



O SISTEMA TECNOLÓGICO DO AUTOMÓVEL ELÉTRICO E AS REDES DE INOVAÇÃO BRASILEIRAS

THE TECHNOLOGICAL SYSTEM OF THE ELECTRIC CAR AND THE BRAZILIAN INNOVATION NETWORKS

Rodrigo Foresta Wolffenbüttel

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Programa de Pós-Graduação em Sociologia

rodrigoforesta@gmail.com

RESUMO

O presente estudo é voltado para o processo de produção social de inovações a partir de redes complexas de interação. Mais precisamente, a pesquisa busca explorar o papel destas redes no processo de construção social de inovações econômicas, tendo por base experiências de implementação do automóvel elétrico no contexto brasileiro. Neste sentido, busca investigar como as estruturas de ligações das redes e as identidades dos atores envolvidos relacionam-se com o Sistema Tecnológico do automóvel elétrico no Brasil. Estabelecendo, desta forma, a relação entre a configuração das redes de interação (estrutura e natureza dos nós) e as diferentes experiências de introdução, comercialização, difusão e uso de veículos elétricos no mercado brasileiro. Para tanto a pesquisa buscou identificar o sistema tecnológico e mapear os principais atores (sua relevância, papel e ligações na rede), através de análise de redes e criar um banco de dados codificado, com apoio de ferramentas computacionais de análise de dados qualitativos, a fim de analisar as redes de inovação e seus papéis no processo inovativo, em seus diferentes níveis e momentos.

Palavras-chave: Inovação Econômica; Automóvel Elétrico; Redes de Inovação

ABSTRACT

The present study aims to explore the process of social production of innovations from complex interaction networks. More precisely, the research seeks to investigate the role of these networks in the process of social construction of economic innovations, based on experiences of implementing the electric car in the Brazilian context. In this sense, it seeks to investigate how the network connection structures and the identities of the actors involved are related to the Technological System of the electric car in Brazil. In order to do so, the research sought to identify the technological system and to map the main actors (their relevance, role and connections in the network), through network analysis and to create a codified database, supported by computational tools of qualitative data analysis, to analyze innovation networks and their roles in the innovative process, in its different levels and moments.

Keywords: Economic Innovation; Electric Cars; Innovation Networks.

1 - Introdução

De acordo com dados divulgados recentemente pelo relatório Global EV Outlook 2017, o total de carros elétricos vendidos no mundo ultrapassou a marca de 2 milhões em 2016. Ainda que em termos absolutos isto corresponda a cerca de 0,2% da participação do mercado de automóveis, este valor representa um crescimento importante quando comparado com a pequena centena de automóveis elétricos que existiam 10 anos atrás. Parte desse crescimento pode ser visto no investimento de várias montadoras, novas e tradicionais, no desenvolvimento de novos modelos de automóveis híbridos e elétricos e no surgimento de vários sistemas de compartilhamento de carros elétricos no mundo. Ainda assim, de acordo com este mesmo relatório (OCDE/IEA, 2017), essa expansão do mercado de veículos elétricos é mais relevante em alguns contextos específicos: China, Estados Unidos, Holanda, Noruega, Reino Unido, Japão, Alemanha e França representaram 95% das vendas de carros elétricos em 2016.

No entanto, cada um desses países é caracterizado por diferentes caminhos tecnológicos e conjuntos de políticas e incentivos em relação aos carros elétricos. Logo, para compreender a implementação de uma inovação tecnológica potencialmente disruptiva e abrangente como esta, torna-se importante considerar os diferentes fatores relacionados em seus contextos. Isto é, considerar não só os fatores técnicos e econômicos dentro de uma lógica causal e unidirecional, mas o conjunto de políticas públicas, aspectos culturais e mobilizações sociais nas quais as inovações estão inseridas. Isso implica conceber inovações como processos complexos, relacionais e multidimensionais, sujeitos a contingências e contradições (OLIVEIRA, 2008). Em outras palavras, como um processo permeado por interesses, valores, vínculos de confiança e arranjos institucionais, contingentes e variáveis ao longo do tempo.

Todavia, é necessário delimitar o contexto onde ocorrem estas inovações a fim de melhor precisar e compreender as dinâmicas vinculadas ao processo inovativo do automóvel elétrico. Um construto analítico que permite enquadrar o fenômeno sem a necessidade de abarcar todo o contexto nacional ou limitar-se a um espaço geográfico específico é o conceito de Sistema Tecnológico de Inovação (STI). Centrado no desenvolvimento, difusão e uso de uma determinada tecnologia, o conceito busca abranger não apenas componentes exclusivamente dedicados à tecnologia em foco, mas todos os componentes

que influenciam o processo de inovação vinculado a essa tecnologia (BERGEK et al, 2008). Este enfoque sobre a tecnologia e os elementos que interagem em torno desta, permite apreender as dinâmicas de incentivo e bloqueio à implementação da inovação a partir das interações entre os atores do sistema e sua relação com a infraestrutura institucional.

Se considerarmos apenas a trajetória tecnológica brasileira, historicamente promotora e precursora do etanol como combustível alternativo a gasolina, ou o incipiente conjunto de incentivos públicos à aquisição e produção de automóveis elétricos (BARASSA, 2015), a tarefa de escapar do aprisionamento (*lock-in*) tecnológico do motor a combustão interna torna-se algo praticamente impossível no contexto nacional. No entanto, se atentarmos ao conjunto de atores envolvidos com esta tecnologia, é possível observar algumas iniciativas relevantes, voltadas para a implementação do carro elétrico no contexto brasileiro. Tais como:

O Carro Leve, um sistema de veículos elétricos compartilhados que operou no Porto Digital na cidade de Recife, sistema que visou à redução do uso individual de veículos através da otimização do uso; o Ecolétrico, um projeto público de instalação de novos modais de transporte com baixo impacto ambiental na cidade de Curitiba, baseado na utilização de veículos elétricos na frota da administração municipal e no desenvolvimento de tecnologia em parceria com a usina hidrelétrica de Itaipu; e o Programa Táxi Elétrico Nissan, um programa que operou nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, em parceria entre Nissan, Petrobras Distribuidora e prefeituras no uso de veículos Nissan Leaf na frota de táxis licenciados.

Apesar de suas fragilidades, essas experiências refletem as diversas tensões (ambientais, de mobilidade urbana e saúde pública) que o mercado automotivo e seu *modus operandi* vem enfrentando. Estas experiências, apontam para iniciativas não só das montadoras, mas também dos gestores públicos e usuários na promoção de aplicações mais colaborativas e eficientes dos veículos, além de criarem pressões sobre a lógica estabelecida de veículos individuais a combustão interna e abrirem importantes espaços para a introdução e difusão do veículo elétrico no contexto nacional.

