serviços de assistência técnica e manutenção, mas também o setor eletroeletrônico e de energia.

Soma-se ao fato de que, a configuração de tal sistema depende da competência tecnoeconômica dos agentes, definida como as suas capacidades de identificar e explorar oportunidades de negócios. Esse processo envolve transferência ou aquisição de

tecnologia, seja via mercado ou não. De qualquer maneira, mesmo a transferência tecnológica “acidental” só acontece em decorrência de um considerável investimento de tempo e esforço por parte do destinatário, para atingir a competência necessária.

Do ponto de vista do aprendizado tecnológico a partir de redes, a noção de aprender interagindo (*learning by interacting*) de Lundvall (1988; 1992) permite analisar a mudança tecnológica como o resultado de processos interorganizacionais, ou seja, resultado da interação entre diversos atores. As capacidades alcançadas através da trajetória tecnológica requerem algum tipo de interação de produtores com fornecedores e clientes locais e estrangeiros. Considere que a troca de informações tecnológicas, para aumentar a realização de atividades de inovação, vai depender do tipo de relação usuário-produtor. No entanto, como pensar a implantação do veículo elétrico no Brasil, se ainda não há fabricação local de veículos com tal tecnologia no país? Como atrair investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) sem a formação de uma rede robusta de pesquisa que dê suporte às demandas tecnológicas colocadas?

Sabe-se que a disseminação do co-desenvolvimento pode contribuir para o incremento de capacidades tecnológicas. Nesse sentido, uma dimensão importante associada tanto ao processo de acúmulo de capacidade tecnológica como ao processo de internacionalização de atividades inovativas está relacionada aos fluxos de conhecimento decorrentes das atividades diretas e indiretas de P&D. Esses fluxos podem se deslocar não apenas na direção da matriz para subsidiárias de EMNs, ou de subsidiárias para fornecedores, mas também para outras empresas especializadas em serviços técnicos intensivos em conhecimento, universidades e institutos de pesquisa.

Por outro lado, o Brasil pode primeiro criar competências específicas em P&D de veículos elétricos, a exemplo do que fez a Japão para implantação do veículo elétrico no país (Åhman, 2006), que sejam capazes de atrair e sustentar a fabricação local. Considere que o aumento da competição global tem levado as EMNs a buscarem recursos e capacidades externas à corporação através da subcontratação (*outsourcing/ offshoring*), do co-desenvolvimento (co-design) e do estabelecimento de parcerias e da formação de redes globais.

Para tanto, é importante enxergar as interações e a distribuição das atividades, tanto produtivas quanto tecnológicas, dentro do contexto das redes globais, pois a crescente complexidade dos produtos, compreendendo um número cada vez maior de sistemas, subsistemas, componentes e relações com fontes variadas de conhecimento para sua produção, têm aumentado o custo e a dificuldade das empresas em manter internamente todas as competências necessárias para a inovação (Pavitt, 2003, p. 80-81).

Essa complexidade tecnológica é um incentivo para que as empresas adotem uma estratégia de externalização e dispersão da cadeia de valor, com o claro objetivo de adquirir acesso a recursos e capacidades com custo mais competitivo ou mesmo complementares, através de distribuição de funções em regiões onde encontrem maior eficiência. Contudo, mesmo com a contratação externa do desenvolvimento e da manufatura de componentes e subsistemas, é fato que as empresas buscam preservar suas competências críticas e estratégicas (Quinn, 1999).

O modelo de rede de produção global e o de *flagships*<sup>1</sup> (Ernst, 1999; Ernst e Kim, 2002), desenvolvidos para estudar a indústria eletrônica, traz uma visão que dá um passo na

---

<sup>1</sup> O conceito de *flagship* é usado para designar a empresa líder (da rede ou cadeia), mais especificamente a matriz.

direção de uma conceituação mais abrangente do fenômeno, já que exploram a transferência de conhecimentos e a formação de capacitação de fornecedores locais. A principal característica desse tipo de rede é a centralização e controle das capacidades e dos recursos por uma única empresa líder. Nesse tipo de relação, a estratégia adotada pela empresa que coordena a cadeia influencia diretamente todos os membros da rede, até mesmo os aspectos de aquisição e retenção de conhecimento por parte das empresas para obter capacidades tecnológicas. As novas funções e vínculos distribuídos dentro da rede de produção global dinamizam as capacidades dos que fazem parte dela, pois o conhecimento tende a fluir para além das fronteiras da empresa líder.

Como já mencionado, a cadeia de valor do veículo elétrico não envolve apenas os fabricantes de autopeças mas também outros importantes setores produtivos. Por exemplo, essa oportunidade se refletiria nas empresas do setor de eletroeletrônico voltadas a concepção das baterias e empresas de energia, dedicadas à solução de fontes de alimentação. Nesse sentido, sem dúvida a implantação do veículo elétrico no Brasil, requer a reunião dos atores Universidade-Empresa-Governo, como preconiza a teoria de hélice tríplice (Etzkowitz, 2002-2011), pois a interação desses atores pode ser chave para promover as condições de produção de inovação.

