

INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE BIOMASSA E ENERGIAS RENOVÁVEIS

JALBERTO DÓRIA DA SILVA
Universidade Federal de Sergipe
jal_doria@hotmail.com

RONY KLAY VIANA DE FREITAS
Universidade Federal de Sergipe
ronyfreitas@gmail.com

INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE BIOMASSA E ENERGIAS RENOVÁVEIS

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência da conscientização em torno da questão ambiental, o setor produtivo tem sido impulsionado a buscar oportunidades de negócios a partir de inovações voltadas para o desenvolvimento sustentável (VILHA; QUADROS, 2012). Na agenda da inovação, a preocupação com sustentabilidade decorre, sobretudo, de fatores como o aquecimento global e as ameaças subjacentes às mudanças climáticas; a poluição ambiental e a pressão por produtos e serviços com orientação ecológica; o aumento populacional, principalmente no que se refere a concentração das populações urbanas; a diminuição de fontes de energia esgotáveis e urgência em descobrir fontes alternativas e renováveis; e a saúde e a outros fatores relacionados ao acesso a padrões básicos de atendimento, água tratada e medidas sanitárias (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008).

Dentre as fontes de energias alternativas e renováveis merecem destaque a energia solar, a energia eólica e a biomassa. Segundo Cortez, Lora e Ayarza (2008), essa última fonte tem sua origem nos resíduos sólidos urbanos de natureza animal, vegetal, industrial ou florestal que são processados e transformados em energia. Os autores acrescentam que dentre as tecnologias das fontes energéticas com potencial comercial, somente a biomassa, utilizada em processos modernos com elevada eficiência tecnológica, possui a flexibilidade de suprir tanto a produção de energia elétrica, quanto o setor de transportes (CORTEZ; LORA e AYARZA, 2008). Dessa forma, os resíduos da biomassa deixam de ser observados como lixo e passam a ser vistos como matéria-prima para produção de energia (SIMIONI; HOEFLICH e SIQUEIRA, 2009).

Nessa perspectiva, é importante apresentar o panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Segundo relatório sobre resíduos sólido divulgado pela ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) em 2011, a geração de resíduos no Brasil registrou crescimento de 1,8%, de 2010 para 2011, índice superior à taxa de crescimento populacional urbano do país no mesmo período, que é de 0,9%. Em termos quantitativos, 6,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos deixaram de ser coletadas no ano de 2011, isso corresponde à diferença entre o total de resíduos gerados e a quantidade total coletada que, por consequência, tiveram destinação imprópria (ABRELPE, 2011). Bueno (2008) explica que a destinação inapropriada geralmente culmina no depósito desses resíduos em lixões e aterros, representando um passivo para o meio ambiente, com a contaminação do solo, das águas de lençóis freáticos e produção de gases poluentes como metano e dióxido de carbono, como também trazem problemas para a saúde da população.

Tendo em vista as peculiaridades apresentadas sobre a indústria de biomassa e energias renováveis, torna-se imprescindível entender como ocorre a adoção de inovações tecnológicas nesse setor. Assim, o objetivo geral proposto nesse trabalho foi identificar os fatores que contribuíram ou dificultaram para a adoção de uma determinada inovação tecnológica na indústria de biomassa e produção de energia renovável. Tais fatores foram identificados com base nos cinco atributos, proposto por Rogers (1995) em sua teoria de difusão de inovações, que são percebidos como necessários para decisão de adotar uma inovação. A sequência em que o trabalho é apresentado compreende o referencial teórico, abordando os principais conceitos de inovação, sustentabilidade e a adoção e difusão de inovações; os procedimentos metodológicos do estudo, a descrição e análise do caso, e, por fim, as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esse estudo apresenta como tema central a adoção de uma inovação na indústria de biomassa e produção de energia, especificamente por meio da comparação dos fatores que levaram tal inovação a ser adotada em uma determinada localidade e não em outra. Assim, para melhor compreensão do leitor, as linhas seguintes trazem algumas referências acerca da temática proposta no trabalho. Inicialmente são apresentados os principais conceitos de inovação, seguidos do debate entre inovação e sustentabilidade e finalmente, os aspectos relacionados à teoria da difusão de inovações.

2.1. Inovação e Sustentabilidade

Ao tratar de inovação, a primeira alusão que temos refere-se aos estudos de Schumpeter. O autor relaciona a inovação ao desenvolvimento econômico ao demonstrar a capacidade do empreendedor em criar combinações mais eficientes dos fatores de produção para o desenvolvimento de novos produtos, isso, por meio da utilização de alguma invenção ou mediante alguma inovação tecnológica (Schumpeter, 1982).

No entanto, Tigre (2006) acrescenta que o desenvolvimento não decorre meramente das atividades econômicas, mas sim da transformação da estrutura produtiva ao agregar informação e conhecimento em novos produtos e processo no intuito de agregar valor à produção. Concepção semelhante é observada por Rimoli (2005), ao afirmar que o conceito de inovação passou de uma visão puramente técnica para o entendimento da inovação como a aplicação de qualquer conhecimento que agregue valor ao desenvolvimento e à comercialização de produtos, serviços e organizações.

Inerente à inovação está o processo de aprendizagem que envolve a união entre a possibilidade tecnológica, a competência e a necessidade de mercado (OLIVEIRA, 2003, p.27). A esse respeito, Tigre (2006) argumenta que a inovação tecnológica constitui uma ferramenta essencial para aumentar a produtividade e a competitividade das organizações, assim como para impulsionar o desenvolvimento econômico de regiões e países.

