

# Relações Multiníveis e Inovação Sustentável: O Programa Veículo Elétrico da Itaipu Brasil

Andréa Torres Barros Batinga de Mendonça, Sieglinde Kindl da Cunha e Thiago Cavalcante Nascimento

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar as relações multiníveis e a transição para ecoinovação a partir do caso do Programa Veículo Elétrico da Itaipu Brasil. Argumenta-se que o processo de transição sociotécnica é influenciado por relações de coevolução nos níveis micro, meso e macro. Essa temática já é recorrente em pesquisas internacionais, mas percebeu-se que no Brasil ainda é pouco difundida. Devido à complexidade de relação entre os temas e o caráter longitudinal dessa pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa e exploratório-descritiva com estudo de caso em que foram coletados dados a partir da observação, entrevistas em profundidade e pesquisa documental. Os principais resultados evidenciam a importância de grandes organizações como agentes “empreendedores” e da formação de parcerias nos nichos tecnológicos como fatores que influenciam a criação das ecoinovações e que passam a modificar os valores compartilhados e as instituições dos agentes do nível meso, em um processo de influência *bottom up*. Além disso, as mudanças do nível macro exerceram pressão sobre os níveis meso e micro em um processo de influência *top down*.

Palavras-chave: multinível. transição. ecoinovação. sustentabilidade.

*Multilevel Relations and The Sustainable Innovation: The Itaipu Brasil Electric Vehicle Program*

## ABSTRACT

*This article aims to analyze the multilevel relationships and the transition for the eco-innovation from the case of the Itaipu Brasil Electric Vehicle Program. We argue that the process of socio-technical transition is influenced by coevolutionary relations at the micro, meso and macro levels. This theme is already recurrent in international research, but it has been noticed that in Brazil it is not very much known. Due to the complexity of the relationship between the themes and the longitudinal nature of this research, we opted for a qualitative and exploratory-descriptive approach with a case study in which the data were collected from observation, and used in-depth interviews and documental research. The main results highlight the importance of large organizations as “entrepreneurial” agents and the formation of partnerships in technological niches as factors that influence the creation of eco-innovations and that they begin to modify the shared values and institutions of meso-level agents in a process of bottom-up influence. In addition, this changes at the macro level exerted pressure on the meso and micro levels in a process of top-down influence.*

*Keywords: multilevel. transition. eco-innovation. sustainability.*

Recebido em: 23/10/2017  
Aprovado em: 23/03/2018  
Última Modificação: 18/06/2018



**Andréa Torres Barros Batinga de Mendonça** 

Professora do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação do PROFNIT, Universidade Federal do Paraná, Brasil.  
Doutora em Administração pelo PPGADM-UFPR, Brasil

[andrea.tbbm@gmail.com](mailto:andrea.tbbm@gmail.com)

**Sieglinde Kindl da Cunha** 

Professora do Programa Mestrado e Doutorado em Administração da Universidade Positivo, Brasil  
Doutora em Ciências Econômicas pela Unicamp, Brasil

[skcunha21@gmail.com](mailto:skcunha21@gmail.com)

**Thiago Cavalcante Nascimento** 

Professor do Mestrado em Administração do PPGA-UTFPR, Brasil  
Doutor em Administração – PPGADM-UFPR, Brasil

[thiagocn1@hotmail.com](mailto:thiagocn1@hotmail.com)

## Introdução

A busca por inovações tecnológicas tem sido frequentemente considerada um importante elemento das políticas para o desenvolvimento sustentável, uma vez que o foco em inovações incrementais ao longo de trajetórias já estabelecidas não é suficiente para alcançar inovações de caráter ambientalmente responsáveis (Nill & Kemp, 2009).

O debate que insere o contexto do ambiente à perspectiva da inovação no seu sentido econômico e sociológico tem se apresentado como uma questão crítica para a formação de políticas, colocando a tecnologia tanto como causa dos problemas ambientais, quanto como um dos elementos para sua solução. Sendo assim, mecanismos de inovação tecnológica e ambiental, incluindo seus processos e contexto institucional, se destacam em uma perspectiva de coevolução para o alcance de mudanças sistêmicas, através de padrões de produção e consumo mais sustentáveis (Berkhout, 2002; Kemp & Rotmans, 2010; Markard, Raven, & Truffer, 2012; Safarzyńska, Frenken, & Van Den Bergh, 2012).

Nessa perspectiva, uma transição para uma economia de energia verde é um desafio societal multifacetado, envolvendo mudanças tecnológicas, políticas e comportamentais em sistemas de produção e uso de energia, construção e transporte (Nilsson & Nykvist, 2016).

A ascensão da relação entre inovação e meio ambiente tomou forma com publicações sobre ecoinovação, em que se englobam diversas práticas de inovação que combinam benefícios econômicos e de recursos ecológicos (Levidow, Lindgaard-Jørgensen, Nilsson, Skenhall & Assimacopoulos, 2016). A partir do trabalho seminal de Fussler e James (1996) e autores como Rennings (1998), Andersen (2006; 2008), Carrillo-Hermosila, Gonzalez e Konnola, (2009), Reid e Miedzinsk (2008), Arundel e Kemp (2009), Bossle, Barcellos, Vieira e Sauvée (2016) e Tamayo-Orbegozo, Vicente-Molina e Villarreal-Larrinaga (2017) é possível perceber a inserção de indicadores e categorias de análise que incluem não só o aspecto econômico da inovação, mas a perspectiva do usuário e os aspectos sociais, ambientais, organizacionais, sistêmicos e institucionais que se relacionam ao desenvolvimento tecnológico e a inovação ambiental.

Neste contexto, destaca-se o papel dos nichos como locais propícios ao surgimento de inovações radicais e de transição para um novo regime (Geels, 2002, 2004, 2006, 2011; Geels & Kemp, 2007; Geels & Schot, 2007), existindo assim, uma necessidade de investigar os diferentes papéis e funções dos atores no seu desempenho como colaboradores no processo de inovação, não somente de práticas, mas possibilitando mudanças no contexto institucional (Hermans, Van Apeldoorn, Stuiver, & Kok, 2013; Smith & Raven, 2012).

Diante do exposto, o presente estudo buscou investigar o seguinte problema de pesquisa: Como ocorrem as relações multiníveis e a transição para ecoinovação a partir do caso do Programa Veículo Elétrico da Itaipu Brasil?

A escolha da Itaipu e do referido programa se deu pela representatividade da usina em termos de produção de energia e sua relevância estratégica para o Brasil e o Paraguai. A referida usina é a segunda maior do mundo em termos de capacidade instalada e possui o recorde mundial de geração de energia (Itaipu, 2018), enquanto o programa Veículo Elétrico assume papel de destaque no desenvolvimento de tecnologias de mobilidade elétrica que culminaram, inclusive, no lançamento do primeiro avião elétrico tripulado da América Latina (Itaipu & KWO Grimselstrom, 2015). Além disso, destaca-se que a busca e inclusão de tecnologias mais limpas no sistema de transporte tem se mostrado como tema relevante entre pesquisadores e tomadores de decisão.

Esse artigo está estruturado em 7 seções a contar com essa introdução. A seguir discute-se a base teórica abordando as relações multiníveis e a transição sociotécnica, destacando as características dos níveis. Posteriormente, será observada a relação entre inovação e meio ambiente a partir do conceito deecoinovação e, depois, um breve panorama da indústria de veículo elétrico no Brasil. Em seguida aborda-se a metodologia do trabalho e os resultados da análise em relação ao caso do Programa Veículo Elétrico. Sucessivamente, tem-se as considerações finais com os principais achados e, por fim, as referências bibliográficas.

## Relações Multiníveis e a Transição Sociotécnica

A abordagem multinível tem como foco analisar a ação recíproca entre três níveis de estudo (micro, meso e macro) no processo de transição sociotécnica, baseando-se, assim, na constatação de que a tecnologia corresponde ao resultado da influência de forças do meio (social) em que ela se desenvolve (Lopolito, Morone, & Sisto, 2011). A literatura sobre transição sociotécnica descreve uma dinâmica em larga escala e ao longo do tempo de mudanças estruturais como um processo de coevolução de projetos tecnológicos ao lado de projetos organizacionais e institucionais (Bakker, Maat & Wee, 2014).

Entre os níveis de inovações emergentes ou nível micro (também chamados de nichos) e o nível macro, referente a sociedade (denominado ambiente), está o nível das configurações existentes em que ocorrem as trajetórias e desenvolvimento tecnológicos (nível meso de regime sociotécnico) (Geels, 2002, 2004, 2006; Safarzyńska *et al.*, 2012).

A perspectiva multinível busca discutir a mudança tecnológica como um processo social de assimilação de novas tecnologias que transformam regras existentes, guiando a interação dos atores em múltiplos níveis e analisando episódios passados da inovação transformacional nos níveis micro, meso e macro (Genus & Coles, 2008; Safarzyńska *et al.*, 2012).

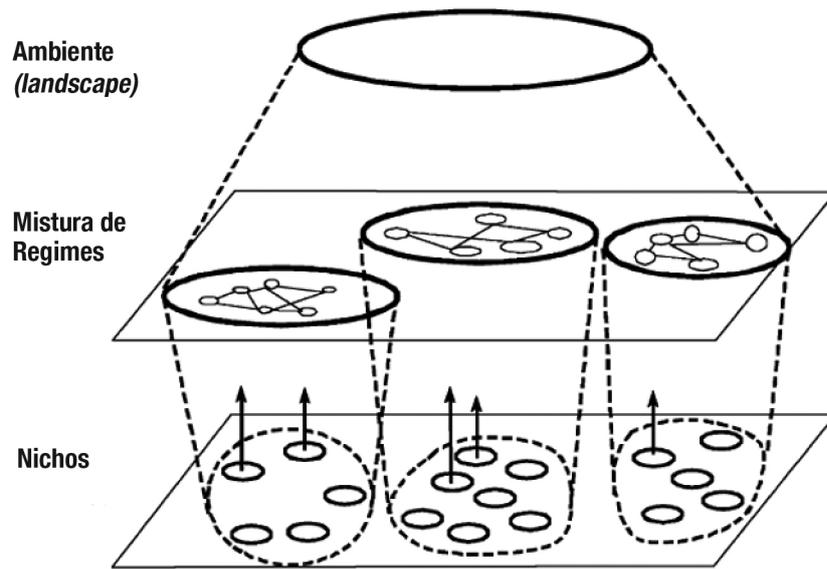


Figura 1. Diferentes níveis na análise da coevolução

Fonte: Geels (2002)

Para observar esses níveis, Geels (2004; 2006) propõe o conceito de sistema sociotécnico, que aborda a produção, difusão e uso das tecnologias, configurando-se como sistemas heterogêneos de relações entre elementos necessários para cumprir as funções sociais. Esse sistema é composto por artefatos, conhecimentos, capital, trabalho, significados culturais, infraestrutura, relações com fornecedores, entre outros. Ressalta-se, ainda, que a dinâmica no sistema sociotécnico envolve o processo de adaptações mútuas e *feedbacks* entre a tecnologia e o usuário (Geels, 2004).