Entre o papel dos atores do SNI e sua atuação em prol ao desenvolvimento do veículo elétrico, cada vez mais as ações governamentais buscam o alinhamento entre as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e Industrial. Nesse sentido, o cenário de CT&I vem ganhando novos contornos a partir de 2004, com a criação de um novo Marco Legal para a PD&I, alicerçado na Lei de Inovação (nº 10.973, de Dez/ 2004). A Lei trouxe incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, através de vários instrumentos de fomento a inovação no país, principalmente no aproveitamento de resultados de P&D das ICTs. A este respeito, a lei regulamentou e legitimou o envolvimento entre trouxe pesquisadores das ICTs e a iniciativa privada. O governo brasileiro também buscou ampliar o leque de incentivos fiscais voltados a P&D nas empresas, no âmbito da Lei do Bem (nº 11.196, de Nov./ 2005).

Do ponto de vista das empresas, o processo de implementação da inovação tecnológica requer investimentos e tempo, o que faz crescer a necessidade de estruturação de áreas voltadas à P&D dentro das empresas. Os principais benefícios sentidos pela inovação estão na melhoria da competitividade, aumento do *market-share*, distanciamento dos concorrentes, dificuldade de entrada de novos concorrentes, possibilidade de permanência no mercado e liderança de processos de mudança. Para tanto, as empresas precisam, além de recursos internos, também buscar recursos externos a elas, tais como incentivos a inovação e conhecimento. Ademais, a organização e a formalização interna da P&D na empresa é o que permite o uso dos instrumentos de incentivo criados pelas políticas públicas.

Como no Brasil grande parte do conhecimento científico e tecnológico ainda é criado pelo governo, por meio de suas universidades e ICTs, as empresas podem utilizar a parceria com tais agentes. Esta seria uma forma de alavancar a inovação através da agregação de conhecimentos complementares, promoção de pesquisas aplicadas que agregam valor, compartilhamento de recursos e minimização de riscos, alavancagem de fontes adicionais de fomento à inovação e recrutamento de recursos humanos de excelência.

Em termos gerais, nesse caso, poderíamos dizer que o SNI contribuiria para a formação de recursos humanos especializado em baterias e motores elétricos, bem como no apoio ao processo de P&D de fornecedores locais. O desenvolvimento prévio de competências

locais operaria, então, como um incentivo para as subsidiárias desenvolverem tecnologias para veículos elétricos no Brasil, conjuntamente.

Se por um lado, do ponto de vista da implantação do veículo elétrico, as montadoras de fato cumprem um papel central no SNI, por outro o Governo também tem papel importante através da conformação de política públicas que atendam os diversos interesses dos atores envolvidos, gere a infraestrutura necessária para atrair fábricas de veículos elétricos e forneça os incentivos fiscais e de inovação necessários para dar impulso inicial a tal dinâmica.

A seção seguinte descreve as principais iniciativas já em andamento no país, analisadas na perspectiva do tripé do SNI: Governo, Empresas e ICTs.

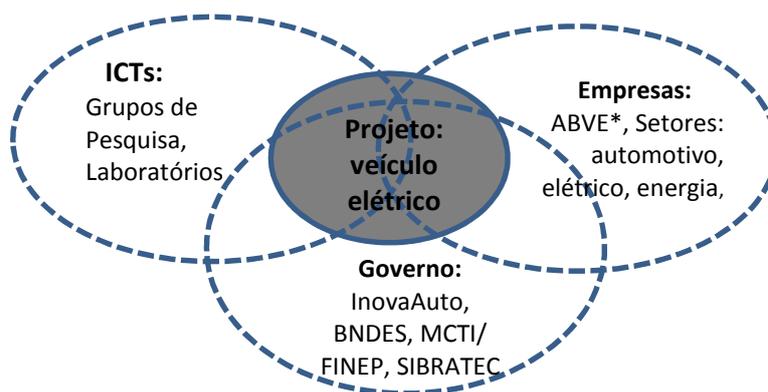
### **3. Governo, Empresas e ICTs: iniciativas (des)coordenadas para a implantação do veículo elétrico no Brasil**

Entende-se por veículos elétricos aqueles que se utilizam de pelo menos um motor elétrico para seu deslocamento, ainda que não exclusivamente. Há no mercado duas versões de veículos elétricos. Os puros, ou seja, totalmente dependentes do motor elétrico para seu deslocamento, possuem emissão zero de poluente e por esta razão são vistos como aliados na busca por redução das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Já as versões híbridas incluem a presença em simultâneo tanto de um motor elétrico quanto de um motor a combustão interna que intercalam o seu funcionamento para a obtenção da energia necessária.

Segundo estimativa da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2012), a utilização de veículos elétricos já é uma realidade no mercado internacional, que acumula uma frota aproximada de 4,5 milhões de veículos em circulação. Deste total, os veículos híbridos representam praticamente 95%. A expectativa é que em 2028, metade da frota de veículos em circulação nas cidades europeias será composta por veículos elétricos, sendo que em 2035 ela irá superar a frota de carros com motor a combustão, segundo estudo organizado pela Comissão Europeia (Van Essen e Kampman, 2011). No Brasil, a frota de veículos elétricos, puros ou híbridos, é mínima e limitada a veículos corporativos ou de propriedade do Estado, com destaque para os ônibus comerciais híbridos, inclusive a base de etanol, e de taxis.