A definição de Tether (2003) para inovação compreende a exploração bem sucedida de ideias ou a transformação de ideias em produtos, serviços, processos ou práticas lucrativas de negócio. O autor acrescenta ainda que a novidade é uma característica fundamental da inovação. Contudo, Rogers (1995) observa que a novidade de uma inovação não significa necessariamente novos conhecimentos, pois uma determinada inovação pode ser conhecida e mesmo assim os seus consumidores não apresentarem uma atitude em relação a sua adoção ou rejeição.

Van der Meer (2007) sugere que o processo de inovação em uma organização acontece em três estágios: *estágio de concepção*, com a criação de novas ideias, quando geralmente acontecem as invenções e livre criatividade é estimulada; *estágio de desenvolvimento*, fase em que tais ideias são transformadas em projetos; e *estágio de negócios*, no qual os projetos são transformados em novos negócios. Adicionalmente, Drucker (2002) argumenta que as inovações raramente surgem de um lampejo de inspiração, mas sim a partir de uma análise áreas de oportunidades, alguns dos quais se encontram dentro das empresas ou indústrias - ocorrências inesperadas, incongruências, necessidades de processo, e indústria e as mudanças do mercado - e outras em tendências sociais que aparecem fora da empresa, em seu ambiente social e intelectual - mudanças demográficas, mudanças de percepção, e novos conhecimentos.

Mas inovações não são necessariamente invenções (SHUMPETER, 1982). Sendo necessário, então, estabelecer uma distinção entre esses dois conceitos. Segundo Tether (2003), uma invenção só se torna inovação a partir do momento que é comercializada como um novo produto/serviço ou processo vendido para uma empresa ou consumidor final.

Enquanto que a invenção, de acordo com Tigre (2006), está relacionada à criação de um processo, uma técnica ou um produto inédito registrado sob a forma de patente e comumente divulgado em artigos técnicos e científicos e simulados por meio de protótipos, porém, sem aplicação comercial.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) compreendem que a mudança é um fator característico da inovação. Nessa perspectiva, a mudança pode assumir diversas formas, mas os autores classificam em quatro categorias abrangentes, também chamadas de “os 4 Os da inovação”: I) Inovação de Produto, mudanças nos produtos/serviços oferecidos por uma empresa; II) Inovação de Processo, mudanças na maneira como uma empresa cria e entrega seus produtos e serviços; III) Inovação de Posição, mudanças no contexto em que produtos/serviços são introduzidos no mercado e IV) Inovação de Paradigma, mudanças nos modelos mentais subjacentes que orientam o que a empresa faz.

É importante salientar que o processo de inovação acontece de maneiras distintas em diferentes tipos de empresas e indústrias, assim, as definições sobre inovação carecem de maior clareza, sendo necessário, pois, a adoção de convenções. Neste aspecto, é apresentado O Manual de Oslo, desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), constitui a principal fonte internacional de diretrizes para coleta e uso de dados sobre atividades inovadoras da indústria (OCDE, 2005). No Brasil, os dados sobre inovação são estudados pelo PINTEC (Pesquisa de Inovação Tecnológica) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O PINTEC tem suas bases conceituais e metodológicas no Manual Oslo e apresenta como propósito a construção de indicadores setoriais, nacionais e regionais das atividades de inovação tecnológica nas empresas brasileiras, mensuração de indicadores nacionais das atividades de inovação tecnológica nas empresas de serviços e de Pesquisa e Desenvolvimento (IBGE, 2010).

Um conceito importante inerente à inovação é a distinção entre inovação radical e incremental. Na visão de Leifer, O'Connor e Rice (2002) a inovação radical pode ser um produto, serviço ou processo que apresenta características sem precedentes na medida em que provocam melhorias significativas de desempenho ou custo e possuem a capacidade de transformar os mercados existentes ou criem novos mercados. Já as inovações incrementais, segundo Utterback (1996) acontecem em períodos de continuidade, quando a taxa de inovação se apresenta de forma irregular e sem grandes mudanças em produtos e processos. Mas o autor aponta que nos períodos de descontinuidade, quando as mudanças radicais se evidenciam, geralmente ocorre a criação de novos negócios e a transformação ou destruição dos negócios existentes.

Tecnologia e inovação são conceitos que estão intimamente conectados. Tanto o é que o Manual de Oslo propõe a seguinte definição para inovações em produto (bens/serviços) e processos tecnológicos.

i) Inovação tecnológica de produto - assume a forma de um produto novo ou aprimorado. O produto novo apresenta características tecnológicas ou usos diferentes de produtos já produzidos. Nesse sentido, as inovações podem envolver tecnologias radicalmente novas, basear-se na combinação de tecnologias existentes ou podem ser derivadas do uso de novo conhecimento. Já o produto tecnologicamente aprimorado consiste em um produto já existente cujo desempenho tenha sido significativamente aprimorado ou elevado. Esse aprimoramento pode ser traduzido em termos de melhor desempenho ou menor custo, com a utilização de materiais de melhor desempenho (OCDE, 2010).

ii) Inovação tecnológica de processo – refere-se a adoção de novos ou significativamente melhorados métodos de produção. Os métodos podem ter por objetivo produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, que não mais podem ser produzidos ou entregues pelos métodos tradicionais de produção ou objetivam o aumento e eficiência na produção ou na entrega de produtos existentes. De modo geral, esses métodos

envolvem mudanças em equipamentos e na organização da produção ou em uma combinação dessas mudanças originadas pelo uso de novos conhecimentos (OCDE, 2010).