No nicho, a dinâmica se mostra como resultante da construção ou alinhamento de elementos heterogêneos (atores) em um processo de configuração. As novidades que surgem dos nichos são inicialmente configurações sociotécnicas incertas com baixo desempenho, como variações de *design* de uma tecnologia emergente que coexiste em locais propícios ao aprendizado, especificações técnicas, preferências dos usuários, políticas públicas e significados simbólicos (Bakker, Leguijt & Lente, 2015; Geels, 2002, 2004; 2006, 2011; Geels & Kemp, 2007; Geels & Schot, 2007; Wainstein & Bumpus, 2016). A inovação radical dos nichos ocorre tanto em resposta às mudanças no ambiente (*top-down*), quanto na forma de processos *bottom-up* (de baixo para cima) para que possam ser utilizadas nos regimes ou que substituam as tecnologias existentes (Geels, 2011; Genus & Coles, 2008).

De acordo com Kemp, Schot, e Hoogma (1998), Raven (2005), Schot e Geels (2008) e Lopolito *et al.* (2011), os nichos são constituídos de três processos internos de formação. O primeiro deles é a “ligação de expectativas” que faz referência à expressão dos atores das suas próprias expectativas para os demais atores do nicho (Kemp *et al.*, 1998). A convergência nas expectativas dos atores se refere ao grau em que as suas estratégias, expectativas, crenças e práticas caminham na mesma direção (Geels & Raven, 2006).

O segundo mecanismo é o “processo de articulação” através dos experimentos que levam a nova tecnologia a ser socialmente aceita e incluída (Kemp *et al.*, 1998). Esse processo interno é relevante, pois dentre outros benefícios, leva à articulação de: aspectos técnicos e de especificações do projeto, políticas governamentais, significados culturais e psicológicos, mercado de quem é o produtor da nova tecnologia e quais são as necessidades dos consumidores, redes de produção, relacionamentos de infraestrutura e manutenção, efeitos sociais e ambientais (Kemp *et al.*, 1998).

O terceiro mecanismo é a “formação dos relacionamentos” que está relacionado ao envolvimento de novos atores nas atividades. Neste processo estão presentes os atores afetados pelos resultados da tecnologia, ou organizações, como grupos de cidadãos e grupos ambientais (Kemp *et al.*, 1998; Raven, 2005).

Os atores que ajudam no desenvolvimento dos nichos tecnológicos se dispõem a essa prática porque possuem interesses atuais e futuros no sistema sociotécnico que está para emergir. Esses interesses podem estar relacionados às oportunidades comerciais ou por questões sociais e ambientais mais amplas. Além disso, o grau em que as empresas estarão interessadas no novo sistema sociotécnico dependerá da sua capacidade de absorver as novas oportunidades que se apresentam (Bakker *et al.*, 2014).

O nível meso corresponde ao regime sociotécnico caracterizado por estruturas constituídas de acumulação coevolucionária e alinhamento de conhecimentos, investimentos, objetos, práticas, infraestrutura, valores e normas compartilhadas que abrangem a divisão de produção-consumo, que orientam e coordenam as atividades dos grupos sociais e reproduzem os vários elementos do sistema sociotécnico, bem como as ações privadas e públicas em um campo, estruturando o comportamento dos atores (Geels, 2011; Kemp & Rotmans, 2010; Smith, Voß & Grin, 2010). O termo “regime” é usado para descrever o conjunto existente de tecnologias, organizações e instituições (ou seja, as regras formais e informais do jogo) que dominam os sistemas sociotécnicos. A solução tecnológica prevalecente está firmemente integrada na sociedade e na economia, e todos os atores e instituições estão voltadas para essa única solução (Bakker *et al.*, 2014)

As transições na estrutura dos regimes são consequências surgidas a partir da acumulação de uma variedade de processos de interação e envolvimento de mercados, cujas inovações ocorrem de forma incremental, com ajustes acumulados em trajetórias estáveis. Entretanto, as transições não ocorrem somente no regime tecnológico, mas também nas dimensões culturais, políticas, científicas, de mercado e industriais, de forma lenta, podendo ser observadas como uma trajetória previsível (Berkhout, 2002, 2010; Geels, 2011; Markad *et al.*, 2012; Smith *et al.*, 2010). Assim, para a mudança ocorrer no regime, é preciso que ela seja reconhecida como necessária, factível e vantajosa por uma gama ampla de atores e instituições, promovendo uma reconfiguração radical a partir da adoção das inovações surgidas nos nichos (Berkhout, 2002; 2010; Wainstein & Bumpus, 2016).

No nível do ambiente, o nível macro, as mudanças usualmente acontecem lentamente, como o crescimento econômico, as mudanças nos valores culturais e normativos, padrões demográficos, mudanças políticas,

problemas ambientais e escassez de recursos, podendo exercer pressão no nível do regime e criar oportunidades para novas tecnologias nos nichos (Geels, 2002; 2006; 2011; Geels & Schot, 2007; Smith *et al.*, 2010).

A perspectiva multinível argumenta que a transição acontece pelas interações entre os processos nos três níveis aqui destacados: a) as inovações dos nichos desenvolvem uma dinâmica interna através de processos de aprendizagem, melhorias de preço e desempenho, e suporte de grupos de apoio; b) mudanças no nível do ambiente criam pressões no regime; e c) a desestabilização do regime cria janelas de oportunidades para as inovações dos nichos (Geels & Schot, 2007; Schot & Geels, 2008).

## Inovação e Meio Ambiente: o Conceito da Ecoinovação

Como resultado do processo de transição sociotécnica, optou-se por utilizar o conceito de ecoinovação para identificar quais os tipos de inovações com foco no desempenho ambiental foram alcançadas. Essa concepção está em consonância com o proposto por Bossle *et al.* (2016) que consideram a ecoinovação como um resultado que pode ser alcançado por empresas, encorajado por governos e demandado pela sociedade como uma maneira de alcançar o desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, a cooperação interorganizacional pode facilitar o acesso às opções de melhorias para a ecoinovação (Levidow *et al.*, 2016).

A literatura sobre ecoinovação fornece contribuições extensivas para o alcance da sustentabilidade a longo prazo, o que implica na necessidade de mudanças holísticas em torno dos processos de gestão. Nesse sentido, vários modelos foram propostos para ajudar as empresas a alcançar uma maior compreensão da dinâmica da ecoinovação ou mesmo estruturar e facilitar a integração de processos sustentáveis dentro delas (Xavier, Naveiro, Aoussat & Reyes, 2018).

Este é um conceito emergente, com diferentes tipologias e pontos de divergência, mas que convergem no sentido de proporcionar melhorias nos resultados de desempenho ambiental (Andersen, 2006; 2008; Arundel & Kemp, 2009; Carrillo-Hermosila, Gonzalez & Konnola, 2009; Fussler & James, 1996; Reid & Miedzinsk, 2008; Rennings, 1998). Assim, tem atraído o interesse de empresas e pesquisadores voltados a buscar níveis mais altos de desenvolvimento sustentável (Tamayo-Orbegozo *et al.*, 2017). Assume-se que um modelo de ecoinovação abrange uma descrição, ilustração ou orientação de um processo, sistema ou práticas de ecoinovação (Xavier *et al.*, 2018).

A relação da inovação com o meio ambiente destacou-se por meio de Fussler e James (1996) que introduziram o conceito da ecoinovação a partir de três “estabilidades”. A estabilidade ecológica, relacionada ao funcionamento contínuo do sistema natural; a estabilidade de recursos, relacionada à acessibilidade da humanidade aos requisitos físicos e materiais em quantidades necessárias e a custos razoáveis; e a estabilidade socioeconômica, com a redução do desemprego, criminalidade e desigualdades excessivas em renda e saúde (Fussler & James, 1996).

Tomando como base a perspectiva evolucionária, Rennings (1998) aborda visões distintas relacionadas àecoinovação na economia neoclássica, em que se predomina a economia ambiental e de recursos com a superioridade dos instrumentos de mercado, além da ecoinovação em uma abordagem coevolucionária, interessada nos processos de transição e aprendizado. A passagem de uma abordagem para a outra modificou a forma de enxergar aspectos, como as externalidades da economia neoclássica que, segundo Rennings (1998), poderiam ser estimuladas positivamente pelos mecanismos de regulação ou políticas de inovação, enquanto que a abordagem de coevolução passaria a dar importância também para as inovações sociais e institucionais, ou seja, coenvolvem nessa abordagem os sistemas social, institucional e ecológico, ressaltando a interação entre eles.

Nessa visão, a ecoinovação pode ser de natureza tecnológica quando relacionada às tecnologias preventivas e curativas; organizacionais, quando relacionadas à mudança nos instrumentos de gestão; sociais, voltadas às mudanças no comportamento e estilo de vida dos consumidores; e institucionais, relacionadas à criação de redes locais e agências, governança global e comércio internacional (Rennings, 1998).

Kemp e Foxon (2007) fazem uma revisão das definições e propõem que a ecoinovação não envolva somente a redução de impactos ambientais, mas que busque a produção, aplicação ou exploração de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional e modelo de gestão novo para a empresa ou para o consumidor. Além disso, visa como resultado ao longo do ciclo de vida, a redução de riscos ambientais, poluição e impactos negativos do uso de recursos em comparação com alternativas anteriores.

Além de definirem as ecoinovações em tecnologias ambientais e inovações organizacionais, Kemp e Foxon (2007) também propõem em sua base conceitual a categoria de inovações em produtos ou serviços que buscam benefícios ao meio ambiente e a categoria de sistemas verdes de inovação, voltada para o desenvolvimento de mecanismos alternativos de produção e consumo. Nesta linha de raciocínio, Andersen (2008) propõe classificação semelhante: ecoinovações *add-on*, ecoinovações integradas (processo e produto), ecoinovações de produtos alternativos (inovações radicais), ecoinovações macro-organizacionais (novas estruturas organizacionais) e acrescentam as ecoinovações de propósitos gerais que alteram a economia e o mercado.