No estágio atual de desenvolvimento, problemas como o elevado preço das baterias e a baixa autonomia em termos de quilometragem rodada, dificultam a expansão nas vendas de veículos exclusivamente elétrico, o que explica o predomínio dos híbridos. Trata-se ainda de uma corrida tecnológica em aberto, sendo que países como Japão, Estados Unidos e alguns da Europa estão entre os que têm avançado no aprimoramento desta tecnologia.

As próximas subseções deste artigo têm por meta analisar o SNI brasileiro e as iniciativas destes atores em prol ao desenvolvimento do veículo elétrico no Brasil, conforme expostos na Figura abaixo:



**Figura 1:** Atores do SNI envolvidos na produção do veículo elétrico no Brasil

\* ABVE - Associação Brasileira do Veículo Elétrico

**Fonte:** Elaboração própria

### 3.1 Iniciativas a partir da dimensão Governo

Do ponto de vista dos governos federal e estaduais, há uma completa ausência de política pública direcionada ao desenvolvimento e/ou a produção de veículos elétricos no Brasil. O que se observam são algumas medidas de incentivo isoladas e em determinados Ministérios, porém sem a robustez e a integração necessárias para consolidar o mercado de produção e consumo de veículos elétricos no país.

Dentre as iniciativas em curso, pode-se destacar: 1) A isenção do IPVA para proprietários de veículos movidos a motor elétrico (ou de força motriz elétrica) nos estados do Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Sergipe, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul; 2) A não aplicação do sistema de rodízio para veículos elétricos em São Paulo; 3) O incentivo do BNDES para compra de ônibus urbanos no Brasil e a produção de veículos leves de passageiros para exportação<sup>2</sup> (ABVE, 2013).

No âmbito do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a atuação tem se dado em duas frentes: na formação de recursos humanos, com aporte do CNPq, e no apoio às empresas, institutos tecnológicos e outras instituições públicas e privadas, a partir da sua agência brasileira de inovação, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Entre os diferentes mecanismos, a FINEP conta com o Sistema Brasileiro de Tecnologia, o SIBRATEC, para fomentar a articulação entre as empresas e a comunidade científica no Brasil, por meio da promoção de atividades de P&D de processos ou produtos inovadores. Para tal, o SIBRATEC conta com 14 redes temáticas que formam os seus Centros de Inovação, que são unidades ou grupos de desenvolvimento pertencentes às ICTs brasileiras que acumulam experiência no desenvolvimento de produtos ou processos em parceria com empresas.

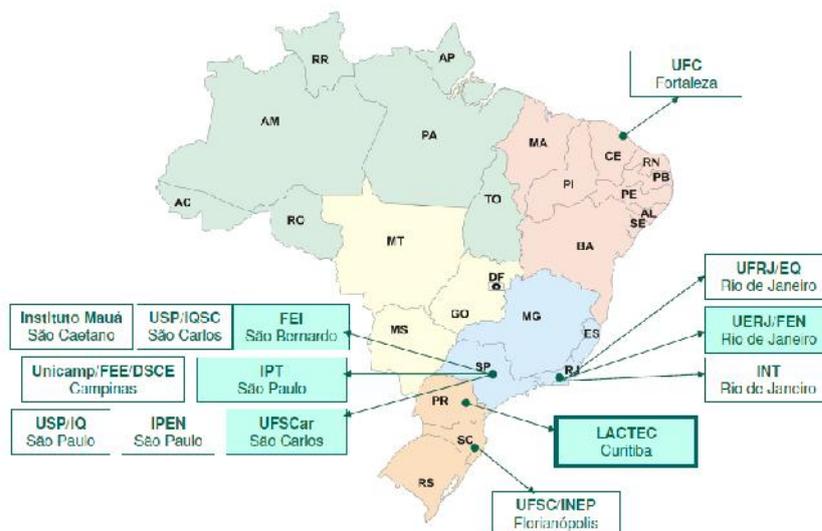
No que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico voltado ao veículo elétrico, o programa conta com uma rede temática específica formada em 2010, denominada “Tecnologias para Veículos Elétricos”, cujo objetivo é:

“[...] desenvolver, aperfeiçoar e identificar matérias primas e materiais aplicáveis à cadeia produtiva de veículos elétricos; sistemas de abastecimento de energia a veículos provenientes de fontes de energia externa; sistemas embarcados de conversão de energia, excetuando-se a reforma de combustível; motores elétricos

<sup>2</sup> Dados coletados do site <http://www.abve.org.br/incentivos.asp> em 17/04/2013.

e seus componentes, sistemas mecânicos como chassi, suspensão, engrenagens, sistemas de freios, transmissão aplicáveis aos veículos elétricos; sistemas eletroeletrônicos, inversores, controladores, supervisores, acumuladores de energia elétrica, medidores, softwares, protocolos e interfaces de diagnóstico de componentes e demais sistemas eletroeletrônicos aplicáveis à cadeia produtiva de veículos elétricos” (REZENDE *et al.*, 2010, p. 28)

Esta rede é formada por 14 instituições (Figura 2) e conta com um valor destinado de R\$ 10 milhões, sendo até R\$ 2,5 milhões para a gestão da rede e, no mínimo, R\$ 7,5 milhões para execução dos projetos cooperativos demandados pelas empresas (site do SIBRATEC).



