

A formação de nichos tecnológicos e as ecoinovações: o caso do Centro Internacional de Estudos do Biogás (Cibiogás) na Itaipu Brasil

ANDRÉA TORRES BARROS BATINGA DE MENDONÇA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR)

SIEGLINDE KINDL DA CUNHA
UNIVERSIDADE POSITIVO (UP)

THIAGO CAVALCANTE NASCIMENTO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR)

A formação de nichos tecnológicos e as ecoinovações: o caso do Centro Internacional de Estudos do Biogás (Cibiogás) na Itaipu Brasil

1. Introdução

A discussão sobre o desenvolvimento econômico das sociedades e a relação com o meio ambiente tem ganhado destaque, não só em aspectos de teorias sociais e ambientais, mas também nas teorias que lidam com questões econômicas e de desenvolvimento tecnológicos.

Inicialmente, nos deparamos com a inovação na perspectiva schumpeteriana a partir do conceito de novas combinações que rompem com maneiras tradicionais de mudança e resultam em um novo bem, um novo processo produtivo, um novo mercado, uma nova forma organizacional e uma nova fonte de matéria prima (Schumpeter, 1985). Essa lógica de inovação, evolucionária, pressupõe um caminho cumulativo de conhecimento advindo de experiências passadas e de novos conhecimentos, colocando a economia como resultante de um processo co-evolucionário entre tecnologia, empresa, estruturas industriais e instituições (Johnson, Edquist, & Lundvall, 2003; Nelson, 2006a; 2006b).

A partir desse entendimento, novas perspectivas de estudo surgiram buscando analisar o processo de desenvolvimento tecnológico como um processo de coevolução e de transição de um sistema para outro (Geels, 2006; Markad, Raven, & Truffer, 2012). Nesse processo, destaca-se a análise multinível, ressaltando, principalmente, processos de influência em diferentes direções a partir de três níveis, conforme aponta Geels (2002; 2004; 2006): o nível de nicho, onde surgem as inovações radicais; o nível meso, dos regimes sociotécnico; e o nível macro, dos ambientes e das mudanças estruturais da sociedade como um todo.

No entanto, como foco desse trabalho, destaca-se a análise dos nichos tecnológicos e seu processo de formação. A análise dos nichos parte da concepção da Gestão Estratégica dos Nichos (Strategic Niche Management – SNM), uma técnica desenvolvida que foca no estudo histórico de casos de sucessos e fracassos dos experimentos com inovações radicais sustentáveis, bem como a utilização desses casos como ferramenta de formulação e tomada de decisão sobre políticas (Caniëls, & Romijn, 2008; Lopolito, Morone, & Sisto, 2011; Raven, 2005).

Como resultado do processo de formação dos nichos tecnológicos, a inovação voltada a sustentabilidade assume posto e tem-se apresentado como tema emergente que busca relacionar o desenvolvimento tecnológico, o relacionamento interorganizacional e a sustentabilidade. Incluindo os aspectos institucionais e técnicos no processo de coevolução para o alcance de mudanças sistêmicas (Kemp, & Rotmans, 2010; Markad *et al.*, 2012).

Assim, discute-se o conceito da ecoinovação como a aproximação entre o desenvolvimento tecnológico, a inovação e os pilares da sustentabilidade apoiado no avanço do tema desde o trabalho seminal de Fussler e James (1996) e passando pela discussão de diversos autores que se voltaram ao estudo dessa temática (Carrillo-Hermosilla, Gonzalez, & Konnola 2009; Foxon, & Andersen, 2009; Arundel, & Kemp, 2009; Andersen, 2008; 2006; Reid, & Miedzinski, 2008; Kemp, & Foxon, 2007; Rennings, 1998; Tamayo-Orbegozo, Vicente-Molina, & Villarreal-Larrinaga, 2017; Xavier, Naveiro, Aoussat, & Reyes, 2018). O conceito aborda principalmente mudanças sistêmicas, que abrangem tecnologias e aspectos sociais que buscam melhorar o desempenho ambiental (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009) e entre outros a divisão dos tipos de ecoinovação que vão desde aspectos em processos de produção até mudanças institucionais.

Diante dessa argumentação inicial, o objetivo desse artigo é de s

A representativa da Itaipu, nacional e internacionalmente, em termos de capacidade produtiva foi fator chave para a escolha do objeto de estudo, sendo esta a segunda maior usina do mundo em termos de capacidade instalada e detentora do recorde mundial de geração de energia (ITAIPU, 2018).

Esse artigo está estruturado em 7 seções, a começar por essa introdução. A seguir discute-se a base teórica que sustentou o desenvolvimento da pesquisa. Nessa seção aborda-se o processo de formação dos nichos tecnológicos e suas principais características e as tipologias de ecoinovações presentes na literatura. Em seguida discutem-se os procedimentos metodológicos da pesquisa, a análise dos principais achados e posteriormente faz-se as considerações finais. Por fim, tem-se as referências bibliográficas.

2. Os nichos e seu processos internos de formação

Propõe-se que a SNM seja entendida como a criação, desenvolvimento e controle passo a passo de espaços protegidos para o desenvolvimento e uso de tecnologias promissoras por experimentação, com o objetivo de: 1) aprender sobre o desejo por novas tecnologias; e 2) a melhoria de desenvolvimento e da taxa de aplicação de novas tecnologias (Kemp, Schot, & Hoogma, 1998).

Conforme discussão anterior, entende-se que os nichos tecnológicos são espaços protegidos propícios para experimentação e desenvolvimento de inovações radicais através da relação dos agentes (Caniëls, & Romijn, 2008; Hermans, Apeldoorn, & Kok, 2012; Kemp *et al.*, 1998; Lopolito *et al.*, 2011; Schot, & Geels, 2008).

Os espaços protegidos surgem a partir de mecanismos como isenções fiscais do governo, compromissos de P&D entre empresas ou disposição dos futuros adotantes em participar nos testes de maneira não remunerada. Dessa forma, a proteção cria um tipo de abrigo em que vários indivíduos e grupos podem se tornar participantes engajados no processo de inovação sem se tornarem sujeitos imediatos da pressão do mercado (Caniëls, & Romijn, 2008).

Os nichos são também caracterizados por possibilitarem o desenvolvimento de espaços sociais e de relações que dão suporte às inovações radicais (como cadeias de fornecimento, relações usuário-produtor, etc.) através de experimentos sociotécnicos em que vários *stakeholders* colaboram e trocam informações, conhecimento e experiências (Caniëls, & Romijn, 2008; Lopolito *et al.*, 2011). Chega um momento em que a tecnologia se torna complexa e as novidades precisam ser desenvolvidas não mais por uma única organização, mas por uma combinação de expertises de diferentes organizações especializadas, com recursos e conhecimentos próprios (Hermans, Stuver, Beers, & Kok, 2013). Os nichos são também influenciados por ações governamentais que contribuem no processo de sua formação a partir de um conjunto de sucessivos experimentos (Kemp *et al.*, 1998).

