

ANÁLISE DE INICIATIVAS VOLTADAS À UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS: O CASO DE ITAIPU BINACIONAL

FABRICIO BARON MUSSI

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ (PUCPR)

fabricao_mussi@hotmail.com

UBIRATÃ TORTATO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ (PUCPR)

utortato@hotmail.com

LOISE CRISTINA SCHWARZBACH

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ (PUCPR)

loisecs@live.com

Introdução

A usina de Itaipu possui diversos programas voltados à sustentabilidade e ao incentivo para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia, a exemplo do fomento ao aproveitamento dos dejetos dos animais para a geração de energia, através do desenvolvimento e utilização de biodigestores, gerando energia sem provocar impactos negativos ao meio ambiente. Assim, produtores rurais do oeste do Paraná estão gerando energia com dejetos de animais, como porcos e bois. Esta iniciativa visa contribuir para a mitigação dos efeitos da mudança climática de fomentar o desenvolvimento socioeconômico.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O problema de pesquisa: “Como ocorreu a implantação de biodigestores nas propriedades de produtores rurais assistidos pela usina de Itaipu na região Oeste do Paraná” Assim, o propósito central deste estudo foi analisar a implantação de biodigestores para a geração de energia, a partir do biogás, nas propriedades rurais de agricultores assistidos pela Usina hidrelétrica de Itaipu.

Fundamentação Teórica

Foi realizado um levantamento teórico do contexto em que o setor elétrico nacional está inserido, os conceitos e recomendações para a adoção de práticas ecoeficientes e algumas de suas possibilidades de mensuração por intermédio da utilização de métodos estatísticos. Na sequência aborda-se o caso dos biodigestores enquanto alternativa para geração de energia limpa, com benefícios econômicos a seus usuários e ambientais para a região.

Metodologia

Foi realizada uma pesquisa exploratória de natureza qualitativa utilizando dados secundários tais como requisições de compra; relatórios com justificativas de aquisições produtos e serviços, especificações técnicas; pareceres técnicos; documentos informativos e atas de reuniões; e dados primários por intermédio de entrevistas semi estruturadas. Este estudo caracteriza-se quanto à perspectiva temporal como de corte transversal. Na sequência, procedeu-se com a análise de conteúdo das entrevistas.

Análise dos Resultados

Foram observados benefícios ambientais, tais como (i) redução da demanda por oxigênio dos efluentes; redução da emissão de gases causadores do efeito estufa; mitigação do risco de contaminação dos cursos hídricos; enriquecimento do solo com aplicação do biofertilizante; melhora na qualidade da água dos rios da região; e benefícios econômicos, tais como conversão do biogás em energia elétrica, gerando receita aos produtores a partir de sua venda; obtenção de créditos de carbono; redução de custos a partir da economia na aquisição de fertilizantes químicos; utilização de parte da energia gerada n

Conclusão

A utilização do biogás como fonte de energia resultou em substanciais ganhos para a região, ilustrando como práticas ecoeficientes podem ser implementadas: além dos ganhos ambientais e econômicos supra descritos, foi observada a alteração na concepção dos produtores envolvidos no tocante à responsabilidade dos mesmos no processo de preservação ambiental, conservação da água e do solo para garantir sua subsistência e a qualidade de vida das futuras gerações.

Referências Bibliográficas

- AFUAH, A. Innovation Management: Strategies, Implementation and Profits. New York: Oxford University Press, 2002.
- ALVIM FILHO, A.C. Desafios e perspectivas de P&D na geração de energia elétrica. Revista Pesquisa & Desenvolvimento da ANEEL, nº 3, junho de 2009.
- ARVANITOYANNIS, I. S.; LADAS, D. Meat waste treatment methods and potential uses. International Journal of Food Science & Technology, v. 43, n. 3, p. 543-559, 2008.

ANÁLISE DE INICIATIVAS VOLTADAS À UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS: O CASO DE ITAIPU BINACIONAL

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a capacidade de geração de energia encontra-se distribuída da seguinte forma: 67,6% energia hidráulica, 14,8% energia térmica, 1,5% energia nuclear, 16,1% energia de fontes alternativas, tais como usinas eólicas, de biocombustíveis e pequenas centrais hidrelétricas (BRASIL, 2015). Verifica-se que a demanda por energia cresceu em ritmo superior a capacidade de oferta nos últimos anos e, de forma concomitante, elevou-se a preocupação com o meio ambiente e com questões relacionadas à sustentabilidade, em especial, com o propósito de diminuir/evitar impactos ambientais e atuar nos meios onde empreendimentos da área de energia se instalam (ALVIM FILHO, 2008; SANTOS, 2008; WWF, 2012). Pode-se afirmar que as questões socioambientais têm acompanhado, de maneira mais intensa (HOLDREN; SMITH, 2002) as preocupações de natureza técnica que circundam o setor elétrico (SANTOS, 2008).