Carrillo-Hermosilla, Gonzalez e Konnola (2009) discutem uma tipologia conceituando ecoinovação como um processo de mudança sistêmica tecnológica e/ou social, que consiste em uma invenção e sua aplicação prática, melhorando o desempenho ambiental. Os autores diferenciam quatro dimensões da ecoinovação: dimensão de design relacionada a fatores como adição de componentes e otimização e mudanças (redesenho) no sistema; dimensão do usuário relacionada à difusão da inovação e ao envolvimento do usuário no desenvolvimento do produto ou serviço e na mudança de comportamento; produto/serviço que envolve a criação de valor em produtos, serviços e processos e a mudança na rede de valor, e; papel da governança que se refere às novas soluções institucionais e

organizacionais para resolver conflitos sobre recursos ambientais, tanto no setor público quanto no privado e está relacionada às mudanças sistêmicas (Carrillo-Hermosila *et al.*, 2009).

Tamayo-Orbegozo *et al.* (2017) propõem um modelo de análise em três níveis para tentar entender como os fatores internos e externos interagem no processo da ecoinovação e as principais relações entre os agentes. Os autores acreditam que a proposta complementa os modelos lineares anteriores por considerarem que a ecoinovação agrega em tempo real diferentes estágios de P&D e envolve diferentes setores e agentes.

Na proposta tipológica de Tamayo-Orbegozo *et al.* (2017), o nível macro é entendido como o ambiente mais genérico que compreende a população e os regulamentos identificados como pontos de partida para o processo de ecoinovação, sendo que as organizações, nesse caso, percebem os regulamentos não como ameaça, mas como sinalizadores para seguirem em frente na inovação. No nível meso estão as tendências de mercado e da indústria em que a organização se encontra. A organização, nesse nível, desenvolve ecoinovações para se diferenciar dos seus competidores. E finalmente, no nível micro estão os fatores internos para a ecoinovação, tais como recursos e habilidades, capacidade de relacionamentos e pessoal altamente capacitado (Tamayo-Orbegozo *et al.*, 2017).

As discussões dos autores destacados nessa seção evidenciam a emergência de integrar a inovação com o meio ambiente, apontando a ecoinovação como perspectiva atual dessa relação. Este conceito, no entanto, passa por um momento com diversas definições e imprecisão quanto às suas características e indicadores.

## Indústria de Veículos Elétricos no Brasil

A tecnologia básica que dá base aos veículos híbridos e elétricos atuais não é novidade, e mesmo com avanços recentes em suas baterias e mecanismos digitais, possuem a mesma base tecnológica de funcionamento dos veículos elétricos percussores da indústria automotiva (Baran & Legey, 2011).

Segundo Ehsani, Gao, Gay e Emadi (2005), o primeiro veículo elétrico foi desenvolvido em 1881 pelo francês Gustave Trouvé, seguido em 1883 por dois professores britânicos responsáveis pelo desenvolvimento de um veículo similar. De acordo com os autores, essas iniciativas não despertaram muito interesse do público-alvo, por não possuírem maturidade tecnológica suficiente para competir com as carroças movidas por cavalos.

A primeira inserção comercial de um veículo elétrico ocorreu na cidade de Nova Iorque por meio de um táxi comercializado pela empresa Morris and Salom's Electroboat, que mesmo com preço significativamente mais elevado do que as carroças, conseguia se mostrar mais rentável (Ehsani *et al.*, 2005). Destaca-se que no início do século XX, os veículos elétricos chegaram a possuir parcela de mercado maior do que veículos em combustão a gasolina e a vapor (Vaz, Barros & Castro, 2015).

Com o avanço dos veículos movidos a gasolina, tornando-os mais potentes, flexíveis e de fácil manuseio, a indústria de veículos elétricos começou a desaparecer em decorrência de sua baixa autonomia e elevado custo, o que fez com que ao longo de um extenso período de tempo, a comercialização de veículos elétricos se mantivesse praticamente restrita a carros de golfe e veículos de entrega (Ehsani *et al.*, 2005).

Ao longo das décadas de 1960 e 1970, debates sobre questões ambientais fizeram com que pesquisas sobre veículos elétricos fossem retomadas, mas mesmo com avanços nas tecnologias das baterias e mecanismos eletrônicos, seu desempenho ainda era insuficiente para competir com veículos movidos a combustíveis fósseis (Ehsani *et al.*, 2005). Com a ascensão desse debate, passou-se a constatar que os veículos elétricos além de não emitirem gases poluentes em seu processo de descolamento, também apresentam maior eficiência energética do que os veículos movidos por combustíveis fósseis (Vaz *et al.*, 2015).

A indústria de veículos elétricos retomou sua importância na indústria automotiva mundial a partir de 1997 com o lançamento do veículo Toyota Prius e seu lançamento nos Estados Unidos em 2000, fazendo com que o mercado norte americano tenha vivenciado inúmeros lançamentos de veículos híbridos e elétricos em seu mercado, desde então (Baran & Legey, 2011).

A possibilidade de fazer com que veículos elétricos e híbridos se tornem alternativas viáveis aos automóveis movidos a combustão fóssil fez com que o governo norte americano visualizasse nesse tipo de automóvel uma forma de reduzir a sua dependência do petróleo (Baran & Legey, 2011). Nesse sentido, foi promulgado em 2007 o Energy Independence and Security Act, que destinou US\$ 95 milhões entre os anos de 2008 e 2013 para o desenvolvimento de um sistema de transporte elétrico e a formação de capital humano especializado nessa tecnologia (Baran & Legey, 2011). “Além disso, US\$ 25 bilhões foram destinados aos fabricantes de automóveis e fornecedores que produzem veículos híbridos e seus componentes até o ano de 2020” (Baran & Legey, 2011, p. 217).

No Brasil, a indústria automobilística também assume papel relevante para a economia local, sendo composta por 29 montadoras e mais de 5000 concessionárias, fazendo com que o mercado nacional esteja entre os maiores do mundo (Barassa, 2015).

Diferentemente do que se verifica nos Estados Unidos, no qual a fonte predominante de combustão para os veículos é derivada do petróleo, no Brasil ao longo dos últimos 40 anos, viu-se políticas acentuadas de adoção do etanol como alternativa de combustível renovável para concorrer com derivados do petróleo e, atualmente, tem-se novo cenário de pesquisa e desenvolvimento, tendo em vista a inclinação da indústria automobilística para novas formas de propulsão veicular, principalmente por meio da eletrificação (Barassa, 2015). Esse cenário decorre do fator de o setor de transporte enfrentar o desafio de reduzir sua pegada de carbono global em busca de se tornar menos dependente de combustíveis fósseis (Bakker *et al.*, 2014).

Assim, particularmente relacionado à ecoinovação, Levidow *et al.* (2016) destacam que a indústria automotiva tem direcionado suas atividades de pesquisa e desenvolvimento para mecanismos que melhorem a eficiência dos combustíveis, combustíveis alternativos e controle da poluição.

Neste cenário, elementos voltados para compreensão e desenvolvimento de mecanismos tecnológicos por parte da indústria automobilística nacional e seus fornecedores têm sido desenvolvidos, levando-se em consideração atores públicos e privados, como universidades, montadoras, agências de fomento à pesquisa, empresas do setor elétrico, entre outras (Barassa, 2015; Vaz *et al.*, 2015; Baran & Legey, 2011).

Tomando como base a perspectiva sociotécnica, Nilsson e Nykvist (2016) observaram que o segmento será dependente de medidas governamentais até os anos 2021 a 2026 para permitir que os custos baixem. Além disso, será necessário que o consumidor conheça mais da tecnologia e que a indústria tenha mais confiança, para tornar o carregamento amplamente acessível e para apoiar a reforma da indústria automobilística.

Nilsson e Nykvist (2016) ainda argumentam que, do ponto de vista do regime sociotécnico, o interesse em veículos movidos à bateria pode crescer significativamente uma vez que a maioria dos atores, que não aqueles relacionados à indústria de petróleo, podem ganhar com os avanços nessa tecnologia. Os autores complementam que países podem implementar o fornecimento doméstico de eletricidade e gastar menos com combustíveis importados; cidades sofreriam menos com poluição do ar e sonora; viajantes experimentariam um meio de locomoção mais confortável, barato e empresas de transporte e logística desenvolveriam novas soluções, assim como as empresas de automóveis e novas indústrias de fornecimento automotivo ofereceriam novos sistemas de mobilidade.

## ■ Procedimentos Metodológicos

As pesquisas já conduzidas em âmbito internacional evidenciam a complexidade dessa área temática e suas particularidades quanto à escolha do método. Geels (2011) destaca que as pesquisas que analisam a transição a partir da influência da relação multinível para mudanças sociotécnicas envolvem aspectos subjetivos e qualitativos obtidos na percepção dos agentes do processo. O autor afirma ainda que esse é um fenômeno complexo e que não pode ser reduzido a procedimentos metodológicos rígidos, principalmente porque sempre vai contar com elementos de interpretação criativa.

Diante da problemática aqui exposta, de natureza complexa do processo de transição para a ecoinovação decorrente de relações entre três níveis de análise, direcionou-se a pesquisa para uma estratégia qualitativa, buscando investigar, de forma indutiva, aspectos sociais que não são passíveis de mensuração (Walliman, 2006).

Essa escolha se justifica por proporcionar o entendimento de como as pessoas interpretam suas experiências, os significados que dão ao mundo e as diferentes visões compartilhadas no cenário natural com a pesquisa *in loco* (Merriam, 2009; Walliman, 2006).

Na fase exploratória, a pesquisa se valeu da abordagem do estudo de caso. Esta técnica compartilha com outros métodos qualitativos a busca por significados, o pesquisador como principal instrumento de coleta de dados e análise, estratégias indutivas de investigação, produto final ricamente descritivo e de característica particularista, tendo como foco uma situação singular, evento, programa ou fenômeno (Merriam, 2009).

É possível ressaltar que para dar maior confiabilidade e alcançar os critérios de qualidade do estudo de caso, segundo Yin (2010), esta pesquisa se valeu da utilização de diferentes métodos de coleta de dados: entrevistas em profundidade e análise documental.

As entrevistas foram conduzidas inicialmente com o Coordenador do Sistema de Gestão da Sustentabilidade (SGS) e com o Assessor de Planejamento Empresarial para entender a inclusão da sustentabilidade no planejamento e estratégia da Itaipu. Além disso, identificaram-se os principais programas de cunho inovador e sustentável da organização, nos quais se obteve o Programa Veículo Elétrico. Essas entrevistas duraram 2h53m e 2h, respectivamente.