De acordo com Kemp *et al.* (1998), Raven (2005), Laak, Raven e Verbong (2007), 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). As expectativas desempenham um papel importante nas fases iniciais de desenvolvimento de uma tecnologia, uma vez que promovem a legitimidade para que os atores invistam tempo e esforços em uma nova tecnologia que ainda não possui valor no mercado (Raven, 2005). 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; Hermans *et al.*, 2012).

Para Lopolito *et al.* (2011), esse primeiro processo está relacionado ao fator “disposição” dos atores dos nichos. Esse fator se refere à convergência das expectativas dos atores a uma visão comum sobre uma nova tecnologia que, por sua vez, determina a difusão da disposição a participar ativamente no nicho de inovação. Este é o primeiro elemento-chave para o surgimento dos nichos quando os atores decidem fazer parte dos projetos de inovação com base em suas expectativas (Lopolito *et al.*, 2011).

O processo de moldagem e convergência das expectativas acontece quando: a) um número considerável de participantes compartilha as mesmas expectativas (convergência de expectativas); e b) as expectativas estão baseadas em resultados tangíveis obtidos pela experimentação (Laak *et al.*, 2007; Lopolito *et al.*, 2011). A convergência de expectativas ocorre mais facilmente quando as promessas da nova tecnologia são dignas de confiança (com suporte em fatos e testes) e específicas (com referência a problemas claramente identificados), juntamente com problemas ainda não contemplados pelas tecnologias existentes (Lopolito *et al.*, 2011).

Um segundo mecanismo é o “processo de articulação” através dos experimentos que levam a nova tecnologia a ser socialmente aceita e incluída. Esse segundo processo interno é importante, 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 desenvolvimento dos nichos é influenciado ainda pela “formação dos relacionamentos”, o terceiro processo interno, que está relacionado ao envolvimento de novos atores no assunto e nas atividades. Nesse 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).

O relacionamento é uma dimensão que merece atenção particular, pois é crítica para a experimentação, o aprendizado e a formação e convergência das expectativas sobre a nova tecnologia entre as diferentes partes. Isto porque são os atores que sustentam o desenvolvimento, carregam consigo as expectativas e articulam novos requerimentos e demandas (Caniëls, & Romijn, 2008; Raven, 2005).

O desenvolvimento e a implementação da inovação é amplamente um processo social em que se pode observar, por exemplo, que a interação mais próxima entre os atores é essencial porque elementos tácitos, informais e não codificados no novo conhecimento apenas podem ser absorvidos e compartilhados por mecanismos de comunicação intensiva e processo de *learning by doing* (Caniëls, & Romijn, 2008).

Esse processo interno de formação das relações requer um real processo de relacionamento entre os atores no sentido de alcançar um adequado nível de poder. Assim, a existência de atores poderosos no nicho se torna um elemento crucial para o seu desenvolvimento. Esse ator poderoso pode ser qualquer *stakeholder* que traga valores adicionais para as relações: uma empresa que processa um número considerável de recursos, uma instituição pública que processa informações relevantes ou uma instituição privada interessada em investir em inovações (Lopolito *et al.*, 2011).

No entanto, é importante ressaltar que mesmo um ator muito poderoso não tem todos os recursos requeridos para incitar o desenvolvimento do nicho. Nesse sentido, no contexto da transição, o poder deve ser visto como um conceito de dupla face: ao mesmo tempo é um recurso individual e de relacionamento. O poder possuído por um ator individual deriva dos recursos estratégicos que ele possui, mas a influência exercida através desses recursos depende da estrutura de relacionamentos em que eles operam. Como consequência, o processo de criação do nicho é influenciado pela presença e distribuição de poder dentro da rede de atores locais (Lopolito *et al.*, 2011).

Raven (2005), Laak *et al.* (2007) e Schot e Geels (2008) acrescentam a essas dimensões o processo de aprendizagem como o fator central para a introdução de novas tecnologias na sociedade. Esse processo de aprendizagem possibilita o ajustamento da tecnologia e/ou da sociedade para melhoria das chances de sucesso da difusão da inovação. O processo é considerado bom quando é amplo, com foco não somente na otimização técnico-

econômica, mas também no alinhamento entre o técnico e o social (projetos técnicos, infraestrutura, preferências dos usuários, significados normativos e culturais), e quando é reflexivo, havendo assim uma atenção para os questionamentos adjacentes, como valores sociais e a vontade de mudar o curso se a tecnologia não atender a esses questionamentos (Laak *et al.*, 2007).

Para Schot e Geels (2008) a gestão estratégica do nicho (SNM) tem identificado e investigado empiricamente importantes mecanismos internos dos nichos em trajetórias de inovações sustentáveis. No entanto, na medida em que as pesquisas de SNM trazem evidências de que existe a correlação entre os projetos de experimentos e os resultados em termos de desenvolvimento de nichos tecnológicos e de mercado, fica claro que os fatores de desenvolvimento internos não são os únicos que importam. Assim, os fatores externos têm um papel crucial na transformação das inovações dos nichos em novos regimes, colocando a necessidade de pesquisas que relacionem os processos internos e externos, possibilitadas pela perspectiva multinível (Schot, & Geels, 2008).

3. Tipologia da Ecoinovação

Na década de 1970, o fato de que o desenvolvimento industrial havia produzido efeitos negativos nos sistemas de suporte à vida ganhou maior repercussão, gerando inúmeras discussões sobre os impactos dessa atividade em termos de poluição em larga escala, deterioração do ambiente natural e incremento de desigualdades econômicas e sociais (Elzen, & Wieczorek, 2005; Hoogma, Weber, & Elzen, 2010).

Essas constatações estimularam o debate sobre o possível conflito envolvendo os interesses econômicos e as necessidades ecológicas necessárias para perpetuação das diversas espécies que vivem nos diversos ecossistemas, além de promover alinhamento com o conceito de desenvolvimento sustentável do Relatório de Brundtland de 1987, “Nosso Futuro Comum” (Blackburn, 2007). É nesta perspectiva que Markad *et al.* (2012), argumenta que os processos de transição sociotécnica, sistemas de inovação e emergência das tecnologias sustentáveis ganharam atenção nos 15 anos anteriores à publicação do seu trabalho.