Para Van der Meer (2007) existem duas maneiras de incentivar a inovação em uma empresa: *culturalmente*, com a criação de um clima favorável à inovação; e *estruturalmente*, com o uso de mecanismos que possibilitem a inovação. Esses mecanismos são, em geral, entidades organizacionais destinados a promover o desenvolvimento e gestão de novas ideias, projetos e negócios.

Tether (2003) sumariza as principais características que um produto ou serviço e um processo necessitam apresentar para ser considerados inovadores. Conforme o autor, para ser inovador, um produto ou serviço deve considerar três fatores: *novidade conceitual*; *incerteza tecnológica* enfrentada em seu desenvolvimento, *incerteza de mercado* quanto a sua adoção e o comprometimento com *custos irrecuperáveis* de um projeto que envolve uma inovação. Essas dimensões podem aplicadas também aos processos inovadores, com exceção da incerteza de mercado, que deve ser substituída pela dimensão *aprendizado e adaptação de comportamento* nas empresas.

Ademais, Tidd, Bessant e Pavitt (2008) argumentam que a inovação em torno da sustentabilidade possui um grande potencial para criar condições de descontinuidade, pois, quando os padrões e produção e consumo mudam, os participantes existentes no mercado são ameaçados por novos entrantes que aproveitam as oportunidades proporcionadas por esse setor. Em geral, essas mudanças acontecem em decorrência das atitudes sociais ou das novas informações que surgem. Um bom exemplo é o fumo que, quando atrelado aos riscos à saúde, causou grande impacto na indústria tabagista.

Assim, na medida em que a questão de sustentabilidade impõe desafios, também oferece oportunidades de para inovação, por exemplo: produtos e serviços mais sustentáveis, como sistema de energia solar, resíduos biodegradáveis, sistemas de transporte de baixo impacto ambiental; novos processamentos de baixa energia; exploração de novos mercados por intermédio da exploração de fatores sustentáveis como alimentos orgânicos, produtos com certificações ambientais e ecoturismo, além de novos modelos de negócios apoiados em conceitos éticos e ações ecologicamente orientadas (TIDD; BESSANT e PAVITT, 2008).

Alguns autores reconhecem as inovações quem trazem uma preocupação ecológica com a denominação de Inovação verde. Na visão de Dangelico e Pujari (2010) a inovação verde representa uma estratégica chave para alcançar o crescimento, a sustentabilidade ambiental e a melhora da qualidade de vida. Esse argumento pode ser visualizado no estudo empreendido por Arenhardt, Battistella, Franchi (2012) sobre como a adoção de inovações verdes influencia na obtenção de vantagem competitiva das empresas dos setores elétrico e eletrônico brasileiro. Os resultados desse estudo apontaram que o nível de adoção de práticas inovativas verdes entre essas empresas é elevado e que a relação entre a inovação de produtos e processos verdes e a obtenção de vantagem competitiva é significativa.

Em resumo, Tigre (2006) afirma que os impactos econômicos de uma inovação só produzem resultados abrangentes no momento em que é amplamente difundido entre empresas, setores e regiões, e desencadeando o processo de criação de novos empreendimentos e novos mercados.

2.2. Adoção e Difusão de Inovações

Rogers e Schoemaker (1971) definem a difusão de inovação como o processo pelo qual uma nova ideia é difundida entre os membros de um sistema social por determinados canais de comunicação ao longo de um período de tempo. Já para a OCDE (2005), a difusão consiste na maneira como as inovações tecnológicas em produto e processos se difundem, por

de canais de mercado ou não, a partir de sua implantação mundial para diversos países e regiões e para distintas indústrias, mercados e empresas.

Tigre (2006) explica que os processos de inovação e difusão estão fortemente atrelados, pois a difusão de um produto ou processo no mercado pode auxiliar na resolução de eventuais problemas que possam ser corrigidos em novas versões, alimentando e direcionando, assim, a trajetória de uma inovação. Além disso, um produto novo ou melhorado de uma empresa pode representar um novo ou aprimorado processo para outra empresa durante a difusão (OCDE, 2005). Por exemplo, um modelo de computador mais sofisticado pode ser considerado um produto tecnologicamente aprimorado para a indústria de máquinas de escritório, no entanto, pode constituir um processo tecnológico inteiramente novo para uma empresa de contabilidade.

Tigre (2006) aponta três fatores que condicionam a difusão de novas tecnologias ou que restringem sua adoção: *fatores de natureza técnica*, que referem-se ao condicionamento da difusão ao grau de dificuldade em relação ao seu entendimento e utilização em que uma inovação é percebida, ou seja, a complexidade de uma determinada tecnologia determina a necessidade de suporte técnico para resolução de eventuais problemas; *condicionantes econômicos* que compreendem os custos de aquisição e implantação de uma nova tecnologia, bem como o retorno do investimento atribuído a ela e *condicionamentos de caráter institucional*, que abrange um conjunto de elementos institucionais que favorecem o processo de difusão tecnológica como disponibilidade financeira e incentivos fiscais para à inovação, clima favorável ao investimento no país, acordos internacionais de comércio e investimento, sistema de propriedade intelectual e presença de capital humano e instituições de apoio a inovação.