Para entender especificamente sobre o Programa em destaque buscou-se o contato dos profissionais que se encontravam na ponta da gestão. Dessa forma, chegou-se ao Coordenador Geral do Programa Veículo Elétrico e, posteriormente, por indicação do primeiro, foi entrevistado o Coordenador de P&D do Programa, principalmente para entender questões mais técnicas do desenvolvimento da tecnologia. Essa última entrevista foi conduzida no Parque Tecnológico da Itaipu, onde foi possível conhecer os laboratórios de pesquisa, os equipamentos utilizados e como ocorrem os testes do Programa. As entrevistas duraram 2h06m e 2h28m, respectivamente. Quanto à análise documental, esta foi conduzida em relação aos elementos gerais da Itaipu e aos aspectos históricos da inclusão do tema sustentabilidade na organização, tais como: Código de Ética (2013), Tratado da Itaipu (1973), Ata do Iguaçu (1966), Pareceres Oficiais sobre a Natureza Jurídica da Itaipu (1978), Relatórios de Sustentabilidade e o site da organização. A pesquisa de dados secundários sobre o setor de transporte e veículo elétrico no Brasil também foi necessária para uma análise dos níveis meso e macro.

A segunda fase, descritiva, foi realizada a partir da análise de conteúdo dos dados a partir de Bardin (2011). Para a análise, fez-se uso do *software* Atlas Ti com definição prévia de algumas categorias de análise, como “nível micro”, “nível meso”, “nível macro”, conforme modelo de pesquisa com as categorias de análise.

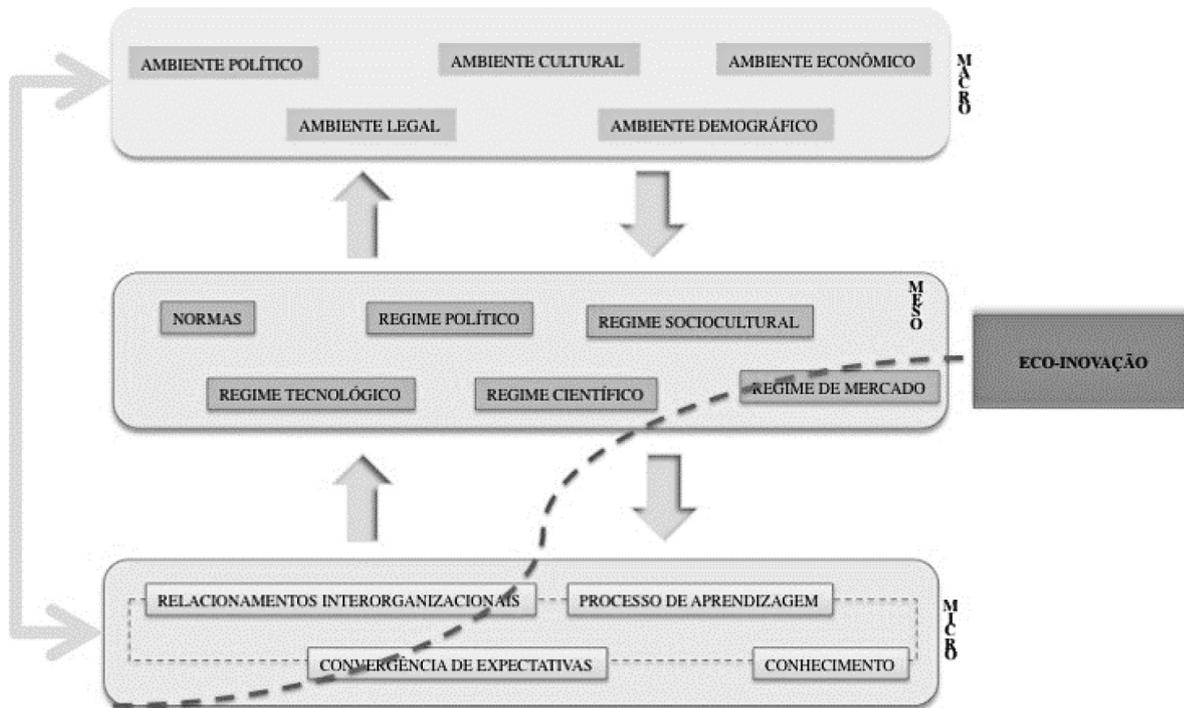


Figura 2. Categorias de análise

Fonte: elaborado pelos autores

O processo de coleta de dados qualitativos ocorreu ao longo de três meses, por meio de entrevistas semiestruturadas e visitas às instalações em que se realizavam as atividades do programa. Já a etapa documental compreendeu mais de dois anos de acompanhamento da publicação de documentos, bem como a análise de documentos publicados anteriormente a esta pesquisa.

## As Relações Multiníveis e a Transição para a EcoInovação no Programa Veículo Elétrico

A partir das entrevistas, pesquisa documental e observação feitas na Itaipu, discorre-se sobre os principais achados da relação entre os três níveis de análise e a transição para a ecoinovação no Programa Veículo Elétrico.

### Início e desenvolvimento do Programa

A história do Programa tem início com a visita de um representante da KWO (*Kraftwerke Oberhasli*), usina suíça, que inicialmente não resultou em projetos efetivos. Ao retornar à Itaipu, o mesmo representante da KWO propôs a discussão de alguns assuntos técnicos enquanto a Itaipu pretendia criar “uma frota de ônibus elétricos, mas movido a hidrogênio, para turismo dentro da usina” (Entrevista com o Coordenador Geral). No entanto, como não detinham a tecnologia necessária, constataram a inviabilidade do projeto no momento (Entrevista com o Coordenador Geral).

Instalada na região dos Alpes Suíços, a KWO capta água do gelo para gerar energia e enfrentava barreiras para conseguir novas licenças ambientais para o aumento do nível de seus reservatórios e da produção de energia.

Após a primeira proposta de trabalho conjunto não avançar, a KWO constatou a possibilidade de utilizar veículos elétricos em sua planta industrial e, em 2005, propôs à Itaipu um projeto de desenvolvimento de veículos elétricos, cujo convênio foi assinado em maio de 2006. A proposta coincidiu com o processo de criação do PTI (Parque Tecnológico de Itaipu) e culminou na inserção de empresas parceiras nas atividades de P&D. Destaca-se que três quesitos foram analisados para verificar a viabilidade do projeto:

[...] primeiro que o veículo elétrico, por ser um veículo ambientalmente correto, entrava em consonância com a questão ambiental que já fazia parte da nossa missão. Toda empresa moderna do mundo, hoje, tem por objetivo e responsabilidade preservar o meio ambiente” (Entrevista com o Coordenador Geral).

[...] em segundo lugar, constatamos que o carro elétrico era extremamente eficiente e toda empresa de energia do Brasil tem por regulamentação desenvolver e investir em eficiência energética. Então, o carro elétrico trazia a oportunidade de... atendimento de duas demandas: ambiental e eficiência energética” (Entrevista com o Coordenador Geral).

O terceiro ponto, segundo o entrevistado, fazia referência *“a relação [...] de emprego e renda, da cadeia de produção”*, destacando a questão de formação e capacitação de pessoas e acrescentou que *“[...]a energia elétrica é o nosso produto e, ao incentivar o surgimento de uma cadeia de veículos elétricos, nós estaríamos apostando em nosso próprio negócio: quanto maior o consumo de energia, mais oportunidades de negócios para o setor elétrico poderiam surgir”*

Assim, o programa foi criado e se desenvolveu com o propósito de *“buscar uma solução para atender as necessidades públicas, então, a gente não está preocupado em só fazer um carro elétrico, a gente quer que seja técnica e economicamente viável, que seja para todas as pessoas”* (Entrevista com o Coordenador Geral).

## Formação do nicho tecnológico

O nível micro teve início com a formalização da parceria entre a Itaipu e a KWO, conforme apresentado na seção anterior. Dessa forma, a importância das relações de parcerias para o desenvolvimento do conhecimento e das tecnologias aplicadas começou a se tornar evidente. A sinergia de interesses de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e de soluções entre as duas organizações possibilitou que firmassem um acordo de cooperação tecnológica, permitindo sua evolução para se tornar um programa da Itaipu.

O acordo possibilitou que fosse desencadeado um processo de aprendizagem, como destaca o Coordenador Geral: *“então, nós também percebemos que seria uma ótima oportunidade para se estudar a questão de normas técnicas e impacto no setor elétrico”*. O processo de aprendizagem também foi facilitado pelas disposições de compartilhamento de experiências entre as duas usinas, que possuíam *know how* técnico distintos.

Em seguida, foram inseridos no projeto novos parceiros, que não possuíam conflitos de interesses e realmente se mostraram dispostos a investir no desenvolvimento da tecnologia. Dessa forma, foi possível abranger parceiros de diferentes áreas, como destaca o Coordenador Geral:

“[...] A Iveco entrou por causa do caminhão de pequenas cargas [...] A Weg, que é fabricante de motor, a 4ª maior empresa do mundo [...] Baterias Moura e uma série de empresas de energia [...] Petrobras, Eletrobras, Cemig, CPFL, Light, Fiat, Renault, Grupo Mascarello, são diversas empresas que acreditam nessa ideia, que começou com a gente e se disseminou [...] Copel, aqui do Paraná, trouxe o Lactec que é o seu atual laboratório de pesquisa” (Entrevista com o Coordenador Geral do Programa).

A Fiat se destacou como primeira parceira destinada a montagem do veículo elétrico, resultando no primeiro produto do programa: o Pálio Elétrico. Esta aproximação resultou no interesse de outras montadoras em aderirem ao projeto, como a Renault. Outros parceiros, como a Petrobras, também foram recebidos pelo programa:

“Observe que a Petrobras está com a gente aqui, ela é uma empresa de energia e está acompanhando o processo, aliás, eles investem junto com a gente nesse projeto para contribuir com desenvolvimento, porque eles enxergam o veículo elétrico também como uma oportunidade de negócio” (Entrevista com o Coordenador das Linhas de P&D).

A Figura 3 sintetiza a cooperação entre os atores para o desenvolvimento do nicho tecnológico, pois envolve empresas nacionais e internacionais, ministérios brasileiros, instituições de pesquisa, entre outras.