Seguindo essa linha de raciocínio, Hoogma *et al.* (2010) e Berkhout (2010) deixam evidente em seus trabalhos que a ciência e a tecnologia podem ser utilizadas como atuar na resolução deste conflito, integrando instituições e atores do mercado, mas que a resistência para que tais práticas de disseminem de maneira adequada ainda são acentuadas.

A dinâmica envolvendo os temas ganhou maior repercussão com o conceito de ecoinovação desenvolvido por Fussler e James (1996), a partir de três “estabilidades”. A primeira delas, denominada estabilidade ecológica, se relaciona ao funcionamento do sistema natural, envolvendo a qualidade no fornecimento de água e ar. Por sua vez, a estabilidade de recursos, se relaciona à acessibilidade dos seres humanos a requisitos físicos e materiais mínimos e a custos adequados para sua subsistência. Por fim, a estabilidade socioeconômica, insere a discussão de nível de empregos criminalidade, desigualdades excessivas em renda e saúde.

Predominantemente, os autores que abordam de maneira direta e indireta a relação entre inovação e meio ambiente analisam o fenômeno a partir da perspectiva evolucionária, como Carrillo-Hermosilla *et al.* (2009), Foxon e Andersen (2009), Arundel e Kemp (2009), Andersen (2008; 2006), Reid e Miedzinski (2008), Kemp e Foxon (2007) e Rennings (1998).

Dentre os principais trabalhos sobre o tema, destaca-se a visão de Rennings (1998) e sua proposição taxinômica de classificação das ecoinovações. Para o autor, esse tipo de inovação pode ser de natureza tecnológica, quando relacionadas a tecnologias preventivas e curativas; de natureza organizacionais, quando relacionadas à mudança nos instrumentos de gestão; as sociais, voltadas a mudanças no comportamento e estilo de vida dos consumidores;

e as institucionais, relacionadas à criação de redes locais e agências, governança global e comércio internacional.

Outra proposta de classificação destacada na literatura foi desenvolvida por Kemp e Foxon (2007), tomando como base a percepção de que aecoinovação não deve envolver apenas a redução de impactos ambientais, contemplando, também a produção, aplicação ou exploração de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional ou modelo de gestão para uma empresa. Nessa perspectiva, os autores propõem que a classificação deste tipo de inovação deve envolver a segmentação em tecnologias ambientais, inovações organizacionais, inovações em produtos ou serviços e, por fim, desenvolvimento de sistemas verdes.

Seguindo posicionamento semelhante ao de Kemp e Foxon (2007), Andersen (2008), argumenta que aecoinovação corresponde a uma inovação com capacidade de gerar rentabilidade verde no mercado, colocando a firma no centro da análise do desenvolvimento de soluções que integrem problemas ambientais e o processo econômico.

Para tanto, o autor propõe uma taxonomia refletindo os diferentes papéis de um mercado verde, sugerindo: ecoinovações *add-on* relacionadas a produtos, tecnologias e serviços que melhoram o desempenho ambiental dos consumidores; ecoinovações integradas que fazem tanto o processo produtivo quanto o produto mais ecoeficiente (“limpo”) do que seus similares; ecoinovações de produtos alternativos que representam uma nova trajetória tecnológica de inovações radicais, não sendo inovações mais limpas que seus produtos similares, mas oferecendo uma solução diferente e mais ambientalmente eficaz em comparação aos produtos existentes; ecoinovações macro-organizacionais ou novas estruturas organizacionais que representam uma nova forma ecoeficiente de organizar a sociedade, ou seja, novas formas de organização da produção e consumo em um nível mais sistemático; ecoinovações de propósito geral, que se referem a tecnologias de propósitos gerais que afetam a economia e o processo de inovação.

Para Andersen (2008), essas inovações também podem ser classificadas como: 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.

Dentre os modelos de classificação, Carrilho-Hermosilla *et al.* (2009) partem da concepção de que aecoinovação corresponde a um processo de mudança sistêmico, seja ela tecnológica e/ou social, que resulta em uma aplicação prática que melhora o desempenho ambiental. Nesse sentido, os autores segmentam estas ecoinovações em quatro dimensões: 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.

Esses modelos tipológicos foram utilizados como base para a análise dos resultados desta pesquisa, contemplando os principais modelos de análise para análise e classificação de ecoinovações utilizados na literatura.

4. Procedimentos Metodológicos

Com o objetivo de compreender o processo de formação no nicho tecnológico do Centro Internacional de Estudos do Biogás na Itaipu Brasil, destacando os tipos de ecoinovações por ele desenvolvidas foi realizada uma pesquisa de estratégia qualitativa,

principalmente pela característica das informações necessárias para entender o fenômeno de formação do niso em seu contexto (Walliman, 2006). Além disso, a escolha dessa estratégia justifica-se pela busca dos significados e interpretação dados pelos envolvidos no processo e as visões que compartilham a partir da pesquisa *in loco* pelo pesquisador (Denzin, & Lincoln, 2006; Merriam, 2009).

A pesquisa é também caracterizada como exploratória e descritiva. A característica exploratória pode ser identificada na fase inicial da pesquisa, em que os pesquisadores buscaram explorar um assunto com o objetivo de se familiarizar com a temática em questão (Babbie, 2007). Essa fase exploratória contemplou o contato inicial com o tema das relações multiníveis e mais especificamente na temática sobre os nichos tecnológicos, e a ecoinovação e suas tipologias. Também se utilizou na fase exploratória a escolha e aproximação com o objeto de estudo. Escolheu-se a Itaipu Brasil principalmente pela sua representativa nacional e internacional em termos de capacidade produtiva (ITAIPU, 2018) e para se chegar especificamente no programa CibioGás foram realizadas duas entrevistas. Uma com o Coordenador do Sistema de Gestão da Sustentabilidade (SGS) e com o Assessor de Planejamento Empresarial, principalmente para tratar da sustentabilidade na Itaipu e sua inserção no planejamento estratégico da Organização. A partir dessas entrevistas, que duraram respectivamente 2h33m e 2h, chegou-se a indicação do Programa do Centro Internacional de Estudos do Biogás – CibioGás como um dos programas de destaque da Itaipu em termos de sustentabilidade.

A partir de então, foram realizadas duas entrevistas no próprio laboratório do CibioGás na Itaipu, em Foz do Iguaçu. A primeira entrevista foi com o coordenador do laboratório do Biogás que durou 1h16m e uma com o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais do CibioGás que durou 42m. Foi importante estar no próprio local de trabalho pois foi possível observar as instalações e como se dá o trabalho de estudo do Centro.

Além das entrevistas foi possível ter acesso ao Projeto de Concretização e Estatuto do Centro que conta sobre a sua estruturação, principais agentes parceiros e a história de formalização do centro dentro da própria Itaipu e sua atuação internacional.