Segundo Rogers (1995), existe quatro elementos na difusão de inovações – a inovação, os canais de comunicação, o tempo e o sistema social – que podem ser facilmente identificados nas pesquisas sobre difusão. Para Perez e Zwicker (2010) a maneira como uma inovação é adotada está diretamente relacionada à forma como os usuários dessa inovação percebem seus atributos. Nesse sentido, Rogers (1995) apresenta cinco características relacionadas ao primeiro elemento da difusão, a inovação, que podem, dentre outras coisas, explicar sua taxa de adoção: *vantagem relativa*; *compatibilidade*; *complexidade*; *experimentação* e *observabilidade*.

Tomando como base o trabalho de Rogers (1995) sobre as cinco características percebidas na inovação, Moore e Benbasat (1991) desenvolveram um instrumento de pesquisa para mensurar várias percepções acerca do uso de uma inovação. O trabalho desses autores se relaciona com o processo de adoção de inovações em sistemas de informações, todavia, o instrumento desenvolvido oferece uma visão geral das características de uso de uma inovação. Moore e Benbasat (1991) introduziram os atributos imagem, uso voluntário e demonstração de resultado e adaptaram os atributos complexidade e observabilidade desenvolvidos por Rogers (1995) para facilidade de uso e visibilidade. Tais atributos, apresentados no quadro 01, são amplamente difundidos na literatura sobre difusão de inovações.

Quadro 01: Características percebidas em uma inovação

Característica	Definição
Vantagem Relativa	Grau em que uma inovação é percebida como melhor do que sua antecessora;
Compatibilidade	Grau de coerência de uma inovação em relação aos valores, experiências e necessidades dos adotantes potenciais;
Complexidade	Grau de dificuldade de uma inovação no tocante a sua utilização;
Experimentação	Grau com o qual uma inovação pode ser experimentada antes de sua adoção.
Observabilidade	Grau em que os resultados de uma inovação podem ser observados.

Fonte: Adaptado de Rogers (1995)

O segundo elemento da difusão descrito por Rogers (1995) corresponde aos *canais de comunicação*. Para ele, um *canal de comunicação* envolve a troca de mensagens entre indivíduos criando as condições de adoção de uma inovação. Aqui se apresenta uma distinção: os *canais de comunicação de massa* (radio, TV, jornal etc.), que geram conhecimento sobre as inovações e os *canais interpessoais*, que atua efetivamente influenciando na decisão de aprovar ou rejeitar uma nova ideia.

O terceiro elemento de difusão é o *tempo*. O tempo está envolvido na difusão por meio do *processo de decisão da inovação* pelo qual um indivíduo (ou outras unidades de tomada de decisão) resolve aprovar ou rejeitar uma nova ideia; da *inovatividade* em que uma unidade adota, pioneiramente, uma inovação em relação aos demais membros do sistema; e da *taxa de adoção da inovação*, definida aqui como a rapidez com que uma inovação é adotada pelos membros de um sistema social (ROGERS, 1995).

Finalmente, o último elemento corresponde ao *sistema social*. Para Rogers (1995), um sistema social é formado pelo conjunto de unidades (indivíduos, grupos informais e organizações) que cooperam para solução de problemas e alcance de objetivos comuns. Assim, infere-se que a difusão de inovações no sistema pode ser facilitada ou dificultada pela estrutura social e pela comunicação, pelo efeito das normas de comportamento, pelo papel dos líderes e dos agentes de mudança e pelos tipos de decisão de inovação. A figura 01 ilustra os quatro principais elementos de adoção de uma inovação defendidos por Rogers (1995).

Figura 1 - Elementos que determinam a adoção de uma inovação



Fonte: Adaptado de Rogers, 1995.

Conforme menciona Rogers (1995), a adoção de uma determinada tecnologia pressupõe um processo que ocorre ao longo do tempo e em decorrência de uma série de ações e decisões. Para melhor ilustrar o processo de decisão de inovações o autor propõe um modelo baseado na ideia de que adoção de tecnologia é um processo sequencial que pode ser dividido em fases que vão desde a consciência do conhecimento de uma inovação até a decisão pela adoção por um indivíduo. Os estágios do processo de decisão são apresentados na sequência.

I) *estágio de conhecimento*: no qual um indivíduo ou outra unidade de tomada de decisão é exposto à existência de uma inovação e obtém algum conhecimento sobre sua funcionalidade. O autor aponta que existem três tipos de conhecimento sobre uma inovação: a

consciência do conhecimento, informação sobre a existência de uma novidade; *conhecimento de como fazer*, informações necessárias para utilizar uma inovação corretamente e *princípios do conhecimento*, informações que tratam dos princípios de funcionamento de uma inovação (ROGERS, 1995).

II) *estágio de persuasão*: refere-se ao estágio em que o indivíduo forma uma atitude favorável ou desfavorável para a inovação. Nesse estágio o indivíduo se envolve com a inovação buscando informações sobre a nova ideia com o intuito de avaliar a inovação reduzindo, assim, as incertezas sobre as suas consequências (ROGERS, 1995).

III) *estágio de decisão*: segundo Rogers (1995), acontece quando um indivíduo ou outras unidades de tomada de decisão se envolve em atividades que implicam na escolha pela aprovação ou rejeição uma inovação. Nessa fase o autor apresenta as características determinantes da taxa de adoção - a vantagem relativa, a compatibilidade, a complexidade, a experimentação e a observabilidade.

IV) *estágio de implementação*: ocorre quando o indivíduo ou outras unidades de tomada de decisão começam a utilizar uma inovação na prática (ROGERS, 1995).