**Figura 2:** Rede de centros de inovação em tecnologias para veículos elétricos do SIBRATEC  
**Fonte:** Site SIBRATEC (2012)

De acordo com a coordenação da rede, estão sendo desenvolvidos quatro projetos, conforme Tabela 1.

**Tabela 1-** Projetos da Rede de Centros de Inovação em Tecnologias para Veículos Elétricos do SIBRATEC

Empresa	Principal Atividade Econômica	Objetivo do projeto
Electrocell	Empresa fabricante de componentes e equipamentos para geração e armazenamento de energia elétrica.	Em parceria com o IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares), busca-se o desenvolvimento tecnológico integrado de baterias de lítio-íon com unidade autônoma de carregamento por meio de células a combustível, para propulsão de veículos elétricos urbanos.
Frenovaveis	Fabricação de biodiesel exceto álcool	Desenvolver o mecanismo de um sistema de troca rápida de baterias para veículo elétrico de uso urbano, bem como análise do protótipo desenvolvido com revisão do design e sugestão de soluções tecnológicas para a propulsão elétrica.
VEZ	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários.	Lançar um carro elétrico no mercado brasileiro, com tecnologia nacional. O acesso a rede foca na consultoria técnica na área de

		baterias e motores de indução.
2B Design	Serviços de Design de Produtos	Desenvolvimento experimental de um veículo elétrico tipo triciclo híbrido (energia elétrica e humana).

**Fonte:** Informações obtidas junto ao coordenador da Rede (nov. 2012.)

A “Electrocell” empresa abrigada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec/USP), recém concluiu o primeiro modelo de bateria de íons de lítio produzida o Brasil, sendo que o produto se encontra em estágio pré-comercial.

A “Frenovaveis” construiu um *mock up* com inovações no campo mecânico e elétrico/eletrônico. Entre as suas parceiras, de acordo com dados anunciados em seu *website*, estão: o Instituto Interdisciplinar Rio Carioca (IIRC), a PUC-Rio, a Universidade Católica de Petrópolis, o Grupo Pão de Açúcar e a FAPERJ. Ou seja, não se observa nenhuma montadora de veículos dentre os parceiros deste projeto.

A Vez do Brasil é uma empresa *start-up*, fundada em 2011, e entre os seus parceiros estão: a Intel Semicondutores (desenvolvem em conjunto o projeto codinome Andrômeda, utilizando o processador automotivo Intel de última geração: *ATOM Tunnel Creek*); a Freescale Semicondutores (desenvolvem em conjunto veículos do modelo SEED, utilizando o processador automotivo Freescale de última geração: *IMX53*); o Centro Internacional de Tecnologia de Software do Paraná/ CITS (acordo de cooperação para o desenvolvimento da plataforma de software embarcado *high-end*, do Projeto de Andrômeda); Johnson Controls ( apoiam o desenvolvimento da tecnologia da bateria de fluxo); e o Hercules Motores (apoiam o desenvolvimento da tecnologia de Motor Diferencial para o projeto Andrômeda). O encaminhamento deste projeto depende da identificação de uma ICT que se encaixe com os propósitos colocados.

Quanto à 2B Design, a empresa decidiu procurar outros meios de parceria e financiamento, uma vez que a rede SIBRATEC não financia diretamente a empresa, e sim a ICT parceira, com transferência de tecnologia ao fim do projeto.

De forma geral, observa-se que os fabricantes envolvidos na Rede SIBRATEC são, em sua maioria, incubadoras e *start-ups* que, apesar da existência de parcerias com universidades e outras EMNs do setor de baterias, por exemplo, não possuem cooperação com as montadoras de veículos sediadas no Brasil.

Além da Rede SIBRATEC, o BNDES participa da rede colaborativa de tecnologias para veículos elétricos no Brasil. Na esfera não financeira, o banco apoia e realiza diversos eventos e oficinas, além de participar de grupos de trabalho no setor público e de reuniões com organizações que congregam as empresas do setor automotivo (Coutinho et al., 2010).

Já em termos creditícios, o Banco conta com alguns instrumentos. A Linha de Inovação Tecnológica do BNDES provê agentes voltados ao desenvolvimento de tecnologia não existente no Brasil, sendo, no caso do veículo elétrico, os produtores de baterias os seus principais beneficiados.

Outra possibilidade é a Linha de Capital Inovador, a qual apoia empresas no desenvolvimento de capacidade para empreender suas atividades inovativas, seja por meio de capitais tangíveis ou intangíveis, bem como a implementação de centros de P&D (Coutinho et. al, 2010). Após essa tecnologia alcançar maior maturidade, a pesquisa passaria por processos de adaptação e melhorias; junto a isso, está previsto que as montadoras iniciem a concepção de seus modelos. Essa etapa prevê o apoio do Banco, por exemplo, com o Programa BNDES Proengenharia e/ou a Linha de Inovação Produção.

Quanto aos veículos comerciais, de acordo com Coutinho et al. (2010), a tendência é contar com o apoio à comercialização por meio do BNDES Finame e do Cartão BNDES, desde que o índice de nacionalização mínimo do produto seja de 60%. Já para a exportação de componentes, as empresas podem contar com as linhas do BNDES Exim. O Banco prevê, igualmente, linhas voltadas à entrada de novos *players* no Brasil, por meio da BNDESPar.