Portanto, para entender melhor o desenvolvimento de inovações tecnológicas disruptivas como o carro elétrico e suas aplicações, torna-se relevante concebê-los como processos

situados em contextos específicos, como Sistemas Tecnológicos e capazes de articularem quadros interpretativos amplos (leis, campos de disputa, instituições) com motivações particulares e interesses. Em outras palavras, é conveniente analisar não apenas os contextos institucionais, nem a identidade dos atores que os compõem, mas o conjunto de relações sociais estabelecidas nesses contextos, a fim de identificar como essas interações relacionam-se com o estabelecimento, falhas ou resultados impremeditados dessas inovações.

Com isso em vista, o presente trabalho busca explorar o papel de redes complexas de interação no processo de produção social de inovações econômicas, com base nas três experiências mencionadas anteriormente. Estabelecendo, desta forma, a relação entre a configuração das redes de interação (estrutura e natureza dos nós) e as diferentes experiências de introdução, comercialização, difusão e uso de veículos elétricos no mercado brasileiro. Para tanto, a pesquisa procura identificar e mapear os principais atores do Sistema Tecnológico do Automóvel Elétrico (sua relevância, papel e conexões nas diferentes redes) através de análise de rede e criar um banco de dados codificado. Tal banco visa fundamentar a análise das redes de interação e seus papéis nos diferentes níveis e momentos do processo inovador.

As seções seguintes deste artigo dividem-se em três partes. Primeiro, discute-se o conceito de inovação e suas aplicações no caso do automóvel elétrico (Seção 2). Em seguida é realizada uma breve descrição sobre o contexto nacional e as experiências brasileiras investigadas, para, na sequência, serem analisadas as configurações de suas redes de interação (Seção 3). Ao fim, são apresentadas algumas conclusões preliminares e possíveis desdobramentos futuros para a investigação (Seção 4).

2 – Definindo inovação e seus momentos

Antes de iniciar uma conversa sobre carros elétricos como uma inovação disruptiva, convém definir o conceito de inovação. Uma primeira delimitação do conceito está relacionada ao seu aspecto processual, o que significa que a inovação envolve uma relação diacrônica entre um estado antigo de coisas e um novo estado, ou seja, é uma inserção bem-sucedida de um novo elemento em um contexto, mudando-o. Então, é um processo que depende não apenas de um novo elemento, mas também desse contexto em

que é inserido e da interação mútua entre eles para ser completado. É por isso que não podemos confundir inovação com invenção ou com o desenvolvimento de um novo aparato técnico.

De fato, se olharmos para a história perceberemos que a tecnologia do carro elétrico não é uma novidade e que esta não é a primeira vez que carros elétricos competem por espaço com carros a gasolina. Na verdade, durante alguns anos no início do século XX, nos EUA, as vendas de veículos elétricos e carros a gasolina não eram muito diferentes (COWAN; HULTÉN, 1996). De acordo com algumas teorias, o sucesso dos carros a gasolina é devido a fatores técnicos, características de desempenho como alcance e velocidade que teriam sido uma vantagem crucial contra as outras tecnologias em disputa. No entanto, esta é apenas uma parte da história, além das qualidades intrínsecas da inovação, temos fatores contextuais (produtivos, estruturais, institucionais, culturais) que têm desempenhado um papel importante nos processos de desenvolvimento, difusão e aceitação de carros a gasolina.

Isso significa que a inovação é um processo relacional que depende da contribuição de uma pluralidade de atores, econômicos ou não, para sua implementação (RAMELLA, 2013). Em outras palavras, a inovação é uma atividade coletiva que envolve necessariamente as consequências de sua aplicação e essas consequências afetam a própria tecnologia de forma retroativa. É por isso que não podemos conceber a inovação a partir de modelos unidirecionais e lineares, tais como: o modelo do impulso tecnológico (*technological push*) ou da atração econômica (*economic pull*). Mais do que a simples prevalência de um fator em relação aos demais, o sucesso do carro a gasolina está relacionado ao contexto em que o processo inovador foi desenvolvido.

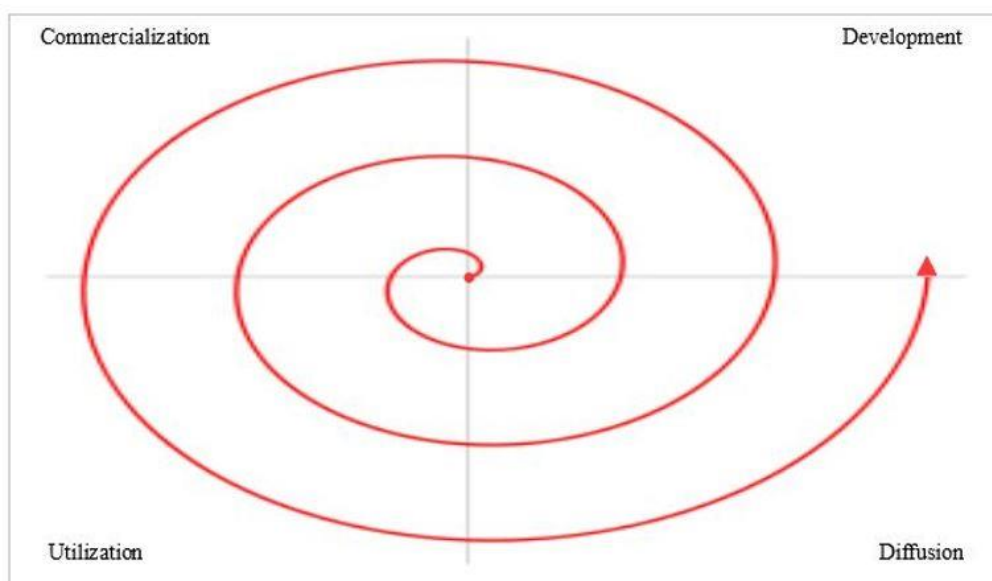
Neste contexto, é importante a trajetória de uma tecnologia e sua interdependência com outros setores. No caso dos carros a gasolina, podemos citar o papel da linha de montagem na produção em massa de veículos a motor de combustão interna, a invenção da partida elétrica, que alterou em grande medida a trajetória do setor elétrico (COWAN; HULTÉN, 1996), e a produção em larga escala de petróleo nos EUA. Mas também temos fatores legais, políticos e culturais que contribuíram para o sucesso desta inovação, como as políticas de remuneração e integração de empregados na cadeia de consumidores desenvolvidas por Henry Ford, as políticas públicas de expansão da malha rodoviária e a

associação entre carros elétricos, mais fácil e confortável de dirigir, com carros para mulheres (CHAN, 2013).