V) *estágio de confirmação*: acontece quando o indivíduo ou outra unidade qualquer de decisão procura reforçar a decisão de adotar ou rejeitar uma inovação (ROGERS, 1995).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse estudo apresenta uma abordagem qualitativa, uma vez que busca compreender um determinado fenômeno em seu contexto a partir da perspectiva dos atores nele envolvidos (GODOY, 1995). Além disso, pode ser classificado como exploratório, pois procura melhorar o entendimento sobre um determinado tema (NEUMAN, 1997).

A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso, que de acordo com Eisenhardt (1989), constitui uma estratégia na qual se busca compreender a dinâmica peculiar de um determinado fenômeno. Por se tratar de um estudo efetuado em apenas uma organização, esse trabalho pode ser classificado como estudo de caso único. Adicionalmente Yin (2001, p. 44) argumenta que um estudo de caso pode ser um “*processo de implantação de alguma coisa em alguma empresa ou entidade*”. Assim, esse trabalho apresentou o processo de implantação de uma inovação tecnológica para produção de biomassa e energia.

O critério de escolha do caso se deve, sobremaneira, as particularidades e ao contexto em que o caso está inserido. O caso em questão trata da adoção de uma inovação tecnológica na área de biomassa e uma termoelétrica em diferentes localidades, Unaí-MG, Lagarto-SE e Florida-EUA, bem como as dificuldades encontradas na sua adoção. Para tanto, o estudo estabelece uma comparação entre os fatores que favoreceram sua adoção e os fatores percebidos como barreiras para adoção dessa inovação.

Além disso, com o propósito de atingir o objetivo desse estudo foram estabelecidos como categorias de análise os atributos de uma inovação defendidos por Rogers (1995): *vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, experimentação e observabilidade*, que também fundamentaram a entrevista e a análise comparativa dos fatores que propiciaram a adoção ou rejeição da inovação tecnológica estudada no caso.

A coleta de dados foi realizada mediante uma entrevista com o criador da inovação tecnológica e presidente do núcleo técnico-ambiental no qual a inovação foi desenvolvida. A entrevista seguiu um roteiro semiestruturado, elaborado com base no referencial teórico de difusão de inovações. O caso foi analisado utilizando-se a técnica de análise de conteúdo, que de acordo com Bardin (2008), emprega procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo de mensagens, cujo interesse não é necessariamente a descrição dos conteúdos, mas sim do que se pode abstrair deles após serem tratados.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO

Tomando como base a literatura estudada, as linhas seguintes apresentam os dados referentes ao caso pesquisado. Também é descrito o núcleo técnico onde a inovação estudada nesse artigo foi desenvolvida e as peculiaridades inerentes a essa inovação.

O Núcleo Técnico-ambiental Railton Faz

O núcleo técnico-ambiental Railton Faz fica localizado no município de Lagarto-SE e opera na área de engenharia e desenvolvimento de projetos que visam atrelar viabilidade econômica e lucratividade para as empresas, sem esquecer-se da conscientização em torno da preservação ambiental. Esse núcleo é responsável pela criação de inovações tecnológicas “ecologicamente orientadas” que são comercializados para indústrias e empresas de grande porte nacionais e multinacionais.

Buscando a harmonia entre homem e natureza, o núcleo técnico-ambiental conta com a o registro de aproximadamente dezessete patentes e o desenvolvimento de inúmeras máquinas e equipamentos que contribuem com o desenvolvimento e crescimento industrial. A título de exemplo, podem ser citados alguns desses equipamentos: Raitec, recuperador alternativo de gases voláteis para tratamento fitossanitário de embalagens de madeira para exportação; máquina para fabricação de briquetes de carvão a partir de biomassa; destilador móvel de material sólido, capaz de reter a fumaça dos fornos de carbonização e extrair subprodutos utilizados na indústria química (alcatrão, liguinina, óleos vegetais e biodiesel); estufa fixa e móvel para tratamento fitossanitário, caixa de proteção para hidrômetros dentre outros equipamentos que trazem consigo a preocupação ambiental. Em suma, essas inovações visam à diminuição de custos e o aumento da lucratividade das empresas na medida em que busca a redução e o reaproveitamento de resíduos sólidos.

A inovação tecnológica estudada

A inovação tecnológica corresponde a um conjunto de tecnologias desenvolvidas pelo núcleo técnico-ambiental que tomou forma como uma unia de processamento de biomassa acoplada a uma termoeletrica para produção de energia elétrica. Um dos componentes corresponde a um forno de carbonização de resíduos sólidos urbanos para produção de briquetes de carvão a partir desses resíduos. Por conseguinte, os briquetes alimentam uma termoeletrica capaz de gerar energia elétrica. Além disso, os gases poluentes emitidos na produção dos briquetes são emitidos para um destilador, também desenvolvido pelo núcleo, onde são transformados em subprodutos para indústria química. Essa tecnologia, desenvolvida pelo presidente e diretor do núcleo, Railton Lima, foi reconhecida na América Latina como maior iniciativa sustentável pelo prêmio *Greenbest* 2011.