Por fim, vale mencionar a iniciativa recente do governo brasileiro no âmbito do Novo Regime Automotivo de agosto de 2011, com o lançamento do Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores, o “Inovar Auto”, no âmbito do Plano Brasil Maior. São três os objetivos almejados com esta política, tais como: aumentar o estímulo ao investimento e a inovação, a proteção à indústria e ao mercado local. A principal diferença do InovarAuto é que, pela primeira vez na história das políticas destinadas ao setor automotivo, a questão do estímulo à inovação é colocada com centralidade e como meta a ser alçada.

Entretanto, não há, no InovarAuto, uma política explícita de incentivo ao desenvolvimento do carro elétrico; o que se observa são cláusulas que dialogam com o tema e que sugerem determinadas vantagens fiscais, ainda que tímidas. O que consta são incentivos fiscais para quem fabricar carros com acionamento híbrido ou elétrico, em especial que se utilizem do etanol como combustível para acionamento do motor a combustão. Em outras palavras, pode ser um pequeno passo para o maior estímulo ao desenvolvimento desta tecnologia no Brasil e de envolvimento neste processo por parte EMNs montadoras de veículos.

### 3.2 Iniciativas a partir da dimensão ICTs

Constata-se que o esforço de pesquisa no desenvolvimento local de tecnologias ligadas ao veículo elétrico (híbrido, híbrido *Plug-in* ou veículo elétrico “puro”), seja a partir da análise da Rede SIBRATEC, seja a partir da base de Grupos de Pesquisa do CNPq, ainda é predominantemente realizado por ICTs públicas, as quais ainda mantém baixa interação de pesquisa com empresas.

De acordo com pesquisa realizada por Rocco (2010) na base de dados do CNPq, os grupos de pesquisa no Brasil para o desenvolvimento tecnológico de veículos elétricos estão concentrados, majoritariamente, na região Sudeste (30 grupos) e Sul (8 grupos), fato que reforça a concentração industrial e de ICTs no Brasil. Para a autora, os dados revelam que as áreas principais de atuação desses grupos são Química (Eletroquímica, Matéria Condensada e Materiais), Física (Estado Sólido) e Engenharias (Metalurgia, de Materiais e Elétrica), conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Grupos de pesquisa do CNPq em temas correlatos ao veículo elétrico (2012).

GRUPO DE PESQUISA CNPq	INSTITUIÇÃO
<b>Palavra Chave: Veículos elétricos</b>	
Grupo de automação e controle de sistemas	PUCRS
Núcleo de Estudos em Energia	UCS
Sensores e Atuadores	USP
<b>Palavra Chave: Baterias de Lítio</b>	
GENM - Grupo de Estudo de novos materiais	UEL

GMCE - Grupo de Materiais Condutores e Energia	UFRJ
Laboratório de Materiais Eletroativos	USP
Laboratório de Pesquisas em Eletroquímica	UFSCAR
LCAM - Laboratório de Caracterização e Aplicação de Materiais	USF
MAv - Materiais Avançados	UNESP
<b>Palavra Chave: Eletrólitos Sólidos/Baterias</b>	
Grupo de Físico-Química Orgânica	USP
GMCE - Grupo de Materiais Condutores e Energia	UFRJ
<b>Palavra Chave: Baterias</b>	
Diamante e Materiais Relacionados	INPE
Filmes Finos e Materiais	UEL
GENM - Grupo de Estudo de novos materiais	UEL
Grupo de Eletro-Óptica de Processos Interfaciais e Desenvolvimento de Sensores, Baterias e Atuadores Mecânicos	UFVJM
Grupo de Eletroquímica	USP
Grupo de Eletroquímica	UFPE
Grupo de Eletroquímica Aplicada	UFES
GEP - Grupo de Eletroquímica e Polímeros	UFSCar
Grupo de Materiais Condutores e Energia	UFRJ
Grupo de Polímeros Condutores, Eletroativos e Materiais Reciclados	UFES
Grupo de Reciclagem e de Resíduos	UFRJ
Infraestrutura de Redes	CPqD
Laboratório de Materiais Eletroativos	USP
Laboratório de Pesquisas em Eletroquímica	UFSCar
Laboratório de Caracterização e Aplicação de Materiais	USF
Materiais	UFMG
MAv - Materiais Avançados	UNESP
Materiais e Eletroquímica Aplicada	LACTEC
NEEN - Núcleo de Estudos em Energia	UCS
Novas Técnicas Hidrometalúrgicas	UFMG
Novos materiais	UFSJ
Observatório Pierre Auger	CBPF
Pilhas e Baterias	LACTEC
Química Ambiental e Fotocatálise Heterogênea	UENF
Química Analítica e Ambiental	UFES
Reciclagem de Materiais	CETEM
Sistemática de Bactérias e Microbiologia Aplicada	Unicamp
Veículo de Propulsão Híbrida	UNITAU

**Fonte:** Rocco (2010).

Ainda de acordo com Rocco (2010), o Brasil ocupa o décimo nono lugar entre os 25 países mais produtivos em número de publicações científicas sob o tema “baterias de íon lítio”. As atividades de pesquisa citadas acima mostram que o país vem criando uma base tecnocientífica ligada a pesquisa em veículo elétrico, bem como, na formação de recursos humanos capaz de atuar em conjunto com empresas interessadas em desenvolver pesquisas nessa área.