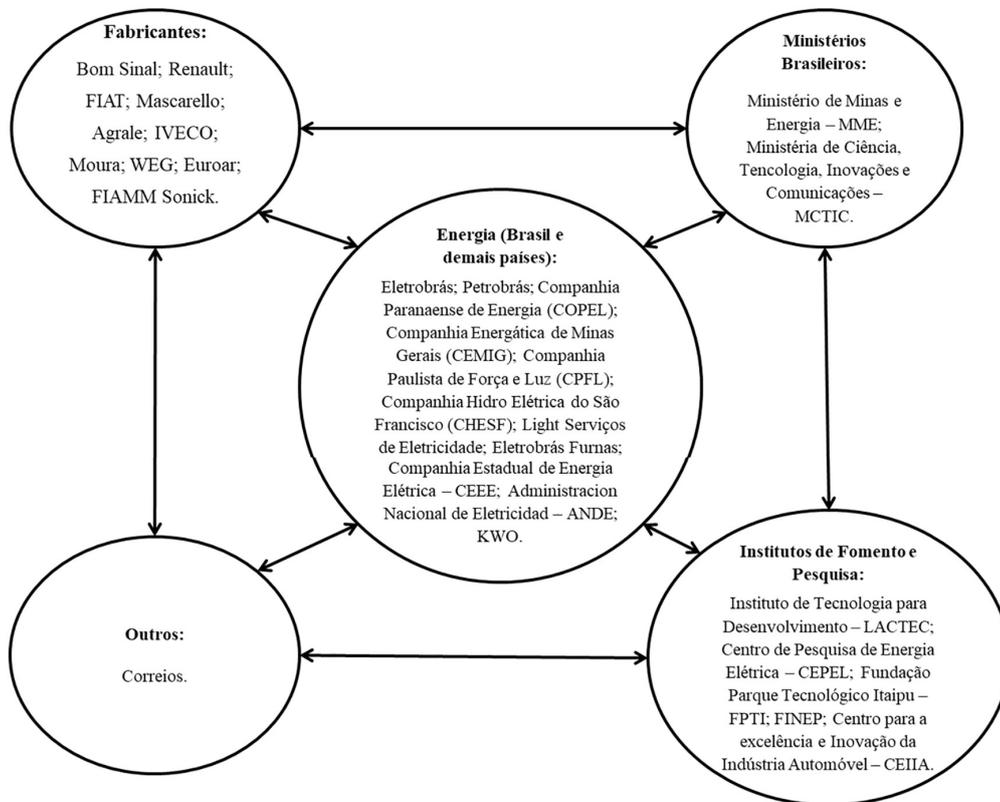


Figura 3. Os Atores do Nicho Tecnológico do Programa Veículo Elétrico

Fonte: elaborado pelos autores

Em relação aos processos internos dos nichos, a experimentação no Programa Veículo Elétrico acontece conforme pressupõe Kemp *et al.* (1998), conformando-se em espaço protegido de relações que favorece o compartilhamento de conhecimento para o desenvolvimento das inovações. Dessa forma, destaca-se o papel da Itaipu e a relação com os parceiros na fala do entrevistado.

“Então, por um lado a Itaipu estava criando um parque tecnológico, estruturando a área de turismo e tinha a necessidade de manter a atualização tecnológica da usina sem interromper a produção de energia. De outro lado, a KWO tinha pouca experiência na parte ambiental, [...] sabia da importância da Itaipu para o mundo como referência na área de hidrelétricas, [...] e estava disposta a fazer o intercâmbio de *know how conosco*” (Entrevista com o Coordenador Geral do Programa).

É possível relacionar, no nicho do veículo elétrico, a perspectiva da abordagem evolucionária da inovação a partir do conceito de inovação de Schumpeter (1982) por novas combinações. Essa relação se dá pelo processo de P&D a partir da junção de diferentes expertises incorporadas nas parcerias entre instituições de fomento, pesquisa relevantes, empresas privadas nacionais e internacionais produtoras de veículos, seus fornecedores, empresas geradoras e gestoras do sistema nacional de energia. Este contexto corrobora o processo de inovação, o qual acompanha a trajetória e os elementos da teoria evolucionária de coevolução entre os diferentes agentes (Nelson, 2006).

Em termos de mudanças e evolução das tecnologias, o Coordenador de P&D ressalta que *“na verdade são as mesmas coisas que antes só que aprimoradas, então o motor foi aprimorado, a bateria, as técnicas de controle foram aprimoradas”*.

Os entrevistados destacam que diversas tecnologias começaram e já foram desenvolvidas depois que as parcerias foram formalizadas e as pesquisas começaram a ser conduzidas. Segundo o Coordenador Geral do Programa, a Itaipu conseguiu preparar fornecedores para diversos componentes dessa indústria, como fornecedores de motor, de inversor, de bomba de circulação, de uma série de componentes do carro como faróis de LED e até mesmo o ar-condicionado, que não era interesse da KWO, pois a realidade deles na Suíça não se mostrava relacionada a essa tecnologia.

O Coordenador Geral expõe as tecnologias que já foram desenvolvidas e alguns dos parceiros que contribuíram nesse desenvolvimento:

“Nós atuamos em diversas frentes. Estabelecemos parcerias e, conjuntamente aos parceiros, desenvolvemos veículos de uso individual, sistemas de trocas de baterias, eletropostos, motores, ar-condicionado, circuito eletrônico de monitoramento de veículos, lâmpada a LED, bancadas de testes que auxiliam inclusive na capacitação de pessoas, entre outras ações ao longo desses anos [...] Por exemplo, a Euroar desenvolveu o sistema de ar condicionado [...] a Weg, o motor elétrico brasileiro. Uma série de componentes que não existia passou a existir” (Entrevista com o Coordenador Geral).

Diferentes tipos de novas combinações (Schumpeter, 1982) são percebidos no desenvolvimento do carro elétrico: (a) no caso de novos produtos, destacam-se a bateria de sódio e o avião elétrico (inovação em fase de teste); (b) na abertura de novos mercados, cita-se o reposicionamento do veículo elétrico na indústria automobilística; (c) na formação de novos arranjos organizacionais que geram maior aproximação da indústria automobilística

com o setor de energia elétrica em detrimento da indústria do petróleo e; (d) novas matérias-primas em decorrência de características específicas do veículo elétrico. Nesse sentido, o Coordenador de P&D destaca que:

“você vai agregando novos conceitos a conceitos antigos e vai combinando para uma aplicação nova. Então, você combina conhecimentos para gerar um terceiro [...] as ideias são sempre as mesmas, mas o que se descobre é um jeito novo, mais eficiente e melhor de se fazer as coisas” (Entrevista com o Coordenador de P&D).

Essa discussão sobre as tecnologias já existentes e as novas já pesquisadas dá destaque ao processo de experimentação no programa, que conduz à replicação de técnicas, práticas, tecnologias e características dos agentes nos novos testes e combinações, tomando forma alguns padrões de desenvolvimento relacionados ao sentido de *path dependence* (Nelson & Winter, 2004, 2005).

O Coordenador de P&D ressalta ainda que:

“[...] na realidade o que muda ao longo do tempo é que se aprimoram essas tecnologias, ou seja, o motor é mais eficiente, o processo de fabricação é mais eficiente, descobrem-se novas matérias que são mais robustas e mais potentes. Com a bateria é a mesma coisa, existe combinações que dão mais capacidade de armazenamento para a bateria” (Entrevista com Coordenador de P&D).

Ao utilizar a perspectiva de Kemp *et al.* (1998), constata-se que o ponto crucial de formação do nicho foi a articulação entre atores, possibilitando maior aceitação social da tecnologia e maior convergência de expectativas em relação ao seu uso. A consolidação de parcerias no nicho também possibilitou maiores sinergias de conhecimento em torno da tecnologia em desenvolvimento, conforme indicam estudos de Geels e Raven (2006), Schot e Geels (2008) e Lopolito *et al.* (2011).

Outros elementos teóricos, conforme proposto por Raven (2005), também foram identificados no processo de consolidação do nicho. O primeiro diz respeito à convergência de expectativas e disposição para cooperar no sentido de superar barreiras referentes à tecnologia e infraestrutura, como investimentos em postos de recarga. Esse ponto é reforçado pela entrada da KWO no início do projeto, como destaca o Coordenador Geral. A KWO, com nove usinas na região dos Alpes Suíços e, diferentemente da Itaipu, capta água do gelo para gerar energia, percebeu que tinha uma grande necessidade em suas usinas. O Coordenador Geral do Programa conta como o representante da KWO explicou a situação.

“E nesse período, em que as estradas ficam cobertas de neve, os carros não têm como acessar as usinas. Então, são utilizados cabos teleféricos, helicópteros e túneis que interligam as usinas, feitos através de perfurações na rocha, ou melhor, em granito [...]. Os cabos teleféricos são interessantes, mas nem sempre é possível utilizá-los porque as temperaturas nessa região ficam em torno de -10°C, -20°C e às vezes no próprio cabo há formação de gelo, o que torna a operação crítica e arriscada. A maneira mais eficiente, mais eficaz para se chegar às usinas, no caso de uma falha, também não é o helicóptero, pois o helicóptero não pode pousar próximo à porta da usina, então o processo de desobstrução da neve é feito manualmente pelo funcionário da empresa e leva em torno de 2 horas. A outra opção, a mais adequada, seria a entrada no túnel com carro a combustão, porém, com o tempo, ocorre um acúmulo de CO<sub>2</sub> no túnel que pode ser prejudicial à saúde das pessoas que por ele transitam, podendo inclusive ocasionar acidentes. Portanto, a KWO, chegou à conclusão que o veículo à combustão não seria indicado pra utilização no túnel” (Entrevista com o Coordenador Geral).

O segundo trata do processo de aprendizagem *learning by doing* decorrente do desenvolvimento de tecnologias por meio de constantes experimentações que também possibilitaram maiores sinergias entre os atores. A dinâmica de aprendizagem é relevante por possibilitar a inserção social da tecnologia, pela difusão do conhecimento no mercado e sociedade (Raven, 2005; Schot & Geels, 2008).

O aprendizado com o desenvolvimento das tecnologias, já destacado nas falas dos entrevistados e disposto nessa seção, também se aproxima da busca pela inserção social e pela viabilidade do veículo elétrico. Conforme também mencionam os entrevistados, o motivo da criação e desenvolvimento do programa teve como propósito “*buscar uma solução pra atender as necessidades públicas, então, a gente não está preocupado em só fazer um carro elétrico, a gente quer que seja técnica e economicamente viável, que seja para todas as pessoas*” (Entrevista com o Coordenador Geral).

O Coordenador de P&D também destaca a disseminação do conhecimento para a comunidade, o desenvolvimento, aprimoramento das tecnologias e que de fato, o objetivo específico do programa é a viabilidade econômica e técnica do negócio, do carro elétrico.

“O que significa ser tecnicamente viável? Ser robusto, seguro, que funcione como um veículo convencional. Que atenda todos os quesitos que se espera de um meio de transporte para ser utilizado em vias públicas, por pessoas comuns” (Entrevista com o Coordenador de P&D).

De forma geral, a Itaipu é o que Lopolito *et al.* (2011) chamam de *stakeholder* com poder no nicho deste programa. No entanto, a KWO se destaca como um dos principais atores e dependem significativamente da atuação dos demais parceiros do nicho para o desenvolvimento das tecnologias necessárias.