Esse tipo de complexidade sugere que a inovação dificilmente pode ser concebida como um processo linear preestabelecido. Em vez disso, é uma situação de incerteza, sujeita a falhas técnicas, competição e resistência dos atores envolvidos (AKRICH et al, 2002). Isto significa que a inovação depende de uma série de consequências não intencionais ligadas ao processo e à negociação de uma pluralidade de interesses. Este processo de negociação e seu fracasso foram relatados por Callon (1980) na experiência francesa com veículos elétricos na década de 1970.

É com base nessa dinâmica recursiva e impremeditada (AKRICH et al, 2002) e na espiral de seu movimento que os outros momentos do processo tornam-se relevantes para a compreensão da inovação. A figura abaixo procura destacar esses outros momentos (desenvolvimento, comercialização, utilização e difusão) e sua interdependência no processo. Mas isso não significa que o processo deve ser concebido em termos sequenciais, como uma sequência ordenada e linear de fases, rigidamente distintas umas das outras, antes vale para ressaltar a dinâmica recursiva do processo e a importância dos outros momentos para além do desenvolvimento tecnológico.

Figura 1 - Momentos do processo inovativo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, sabemos que a inovação é um fenômeno localizado geograficamente. Graças a vários estudos (RAMELLA; TRIGILIA, 2010; GARCIA, 2015; COURLET, 2015), é possível estabelecer um vínculo entre a proximidade socioespacial e o desenvolvimento de inovações. Isso ocorre não só porque os bens coletivos locais (*common goods*) são importantes para a inovação, mas também porque alguns tipos de conhecimento, como o conhecimento tácito, são transmitidos através de interações de proximidade envolvendo relações de confiança e situações de co-presença. Nas palavras de Gertler (2003), o conhecimento tácito é espacialmente aderente.

Todos esses fatores indicam que a inovação é um processo complexo, retroativo, contraditório e multidimensional. Portanto, um processo que também depende dos atores sociais, da coordenação de suas ações e do contexto social em que se desenvolve o ato inovador. Um processo sujeito a impedimentos legais, políticos e culturais, que podem prejudicar a inovação, bem como a políticas e mecanismos públicos, que podem promover a colaboração e o desenvolvimento de certas inovações (TRIGILIA, 2007).

Se pensarmos nos casos mencionados, em que os mercados de veículos elétricos estão em expansão, realizamos diferentes tipos de sistemas nacionais de inovação (EDQUIST, 2001; FAGBERG, 2016) e diferentes conjuntos de políticas para incentivar a implementação de veículos com baixas emissões de poluentes. Políticas como subsídios para compra de veículos elétricos, redução de impostos sobre a propriedade, medidas regulatórias para emissão de gases e isenções de taxas de estacionamento (OCDE/IEA, 2017). No entanto, o processo inovativo vai além da construção de ambientes favoráveis ao desenvolvimento de novas tecnologias. Como afirmado, envolve a colaboração e interação de atores produtivos, mas também depende da produção de consensos favoráveis para a aceitação, difusão e legitimação da novidade.

Nestes termos, o processo de construção social da inovação torna-se dependente de vários fatores e dinâmicas de interação em todos os momentos do processo. Para entender melhor isso, sugerimos uma abordagem capaz de entender o processo de inovação em seus diferentes níveis e momentos. Uma abordagem que considera o papel dos sistemas regulatórios e institucionais, mas também as redes de interação, como um conjunto heterogêneo de elementos que participam coletivamente do processo inovativo e organizam as relações entre o desenvolvimento científico e o mercado.

Uma abordagem como a do Sistema Tecnológico, que visa identificar os principais atores empenhados na mudança tecnológica, suas interações e compreender como uma combinação particular de atores ou uma configuração institucional específica molda a geração, difusão e utilização de uma tecnologia (JACOBSSON; BERGEK, 2004). Logo, trata-se de um sistema no sentido de um grupo de componentes (aparatos, objetos ou agentes) vinculados ao processo de implementação de uma tecnologia em um contexto, porém, isso não significa ausência de conflitos ou interação inteiramente planejada e coordenada entre os componentes. Pelo contrário, os atores do sistema não necessariamente compartilham do mesmo objetivo, ou se compartilham isso não quer dizer que trabalham conscientemente nesta direção.

Nestes termos, os componentes do sistema tecnológico inovativo são os atores, as redes e as instituições que contribuem para a função geral de desenvolvimento, difusão e utilização de novos produtos (bens e serviços) e processos. No caso do automóvel elétrico, os atores podem ser identificados como as montadoras (novas e desafiantes), as empresas de componentes elétricos, as distribuidoras de energia, as administrações públicas, institutos de pesquisa, parques tecnológicos, universidades, usuários, entre outros; já as redes são as formas com que estes atores ligam-se e o conteúdo destas ligações; por sua vez as instituições são as normas, leis, regras e concepções de controle (FLIGSTEIN, 2001) que regulam essas interações.

No caso do Sistema Tecnológico do automóvel elétrico, mais do que o desenvolvimento de um novo veículo alimentado por energia elétrica, essas relações envolvem uma série de possíveis mudanças inter-relacionadas: nas estruturas de produção (deslocando toda uma cadeia de fornecedores e especialistas); na matriz energética e nas formas de comercialização e difusão desses veículos; e no uso dos novos produtos (novos hábitos e práticas de consumo e concepções de relação com o automóvel). Ou seja, tratam-se de mudanças importantes, que envolvem interesses e motivações de representantes das tecnologias estabelecidas.

Portanto, as chances de estabelecer automóveis elétricos como uma alternativa viável dependem da formação de redes de inovação (coalizações de apoio a tecnologia) capazes de se organizar e moldar o quadro institucional e a opinião pública em direção a formas novas e diferentes de produção, comercialização e uso do automóvel. Em muitos casos,

estas novas formas vão além da simples substituição dos veículos convencionais, pois envolvem a implementação de sistemas públicos de compartilhamento de veículos elétricos, contratos com administrações públicas para a adoção de destes no transporte urbano e a instalação de infraestrutura de recarga.

3 – Experiências brasileiras com automóveis elétricos

No Brasil, a trajetória do setor automotivo está intimamente ligada a um modelo nacionalista de desenvolvimento. Com a estabilização econômica promovida até 2014, a expansão do poder de compra das classes menos favorecidas e as políticas setoriais de incentivo baseadas na redução de impostos, foi estendido não só o número de carros que compõem a frota no país, mas também o número de consumidores capaz de comprar veículos individuais. Reduzindo, assim, o número de habitantes por veículo de 8,4 em 2003 para 4,9 no ano de 2014 (ANFAVEA, 2017). Isso pressionou ainda mais o sistema rodoviário de grandes e médios centros urbanos, transformando a mobilidade urbana em uma das principais pautas públicas de hoje.