O processo de transformação da biomassa começa com a desidratação dos materiais orgânicos que compõem o lixo. No primeiro momento, os resíduos saem diretamente do caminhão de lixo e é despejado em uma *moega*, equipamento que separa o lixo sólido do chorume e segue para um forno de carbonização. Após esse processo, os materiais de origem mineral saem esterilizados e prontos para reciclagem e os materiais de origem orgânica são desidratados e desintegrados transformando-se em carvão. A esse carvão são adicionados pigmentos vegetais que auxiliam na união das partículas e aumenta o poder calorífico do produto final. A mistura resultante do carvão e da adição de pigmentos é colocada em uma *briquetadeira*, onde ganham a forma de briquetes de carvão. O chorume e os gases emitidos na produção dos briquetes são transformados em subprodutos para indústria química, restando apenas a liberação de vapor d'água e gás oxigênio. Em termos de comparação, para cada 5

toneladas de resíduos são produzidos 2 toneladas de carvão e 80 litros/hora de subproduto – lignina (12), alcatrão (18), água ácida (32) e óleo vegetal (18).

A indústria de processamento da biomassa pode também ser anexada a uma usina termoeletrica, instalação industrial usada para geração de eletricidade a partir da combustão de algum tipo de combustível renovável ou não renovável. Essa inovação, indústria de processamento da biomassa e a termoeletrica, foi implementada com sucesso na cidade mineira de Unaí. O Núcleo firmou contrato de implantação de uma unidade de processamento de biomassa na Flórida – EUA e no município de Lagarto-SE. No entanto, observou-se que a adoção de tal inovação não obteve o mesmo resultado que fora alcançado em Unaí-MG.

É importante salientar que a inovação tecnologia desenvolvida pelo núcleo apresenta uma série de vantagens: erradicação dos resíduos no solo; transformação do lixo (passivo ambiental) em um ativo lucrativo; geração de cinco produtos de valor para o mercado (carvão, lignina, alcatrão, água ácida e óleo vegetal); esterilização de resíduos minerais; minimização de vetores contribuindo assim para saúde e saneamento público; eliminação de gases poluentes, além de apresentar baixo custo de operacionalização e manutenção.

Atributos da inovação

Em relação aos atributos ou características da inovação tecnológica estudada que contribuíram para sua difusão, o primeiro deles corresponde à **vantagem relativa**, grau em que uma inovação é percebida como melhor do que uma inovação já existente. Nesse aspecto o entrevistado aponta que dado ao caráter inovador de seu produto e difícil estabelecer comparações. No entanto, ele acrescenta que mesmo assim o produto apresenta uma vantagem relativa em relação a outra inovação semelhante:

[...] existe um processo que podemos comparar, é o *pirólise*, Em sentido estrito é uma reação de análise ou decomposição que ocorre pela ação de altas temperaturas. O reator pirolítico para tratamento do lixo funciona com qualquer produto, desde o lixo doméstico até resíduos industriais e plásticos que inicialmente são triturados depois de ser previamente selecionados. Mas apresenta uma desvantagem porque é necessário retirar os derivados de minérios, por se tratar de um reator. Já a vantagem da usina de carbonização é que não é necessário separar nada, o resíduo do jeito que chega é carbonizado, durante o processo cada produto vai para o seu lugar [...]

Em relação ao atributo **compatibilidade**, o entrevistado foi perguntado se a inovação proposta era compatível com as expectativas e necessidades dos potenciais adotantes, empresas e indústrias do setor. Para o entrevistado essa inovação supera os resultados esperados, pois:

[...] o retorno de investimento é rápido e o valor agregado ao produto no processo é grande: os ganhos ambientais são incalculáveis, melhora a qualidade de vida das pessoas que moram próximas aos lixões e proporcionam ainda vários outros benefícios sociais e ambientais [...]

No tocante ao grau de **complexidade** percebida no uso de uma inovação, o presidente do núcleo técnico-ambiental relata que a implementação da inovação apresenta facilidades de ordem técnica, por ser a única tecnologia conhecida que atende a todas as exigências no âmbito da destinação final dos resíduos proposto na Lei que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010). De acordo com o nono artigo dessa lei, “*Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de*

prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010). Para o entrevistado as dificuldades encontradas não são de caráter técnico, mas sim por conta do sistema sociopolítico. Ele destaca:

[...] tudo que é novo tem uma resistência durante um tempo e quando se trata de resíduos urbanos existem leis a serem cumpridas. As melhorias nessas leis foram criadas recentemente, é tudo muito novo, por isso, a resistência dos gestores públicos na liberação dos resíduos, porque envolve política e todo gestor municipal tem poderes para administrar os resíduos do município da maneira que quiser [...]

A respeito do critério **observabilidade**, entendido como o grau com que os resultados de uma inovação podem ser visualizados, o entrevistado relata:

[...] Os resultados dessa inovação são visivelmente notados pela sociedade e pelos empresários, porque apresenta várias vantagens a exemplo de benefícios sociais na geração de empregos, menos riscos à saúde humana e ao meio ambiente, diminuição dos “lixões” e dos aterros sanitários, dentre outros [...]

A **experimentação**, grau com o qual uma inovação pode ser experimentada antes de sua adoção, deu-se no caso pesquisado mediante a apresentação de protótipos que refletem a maneira como são feitos os processos no núcleo técnico-ambiental, inclusive oferecendo amostras dos produtos finais para os empresários que se interessaram em adquirir essa tecnologia. O depoimento do entrevistado evidencia isso:

[...] o empresário antes de investir tem todas as informações da inovação tecnológica, tem acesso ao pedido de patente da invenção, as licenças ambientais, como também aos estudos científicos já realizados sobre esse produto [...]