## Os níveis meso e macro

As entrevistas possibilitaram depreender que o regime sociotécnico no segmento em que atua o veículo elétrico não foi substancialmente modificado. Mesmo assim, é possível observar que a busca por tecnologias mais limpas e melhoria da eficiência energética têm contribuído para que o veículo elétrico volte a ganhar. Desta forma, começam a surgir melhorias nas tecnologias existentes que podem contribuir para a difusão do veículo elétrico e a ruptura do paradigma vigente dos veículos à combustão no país.

Modificações realizadas nos âmbitos político e institucional destacam-se no nível meso. No ambiente político, os entrevistados salientam que o discurso político é favorável para a tecnologia em desenvolvimento, contribuindo para captação de recursos orientados ao financiamento das atividades de P&D, em decorrência da atuação da ANEEL e do BNDES. Neste contexto, o entrevistado destaca:

“[...] causou uma série de mudanças, pequenas, mas importantes. O próprio BNDES, FINEP passaram a incluir planos, novos programas. Tudo isso, tem um fundo, a gente tem uma pequena porcentagem de participação na motivação das criações dessas ações governamentais” (Entrevista com o Coordenador Geral do Programa).

O Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar Auto), também foi mencionado por representar uma medida adotada pelo Governo Federal com o objetivo de estimular o investimento na indústria automobilística nacional. Segundo o Coordenador das Linhas de P&D, esse programa também contempla o veículo elétrico por estabelecer metas de economia de combustível e desconto no Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI).

No âmbito dos mecanismos legais encontrados no Brasil, citou-se primeiramente a inclusão de leis sobre a disponibilização nos veículos de acessórios para a segurança dos passageiros e condutores como *airbags* e freios ABS. As resoluções 311 e 312 do Contrans (Conselho Nacional de Trânsito), aprovadas em 2009 e que foram revistas em 2011, regulamentam a obrigatoriedade de os veículos nacionais e importados usarem esses itens a partir de janeiro de 2014.

Segundo a Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE), já estão disponíveis algumas leis relacionadas ao uso e produção do veículo elétrico no Brasil. Estados como Rio Grande do Sul, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão concedem isenção total do IPVA para carros elétricos, enquanto estados como Rio de Janeiro, São Paulo e Mato Grosso do Sul têm alíquota diferenciada para estes veículos (<http://www.abve.org.br/diversos/15/legislacao> recuperado em 21/09/2017).

Os relatórios e dados do setor de veículo elétrico no Brasil e as entrevistas possibilitaram identificar avanços no regime político, mas a ausência de estrutura adequada na indústria em relação ao desenvolvimento de fornecedores especializados dificulta o avanço desse tipo de veículo no país. Desta forma, os produtos gerados no nicho têm sido utilizados apenas para fins específicos, como na própria Itaipu e eventos como a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas no Rio de Janeiro em 2016.

A baixa inserção do veículo elétrico também se relaciona às barreiras encontradas pelo nicho, uma vez que a indústria demonstra receio em expandir esse mercado, temendo quebras de empresas estabelecidas e aumento do desemprego, conforme fala dos entrevistados. Assim, é preciso não focar somente na montagem dos veículos elétricos, mas formar pessoas capacitadas para lidar com essa nova tecnologia, produzir toda a infraestrutura para dar suporte aos pontos de recarga e à manutenção dos veículos, desenvolver fornecedores de peças e equipamentos para que o veículo se torne economicamente viável.

Neste ponto, o Coordenador de P&D acrescenta que as diferenças do Brasil para outros países onde o conceito já está mais difundido e a indústria cresceu e se desenvolveu, está no fato de que:

[...] aqui a gente precisa desenvolver toda a questão do veículo elétrico, porque não é só fazer carro. Veículo elétrico é um termo genérico usado para diversos meios de transportes, começamos com o carro. É diferente da Suíça e da Europa, que num raio de 50km, é possível encontrar diversos fornecedores de componentes para veículos elétricos. No Brasil, ainda é necessário criar toda essa cadeia produtiva e todo o ambiente econômico, vamos dizer assim, todo o ambiente de mercado para que seja viabilizada a implantação desta tecnologia" (Entrevista com o Coordenador de P&D).

Como conclusão ele ressalta:

“[...] cria-se um novo setor, cria-se um novo negócio para o setor elétrico, então tem que se pensar em infraestrutura, capacitar pessoas, fomento e inovação, desenvolvimento tecnológico de novos produtos, produção de insumos pela indústria, normas técnicas, reciclagem de resíduos, logística reversa, onde tudo tem vida útil, e em algum momento isso é uma preocupação muito grande e é claro a gente tem que trabalhar com incentivos do governo” (Entrevista com o Coordenador de P&D).

Mesmo com essas preocupações, o avanço em políticas e investimentos no segmento mostra uma crescente difusão do tema que poderá resultar em viabilidade econômica, social e ambiental. Em termos de viabilidade econômica, destaca-se a necessidade de ampliar a produção em larga escala para baratear os custos de produção e o preço final dos veículos. O Coordenador Geral destaca que se houvessem incentivos, reduções de impostos e estímulos para a produção, talvez o carro custasse menos para o consumidor, mas enquanto não houver ele continuará caro para ser produzido e para ser comercializado. O Coordenador Geral ressalta esse fato relacionado à questão de produtos sustentáveis: *“Quando você quer incentivar o uso de produtos sustentáveis e quando a ação afeta positivamente toda a população, o governo deveria estar por trás desta iniciativa”* (Entrevista com o Coordenador Geral do Programa).

Sob o prisma social, a autonomia e descarte de baterias emerge como tema central para resolução. Estas barreiras de regime sociocultural, segundo os entrevistados, resultam do baixo conhecimento das pessoas sobre a tecnologia, o que torna o processo de difusão mais difícil.

“[...] os obstáculos estão justamente no fato de as pessoas acharem que essa é uma tecnologia distante, que não está acessível, de terem preconceitos e acreditarem que poderia causar falta de energia, por exemplo. Isso tudo é devido à falta de informação” (Entrevista com o Coordenador de P&D).

Em termos gerais, as principais modificações ocorreram no nível meso, em relação aos regimes tecnológico e científico. No caso em tela, a ciência e a tecnologia possuem trajetória conjunta para o avanço das inovações no setor. É importante salientar, conforme ressaltam os entrevistados, que as tecnologias não são novas, mas com significativas melhorias, principalmente no caso das baterias. De acordo com os entrevistados, os avanços obtidos têm permitido que outras aplicações em diferentes veículos e, até mesmo em um modelo de avião elétrico, sejam testadas.

A partir dessas constatações, pode-se observar na Figura 4 o relacionamento entre os regimes que compõem o nível meso.

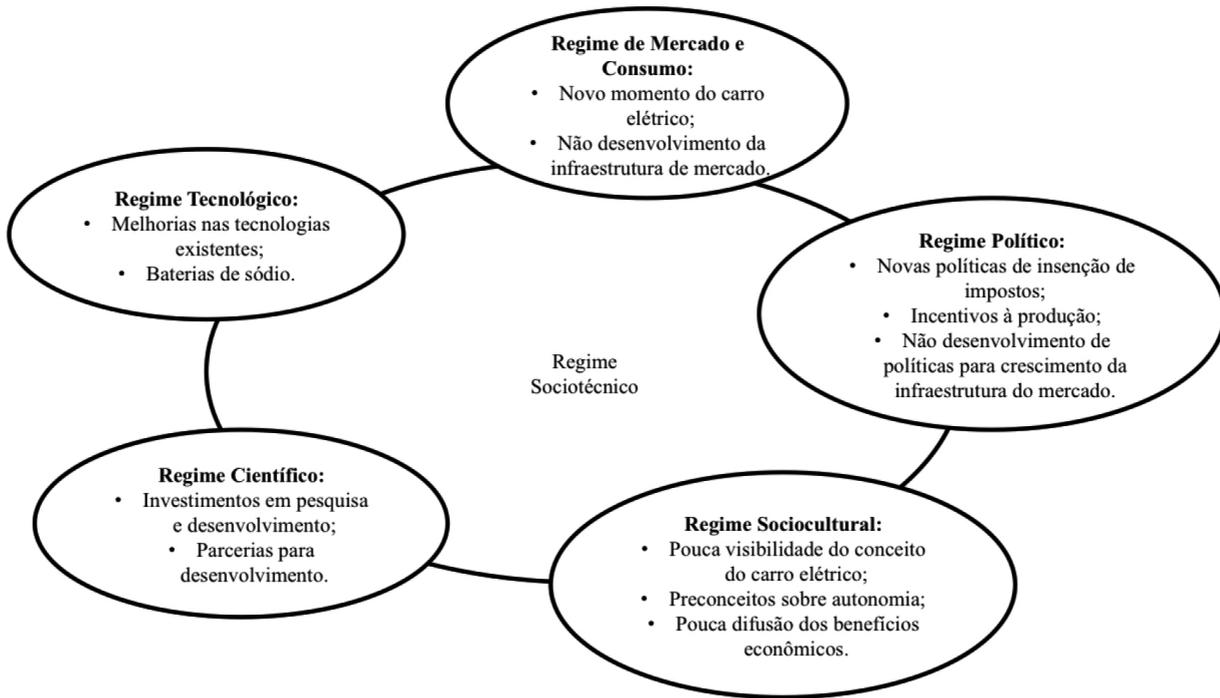


Figura 4. Regime Sociotécnico a partir do Programa do Veículo Elétrico

Fonte: elaborado pelos autores

No que diz respeito ao nível macro, identificou-se a percepção de crescente preocupação com a questão do desenvolvimento sustentável, desde que se intensificaram os debates devido aos desastres naturais, processo de mudança climática e desigualdades sociais (Geels, Dudley & Kemp, 2012). Esses temas fizeram crescer a participação dos governos de diversos países na adoção de medidas orientadas a utilizar recursos naturais de maneiras mais responsáveis, sem deixar de lado questões econômicas e sociais.

Geels (2012) explica que os acordos como as Metas de Desenvolvimento do Milênio se transformam em programas de regulamentações e políticas no ambiente macro, bem como as normas ISO 14001 e os relatórios de desempenho como elementos que têm proporcionado maior visibilidade ao tema. As avaliações de impactos ambientais também fazem parte desse processo de pressão contra os regimes a partir de influências do macro ambiente e, conseqüentemente, influenciam também a dinâmica entre os níveis.

Além desses aspectos, algumas mudanças de cultura da sociedade também podem influenciar a mudança em nível do regime a partir das discussões de mudança climática e preocupações com o meio ambiente. No entanto, Geels (2012) destaca que a cultura da propriedade do veículo individual ainda está enraizada de maneira acentuada na sociedade. A constatação do autor é relevante para a dinâmica envolvendo o carro elétrico, pois sua difusão não teria o objetivo de alterar a cultura de propriedade do veículo, mas sim estabelecer um produto substituto aos veículos movidos por meio de combustíveis fósseis.