Diante deste contexto, para que a empresa caminhe rumo à sustentabilidade é relevante a adoção de práticas ecoeficientes e inovativas, sendo que ecoinovação, reconhecida como uma “inovação ecoeficiente”, ocorre a partir do emprego ou desenvolvimento ou do emprego de tecnologias que reduzam o impacto ambiental. Neste sentido, o esforço para a ecoinovação deve contemplar o ciclo de vida dos produtos, a partir da fonte primária de matéria prima até sua destinação/descarte final (KEMP; FOXON, 2007; MAÇANEIRO; CUNHA, 2010). A adesão de práticas voltadas à sustentabilidade por parte das organizações, implicando no reexame de como suas atividades afetam o seu meio ambiente, no ponto de vista de Barbieri *et al.* (2010, p.147), “requer uma nova maneira de encarar a inovação, o que leva à ideia de inovação sustentável, ou seja, um tipo de inovação que contribua para o alcance do desenvolvimento sustentável”.

A usina hidrelétrica de Itaipu, além de ser considerada a maior geradora de energia do mundo, possui diversos programas voltados à sustentabilidade e ao incentivo para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia, a exemplo do fomento ao aproveitamento dos dejetos dos animais para a geração de energia, através do desenvolvimento e utilização de biodigestores, gerando energia sem provocar impactos negativos ao meio ambiente. Neste contexto, agricultores do oeste do Paraná, região de influência da usina, estão gerando energia com dejetos de animais, como porcos e bois. Este insumo, denominado de biogás, pode ser considerado uma alternativa de baixo custo para a geração de energia, pois trata-se de um combustível de fonte renovável com diversas aplicações, encontrado facilmente em todo o território, além de contribuir para a mitigação dos efeitos da mudança climática, e na construção de uma matriz energética mais segura e limpa, preocupada com o desenvolvimento socioeconômico local (GALDINO *et. al.*, 2002).

Diante do exposto, esta pesquisa tem como propósito analisar a implantação de biodigestores para a geração de energia, a partir do biogás, nas propriedades rurais de agricultores assistidos pela Usina hidrelétrica de Itaipu. O estudo inicia-se com abordando os temas relacionados à ecoeficiência, sustentabilidade e ao uso de biodigestores. Na sequência, apresenta-se a metodologia utilizada, e a análise do caso. Por fim, são apontadas as considerações finais e sugestões de pesquisas futuras.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Ecoeficiência

Para se verificar a viabilidade de práticas ecoeficientes e ecoinovativas nas organizações, os resultados gerados deverão ser mensurados no sentido de se avaliar os desempenhos econômicos e ecológicos de forma associada. Kuosmanen e Kortelainen (2005, p.60) apontam duas razões para se avaliar a ecoeficiência:

- 1) Improvement of the eco-efficiency is often the most cost-effective way of reducing environmental pressures. Even if efficiency improvements as such may not suffice for achieving a sustainable level of environmental pressure, it makes economic sense to exploit these options as much as possible;
- 2) Policies targeted at efficiency improvements tend to be easier to adopt than policies that restrict the level of economic activity.

O quadro a seguir apresenta alguns conceitos de ecoeficiência identificados na literatura:

QUADRO 01 – CONCEITOS DE ECOFICIÊNCIA

Autor	Conceito de ecoeficiência
Schmidheiny (1996)	ecoeficiência significa um processo que direciona os investimentos e o desenvolvimento de tecnologias para gerar valor ao acionista, minimizar o consumo de recursos e eliminar o desperdício e a poluição.
WBCSD (1996)	a ecoeficiência é alcançada quando uma empresa, por meio do fornecimento de bens e serviços a preços competitivos, consegue satisfazer as necessidades humanas, trazer qualidade de vida, reduzir progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo de suas operações, a um nível, no máximo, equivalente a capacidade de sustentação estimada da Terra.
Elkington (1999)	ecoeficiência (conexão da sustentabilidade econômica e ambiental) é a busca pelo aumento da prosperidade econômica, por meio da utilização mais eficiente dos recursos e de menos emissões nocivas para o ambiente
Almeida (2002)	ecoeficiência uma filosofia de gestão das organizações. Ela tem como objetivo estimular empresas de todos os setores e tamanho a se transformarem e ganharem novas aptidões em relação ao meio ambiente, mantendo uma harmonia entre o desempenho econômico e ambiental
May, Lustosa e Vinha (2003)	o termo ecoeficiência é o que melhor traduz a meta de integrar eficiência econômica e ecológica.
Florin e Quelhas (2005)	trata-se de uma ferramenta do desenvolvimento sustentável, dentro do conceito do pensar globalmente agindo localmente, considerando de um lado o aspecto econômico, de outro o ecológico, e ambos associados à visão social, em que a responsabilidade é de todos.
Kuosmanen e Kortelainen (2005)	está relacionada à capacidade de produzir bens e prestar serviços causando o mínimo de impacto ambiental.
Basf (2006)	consiste em analisar o ciclo de vida de produtos e processos com o objetivo de avaliar seus desempenhos econômicos e ambientais
Mickwitz, <i>et al.</i> (2006)	o termo descreve a combinação entre eficiência econômica e ecológica, ou seja, reduz um impacto ecológico, enquanto adiciona valor econômico.
Sorvari <i>et al.</i> (2009)	Consiste em criar mais valor com menos recursos e diminuindo o impacto negativo no meio ambiente