A segunda fase, descritiva, se valeu da análise de conteúdo a partir dos conceitos e instruções de Bardin (2011) com o objetivo de descrever melhor os conteúdos das mensagens contidas nas entrevistas, nas observações de campo e nos documentos analisados. Especificamente sobre o CibioGás foram criadas algumas categorias de análise a partir da análise de conteúdo no software Atlas Ti que facilitaram o entendimento da formação do nicho e dos tipos de ecoinovações: “O Programa”, “Resultados e Mudanças”, “Trajetória Tecnológica”, “O Nicho”, “Barreiras”, “Facilitadores” e “Planos Futuros”.

A partir desses procedimentos chegou-se a descrição da formação das relações do nicho tecnológico e das ecoinovações desenvolvidas que serão discutidas na seção a seguir.

5. A formação do nicho tecnológico do Programa CibioGás

O nicho tecnológico em destaque foi desenvolvido primeiramente no Parque Tecnológico da Itaipu (PTI), um espaço privado, propício para a formação de parcerias entre diferentes agentes com vistas a experimentar e desenvolver inovações radicais (Kemp *et al.*, 1998; Safarzynska, Frenken, & Van Den Berg, 2012). Esse espaço surgiu principalmente por um incentivo da própria organização para o desenvolvimento de novas tecnologias (Caniëls, & Romijn, 2008).

Com mudanças introduzidas na missão da Itaipu que possibilitou, em 2003, incluir as preocupações com a sustentabilidade ambiental, social e econômica, foram realizadas diversas ações e mudanças na estrutura, nos projetos e programas da Itaipu Binacional, especificamente na margem brasileira. Uma dessas mudanças ocorreu em 2008, no organograma da organização, que passou a incluir a Assessoria de Energias Renováveis. Essa

assessoria propôs o programa Plataforma de Energias Renováveis como um dos seus trabalhos, buscando, através de estudos, demonstrar a viabilidade técnica, econômica e ambiental das fontes renováveis de energia a partir de projetos acompanhados pelo Parque Tecnológico de Itaipu (ITAIPU, 2012).

O avanço do projeto se deu com a parceria firmada entre ONUDI, Eletrobras e Itaipu, estabelecendo a implantação do Observatório de Energias Renováveis, projeto que envolvia toda a América Latina e o Caribe. O projeto tem por objetivo manter o fluxo de informações e conhecimento sobre o tema das Energias Renováveis, além de divulgar o desenvolvimento de tecnologias e metodologias que aplicassem a energia no desenvolvimento.

Dessa forma, uma das ações foi a criação do Laboratório do Biogás, cuja metodologia estava baseada na aplicação da Universidade da Terra em Viena (Áustria), culminando na criação do Centro de Estudos do Biogás para que este fosse o responsável pela gestão das ações e demandas que surgissem nessa área para Itaipu e Fundação PTI (ITAIPU, 2012).

Com relação aos serviços, o Centro tem como competência a prestação dos seguintes serviços: Desenvolvimento tecnológico e difusão do conhecimento em Energias renováveis – biogás e Plataforma Tecnológica – Unidades de Demonstração. Serão discutidos adiante os projetos já colocados em prática pelo Centro.

O Coordenador do Laboratório é enfático ao dizer que o Centro “*vende conhecimento, vende tecnologia, vende curso, vende ensaio, vende consultoria e assim por diante*”, mas o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais completa que eles podem ainda ser contratados para executar e coordenar atividades. Segundo ele: “*a gente faz estudo pelo laboratório, mas a gente também pode executar projetos*”.

O entrevistado destaca também como iniciativa interna, a instalação de um biodigestor no PTI para aproveitar restos de comida do restaurante para gerar energia. No entanto, o entrevistado não sabe se ainda está em funcionamento, mas na época deu certo.

Em 2011, na Conferência Mundial de Energia, foi entregue pelo Diretor Geral da Itaipu Brasil, José Miguel Samek, ao Diretor Geral da ONUDI, uma carta expondo as razões para a implantação de um Centro Internacional de Energias Renováveis com ênfase no Biogás no PTI. O centro foi estruturado a partir das normas de organização de Centros Internacionais de Tecnologia (ITC) da ONUDI. A carta foi bem recebida pelo Diretor Geral da ONUDI e a apresentação final do Centro foi feita na Rio+20, em 2012 (ITAIPU, 2012).

Segundo o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais do Centro, na Rio+20 foi apresentada a proposta de criação do Centro Internacional de Energia Renováveis em um documento como protocolo de intenção do desenvolvimento de estudos do Cibiogás. Este documento foi assinado por diversas autoridades presentes.

Ele foi assinado pela Itaipu Binacional, pela Eletrobras, inclusive o presidente da Eletrobras, [...] o diretor geral da época da ONUDI, que a sede fica em Viena, a OLADE que é a organização latino-americana de energia, a Embrapa, o CEAP não assinou, a COPEL, a CEPEL, centro de estudos de energia elétrica da Eletrobras, assinou a FIEP, a FAEP não assinou, a OCEPAR que é a organização das cooperativas do Paraná, o CEPGÁS que o centro de pesquisa do gás da Petrobras, que fica em Natal, o SENAI nacional e do Rio Grande do Norte, o PTI, o Ministro Lobão e o Ministro de Desenvolvimento Agrário e mais duas testemunhas (Entrevista com o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais).

As relações formadas nesse nicho tecnológico envolveram, em um primeiro momento, a Itaipu, a ONUDI e a Eletrobras, para a formação de um Observatório de Energias Renováveis. No entanto, o projeto cresceu até se tornar um programa e está saindo da gestão do PTI e, conforme foi se concretizando, outros parceiros foram sendo incluídos, a maior parte deles, assumindo em 2012 a condição de Associados Fundadores do Cibiogás.

A seguir, é possível visualizar a formação do nicho tecnológico do Cibiogás a partir dos principais parceiros identificados.