Ressalta-se, a partir de Silveira, Carvalho, Kunzler, Cavalcante e Cunha (2016) que o setor de energia apresenta estruturas legais de suporte e incentivo à inovação nas organizações que integram o Sistema de Inovação. Semelhante análise já havia sido feita em relação aos outros tipos de energias renováveis, destacando a contribuição do segmento para o desenvolvimento deecoinovações (Nascimento, Mendonça & Cunha, 2012).

No entanto, Nascimento *et al.* (2012) e Silveira *et al.* (2016) destacam o expressivo potencial para aprimoramento das políticas públicas, visto que em muitos casos falta transparência em relação aos resultados gerados pelos investimentos em inovação.

### Os três níveis e a ecoinovação

Ao abordar a perspectiva multinível, Sheller (2012) propõe modelo de três dimensões culturais (práticas, rede e discursos) que impactam cada um dos níveis. A proposta do autor possibilita observar a influência cultural no nível dos nichos em relação à experimentação, inovação e improvisação. No nível meso, observa-se além das atitudes culturais e escolhas de mobilidade individuais, a interação estrutural que guia o comportamento prático. No nível macro, a autora aborda o processo cultural, demonstrando o aprisionamento pela cultura de materiais e a dinâmica complexa de evolução sociotécnica. A relação entre os níveis pode ser visualizada na Figura 5, a seguir.

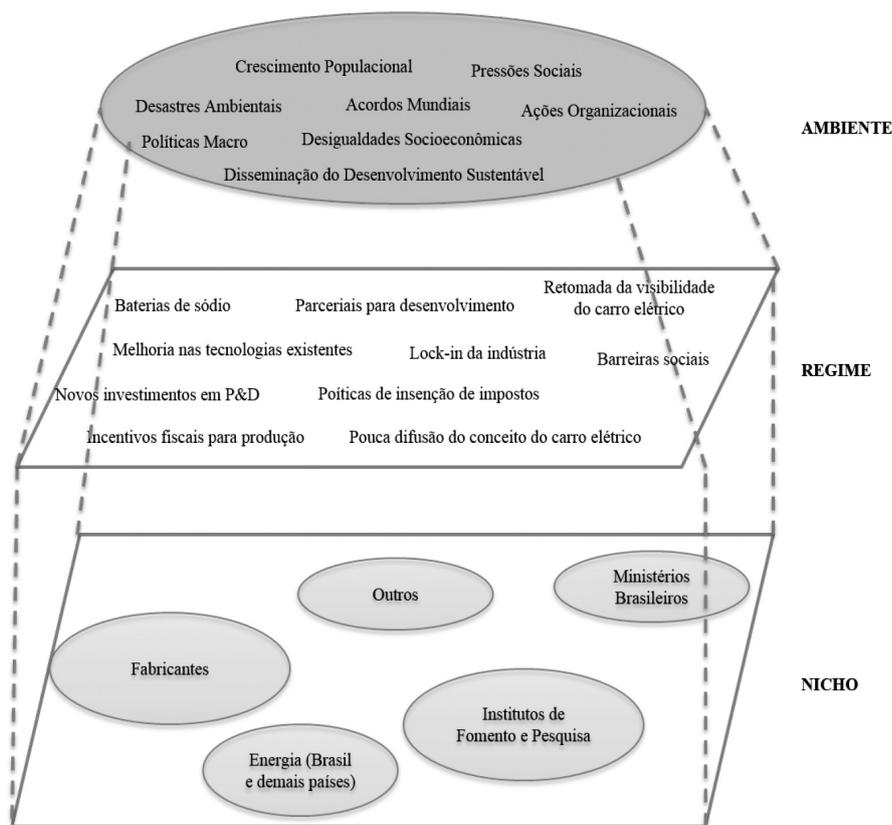


Figura 5. Análise Multinível para o Programa Veículo Elétrico

Fonte: elaborado pelos autores

A análise da transição sociotécnica para a ecoinovação, a partir do nicho do Programa Veículo Elétrico, buscou identificar se as inovações promovidas pelo processo de formação de redes, experimentação e aprendizado resultariam em mudanças sistêmicas envolvendo não só aspectos tecnológicos, mas de comportamento e valores compartilhados pela sociedade civil, governo e indústria (Andersen, 2008; Carrillo-Hermosila *et al.*, 2009; Hafkesbrink, 2007; Kemp & Rotmans, 2010; Markad *et al.*, 2012; Rennings, 1998).

Observou-se que as mudanças começaram a ocorrer por meio dos próprios atores do nicho, antes mesmo das mudanças no padrão de aceitação da sociedade. Apesar das dificuldades no processo de transformação da indústria, algumas barreiras já foram superadas e se aproximam do que Hafkesbrink (2007) descreve como tentativa de extrapolação do nível local.

Com relação à identificação dos principais tipos de ecoinovações alcançados pelo nicho tecnológico do Programa Veículo Elétrico, destacam-se as quatro categorias evidenciadas no Quadro 1:

Ecoinovação	Identificação no Caso
<b>Organizacionais (Kemp &amp; Foxon, 2007)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudança na missão da Itaipu;</li> <li>• Implantação dos produtos do programa nas atividades diárias da Itaipu.</li> </ul>
<b>Tecnológicas (Rennings, 1998)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento em parceria da bateria de sódio;</li> <li>• Melhorias das tecnologias já existentes para que sejam mais ecoeficientes.</li> </ul>
<b>Produto (Kemp &amp; Foxon, 2007)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanços na melhoria da autonomia das baterias existentes;</li> <li>• Carros com novas tecnologias embarcadas, como multimídia e ar condicionado;</li> <li>• Novas aplicações em caminhões, veículos leves sobre trilhos (VLT) e em aviões.</li> </ul>
<b>Institucionais (Rennings, 1998)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação de alianças para pesquisa e desenvolvimento das novas tecnologias;</li> <li>• Criação e aplicação das novas leis;</li> <li>• Visibilidade do tema no governo e demais entidades de classe.</li> </ul>

Quadro 1. Ecoinovações desenvolvidas a partir do programa Veículo Elétrico

Fonte: elaborada pelos autores

Em síntese, o processo de transição parece estar entre o estágio de pré-desenvolvimento e de saída (*take-off*), em decorrência de poucas mudanças efetivamente conduzidas pelo nicho, apesar da ocorrência de diversas experimentações e projetos-piloto. Neste sentido, não é possível encontrar um veículo elétrico desenvolvido neste nicho para compra. No entanto, os avanços foram significativos e, nos planos dos entrevistados, o desejo é que a tecnologia se difunda e a transição alcance outros estágios.

## Conclusões e Recomendações

Com base no objetivo, este artigo teve como argumento teórico direcionador a discussão crescente no contexto internacional de que o processo de transição é influenciado por três níveis que coevoluem com vistas a formar um novo regime. Ressalta-se que o resultado dessa coevolução é a quebra do paradigma vigente e o surgimento de um novo regime ecoinovador. Esse processo se materializa a partir de mudanças sistêmicas

ou, neste caso, de mudanças sociotécnicas que envolvem o regime político e institucional, o regime de mercado e consumo, o regime sociocultural, o regime científico e o tecnológico.

O caso do Programa Veículo Elétrico evidencia que a busca pelo desenvolvimento da tecnologia se deu por necessidades específicas de uma organização internacional (KWO) que resultou em parceria específica com a Itaipu. A trajetória do caso estudado está voltada às melhorias de eficiência do veículo elétrico e resultou, no Brasil, na homologação de protótipos e possibilitou a aplicação dos carros em projetos internos e externos à Itaipu.

Os conteúdos de fala dos entrevistados foram categorizados e relacionados com o conceito deecoinovação exposto no referencial teórico deste trabalho. Destaca-se que o conceito deecoinovação utilizado não trata apenas de “inovações ambientais”, mas sim do desenvolvimento de soluções de qualquer dimensão que buscasse a melhoria ambiental.

Dentre os achados da pesquisa, foi possível relacionar a “ecoinovação organizacional” pela utilização interna dos protótipos de carros elétricos nas atividades da Itaipu. Também foi possível identificar “ecoinovações tecnológicas” em decorrência de melhorias na tecnologia de carro elétrico e em novas pesquisas para o desenvolvimento da bateria de sódio. Em relação às “ecoinovações institucionais”, constatou-se o surgimento de novas leis e regulamentações no setor, que passaram a estimular a compra de veículos elétricos, formação de redes de pesquisa e desenvolvimento e aumento da visibilidade da tecnologia. Por sua vez, as “ecoinovações de produtos” emergem no sentido de que foram incluídas melhorias na autonomia das baterias dos carros já existentes e na incorporação de outros acessórios, como centrais multimídias e sistemas de refrigeração que não existiam nos primeiros protótipos criados.

Em relação aos níveis, destaca-se que a formação dos nichos se deu, basicamente, pelos mesmos mecanismos propostos na literatura. A identificação de uma necessidade e a convergência de expectativas dos integrantes foram os principais fatores de influência na formação do nicho. Os parceiros foram integrados aos programas à medida que identificavam a viabilidade das tecnologias e possibilidades de ganhos com as mesmas.

No nível meso, destaca-se a dificuldade de inclusão dos parâmetros dessa modalidade de veículo no sistema para homologação e permissão de circulação em vias públicas, em decorrência de os órgãos competentes não possuírem itens categóricos para o cadastramento dos protótipos.

Além disso, a produção em grande escala é dificultada pela falta de políticas de incentivos e benefícios, o que acarreta o aumento dos custos de produção e o preço de venda dos carros para os consumidores finais. O protecionismo da indústria em relação às tecnologias dominantes também é uma barreira para a difusão do carro elétrico e tem impedido que ele modifique a trajetória tecnológica do regime em vigência.

Em relação ao nível macro, as discussões iniciadas a partir de temas que envolvem desastres naturais, crescimento populacional, escassez de recursos naturais, entre outros, possibilitaram a formalização de diversos acordos mundiais em busca de uma nova ordem de políticas ambientais que podem contribuir para o fortalecimento do nicho e difusão da tecnologia.

Diante destes achados, a contribuição teórica recai na inclusão da ecoinovação como resultado do processo de transição a partir das relações multiníveis, enquanto na perspectiva prática, destacam-se ações voltadas aos conceitos de redes e alianças estratégicas que emergem para discussões entre grandes atores relacionados ao nicho, bem como para formuladores de políticas públicas.