Para Driessen e Hillebrand (2002), citado por Arenhardt, Battistella e Franchi (2012) a vantagem relativa e a compatibilidade são atributos importantes para entender a adoção de inovações verdes, inovações atreladas à sustentabilidade. Para esses autores, o cliente só adota uma inovação se percebe alguma uma vantagem em comparação a outras alternativas; já no que diz respeito à compatibilidade, quando não combina com os valores existentes, as experiências e as necessidades dos clientes, apresentam barreiras maiores para adoção. De acordo com o depoimento apresentado, soma-se a esses dois atributos, a observabilidade e a experimentação como características intrínsecas ao produto inovador desenvolvido núcleo de tecnologia que mais facilmente promovem sua adoção por parte dos empresários. De modo geral, foi possível observar também que os atributos dessa inovação sustentável, para fins do caso, estão fortemente unidos aos aspectos políticos do sistema social. Com efeito, destaca-se a relação entre complexidade da inovação e os atores políticos na distribuição dos resíduos sólidos.

Fatores que contribuíram para adoção ou rejeição da inovação tecnologia estudada.

O relato do entrevistado possibilitou analisar comparativamente os fatores que entusiasmaram a adoção da inovação citada nas diferentes localidades, Unaí-MG, onde a inovação foi implantada com sucesso e em Lagarto-SE e na Flórida-EUA, onde a indústria se encontra em fase de implantação. No depoimento que segue, fica implícita a influência do sistema social na adoção de uma inovação tecnológica:

[...] a implantação só foi bem sucedida em Unai porque o empresário fez parcerias com a gestão administrativa do município [...] a maior dificuldade de implantação da usina na cidade de Lagarto, é a parceria que o empresário precisa fazer com gestor municipal, para que ele faça a doação dos resíduos para usina poder processá-lo. Infelizmente existe muita resistência da administração municipal quando o assunto é lixo [...] (Na Flórida-EUA) fui a convite de empresários que já tinham conhecimento da minha tecnologia e também eles (empresários estadunidenses) não tem essa dificuldade de não ter acesso aos resíduos. Ao contrário do Brasil, eles investem muito em inovações tecnológicas e os processos deles são menos burocráticos [...]

De acordo com Tidd, Bessant e Pavitt (2008), as inovações vinculadas a fatores de sustentabilidade surgem de preocupações em contexto sociais, políticos e culturais complexos e, portanto, devem levar em consideração esses aspectos. Essas implicações sistêmicas, tal como defende Rogers (1995), exerce papel crucial na difusão de inovações. Nos casos de Unai-MG e Lagarto-SE, as lideranças políticas tiveram participação fundamental na implantação da usina. Na primeira cidade, de forma positiva, o gestor administrativo contribuiu com a destinação dos resíduos ao perceber as vantagens que isso traria para o município. Mas, por outro lado, isso não foi observado em Lagarto. Um aspecto que pode ser citado, ainda em relação ao sistema social, são os efeitos das normas de comportamentos (Rogers, 1995). Na implantação na Flórida – EUA, por exemplo, os padrões culturais, políticos e sociais representaram os principais fatores de adoção da usina.

Além disso, o entrevistado destaca que os canais de comunicação, definido por Rogers (1995) como promotores da troca de mensagens entre indivíduos de um sistema social foram fundamentais para que a usina se tornasse conhecida e despertasse o interesse dos empresários em direção a sua adoção ou rejeição. Nesse sentido, o entrevistado argumenta que os meios de comunicação de massa foram fundamentais para tornar a inovação produzida pelo núcleo conhecida em âmbito mundial. A reportagem citada foi concedida ao programa Cidades e Soluções do Canal Globo News. A repercussão dessa e de outras reportagens em veículos de comunicação, fez com pessoas de todo o mundo entrassem em contato com o núcleo querendo saber mais sobre a inovação, pedindo informação e solicitando visitas para conhecer o processo de carbonização dos resíduos. Mas, o entrevistado enfatiza também a importância dos canais interpessoais de comunicação:

[...] quando o empresário vem pessoalmente ao núcleo conversar com o criador da invenção, eles sentem-se mais seguro com as informações, até porque eles conseguem visualizar na prática o processo de carbonização, com isso, eles conseguem tomar decisões com mais segurança [...]

Em síntese, os atributos e os fatores que influenciaram a adoção do caso apresentado traduzem, de certa forma, no processo de tomada de decisão por uma inovação proposto por Rogers (1994). É possível visualizar a inovação tecnológica de biomassa nos cinco estágios do modelo desenvolvido pelo autor: *conhecimento* da inovação sobre sua funcionalidade; *persuasão* em direção a uma atitude favorável ou desfavorável para a inovação; *decisão* entre aprovação ou rejeição dessa inovação; *implementação* prática do seu uso e *confirmação*, quando se procura reforçar a decisão da inovação já tomada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar os fatores que corroboraram para a adoção de uma inovação tecnológica na indústria de biomassa e energia renovável. Foram estudados os cinco atributos percebidos como necessários a uma inovação, proposto por

Rogers (1995). Por meio da comparação entre localidades que adotaram essa inovação tecnológica foi possível auferir alguns fatores que contribuíram para sua adoção e difusão.

Dentre os resultados obtidos verificou-se que os atributos vantagem relativa, compatibilidade, observabilidade e experimentação da inovação estudada podem ser amplamente visualizados pelos empresários e isso corresponde a um elemento que desperta o interesse na adoção dessa inovação. Além disso, os atributos da inovação em destaque tem forte relação com o sistema social, como exemplo cita-se o atributo complexidade. Nos casos de Unai-MG e Lagarto-SE, verificou-se que as lideranças políticas tiveram participação fundamental na implantação da inovação. Na primeira cidade, de forma positiva, o gestor administrativo contribuiu com a destinação dos resíduos ao perceber as vantagens que a inovação traria para o município. Mas, por outro lado, isso não foi observado em Lagarto.