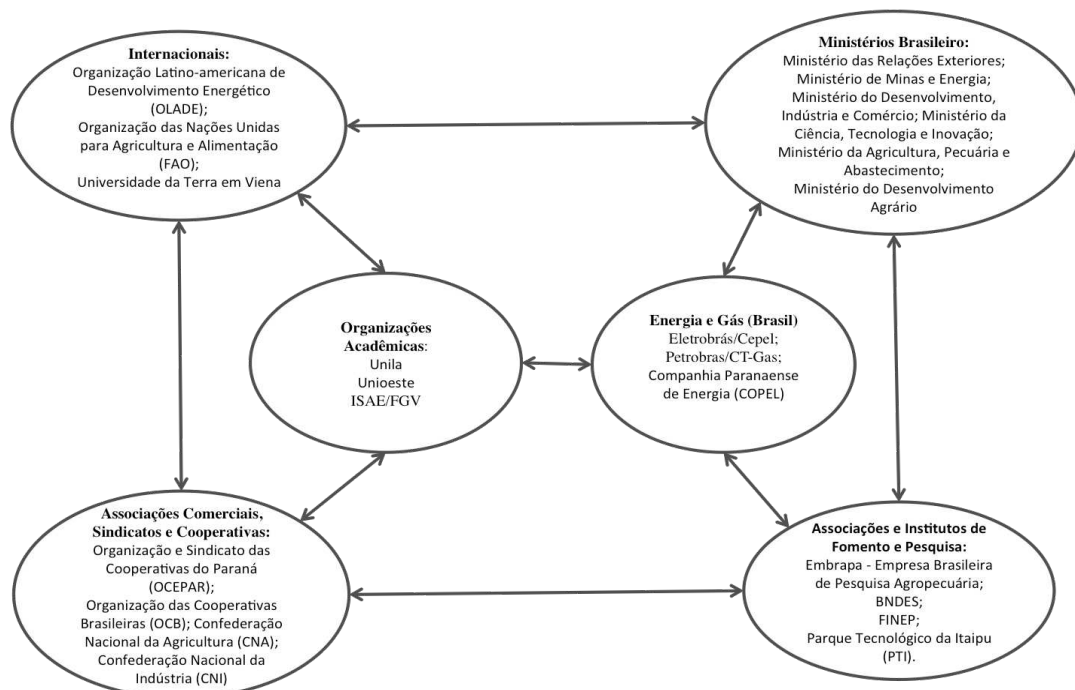


Figura 1 - Os agentes do Nicho Tecnológico do Programa Cibiogás

Fonte: Elaboração própria

A importância das parcerias foi destaque nas duas entrevistas com os gestores do Cibiogás. Merece destaque inicial, a troca de conhecimento entre o laboratório e a Universidade de Viena. O Coordenador do Laboratório evidencia a fase inicial de desenvolvimento do programa, quando o laboratório precisou entender melhor como os ensaios com o biogás eram conduzidos.

O primeiro resultado a observar diz respeito às unidades de demonstração, que são projetos dos técnicos do laboratório de biogás, parceiros, como as prefeituras, e principalmente os criadores das cidades de Foz do Iguaçu e região. Em 2012, chegou-se ao total de 8 unidades de demonstração instaladas e em andamento. Em 2014, já são cerca de 11 unidades de demonstração.

No entanto, segundo destaca o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais, o Centro já conta também com uma unidade de demonstração internacional em San José, no Uruguai, que é uma replicação das condições estudadas e instaladas no Condomínio de Ajuricaba.

O funcionamento dos estudos e principalmente do laboratório se baseia em pegar os dejetos dessas comunidades, seja de suínos, bovinos, aves ou de humanos, para testar e verificar qual o potencial de geração de energia a partir do tratamento desses dejetos. Sendo assim, cada projeto é único, pois as características dos dejetos mudam dependendo, muitas vezes, da forma de alimentação dos animais das fazendas, como explica os gestores, e da técnica do laboratório.

A seguir, destacam-se alguns quesitos relevantes do contexto de aplicação de três dessas unidades de demonstração conforme explicação do Gerente de Relações Institucionais e Internacionais. A primeira unidade de demonstração destacada pelo gerente é a Colombari, uma fazenda que engorda suínos para abatedouros e que começou tratando os dejetos de 3.000 porcos em fase de terminação. A instalação do biodigestor resolveu os problemas ambientais gerados pelos dejetos, conseguindo com isso, a autorização para criar mais 2.000 porcos.

[...] tem uma granja chamada granja Colombari que é uma pequena fazenda de uma pessoa só, de uma família que produz, que engorda suínos para levar para os abatedouros, então são suínos em terminação [...]. Em Colombari tinham 3.000 suínos antes e estava com muitos problemas sobre o destino dos dejetos desses suínos que estava tendo até problemas ambientais com o Iapar, tava recebendo multas, porque não estava conseguindo dar terminação aos dejetos desses 3.000 suínos. E o Colombari gastava 3.000 reais por mês só em conta de luz. Porque ele planta o milho, ele processa o milho para ele alimentar esse... então ele tem uma pequena indústria, para ele alimentar esses suínos. [...] hoje ele capta esses dejetos dos suínos dele, coloca um biodigestor e ele gera além de biofertilizante que ele usa na agricultura dele, ele gera energia elétrica, ele é autossustentável em energia elétrica. Ele não gasta mais nenhum centavo em energia elétrica para a Copel. A energia elétrica dele é gerada na própria propriedade e ela é consumida e o excesso ainda é enviada para a Copel. E ele resolveu esse problema de saneamento dele porque ele está tratando esse dejetos, então esse dejetos parou de ser um problema para o meio ambiente. O que aconteceu com isso foi que ele conseguiu autorização para ter mais 2.000 suínos, hoje ele tem 5.000. Porque ele dá um trato correto ao dejetos (Entrevista com o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais).

A destinação do excedente de energia produzida pela Colombari é enviada para a Copel, consistindo em uma das mudanças mais significativas de atuação do Centro. Os entrevistados destacam esse fato como um ganho para a população, pois os criadores passam a acreditar na viabilidade do negócio e a querer realmente tratar dejetos nas suas fazendas, já que percebem que além do ganho ambiental eles têm um benefício financeiro.

A segunda unidade destacada pelo Gerente é a Cooperativa Lar, uma unidade produtora de aves. Segundo o Gerente, eles processavam cerca de 200 mil frangos por dia e mesmo por se tratar de uma cooperativa com um sistema moderno tecnologicamente, ainda tinham problemas na destinação final dos dejetos desses 200 mil frangos.