No entanto, cabe ao governo criar condições mais efetivas para que essas parcerias, de fato, ocorram. Ações pontuais e com baixo recurso financeiro não serão capazes de tornar

o país competitivo nesse campo e nem atrair investimentos de EMNs. Sendo assim, em termos de participação científica e tecnológica na área, o Brasil apresenta esforços significativos. Cabe, entretanto, avaliar o quão incipiente o Brasil está em relação à participação do setor produtivo na implantação desses produtos.

### 3.3 Iniciativas a partir da dimensão Empresas

Como já mencionado, há uma tendência relevante no lançamento de veículos híbridos pelas principais montadoras de automóveis. No que diz respeito aos veículos puramente elétricos, este movimento é mais lento, com várias montadoras ainda em fase de desenvolvimento de seus modelos.

Entre os mais conhecidos estão os modelos híbridos do Prius, da Toyota, e o do Volt, da GM. O Toyota Prius é um veículo com sistema híbrido, lançado em 1997 no Japão e, em 2000, em outros mercados (principalmente, nos Estados Unidos e na Europa). O modelo é considerado o primeiro veículo híbrido produzido em massa para o mercado global. O GM Volt funciona com um sistema híbrido em série, com recarga feita por sistema *plug-in* e baterias de íon-lítio. Existem também veículos puramente elétricos como o Nissan Leaf e o Mitsubishi i MiEV.

Sendo, portanto, esse movimento liderado pelas montadoras, é imprescindível que o esforço de desenvolvimento do veículo elétrico tenha a participação dessas empresas. Embora o Brasil abrigue em seu território unidades de produção das principais montadoras de veículos do mundo, 18 no total, o país não registra nenhuma linha de montagem de veículos elétricos. Os poucos veículos elétricos que circulam em território nacional são importados e, portanto, sujeitos a uma alta carga tributária.

Algumas iniciativas estão em curso no Brasil, embora sejam projetos ainda de caráter experimental. Entre eles, pode-se citar o Projeto VE, iniciado em 2004, fruto da parceria entre a Itaipu Binacional, FIAT Brasil, a Kraftwerke Oberhasli (KWO), empresa controladora de hidroelétricas suíças, com participação de empresas de tecnologia, concessionárias de energia elétrica e institutos de pesquisa do Brasil e da Suíça. Os dois veículos em fase de desenvolvimento, o Palio Weekend Elétrico e o caminhão Iveco Daily Elétrico, são de tração puramente elétrica.

Outros projetos incluem a criação de um grupo de trabalho liderado pelo Ministério da Fazenda, a prefeitura de São Paulo e a Renault-Nissan, que assinaram um protocolo com o objetivo de estudar e testar o uso de automóveis elétricos na capital paulista. E na cidade do Rio de Janeiro, o governo criou um grupo de trabalho para avaliar a implantação de fábrica de veículos elétricos no estado, além de analisar a infraestrutura necessária para a disseminação do uso desses veículos em território fluminense.

Não obstante algumas (poucas) iniciativas em curso para o uso e produção de veículos elétricos no Brasil, ocorre que no momento apenas motocicletas do tipo scooter elétricas ou veículos elétricos para transporte em áreas particulares se encontram em estágio comercial. Grande parte dessas empresas faz parte da ABVE, conforme exposto na Tabela 3.

**Tabela 3:** Fabricantes de veículos elétricos no Brasil

Empresas fabricantes	Descrição
Auto Design	Empresa de Projetos, especializada em Design e Engenharia Automobilística.
Cycletech	Empresa de bicicletas, scooters, carrinhos de golf elétricos, carrinhos de mobilidade elétricos, peças e acessórios.

Electro Bike	Empresa de bicicletas elétricas, motonetas, carrinhos de golf, patinetes e jet ski elétricos
Eletra Industrial	Empresa de trólebus, ônibus, micro ônibus, caminhões e ônibus articulado elétricos híbridos.
EVETECH	Empresa de scooters, triciclos, pranchas e patinetes elétricos, peças e acessórios.
ZoomCar Veículos Elétricos	Fabricação, venda e locação de veículos elétricos aplicados em vários segmentos: Golf, residencial, industrial entre outros.
Motor Z	Empresa de scooters/motonetas elétricas.
Renault	Empresa de veículos "Zero Emissão" para todos
Riba Motos	Montadora da scooter elétrica E-MAX, com soluções de baixo impacto ambiental.
Segway Brasil	Empresa de veículo elétrico Segway para locomoção pessoal - vários modelos e aplicações
Veículos Jacto	Empresa de Veículos novos e semi-novos para transporte de pessoas e cargas, rebocadores e carretas para setor industrial, turismo, cemitérios, esporte e saúde e projetos customizados. Venda e locação. Baterias e outros acessórios.
Braeco Ltda	Distribuidor exclusivo da marca Vmag - scooters e triciclos elétricos.
VO2 Veículos Elétricos	Oferece veículos elétricos importados e nacionais, para uso industrial, comercial ou pessoal, para venda ou locação, oferecendo completo serviço de pós-venda, com garantia e itens de série.
Agix motor company	Empresa de carros elétricos.
Avibras Aeroespacial	Desenvolve e fabrica veículos elétricos, incluindo veículos híbridos para uso civil e militar.
Blest Tecnologia e Desenvolvimento do Brasil	Produz equipamentos eletro-eletrônicos e oferece consultoria, serviços e soluções.
Bramont	Montadora de scooters elétricas.
Esteves e Salvador	Empresa de bicicletas, patinetes e triciclo, carros para transporte de pessoas e cargas, empilhadeira, rebocador, reboques, veículos não tripulados e cadeiras de rodas elétricas.
Lem Motor do Brasil	Fábrica de motos que irá produzir no Brasil o modelo scooter elétrica com tecnologia alemã, E-MAX.
OXXOR Motors	Produção, distribuição e venda de veículos elétricos
Tuttotrasporti	Empresa de trólebus e ônibus, micro ônibus e ônibus articulado elétricos híbridos.