Dessa forma, com base em Tidd, Bessant e Pavitt (2008) percebeu-se que as implicações sistêmicas das inovações sustentáveis, ou seja, os contextos sociais, políticos e culturais, proporcionam alto risco de fracasso se esses elementos de demanda forem negligenciados.

Uma vez apresentado esse contexto, algumas sugestões de pesquisas podem ser apontadas. Como o estudo considerou a perspectiva do criador da inovação, seria interessante aumentar o escopo da pesquisa, avaliando também outros atores envolvidos no processo de difusão da inovação supracitada, tais como: proprietários de empresas que adquiriram a inovação, funcionários dessa indústria, lideranças e agentes de mudanças inseridos no processo de implantação, consumidores finais e a comunidade impactada por essa inovação tecnológica. O estudo do processo de difusão de inovações poderia ser ampliado mediante a criações de modelos de pesquisa que levassem em consideração os quatro elementos de difusão de uma inovação – inovação, tempo, canais de comunicação e sistema social - e as etapas do processo de decisão da inovação descritos por Rogers (1994). Ademais, poder-se-ia considerar outras metodologias de pesquisa como estudos de múltiplos casos a fim de estabelecer comparações analíticas entre indústrias desse segmento ou mesmo metodologias de caráter quantitativo, como a *survey*.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf> Acessado em: 31/10/2011.
- ARENHARDT, Daniel L.; BATTISTELLA, Luciana F.; FRANCHI, Tatiane S. A influência da Inovação Verde na busca de vantagem competitiva das empresas dos setores elétrico e eletrônico brasileiro. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 36, 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPAD, 2012.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70 Ltda., 2008.
- BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010.
- BRASIL. Pesquisa de Inovação Tecnológica, PINETC 2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2010
- BUENO, Chris. Energia que vem do lixo. 2008. Disponível em : <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/energia-vem-lixo-11-02-08.htm>> Acesso em fevereiro de 2013.
- CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Electo Eduardo Silva; AYARZ, Juan Arturo Castañeda. Biomassa no Brasil e no mundo. In: CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA,

- Electo Eduardo Silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares (organizadores). **Biomassa para Energia**. Campinas - SP: Editora da Unicamp, 2008.
- DANGELICO, Rosa M.; PUJARI, Devashish. Mainstreaming green product innovation: why and how companies integrate environmental sustainability. **Journal of Business Ethics**, v. 95, n. 3, p. 471-486, 2010.
- DRUCKER, Peter F. The discipline of innovation. May/Jun. 1985. In: DRUCKER, Peter. *On the profession of Management*. Boston: HBS Press, 1998, p.53-64.
- EISENHARDT, K., Building theory from case study research, **Academy of Management Review**, v.14, n.4, p.532-550, 1989.
- GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à Pesquisa Qualitativa e sua Utilização em Administração de Empresas. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.
- LEIFER, Richard; O'CONNOR, Gina Colarelli; RICE, Mark. A implementação de inovação radical em empresas maduras. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo. v. 42, n. 2, p. 17-30, abr./jun. 2002.
- MOORE, G. C.; BENBASAT, I. Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. **Information Systems Research**, v. 2, n. 3, 1991.
- NEUMAN, Lawrence W.. **Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches**. 3. ed. Boston: Allyn & Bacon, Cap 2 -Dimension of Research 1997. p. 18 - 23 e p.28.
- OCDE. **Manual de Oslo**: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica. Tradução Financiadora de Estudos e Projetos. Brasília: Finep, tradução português, 2005.
- OLIVEIRA, Cláudio D' Ipolitto de. O Papel da Inovação no Processo da Estratégia: Uma Pesquisa Qualitativa em Empresas Emergentes de Base Tecnológica, no Brasil. (COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia de Produção) Tese de Doutorado, 206 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2003.
- PEREZ, Gilberto; ZWICKER, Ronaldo. Fatores determinantes da adoção de sistemas de informação na área de saúde: um estudo sobre o prontuário médico eletrônico. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo. v. 11, n. 1, p. 174-200, 2010.
- RIMOLI, Celso Augusto. O impacto de tecnologias sustentadoras e de ruptura no processo de desenvolvimento de produtos. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 89-102, 2005.
- Rogers, E.; Schoemaker, F. *Communication of innovation: A Cross Cultural Approach*. Free Press, 1971.
- ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 4 ed. New York: Free Press, 1995.
- SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SIMIONI, Flávio José; HOEFLICH, Vitor Afonso; SIQUEIRA, Elisabete Stradiotto. Análise das transações na cadeia produtiva de energia de biomassa de origem florestal. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 222-232, 2009.
- TETHER, Bruce S. What is innovation? **CRIC working paper nº 12**. Manchester: CRIC, 2003.
- TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. **Gestão da inovação**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da inovação: a economia de tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2006.
- UTTERBACK, James M. **Mastering the dynamics of innovation**: how companies can seize opportunities in the face of technological change. Boston:HBS, 1996.

Van der MEER, Hans. Open innovation – the dutch treat: challenges in thinking in business models. **Creativity and innovation management**, v.16, n.2, p. 192-201, 2007.

VILHA, Anpartricia; QUADROS, Ruy. Gestão da inovação sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável: lições das estratégias e práticas na indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 9, n.3, p. 28-52, jul/set . 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.