Cada parte do frango segue em uma esteira mecânica, e tudo que não serve para ser processado e vendido vira resíduo. Esse resíduo ele passa por uma, primeira filtragem, parte dele é transformada em ração para pet, para animais domésticos, a outra parte vai para os biodigestores, eles também estavam com problemas ambientais que você imagina 200 mil frangos por dia. [...] e essa fábrica ela parava de trabalhar às 6 da tarde e voltava às 21 da noite, porque você sabe que de 6 da tarde às 9 da noite é maior demanda elétrica no Brasil. É o horário que as pessoas chegam em casa, ligam a luz, liga a TV, a geladeira, liga de tudo quando chega em casa, liga o chuveiro. Então o pico é maior de demanda de energia, a energia que é 10x vezes mais cara [...] Então essa indústria não podia trabalhar nesse período senão ficaria inviável. Não ia conseguir agregar esse valor no processo do frango [...]. Hoje ela está produzindo energia e está usando nesse horário, que ao invés de ela pagar 10 vezes mais ela usa a energia que ela produz. Então hoje ela funciona 24hs por dia, então ela gera mais emprego e polui menos ainda. É impressionante, lá tem dois biodigestores do tamanho de um campo de futebol cada um, é uma coisa impressionante. E eles ainda usam biofertilizante, eles têm o que eles chamam de floresta energética, eles plantam eucalipto lá, e esse eucalipto é usado nos processos industriais para aquecer boiler, para queimar mesmo. E eles regam os eucaliptos com biofertilizante. E eles produzem ração para pet, produzem biogás, produzem biofertilizantes, geram energia elétrica, então você imagina o impacto disso na cadeia industrial (Entrevista com o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais).

O terceiro caso destacado pelo Gerente de Relações Institucionais e Internacionais é o Condomínio Ajuricaba. Este caso foi pensado para ser conduzido em forma de condomínio por se tratar de pequenos produtores, isto é, não ficaria viável a implantação de um biodigestor individual. São 33 pequenos produtores conectados por um biogásoduto de 25km

de extensão que passa pelas propriedades e culmina em uma central onde o gás é distribuído para um secador de grãos comunitário que seca o milho e a soja produzidos antes de serem estocados.

[...] antes eles colocavam em caminhão, levavam para uma indústria, a indústria secava e eles traziam de volta. Então eles gastavam diesel e tinham que pagar por esse serviço. Hoje eles usam o secador comunitário que secam os grãos deles igualzinho, perfeito, lá com o biogás deles, inclusive (Entrevista com o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais).

A outra parte do gás vai para um filtro e depois para um motor e então, cada produtor tem uma cota que pode usar em seus biodigestores individuais para gerar energia. O entrevistado ressalta alguns aspectos sociais da construção deste bio-gasoduto comunitário.

Então ele é muito interessante esse Ajuricaba porque ele tem essa conformação social. Ele envolve pessoas, 33 proprietários diferentes, ele gera energia térmica, ele gera energia elétrica, ele gera biofertilizante. Aí você conversa com as mulheres dos agricultores e a primeira coisa que eles dizem para você é que eles não têm mais vergonha de receber visita nas propriedades delas, porque não tem mau cheiro mais, e não tem mosquito mais, porque todo esse dejetos está sendo tratado. Então esse é um aspecto social, de saúde pública. E muitas dessas propriedades jogavam os dejetos naquelas piscinas para fazer esse tratamento, muitas vezes chovia, alagava, poluía a terra, e muitas dessas propriedades tinham poço artesiano pertinho e eles tomavam daquela água (Entrevista com o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais).

Além dos resultados relacionados às unidades de demonstração, é importante mencionar os demais pontos positivos destacados pelos entrevistados e algumas mudanças após a concretização do Centro de estudos. Algumas dessas mudanças fazem menção a pontos já comentados pelo Gerente entrevistado quando fala sobre as unidades de demonstração.

Os resultados socioeconômicos e ambientais dizem respeito, principalmente, ao fato da diminuição da poluição do solo e da água pelos dejetos dos animais criados nessas localidades assistidas pelo programa. Além dessa melhoria, houve benefícios sociais e econômicos para a população, como a geração própria de energia, diminuindo a compra de energia da Copel e, conseqüentemente, a redução dos custos. Além disso, ocorreu a melhoria da qualidade de vida com a diminuição do perigo de contaminação pelo não tratamento adequado desses dejetos. O Coordenador do Laboratório do Biogás destaca:

[...] então acho que o melhor resultado de tudo é, vamos dizer assim, a catapulta social que isso foi. De poder gerar mais qualidade de vida, mais qualidade de viver, mais conhecimento, fixação desse povo na região e renda. Emprego e renda (Entrevista com o Coordenado do Laboratório).

Já o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais destaca o uso do biogás como uma forma de saneamento e geração de energia através de fontes renováveis. Segundo ele,

[...] o biogás é a única fonte de todas as energias renováveis que transforma passivo ambiental em ativo energético, ele faz saneamento. Ao fazer saneamento ele evita contaminação do solo, da água, do ar, e isso é uma coisa que nenhuma outra energia faz (Entrevista com o Gerente de Relações Institucionais e Internacionais).

Com a descrição dos principais resultados e mudanças, foi possível identificar a visão dos entrevistados com relação ao momento atual do Cibiogás, que se encontra formalizado e

adequado para o desenvolvimento de novas tecnologias através de parcerias, trocas de conhecimento, pesquisas e experimentos de novas técnicas. Nesse sentido, o Coordenador destaca a importância de levar a universidade para dentro do Centro com cursos de mestrado, doutorado, para os engenheiros que vão desenvolver melhor os filtros.

Na visão do Coordenador, deve-se evitar importar a tecnologia, é preciso inovar. Citando um exemplo, ele destaca o fato de existirem muitos filtros, nacionais e importados, no mercado, mas que “eu tenho que fazer o melhor filtro, com a melhor matéria-prima brasileira da forma mais barata e de mais fácil logística e distribuição pra fazer”.

[...] foram agrupadas várias tecnologias de interesses isolados, entre uma fermentação, entre um processo de filtração e tratamento, entre um processo de queima do próprio gás, um processo de ligar isso na rede e juntou em linha e montou a tecnologia de se transformar um resto de dejetos de porco em um kilowatt de energia. Então não teve um desenvolvimento de uma tecnologia que fosse extremamente nova como o Iphone antes do Iphone existir. Um touchscreen antes dele existir. Mas então foi assim, foi uma inovação articulada né, você pega várias coisas que existem, junta todas e vira uma coisa que não existia antes (Entrevista com o Coordenador do Laboratório).

A partir das relações constituídas nesse nicho tecnológico e com base na pesquisa realizada foi possível perceber que, pelo caráter distinto do tipo de atividade e atuação de cada agente, houve um processo de combinação de experiências e conhecimentos para o desenvolvimento das tecnologias, cada um com seu *know how* e expertises (Caniëls, & Romijn, 2008; Lopolito *et al.*, 2011).

De acordo com a perspectiva de inovação de Schumpeter (1985), que destaca a noção das novas combinações, observou-se essa convergência da teoria e da prática, quando os entrevistados destacaram a combinação de diferentes tecnologias, conhecimentos e matérias-primas para o desenvolvimento das tecnologias no Centro de Estudo, principalmente voltadas ao contexto nacional, já que as realidades do Brasil e demais países onde o biogás é mais constituído são diferentes.