**Fonte:** Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), 2012.

Percebe-se, portanto, que no Brasil o desenvolvimento tecnológico do veículo elétrico conta apenas com a realização de desenvolvimento incrementais. Sendo assim:

“Não se deve esperar que as empresas (EMNs) tragam seus centros de desenvolvimento para o Brasil, mesmo porque estão sendo objeto de forte apoio em seus países de origem. Também não se deve esperar o desenvolvimento de inovações radicais, pois estas demandam investimentos muitos vultosos e tempo” (Barbosa *et al.*, 2010, p.77).

Apesar disso, o desenvolvimento incremental não deve ser negligenciado, dado a sua grande participação nas inovações tecnológicas como um todo. No caso do desenvolvimento tecnológico voltado ao veículo elétrico no Brasil, o desenvolvimento incremental permitiria um alto índice de nacionalização da produção, além de suas adaptações locais necessárias.

#### 4. Considerações Finais

Este artigo apresenta uma avaliação acerca das possibilidades e potencialidades para o desenvolvimento tecnológico de veículos elétricos no Brasil pela perspectiva do SNI. Atores diversos que compõem o Sistema Brasileiro de Inovação tais como ICTs, órgãos reguladores e de fomento, além de setores empresariais (montadoras de veículos, empresas de energia e fabricantes de autopeças, eletroeletrônico e de baterias), foram alvo de análise de forma integrada.

Em termos gerais, observou-se que o atual estágio de desenvolvimento tecnológico do veículo elétrico no Brasil conta apenas com a realização de desenvolvimentos incrementais e de certa forma bastante pontuais. Entretanto, são esforços que não devem ser menosprezados, dado que permitiriam um alto índice de nacionalização da produção, além de suas adaptações locais necessárias.

Na perspectiva governamental, não se observa uma clara sinalização para o apoio às tecnologias vinculadas ao veículo elétrico no Brasil. Ao contrário, há uma quase completa ausência de política pública sistemática que condicione, estimule e oriente a produção de veículos elétricos no país. As medidas em curso são pontuais e focam essencialmente a formação de recursos humanos nestas especialidades, fator que aproxima as medidas em âmbito do governo com a perspectiva das ICTs. Aliás, a quantidade de institutos e de grupos de pesquisa envolvidos na concepção do veículo elétrico no Brasil, como visto pelos dados do SIBRATEC e do CNPq, mostra um esforço não desprezível em relação à formação de recursos humanos de qualidade. Tais ações são importante no estímulo às parcerias de P&D com as subsidiárias de EMNs, ator imprescindível no SNI. Sinais ainda tímidos desta mudança começam a ganhar forma, tal como ocorre com o Novo Regime Automotivo, no âmbito do Plano Brasil Maior “Inovar Auto”, que concede algumas vantagens fiscais para a produção de veículos com acionamento híbrido ou elétrico.

Da perspectiva das empresas, constatou-se que uma parte considerável dos fabricantes envolvidos na Rede SIBRATEC são incubadoras e *start-ups* que, apesar de cooperarem com universidades e outras EMNs, não possuem cooperação com as montadoras de veículos, demonstrando, portanto, a ausência de um ator-chave para a efetividade da rede e para a indução do SNI como um todo. Esse *gap* também é percebido quando observados os fabricantes pertencentes à ABVE, que conta com multinacionais, mas não com montadoras de veículos (com somente uma exceção).

Ainda na perspectiva das empresas, atenta-se à possibilidade para novos entrantes e de nichos de mercado a serem explorados, mesmo com linhas de produção de menor escala, como é o caso do segmento de veículo pesados, fabricados sob encomenda, ou mesmo de transportes públicos. Além do que, não obstante as mudanças enfrentadas na cadeia produtiva, o setor de serviços auxiliares será igualmente fonte de novas oportunidades e de negócios. De acordo com Barbosa et al. (2010), a percepção dessas oportunidades por parte das montadoras multinacionais poderia atuar como facilitador da decisão dessas empresas em desenvolver veículos elétricos para o mercado brasileiro.

Em termos potenciais, o Brasil se coloca no caminho de criar competências específicas em P&D de veículos elétricos, com a possibilidade de atrair a fabricação local, já que o acirramento da competição global impelem as empresas a buscarem recursos e capacidades externas por meio de *outsourcing*, do co-desenvolvimento (*co-design*) e do estabelecimento de parcerias e formação de redes globais. Por outro lado, para que as iniciativas de atração de iniciativas deste tipo se concretizem, assim como se efetivem

ações locais para a produção de veículos elétricos no Brasil, incentivos fiscais e aporte governamental são demandas claramente necessárias. Sem que se desenhe uma política clara de apoio e suporte ao desenvolvimento de tecnologias locais destinadas ao veículo elétrico, pouco avanço será conquistado neste campo tecnológico.