Além disso, o mercado brasileiro tem sido historicamente promotor e o precursor do etanol como combustível alternativo a gasolina, o que tende a fortalecer o paradigma do motor de combustão interna em vez de formas elétricas de propulsão e suprimento. A ponto do país ocupar a 6ª posição como maior mercado de veículos a motor no mundo em 2016, mas licenciar apenas 1085 veículos elétricos neste mesmo ano (ANFAVEA, 2017). Parte deste desempenho é devido ao alinhamento institucional à tecnologia estabelecida, com incentivos fiscais e políticas como o Inovar-Auto, voltadas para a expansão da produção e para o aumento da eficiência dos automóveis a combustão interna. Soma-se a isto o elevado custo dos modelos elétricos e o fato de as montadoras de automóveis instaladas no país serem todas estrangeiras e desenvolverem grande parte das pesquisas e novas tecnologias em laboratórios e institutos de pesquisas no exterior.

Apesar deste contexto, existem algumas iniciativas importantes, como o Carro Leve, Ecoelétrico e Táxi Elétrico no Brasil. Essas experiências não cobrem todas as iniciativas voltadas para a introdução de veículos elétricos no mercado brasileiro. Existem outras experiências, como o recente sistema de compartilhamento de carro instalado na cidade

de Fortaleza, o Vamo, e o projeto de estudos em mobilidade elétrica promovido pela distribuidora CPFL Energia, de São Paulo. No entanto, as três experiências acima mencionadas foram selecionadas para a pesquisa devido à sua complexidade e relevância no contexto nacional. Estas são experiências consolidadas, diferentes em suas estratégias e objetivos específicos, e com resultados já publicados.

Como trata-se de um momento inicial da pesquisa, os objetivos propostos foram identificar e mapear as redes e criar um banco de dados codificado com o suporte de ferramentas computacionais de análise de dados qualitativos. Banco este voltado para a compreensão da dinâmica destas redes, a partir de seus principais atores, sua relevância e papéis no processo inovador. Para isto, foram criados, alertas de conteúdo do Google com os seguintes termos “Ecoelétrico Curitiba”, “Carro Leve Recife” e “Táxi Elétrico Nissan”. A partir destes alertas de conteúdos, foram coletados e convertidos em formato pdf, com a ajuda do aplicativo Ncapture, todos resultados encontrados vinculados a estas iniciativas.

Depois de coletar os resultados dos sites, estes foram exportados como fontes para o interior do NVivo, a fim de sistematizar e organizar os dados, que serviram de base para a construção de redes em um software de análises de redes. Isso permitiu uma visualização da relevância dos atores através do número de referências e posterior posicionamento na rede a partir de suas relações. As figuras abaixo, bem como a descrição das redes que as acompanham, são resultados da análise das informações coletadas e da transposição desses dados para o Graphic Commons. Na construção dessas redes também tivemos a preocupação com a distribuição dos nós por momentos do processo de inovação, representados pelos eixos nas figuras.

Usando a abordagem de redes egocentradas (HANNEMAN; RIDDLE, 2005), compomos as redes de interação a partir da inovação em aplicação, ou seja, do projeto de aplicação da própria inovação tecnológica. E, a partir deste ponto central, identificamos os nós aos quais estão ligados e seguimos a interação entre outros atores mencionados nos dados. Os resultados são redes heterogêneas compostas por diferentes tipos de atores sociais.

Foram identificados diversos atores clássicos da inovação, como empresas, universidades e administrações públicas, mas também algumas organizações híbridas, como parques científicos, institutos de pesquisa, empresas de capital de risco (ETZKOWITZ, 2009) e

artefatos técnicos (CALLON, 1980). Os tipos de relação entre os atores também são heterogêneos, existem conexões operacionais, financeiras, de gestão e de produção, bem como algumas disputas internas e interesses conflitantes.

3.1 Carro Leve, um projeto-piloto de compartilhamento elétrico

O "Carro Leve" é um sistema de compartilhamento de automóveis que operou no centro de Recife de 2015 a 2017. O projeto foi o primeiro sistema de compartilhamento de automóveis elétricos no Brasil, uma iniciativa articulada e realizada principalmente pelo parque tecnológico de Pernambuco Porto Digital e pela empresa Serttel. De acordo com as informações coletadas, a Serttel, desenvolvedora de soluções para mobilidade urbana, era responsável pelo desenvolvimento e operação do sistema de compartilhamento de automóveis, enquanto o Porto Digital era o principal gestor da iniciativa.

Além disso, a iniciativa era composta por outros atores importantes, como o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, que ajudou a financiar o projeto, e a montadora chinesa Zhidou, fabricante dos dois modelos utilizados no projeto. Apesar de sua relevância para o projeto, esses atores aparecem de forma periférica na rede quando analisamos o grau de centralidade dos nós a partir do seu número de ligações. Isso pode ser devido ao caráter experimental do projeto, que se concentra em uma lógica de incubação de ideias e projetos, característica dos parques tecnológicos. Como o presidente do Porto Digital afirmou¹, “esperamos que, com a consolidação da ideia, a iniciativa privada e as autoridades públicas vejam o valor de mercado da iniciativa e decidam expandi-la, como acontece com as bicicletas compartilhadas”.