Cabe ressaltar que o *framework* utilizado, evidenciado na Figura 2, se insere em uma perspectiva sistêmica que envolve a participação de diversos atores que podem se materializar de maneira dinâmica ao longo do tempo, no entanto, sua consolidação e sistematização de informações culminam em um modelo estático.

Como limitações, destaca-se que a aplicação do *framework* apresenta, como dificuldade central, a definição do ponto de início e de término da trajetória, cuja tentativa de resolução se materializou por meio da escolha de projeto com data concreta de início.

Outro ponto relevante, que pode ser explorado como sugestão de pesquisa futura, trata da identificação da percepção dos demais atores envolvidos no programa, além de estender a pesquisa a outros nichos tecnológicos e à análise de políticas que poderiam acelerar a transição e a modificação do regime.

## Referências Bibliográficas

- Andersen, M. M. (2006). *Eco-Innovation Indicators*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Andersen, M. M. (2008, junho). Eco-innovation: towards a taxonomy and a theory. *Conference entrepreneurship and innovation: organizations, institutions, systems and regions*, Copenhagen, Denmark, 25.
- Arundel, A., & Kemp, R. (2009). *Measuring eco-innovation*. (Unu-merit working paper series No. 2009-017). Netherlands: United Nations University.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (3ª reimpressão da 1ª ed., Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro, Trad.). Lisboa: Edições 70.
- Bakker, S., Leguijt, P., & Lente, H. V. (2015). Niche accumulation and standardization: the case of electric vehicle recharging plug. *Journal of Cleaner Production*, 94, 155-164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.069>.
- Bakker, S., Maat, K., & Wee, B. V. (2014). Stakeholders interests, expectations, and strategies regarding the development and implementation of electric vehicles: The case of the Netherlands. *Transportation Research Part A*, 66, 52-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2014.04.018>
- Baran, R., & Legey, L. F. L. (2011). Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. *BNDES Setorial*, 33, 207-224.
- Barassa, E. (2015). *Trajétoria tecnológica do veículo elétrico: atores, políticas e esforços tecnológicos no Brasil*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, Brasil.

- Berkhout, F. (2010). Technological regimes, environmental performance and innovation systems: tracing the links. In: Weber, M. & Hemmelskamp, J. (Eds) *Towards Environmental Innovation Systems*. Berlin: Springer.
- Berkhout, F. (2002). Technological regimes, path dependency and the environment. *Global Environmental Change*, 12(1), 1–4. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00025-5)
- Bossle, M. B., Barcellos, M. D., Vieira, L. M. & Sauvée, L. (2016). The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, 113, 861-872. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.033>
- Carrillo-Hermosilla, J., Gonzalez, P. D. R. & Konnola, T. (2009) *Eco-innovation: when sustainability and competitiveness shake hands*. New York: Palgrave Macmillan.
- Ehsani, M., Gao, Y., Gay, S. E., & Emadi, A. (2005). *Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory, and design*. Boca Raton: CRC Press.
- Fussler, C., & James, P. (1996). *Driving eco-innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability* (1st ed.). London: Pitman Publishing.
- Geels, F., & Raven, R. (2006). Non-linearity and expectations in niche-development trajectories: Ups and downs in Dutch biogas development (1973-2003). *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3–4), 375–392. <https://doi.org/10.1080/09537320600777143>
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31, 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6–7), 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Geels, F. W. (2006). Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: The transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930-1970). *Technovation*, 26(9), 999–1016. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.08.010>
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>
- Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, 24, 471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Geels, F. W., Dudley, G., & Kemp, R. (2012). Findings, conclusions and assessments of sustainability transitions in automobility. In: Geels, F. W.; Kemp, R.; Dudley, F.; Lyons, G. (Eds.) *Automobility in transitions? A socio-technical analysis of sustainable transport*. (Vol. 1, Chap. 16, pp.335-373). New York: Routledge.
- Geels, F. W., & Kemp, R. (2007). Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies. *Technology in Society*, 29(4), 441–455. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2007.08.009>
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Genus, A., & Coles, A. M. (2008). Rethinking the multi-level perspective of technological transitions. *Research Policy*, 37(9), 1436–1445. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.05.006>

- Hafkesbrink, J. (2007). Transition management in the electronics industry innovation system: systems innovation towards sustainability needs a new governance portfolio. In: Lehmann-Waffenschmidt, M. (Eds). *Innovations towards sustainability: conditions and consequences*. (Vol. 1, Chap. 3, pp. 55-86). Heidelberg: Physica-Verlag.
- Hermans, F., Van Apeldoorn, D., Stuiver, M., & Kok, K. (2013). Niches and networks: Explaining network evolution through niche formation processes. *Research Policy*, 42(3), 613–623. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.10.004>
- ITAIPU (2018, fevereiro). *Geração*. Recuperado em 20 setembro, 2017, de <https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>.
- ITAIPU & KWO Grimselstrom (2015, agosto). Veículo elétrico. *Informativo veículo elétrico*, (08), pp. 6-7. Recuperado em 20 setembro, 2017, de [https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/informativo\\_ve\\_8\\_final.pdf](https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/informativo_ve_8_final.pdf).
- Kemp, R. & Foxon, T. J. (2007, agosto). Typology of eco-innovation. In: Mei project: measuring eco-innovation. European Commission.
- Kemp, R., & Rotmans, J. (2010). The management of the co-evolution of technical, environmental and social systems. In: Weber, M. & Hemmelskamp, J. (Eds) *Towards Environmental Innovation Systems*. (Vol. 1, Chap. 2, pp. 33-55). Berlin: Springer.
- Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), 175–195. <https://doi.org/10.1080/09537329808524310>
- Levidow, L., Lindgaard-Jørgensen, P., Nilsson, A., Skenhall, S. A. & Assimacopoulos, D. (2016). Process eco-innovation: assessing meso-level eco-efficiency in industrial water-service systems. *Journal of Cleaner Production*, 110, 54-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.086>.
- Lopolito, A., Morone, P., & Sisto, R. (2011). Innovation niches and socio-technical transition: A case study of bio-refinery production. *Futures*, 43(1), 27–38. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2010.03.002>
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: a guide to design and implementation*. Califórnia: Jossey-Bass.
- Nascimento, T. C., Mendonça, A. T. B. B., & Cunha, S. K. (2012). Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. *Cadernos EBAPE.BR*, 10(3), 647-651.
- Nelson, R. R. (2006). *Economic Development From the Perspective of Evolutionary Economic Theory*. (Working Papers No. 2). Tallinn University of Technology, Tallinn, Estônia.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (2004). In Search of Useful Theory of Innovation. *Revista Brasileira de Inovação*, 3(2), 237-282. <http://dx.doi.org/10.20396/rbi.v3i2.8648898>
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (2005). *Um teoria evolucionária da mudança econômica*. Coleção Clássicos da Inovação. (1st ed., Claudia Heller, Trad.). Campinas: Editora da Unicamp.

- Nil, J., & Kemp, R. (2009). Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm? *Research Policy*, 38(4), 668–680. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.011>
- Nilsson, M. & Nykvist, B. (2016). Governing the electric vehicle transition – Near term interventions to support a green energy economy. *Applied Energy*, 179, 1360-1371. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.03.056>.
- Raven, R. (2005, janeiro). Strategic Niche Management for Biomass. Technical University Eindhoven. Recuperado em 15 agosto, 2017, de [https://www.researchgate.net/publication/257926311\\_Strategic\\_Niche\\_Management\\_for\\_biomass\\_PhD\\_Thesis](https://www.researchgate.net/publication/257926311_Strategic_Niche_Management_for_biomass_PhD_Thesis) .
- Reid, A. & Miedzinski, M. (2008, maio). Eco-innovation, final report for sectoral innovation watch. Brussels: Technopolis Group. Recuperado em 20 julho, 2017, de [https://www.researchgate.net/publication/301520793\\_Eco-Innovation\\_Final\\_Report\\_for\\_Sectoral\\_Innovation\\_Watch](https://www.researchgate.net/publication/301520793_Eco-Innovation_Final_Report_for_Sectoral_Innovation_Watch).
- Rennings, K. (1998). *Towards a theory and policy of eco-innovation: neoclassical and (co-) evolutionary perspectives* (Discussion Paper No. 98-24). Mannheim, Germany: Centre for European Economic Research.
- Safarzyńska, K., Frenken, K., & Van Den Bergh, J. C. J. M. (2012). Evolutionary theorizing and modeling of sustainability transitions. *Research Policy*, 41(6), 1011–1024. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.014>
- Schot, J., & Geels, F. W. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), 537–554. <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>
- Schumpeter, J. (1982). *A Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. (Série Os Economistas, Maria Sílvia Possas, Trad). São Paulo: Abril Cultural.
- Sheller, M. (2012). The emergence of new cultures of mobility: stability, openings and prospects. In: Geels, F. W.; Kemp, R.; Dudley, F.; Lyons, G. (Eds.) *Automobility in transitions? A socio-technical analysis of sustainable transport*. (Vol. 1, Chap. 9, pp. 180-202). New York: Routledge.
- Silveira, A. D., Carvalho, A. D. P., Kunzler, M. T., Cavalcante, M. B., & Cunha, S. K. (2016). Análise do sistema nacional de inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras. *Cadernos EBAPE.BR*, 14, Edição Especial, 506-526. <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395117320>
- Smith, A., & Raven, R. (2012). What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy*, 41(6), 1025–1036. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012>
- Smith, A., Voß, J. P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4), 435–448. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023>
- Tamayo-Orbegozo, U., Vicente-Molina, M-A. & Oskar Villarreal-Larrinaga. (2017). Eco-innovation strategic model. A multiple-case study from a highly eco-innovative European region. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1347-1367. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.174>

- Vaz, L. F. H., Barros, D. C., & Castro, B. H. R. de. (2015). Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. *BNDES Setorial*, 41, 295-344.
- Wainstein, M. E. & Bumpus, A. G. (2016). Business models as drivers of the low carbon power system transition: a multi-level perspective. *Journal of Cleaner Production*, 126, 572-585. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.095>
- Walliman, N. (2006) *Social Research Methods* (1a ed.). London: SAGE Publications.
- Xavier, A. F., Naveiro, R. M., Aoussat, A., & Reyes, T. (2018). Systematic literature review of eco-innovation models: Opportunities and recommendations for future research. *Journal of Cleaner Production*, 149, 1278-1302. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.145>
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (4a ed., Ana Thorel, Trad.). Porto Alegre: Bookman.

**Nota:** os autores agradecem os comentários e sugestões dos avaliadores da RECADM que foram de grande valia para melhorias e para aprofundamento das discussões e reflexões também nos grupos de pesquisa para estudos futuros.