### Referências bibliográficas

- ABVE. (2012) Associação Brasileira do Veículo Elétrico. **Retrospectiva 2012 da ABVE**.
- Åhman, M. (2006), “Government policy and the development of electric vehicles in Japan”, in **Energy Policy**, 34 (4), March, pp. 433-443
- Barbosa, N.; Oliveira, D.; Souza, J. (2010). Carro elétrico: desafio e oportunidade para o Brasil. Instituto Nacional de Altos Estudos (INAE), Rio de Janeiro, **Cadernos: Fórum Nacional 10**, pp. 59-78.
- Carlsson B., Jacobsson S., Holmén M., Rickne A. (2002), “Innovation systems: analytical and methodological issues”, in *Research Policy*, 31, pp. 233–245.
- Coutinho, L.; Castro, B.; Ferreira, T. (2010). Veículo elétrico, políticas públicas e o BNDES: oportunidades e desafios. Instituto Nacional de Altos Estudos (INAE), Rio de Janeiro. **Cadernos: Fórum Nacional 10**, pp. 30-49.
- Chesbrough, H. (2007). Why Companies Should Have Open Business Models. **MIT Sloan Management Review**, 48 (2), pp. 22-28.
- Erber, P. (2010). Automóveis elétricos a bateria: uma política para sua utilização no Brasil. Instituto Nacional de Altos Estudos (INAE), Rio de Janeiro. **Cadernos: Fórum Nacional 10**, pp. 87-111.
- van Essen, H.; Kampman, B. (2011) Impacts of Electric Vehicles, **CE Delft, April 2011**. Disponível em: <http://climate-1.iisd.org/news/european-commission-publishes-study-on-electric-vehicles/> Acesso em: 15 abril 2013.
- Edquist, C. (1997) **Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations**. London and Washington: Ed. Pinter.
- Etzkowitz, H. (2002-2011) The Triple Helix of University - Industry – Government Implications for Policy and Evaluation. **Science Policy Institute Working Paper**. Disponível em: [http://www.sister.nu/pdf/wp\\_11.pdf](http://www.sister.nu/pdf/wp_11.pdf)
- Freeman, C. (1995) The National System of Innovation in historical perspective. Cambridge. **Journal of Economics**, 19 (1), pp 19.
- Freyssenet, M. (2011) Three possible scenarios for cleaner automobiles. **Int. J. Automotive Technology and Management**, 11 (4), pp. 300-311.
- Freyssenet, M. (Org.) (2009) **The Second Automobile Revolution: Trajectories of the world carmakers in the 21st century**. Palgrave/McMillan.
- Jacobsson S., Johnson A. (2000), “The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research”, in **Energy Policy**, 28, pp. 625-640
- Lundvall, B. (1992) (ed.). **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive learning**, London: Pinter.
- Marin, A. & Arza, V. (2009), The role of multinational corporation in national innovation systems in developing countries: from technology diffusion to international involvement, in LUNDVALL, A.B., JOSEPH, K.J., CHAMINADE, C. and VANG, J. (eds.) **Handbook of Innovation Systems and Developing Countries**. Building Domestic Capabilities in a Global Setting. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA.

- Musiolik, J.; Markard, J. (2011) “Creating and shaping innovation systems: Formal networks in the innovation system for stationary fuel cells in Germany”, in **Energy Policy**, 39, pp. 1909-1922.
- Pavitt, K. (2003), Specialization and systems integration: Where manufacture and services still meet. In: PRENCIPE, A., DAVIES, A. e M. Hobday. **The business of systems integration**. Oxford, OUP.
- Quinn, J. B. Strategic outsourcing: leveraging knowledge capabilities. **Sloan Management Review**. v. 40, n. 4, p. 9-21, 1999.
- Quintão, R.; Quadros, R. (2007) Vínculos Tecnológicos entre Subsidiárias de Multinacionais e Fornecedores Locais na Indústria Automotiva Brasileira: Implicações para Criação de Competências de Inovação. In: **XII Seminário Latino Iberoamericano de Gestão Tecnológica**, Buenos Aires.
- Rezende, S.; Mota, R.; Duarte, A. (2010). Os Veículos elétricos e as ações do Ministério da Ciência e da Tecnologia. Instituto Nacional de Altos Estudos (INAE), Rio de Janeiro. **Cadernos: Fórum Nacional 10**, pp. 13-29.
- Rocco, A. M. (2010). Carros elétricos e as baterias de íon lítio: estado atual de desenvolvimento e perspectivas tecnológicas. Instituto Nacional de Altos Estudos (INAE), Rio de Janeiro. **Cadernos: Fórum Nacional 10**, pp. 192-213.
- Velloso, J. (coordenador). (2010). Estratégia de Implantação do Carro Elétrico no Brasil. Instituto Nacional de Altos Estudos (INAE), Rio de Janeiro. **Cadernos: Fórum Nacional 10**, pp. 7-12.