Assim, o interesse nesse ponto está na nacionalização da tecnologia e o fato de os agentes se voltarem à pesquisa e desenvolvimento para atender as demandas locais. Velliga (2000) destacam a importância de iniciativas locais para a transformação, principalmente no sentido do desenvolvimento de tecnologias *end-of-pipe*. No entanto, o avanço em um nível regional vem ocorrendo pelo desenvolvimento de melhorias em processo.

O fato da replicação dos conceitos e tecnologias do Centro também leva ao entendimento da experimentação nos nichos tecnológicos, como acrescenta a abordagem de Kemp *et al.* (1998), no sentido de que nos nichos, a presença dos agentes formando relações nesses espaços protegidos facilita a experimentação das tecnologias para que aprendam e melhorem o seu desenvolvimento.

Neste momento, porém, é interessante analisar os três processos internos dos nichos destacados na literatura (Kemp *et al.*, 1998; Laak *et al.*, 2007; Lopolito *et al.*, 2011; Raven, 2005; Schot, & Geels, 2008). No caso da formação do nicho do Cibogás, foi possível perceber que se desenvolveu a partir da convergência de expectativas e disposição dos agentes no desenvolvimento da tecnologia na medida em que esses agentes foram aprendendo e entendendo mais sobre a tecnologia e investindo esforços para o avanço do conhecimento (Geels, & Raven, 2006; Lopolito *et al.*, 2011). Os atores enfrentaram muitas barreiras durante as fases iniciais do projeto, conforme se observou nas entrevistas e, por fim, perceberam que a experimentação prometia resultados tangíveis (Lopolito *et al.*, 2011; Raven, 2005).

O segundo ponto do desenvolvimento do nicho percebido nesse caso é o “processo de articulação”, relacionado à aceitação social da tecnologia em experimentação que leva à

articulação dos agentes organizacionais e sociais, bem como da articulação do mercado (Kemp *et al.*, 1998).

No entanto, o que se nota é que esse processo de articulação não está totalmente desenvolvido no sentido de que a tecnologia está somente difundida entre os agentes que participam do nicho em questão, não havendo uma total disseminação e articulação dos agentes, no que diz respeito ao desenvolvimento da infraestrutura de mercado.

O desenvolvimento do nicho é também influenciado pela formação dos relacionamentos, como já demonstrado na Figura 1, com os atores envolvidos no processo de experimentação e desenvolvimento da tecnologia. Esses mecanismos internos dos nichos são importantes para o processo social de inovação no sentido de que o desenvolvimento tecnológico faz parte de uma aprendizagem do tipo *learning by doing*, o que está em convergência com o sentido de experimentação e compartilhamento de conhecimento do nicho (Caniëls, & Romijn, 2008; Raven, 2005).

Nesse processo de formação dos relacionamentos, destaca-se a figura de diversos atores poderosos que se caracterizam como o *stakeholders*, com muitos recursos e poder de articulação com outros agentes (Lopolito *et al.*, 2011). Uma vez que se analisa aqui o nicho formado a partir da iniciativa da Itaipu Brasil, esse é o principal agente nesse processo de relacionamentos. Porém, é importante destacar que os diversos institutos de pesquisa e organizações acadêmicas possibilitaram o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, necessários para a evolução da tecnologia.

Além desses fatores de formação nos nichos, o processo de aprendizagem é fator de destaque, uma vez que possibilita a introdução social da tecnologia a partir da busca de seu entendimento e da percepção da sua viabilidade econômica (Laak *et al.*, 2007; Raven, 2005; Schot, & Geels, 2008). Nesse sentido, o que se observou durante as entrevistas foi o destaque dos gestores à possibilidade de aprendizado que se tem diante das relações que foram formadas, principalmente devido ao grau de conhecimento que cada ator possui na sua área de competência.

De forma complementar, o desenvolvimento da inovação nesse nicho se configura em uma perspectiva evolucionária da inovação, no sentido de envolver diferentes tecnologias, estruturas industriais e instituições, em um processo de coevolução, novas combinações e novos conhecimentos (Johnson *et al.*, 2003; Nelson, 2006b; Schumpeter, 1985).

Dessa forma, e como primeiros resultados dessas novas combinações, tem-se a introdução no mercado nacional, e principalmente local, de um novo bem, quer seja a energia a partir do biogás ou as tecnologias para sua transformação, além de um novo processo de produção, como a nova forma de gerar energia pela biomassa, a abertura de um novo mercado ainda em desenvolvimento, principalmente com relação à infraestrutura e a nova fonte de matéria-prima, neste caso a própria biomassa para a geração de energia (Schumpeter, 1985).

A partir do processo de formação dos nichos e das inovações que são desenvolvidas, percebe-se a influência *bottom up* e *top down* de mudança no nível dos regimes sóciotécnicos como forma de tentar mudar o regime em vigência (Geels, 2011; Genus, & Coles, 2008).

O que se notou é que as mudanças iniciadas pelo nicho do Cibiogás estão concentradas em um contexto local, passando para um nível regional de atuação pelo avanço não só em melhorias *end-of-pipe*, mas principalmente em processos (Vellinga, 2000).

O alcance daecoinovação não seria apenas inovações em produtos e processos voltados para a melhoria ou preservação do ambiente, mas em uma mudança sistêmica (Andersen, 2008; Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009; Rennings, 1998).

Como resultado, foi possível identificar os tipos de ecoinovações já desenvolvidas ou em fase de desenvolvimento pelo nicho:

Ecoinoações	O que é?	Identificação no Caso
Organizacionais	Novas formas de estruturar as organizações	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na missão da Itaipu • Criação a Assessoria de Energias Renováveis • Criação do PTI • Estruturação do CibioGás
Tecnológicas	Desenvolvimento tecnológico preventivo ou curativo	<ul style="list-style-type: none"> • Nacionalização das tecnologias; • Desenvolvimento dos biodigestores para realidade local; • Pesquisas e aplicações de acordo com a realidade de cada caso.
Sociais	Mudanças no comportamento dos consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • Difusão local do conhecimento; • Mudança na percepção da comunidade local da viabilidade e inclusão das tecnologias.
Institucionais	Redes locais, agências, políticas, normas, regras.	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de alianças para pesquisa e desenvolvimento das novas tecnologias; • Criação e aplicação das novas leis; • Visibilidade do tema no governo e demais entidades de classe.