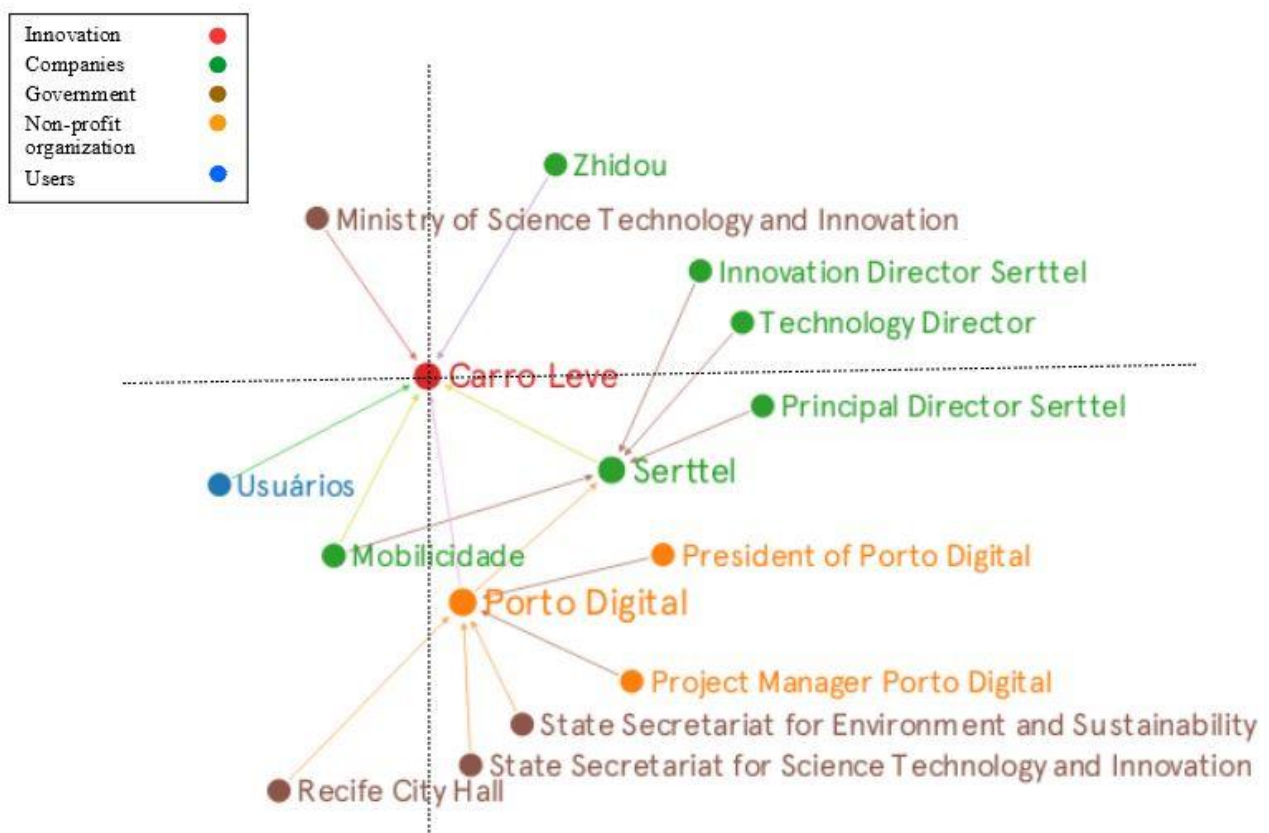
O projeto também possui 5 estações de carga perto do Porto Digital e 5 carros elétricos do fabricante de automóveis Zhidou. O uso dos carros era feito por meio de registro no site da iniciativa e do pagamento de uma taxa de utilização, que era progressivamente reduzida em caso de carona. A gestão dos carros (lançamento, pagamento, vagas, oferta de passeios) era feita através de um aplicativo para celular desenvolvida pela Serttel. O projeto contava com cerca de 57 usuários registrados, vagas exclusivas para

¹ Conforme: <http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2014/12/sistema-de-compartilhamento-de-carros-eletricos-e-lancado-no-recife.html>. Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

estacionamento e contribuía para a redução de carros no trânsito, uma vez que o uso do carro compartilhado evitava o uso de carros particulares.

O contexto geográfico é muito importante neste caso. A região do Porto Digital², na cidade de Recife, concentra mais de 267 empresas e instituições nas áreas de Tecnologia da Informação e Comunicação (entre estas a Serttel), incubadoras de empresas, aceleradores de negócios, institutos de pesquisa e uma instituição de ensino superior. Além disso, as estações de recarga foram instaladas nas proximidades do parque científico, o que sugere que os usuários dos carros elétricos são principalmente trabalhadores do parque. Daí a maior parte dos atores da rede estarem situados no mesmo contexto geográfico, criando um microambiente controlado para esta inovação.

Figura 2 - Rede do Carro Leve



Fonte: elaborado pelo autor.

2 Conforme: <http://www.portodigital.org/parque/o-que-e-o-porto-digital/iniciativa-privada-governo-e-universidades> Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

Este ambiente controlado, produzido através da iniciativa do Porto Digital, pode ser visto como um nicho de mercado, ou um “nursing market” (JACOBSSON; BERGEK, 2004). Espaços protegidos, centrais para a evolução do sistema tecnológico, onde podem ocorrer processos de aprendizagem e onde os preços e performance da tecnologia pode ser testada e melhorada, através da interação com usuários. Ademais, estes espaços incentivam o surgimento e o fortalecimento de novas empresas que podem vir a fortalecer a rede de inovação na busca por um maior alinhamento institucional.

Portanto, é uma rede relativamente pequena e densa, focada no desempenho de alguns atores e concentrada na implementação piloto de um modelo de mobilidade urbana. Ou seja, uma rede organizada a partir de um projeto que pretende explorar a viabilidade da tecnologia no contexto nacional. Como a distribuição dos nós na Figura 2 mostra, uma rede focada na difusão e uso do carro elétrico, através do desenvolvimento de um sistema de deslocamento solidário e de uma plataforma digital para registro, pagamento, lançamento e gerenciamento de uso.

Encerrado em meados de 2017, conforme calendário, o projeto cumpriu com seu objetivo de testar este tipo de mobilidade compartilhada em um ambiente urbano. Durante sua operação foram avaliadas as vantagens e limitações do sistema, tais como entraves burocráticos à homologação dos veículos junto aos órgãos de trânsito competentes, e a viabilidade econômica da operação. O que gerou aprendizado para os envolvidos e apontou para novos projetos e parcerias como o Vamo Fortaleza, sistema de compartilhamento de carros elétricos que encontra-se rodando na cidade de Fortaleza e um projeto do Governo do Estado de Pernambuco que pretende utilizar apenas carros elétricos na Ilha de Fernando de Noronha.

3.2 Ecoelétrico, uma chance para a mobilidade urbana elétrica

Em relação ao projeto do Ecoelétrico, este pode ser considerado uma iniciativa relativamente mais complexa. Dirigido à instalação de modais de transporte com baixo impacto ambiental, o projeto é uma iniciativa da prefeitura de Curitiba, a fim de cumprir as recomendações do termo de compromisso para a redução de emissões de gases de efeito estufa. Termo assinado pelo prefeito durante a reunião do C40 (Cities Climate Leadership Group) em Joanesburgo. O projeto envolveu o uso de veículos elétricos nas

frotas oficiais da administração municipal (10 carros da Renault e 3 mini-ônibus) e a instalação de 10 estações de carga na cidade.

Ao contrário de Carro Leve, o Ecoelétrico pode ser considerado um projeto menos centralizado. Além das atividades da Prefeitura de Curitiba, existem 3 outros importantes atores da iniciativa: a Companhia de Energia Itaipu Binacional, a Aliança Renault-Nissan e o Centro de Excelência e Inovação na Indústria Automobilística (CeiiA), de Portugal.

Nó central na rede, a Companhia de Energia Itaipu Binacional desempenha um papel importante no fornecimento dos automóveis e componentes dos veículos elétricos para a frota de Curitiba. Estes veículos são montados na empresa através de um programa chamado Veículo Elétrico (VE), que vem operando desde 2006 e cujos objetivos são adquirir conhecimentos tecnológicos e ajudar a indústria doméstica na produção de veículos elétricos.