Quadro 1 - Ecoinoações desenvolvidas a partir do programa CibioGás

Fonte: Elaboração própria

6. Considerações Finais

Esse trabalho teve como objetivo compreender o processo de formação no nicho tecnológico do Centro Internacional de Estudos do Biogás na Itaipu Brasil, destacando os tipos de ecoinoações por ele desenvolvidas, visando explorar um tema pouco explorado no Brasil, relações multiníveis e nichos tecnológicos, e aprofundar a relação entre essa temática e a da ecoiovação.

O estudo possibilitou identificar a importância de agentes “empreendedores” no processo de formação dos nichos, como no caso a Itaipu, que atuou, inicialmente integrando em seu planejamento estratégico os pilares da sustentabilidade e possibilitando criar ações que visavam beneficiar principalmente as comunidades locais e a estabelecer projetos nacionais.

Assim, o interessante na formação desse nicho é o que já se discute na literatura sobre a gestão estratégica dos nichos, a experimentação e nacionalização de tecnologias. No caso da trajetória seguida pelo CibioGás, o que se nota é uma busca pela nacionalização das tecnologias no sentido de adequá-las às necessidades locais, aos requisitos de cada um dos produtores e tornar essas tecnologias mais viáveis.

À medida que os entrevistados contavam a história do programa, os principais tipos de inovações foram identificados e relacionados com o conceito da ecoinoação debatido no referencial. No programa CibioGás foi possível relacionar “ecoinoações organizacionais”, por ser uma inovação surgida na Itaipu Brasil; “ecoinoações tecnológicas”, principalmente devido ao desenvolvimento das tecnologias específicas para cada realidade dos projetos das unidades de demonstração e por utilizarem muitas vezes materiais reciclados na criação dos biodigestores; “ecoinoações sociais”, relacionadas à difusão do conhecimento e da mudança de percepção da comunidade local sobre a aplicação e uso da tecnologia; e “ecoinoações institucionais”, uma vez que passaram a se desenvolver no nível meso de regulamentações e novos incentivos para geração distribuída de energia, transformando os biodigestores dos produtores e cooperativas de produtores em mini e microgeradores de energia.

Foi interessante notar como o Programa do CibioGás, na análise feita sobre a formação do nicho tecnológico, surgiu primeiramente com objetivo de desenvolver tecnologias para

soluções locais. Assim, o que se nota é a motivação inicial para a formação dos nichos e como o resultado do que foi desenvolvimento até o momento tem afetado a dimensão social. No caso do Cibiogás, como evidenciado pelos entrevistados, o programa passou a dar novas oportunidades para os pequenos produtores, tanto no sentido de melhoria ambiental no tratamento dos dejetos, quanto nas perspectivas social e econômica. Isto porque os produtores passaram a ser considerados mini ou microgeradores de energia e a economizar com menos compras de energia da COPEL (no caso do Paraná), já que passaram a consumir a sua própria energia.

Assim, o que se percebe é a importância de iniciativas como esta para o processo de nacionalização de tecnologias para atender demandas e necessidades locais a fim de dar mais possibilidades de melhorias de qualidade de vida para comunidade e produtores locais no desenvolvimento dos seus negócios.

Como limitações, percebe-se que seria interessante expandir o estudo para outros nichos tecnológicos, seus processos de formação e os tipos deecoinovações desenvolvidas para possíveis comparações e aprofundamento da aplicação da relação entre as abordagens da Gestão Estratégica dos Nichos e da ecoinovação. Outras possibilidades de pesquisas futuras recaem sobre a governança das relações entre os stakeholders envolvidos no processo de formação dos nichos e ainda a possibilidade de Pesquisar de forma separada o contexto e atores sociais do processo de inovação dos nichos, com o objetivo de identificar a real participação dos atores no processo de desenvolvimento e aplicação da tecnologia e suas expectativas, evidenciando as principais percepções dos impactos e resultados alcançados.

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.
- Blackburn, W. R. (2007). *The sustainability handbook: the complete management guide to achieving social, economic and environmental responsibility*. Washington, DC: ELI Press.
- 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.
- Babbie, E. (2007). *The Practice of Social Research* (11^aed.). Belmont: Thomson Wadsworth.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (3^a reimpressão da 1^a ed., Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro, Trad.). Lisboa: Edições 70.
- Caniëls, M. C. J. & Romijn, H. A. (2008). Actor networks in strategic niche management: insights from social networks theory. *Futures*, 40, 613-629. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2007.12.005>
- Carrillo-Hermosilla, J., Gonzalez, P. D. R. & Konnola, T. (2009) *Eco-innovation: when sustainability and competitiveness shake hands*. New York: Palgrave Macmillan.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2006). *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. (2^a ed, Sandra Regina Netz, Trad.). Porto Alegre: Artmed-Bookman.
- Elzen, B. & Wiczorek, A. (2005). Transitions towards sustainability through system innovation. *Technological Forecasting & social Change*, 72, 651-661. [10.1016/j.techfore.2005.04.002](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.04.002)

- Foxon, T. & Andersen, M. M. (2009). The greening of innovation systems for eco-innovation – towards an evolutionary climate mitigation policy. *Druid summer conference: innovation, strategy and knowledge*, Copenhagen, Dinamarca.
- Fussler, C., & James, P. (1996). *Driving eco-innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability* (1st ed.). London: Pitman Publishing.
- 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., & 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>
- 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>
- 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>
- Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P. J. & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117-128. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>.
- ITAIPU (2018, fevereiro). *Geração*. Recuperado em 20 setembro, 2017, de <https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>.
- ITAIPU. (2012). *Projeto de Concretização: Cibiogás*. Itaipu: Foz do Iguaçu, 2012.
- Johnson, B., Edquist, C., & Lundvall, B. A. (2003). Economic development and the national system of innovation Approach. *First Globelics Conference*, Rio de Janeiro, Brasil.
- 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>
- Laak, W.W. M. Van Der., Raven, R. P. J. M., & Verbong, G. P. J. (2007). Strategic niche management for biofuels: analyzing past experiments for developing new biofuel policies. *Energy Policy*, 35, 3213-3225. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.11.009>
- 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.

- Nelson, R. R. (2006a). As fontes do Crescimento Econômico. (Adriana Gomes de Freitas, Trad.). (Coleção Clássicos da Inovação). Campinas: Editora da Unicamp.
- Nelson, R. R. (2006b). *Economic Development From the Perspective of Evolutionary Economic Theory*. (Working Papers No. 2). Tallinn University of Technology, Tallinn, Estônia.
- 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.
- 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.
- 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.
- Tamayo-Orbegozo, U., Vicente-Molina, M-A. & Villarreal-Larrinaga, O. (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>
- Vellinga, P. (2000). Industrial transformation towards sustainability of the energy system. *Integrated Assessment*, 1(2), 157-163, 2000.
- 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>