Este projeto tem estabelecido parceria com vários fabricantes de automóveis e institutos de pesquisa com o objetivo de desenvolver tecnologias e dominar áreas de conhecimento relacionadas ao veículo elétrico. Recentemente, a empresa estabeleceu parcerias com a empresa suíça KWO e com o centro de engenharia portuguesa CEiiA para lançar o Mobi, um Programa Inteligente de Mobilidade Elétrica. Este programa possui um centro de controle instalado dentro do Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), a fim de monitorar em tempo real o deslocamento de veículos elétricos e gerar indicadores sobre o desempenho de veículos que circulam em cidades como Curitiba.

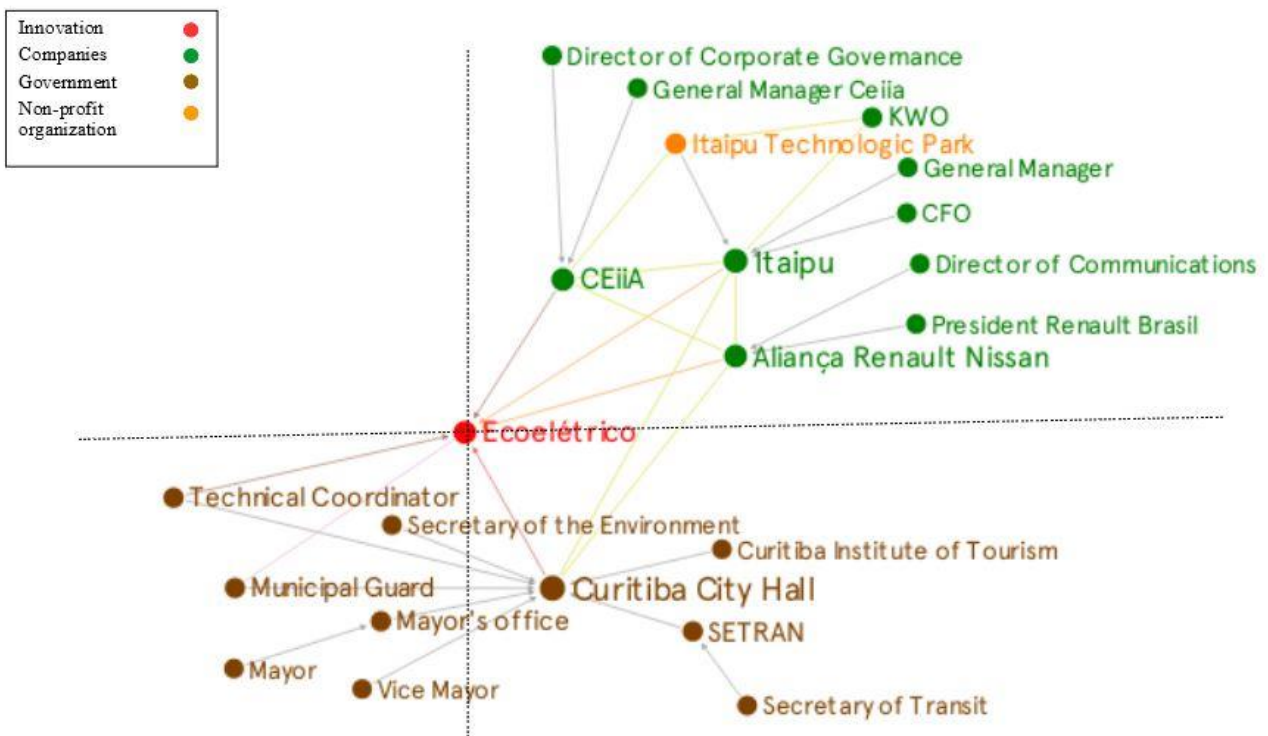
Alguns dos veículos que não foram montados em Itaipu foram cedidos à prefeitura de Curitiba através de um contrato de empréstimo da Aliança Renault-Nissan. No geral, existem 10 carros da marca Renault (5 Zoe, 3 Kangoo, 2 Twizy) utilizados pelo Escritório Municipal de Trânsito, Guarda Municipal e Secretário Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Além de emprestar carros e fornecer assistência técnica, a Renault entregou à cidade de Curitiba 6 minicarros elétricos, voltados para a educação infantil no trânsito e no meio ambiente.

Em operação entre 2014 e 2016, o Projeto Ecoelétrico difere do Carro Leve porque teve como usuários dos carros elétricos os próprios funcionários municipais de Curitiba. Além disso, é uma rede mais ampla e diversificada, composta e articulada por institutos de ciência e tecnologia, instâncias de administração municipal, empresas do setor de energia

e montadoras de veículos diretamente interessadas no projeto. Portanto, é uma rede relativamente mais dispersa, capaz de cobrir diferentes momentos do processo inovador. Do desenvolvimento com as pesquisas realizadas pelo projeto Veículo Elétrico na Itaipu, ao uso e difusão com as experiências dos servidores municipais e campanhas publicitárias da prefeitura, incentivando e promovendo modais de transporte de baixa emissão de gases do efeito estufa.

Contudo, após a troca de gestão da prefeitura, em 2017, o projeto foi parcialmente encerrado e os veículos devolvidos. Apesar deste revés em Curitiba, o Programa Veículo Elétrico da Itaipu Binacional segue desenvolvendo tecnologias vinculadas ao automóvel elétrico e aplicando em outros contextos. Como a parceria realizada com a empresa de distribuição de energia de Brasília, a CEB, em moldes similares ao Ecoelétrico e um sistema de compartilhamento inteligente (SCI) no interior da usina.

Figura 3 - Rede do Ecoelétrico



Fonte: elaborado pelo autor.

3.3 Táxi Elétrico, um programa para cidades-sede

Por sua vez, o Programa Táxi Elétrico foi uma iniciativa diferente das anteriores. Fortemente dependente da figura da montadora japonesa Nissan, o programa foi uma parceria estabelecida entre a montadora, as prefeituras de São Paulo e Rio de Janeiro, companhias elétricas estaduais e motoristas de táxi e suas associações. Como no caso do Ecoelétrico, a montadora Nissan concedeu, em regime de comodato, 25 carros elétricos do modelo Nissan Leaf para serem usados na frota de táxi destas capitais. Porém, esses carros não foram fabricados ou montados no Brasil e não houve transferência de tecnologia envolvida neste programa.

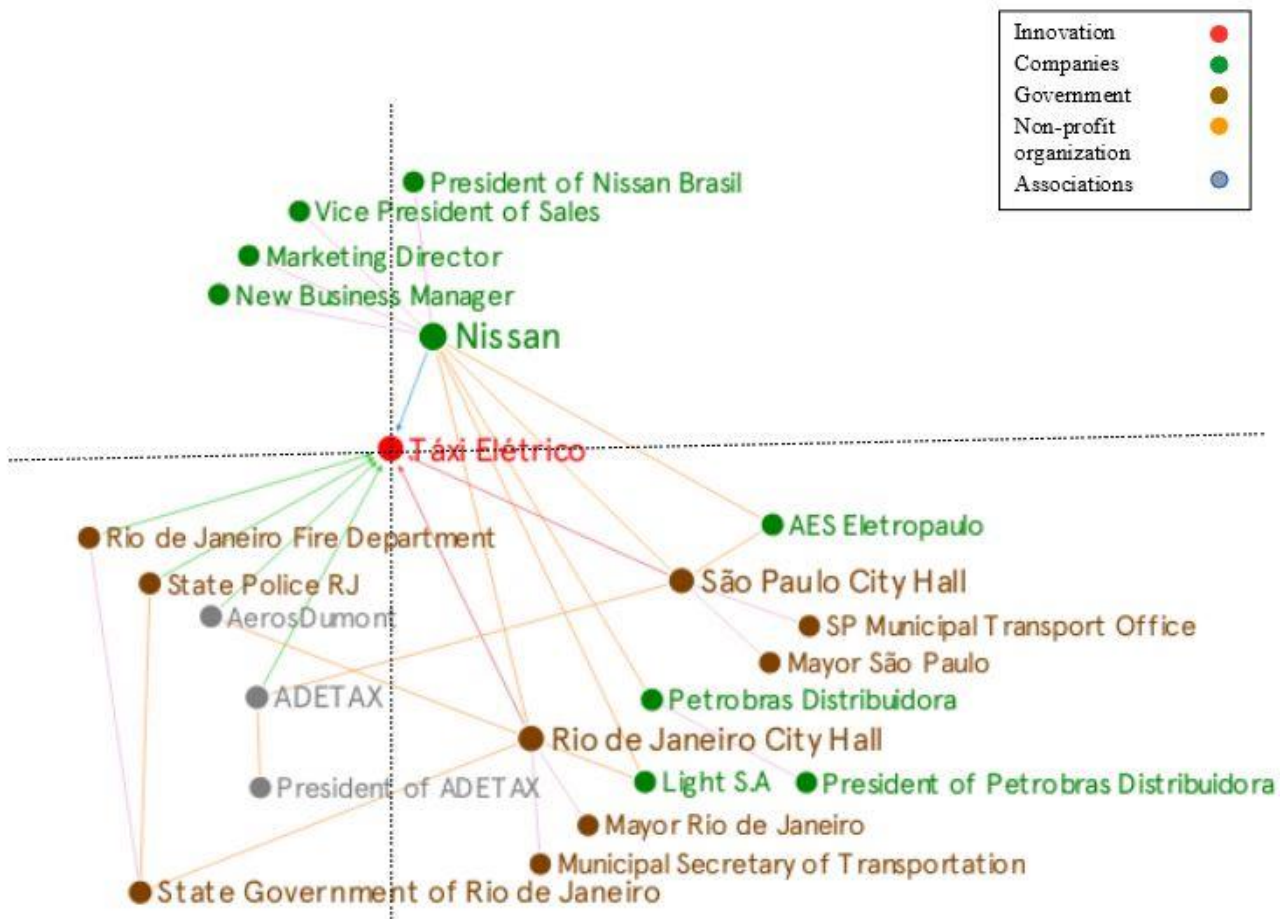
Em operação desde 2012 em São Paulo e 2013 no Rio de Janeiro, o programa também contou com o apoio da Petrobras Distribuidora no Rio de Janeiro e AES Eletropaulo para a instalação de infraestrutura para recarregar os veículos elétricos. Os táxis elétricos funcionaram cerca de 4 anos nas duas maiores capitais do país com o objetivo de avaliar a viabilidade deste tipo de veículo elétrico no cotidiano das metrópoles. De acordo com o presidente da Nissan no Brasil³, este período de teste serviu para provar que o “Nissan LEAF é o carro elétrico mais vendido do mundo e mostrou que é capaz de enfrentar as mais diversas situações de trânsito nas ruas brasileiras, com o diferencial de ter zero emissões”.

Além do interesse da montadora em divulgar seu modelo, o programa atendeu os interesses das administrações municipais para promover políticas de redução da poluição a tempo para grandes eventos esportivos, como a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016. Não foi por acaso que os taxistas foram selecionados e treinados pelas prefeituras e pela Nissan para atender usuários estrangeiros e turistas.

Segundo os administradores municipais, o uso de táxis elétricos é uma maneira de apresentar à população o debate sobre a matriz de energia e a emissão de gases poluentes. Ou seja, promover o uso desses modos de transporte limpo através do contato com o veículo e suas vantagens em relação aos carros convencionais. E essas vantagens são relatadas pelos taxistas como ausência de ruído, menor necessidade de manutenção e emissão zero de poluentes para o meio ambiente.

3 Conforme: <http://www.revistameioambiente.com.br/2016/04/16/carro-eletrico-da-nissan-ajuda-a-evitar-a-emissao-de-340-toneladas-de-co2-no-rio-de-janeiro-e-em-sao-paulo/> Acesso em: 28 de março de 2017.

Figura 4 - Rede do Táxi Elétrico



Fonte: elaborado pelo autor.

Logo, trata-se de uma rede dependente da figura de Nissan, ator com mais referências e conexões. Uma rede mais política/administrativa em comparação com outras redes, pois não envolve institutos de pesquisa ou empresas de tecnologia. Uma rede focada nos momentos de difusão e uso do carro elétrico. Mas também focada no momento da comercialização, através dos interesses da Nissan em promover um mercado ainda incipiente e criar pressão para facilitar o acesso e o consumo. Nas palavras do Diretor de Marketing da Nissan⁴: “O projeto também pretende iniciar a discussão sobre a criação de incentivos fiscais para a comercialização desses modelos”.

4 Conforme <http://istoe.com.br/279695-TAXI+ELETRICO+UM+BOM+COMECO/> Acesso em: 28 de abril de 2017.

4 - Conclusões

As três experiências são organizadas sob a forma de redes complexas, no entanto, são baseadas em estratégias diversas com diferentes protagonistas e estão focadas em momentos específicos do processo inovativo. A rede do Carro Leve, por seus objetivos experimentais e pelas características de seus principais articuladores, apresenta uma estrutura de organização simplificada. O seu principal contributo para a implementação do carro elétrico no país é a promoção de um modelo de mobilidade compartilhada solidaria em pequena escala, com o objetivo de demonstrar sua viabilidade e adesão aos usuários. Articulado em torno de um sistema de compartilhamento gerenciado por aplicativos, a rede envolve poucos atores e centra sua atenção na difusão da inovação ao afirmar sua viabilidade para esse tipo de uso.

A rede do projeto Ecoelétrico apresenta-se como o mais complexo dos casos. Mais diversificada e mais ampla, a rede envolve projetos que operam de forma paralela e autônoma ao Ecoelétrico, como o Programa Inteligente de Mobilidade Elétrica (Mob-i) e o Veículo Elétrico (VE). Além disso, é a rede que tem o maior alcance em termos de conexões de longa distância. Nesse sentido, é uma rede mais heterogênea e abrangente, com o potencial de contemplar todos os momentos do processo inovador.

A maior rede entre os pesquisados (em número de nós), o Programa de Táxi Elétrico é uma iniciativa que basicamente visa viabilizar a comercialização e o uso do carro elétrico no mercado brasileiro. Dirigido a uma lógica de importação dos veículos para o ambiente nacional, não existe, neste sentido, o desenvolvimento de novas tecnologias, ou de conhecimento ligado à inovação no carro elétrico. É uma parceria temporária entre a montadora e as administrações municipais para promover o modelo de carro elétrico em suas gestões, mas sem grandes consequências em termos de implementação de tecnologia.

No entanto, existem alguns pontos importantes em comum entre as iniciativas. Um que pode ser destacado é a justificativa do uso do carro elétrico por fatores ambientais e a publicação de indicadores em relação à sua utilização em termos de quantidade de emissões de CO₂ evitadas. O que aponta para um amplo quadro interpretativo comum, impulsionado pelo forte apelo ambiental das iniciativas e pelo processo de negociação de interesses em jogo na implementação da inovação. Aspecto que se torna relevante e digno

de ulteriores investigações, uma vez que, num futuro próximo, pode ser mobilizado com maior eficiência em direção a um alinhamento mais favorável à tecnologia do automóvel elétrico.

Outro ponto comum entre as três iniciativas é o papel relativamente pequeno das universidades brasileiras nessas experiências. Uma possível resposta a isto é o foco das redes na utilização e difusão da inovação. Contudo, caberia um estudo mais detalhado para investigar esta possibilidade. Além disso, a presença constante de atores estrangeiros (centros de pesquisa, empresas de engenharia e montadoras) no momento do desenvolvimento do processo aponta para uma importante lacuna neste aspecto.

Embora relativamente frágeis, essas iniciativas são importantes para a consolidação desta tecnologia, pois são promotores da aprendizagem cultural, tecnológica e institucional nesses diferentes momentos do processo inovador. Portanto, essas redes heterogêneas, formadas por diferentes atores e modelos de interação, configuram processos de inovação com diferentes estratégias e objetivos. Objetivos estes, relativamente modestos e sujeitos a mudanças externas, mas com algumas continuidades importantes para o processo.

Agradecimentos

Agradeço à CAPES pelos recursos que possibilitaram a pesquisa e as saídas de campo, aos prestativos interlocutores das redes investigadas, e ao Prof. Sandro Rudit Garcia pelos valiosos conselhos e orientações.

REFERÊNCIAS

AKRICH, Madeleine; CALLON, Michel; LATOUR, Bruno. The key to success in innovation part I: the art of interessement. **International Journal of Innovation Management**, London, v.6, n.2, p.187-206, jun. 2002.

ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo: 2017.

BARASSA, Edgar. **Trajectoria Tecnológica do Veículo Elétrico: Atores políticos e esforços tecnológicos no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas - Campinas, SP, 2015.

BERGEK, A., JACOBSSON, S., CARLSSON, B., LINDMARK, S., RICKNE, A.. Analyzing the Functional Dynamics of Technological Innovation Systems: A Scheme of Analysis, in **Research Policy**, 37, pp. 407-429, 2008.

CHAN, C.C. **The Rise & Fall of Electric Vehicles in 1828–1930**: Lessons Learned. Proceedings of the IEEE, vol. 101, no. 1, pp. 206-212, Jan. 2013.

COWAN, Robin; HULTÉN, Staffan. Escaping the Lock-in: the case of the electrical vehicle. In: **Technology Forecasting and Social Change**, 1996.

CALLON, M. The State and Technological Innovation: A Case Study of the Electrical Vehicle in France. **Research Policy** 9: 358-356, 1980.

COURLET, C.. Inovação e território ou a história de uma relação especial. In: GUIMARÃES, S. & PECQUEUR, B. (Orgs.). **Inovação, território e arranjos cooperativos**: experiências de geração de inovação no Brasil e na França. Marseille: Open Edition Press, 2015. p.29-37.

EDQUIST, Charles. **The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy**: An account of the state of the art. Lead paper presented at the DRUID Conference, Aalborg, June 12-15, 2001.

ETZKOWITZ, Henry. Caminhos que levam à Hélice Tríplice. In: **Hélice Tríplice**: universidade-indústria-governo. Inovação em movimento. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

FAGERBERG, Jan. Innovation Systems and Policy: A Tale of Three Countries, in **Stato e mercato** 1/2016, pp. 13-40.

FERRARY, Michel; GRANOVETTER, Mark. The Role of Venture Capital Firms in Silicon Valley's Complex Innovation Network. **Economy and Society** : 326-359. May, 2009.

FLIGSTEIN, Neil. Mercado como política: uma abordagem político cultural das instituições de mercado. **Contemporaneidade e Educação**. Ano VI, n.9, 1º sem/2001.

GARCIA, Sandro Rudiant. Novos arranjos industriais e redes de inovação: Agentes produtivos no entorno do polo de construção naval de Rio Grande. In: Paulo Roberto Neves Costa; Juarez Varallo Pont. (Org.). **Empresários, desenvolvimento, cultura e democracia**. 1 ed. Curitiba: Editora da UFPR, 2015, v., p. 171-192.

GERTLER, Meric S. Tacit Knowledge and the Economic Geography of Context, or the Undeniable Tacitness of Being (There). **Journal of Economic Geography**, v. 3, n. 1, pp. 75–99, 2003.

HANNEMAN, Robert A., RIDDLE, Mark. **Introduction to social network methods**. Riverside, CA: University of California, Riverside, 2005

JACOBSSON, Staffan; BERGEK, Anna. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. **Industrial an Corporate Change**. v.3, n.5, pp. 815-849, 2004.

OECD/IEA, International Energy Agency. **Global EV Outlook 2016**. Beyond one million eletric cars. Paris, 2016.

OLIVEIRA, Luísa. **Sociologia da Inovação**: a construção social das técnicas e dos mercados. Lisboa, Celta Editora, 2008.

RAMELLA, Francesco, TRIGILIA, Carlo. (Org.). **Imprese e territori dell'Alta Tecnologia in Italia**. Bologna: Il Mulino, 2010.

RAMELLA, Francesco. **Sociologia dell'innovazione economica**. Bologna: Ed. il Mulino, 2013.

TRIGILIA, C.. La costruzione sociale dell'innovazione. In: **La costruzione sociale dell'innovazione**: economia, società e territorio. Firenze: Firenze University Press, 2007. p.11-18.