Fonte: Revisão da literatura

Observa-se, direta ou indiretamente, a associação entre a melhora do desempenho econômico e ambiental, de forma concomitante, nas definições supracitadas. Neste artigo, parte-se do pressuposto que uma das principais formas de alcançar esta associação se dá por intermédio da inovação (leia-se:ecoinovação), seja ela organizacional ou tecnológica. Nesta concepção, a

ecoinovação, enquanto conceito associado à ecoeficiência, consiste na produção, assimilação e exploração de um produto, processo de produção, serviço ou gestão ou método de negócio que é novo para a organização (desenvolvido internamente ou adotado) e que resulta, em todo o seu ciclo de vida, em uma redução do risco ambiental, poluição e outros impactos negativos do uso de recursos (incluindo o consumo de energia) em comparação com alternativas relevantes (KEMP e PEARSON, 2007).

Afuah (2002) aponta uma diferenciação que contempla tanto inovações em processos quanto em produtos. São assim destacadas: (a) inovação incremental: corresponde a novas combinações que advém de algo existente e que surgem de forma a complementar o padrão vigente; (b) inovação técnica: mais pertinente aos fabricantes de bens manufaturados, em virtude da alta distinção da tecnologia que acompanha a inovação, contudo usualmente relacionada a processos; (c) inovação aplicativa: na qual, modificações tecnológicas em processos e/ou produtos aumentam o ganho em benefícios dos consumidores ao passo que estes percebem novas aplicabilidades de produtos em virtude da inovação fomentada pelo fabricante; (d) inovação radical: que corresponde aos casos em que as combinações afastam-se substancialmente do padrão vigente, causando um impacto muito maior principalmente na esfera socioeconômica, podendo eventualmente criar uma nova trajetória que incite a geração de inovações incrementais.

No setor de energia, a maior parte dos empreendimentos são classificados como empresas de baixa e média tecnologia (VON TUNZELMANN; ACHA, 2005), com a predominância de inovações de caráter incremental visando a eficiência na geração e redução de custos. No entanto, ressalva Santos (2008, p. 84-85) que:

O fato de ser incremental não implica em um processo de inovação menos complexo: as atividades de inovação são mais complexas do que a simples adoção de novas tecnologias, pois envolvem a incorporação de produtos e conhecimentos tecnológicos para criar novos processos de produção.

No caso brasileiro, a busca pela ampliação da matriz energética também demanda esforços para a adoção de inovações e o fomento de novas tecnologias, sem perder de vista a redução de impactos ambientais e de emissões de gases de efeito estufa (WWF, 2012). A agregação de múltiplos indicadores para se avaliar o impacto ambiental e a análise de práticas ecoeficientes a partir do emprego de múltiplos indicadores representa uma escolha crítica (WU; WU; HOLLANDER, 2012). Estes autores referem-se aos desafios na atribuição de pesos às informações relevantes para as formulações de políticas ambientais, por exemplo, e à seleção de que variáveis devem ser analisadas. Como alternativa, às ferramentas estatísticas, tais como análise fatorial e análise de componentes principais tem sido aplicadas com o propósito de se agregar indicadores de ecoeficiência (ZHANG; YANG, 2007). Wu, Wu e Hollander (2012) sugerem a utilização da matriz positiva de fatorização para dirimir os riscos de soluções ambíguas para o mesmo problema.

Korhonen e Luptacik (2004) por sua vez, compararam duas abordagens para o estudo da ecoeficiência: a análise separada da mensuração de eficiência técnica e de eficiência ecológica, e a análise genérica de como aumentar resultados (*outputs*) desejados e, concomitantemente, reduzir a utilização (*inputs*) de poluentes. Usando o método de *data envelopment analysis* (DEA), observa-se que a segunda abordagem permite melhor compreensão das razões que levam à ineficiência, facilitando a percepção dos potenciais pontos de melhoria em relação a *inputs* e *outputs* específicos. Grosso modo, um indicador de ecoeficiência pode ser visto como a relação

entre desempenho ambiental e econômico (KOSKELA, 2015). Por fim, Kuosmanen e Kortelainen (2005) afirmam que a principal função destas medidas consiste em disponibilizar informações para a tomada de decisão.

Além destas possibilidades de avaliação e mensuração, cabe acrescentar que estas iniciativas de estudo já foram realizadas em diversos setores, tais como a indústria de metais (APAJALAHTI, 2008), petróleo (CHARMONDUSIT; KEARTPAKPRAEK, 2011), agricultura (HILTUNEN, 2004), veículos (MORIOKA et al., 2005), química (SALING *et al.*, 2002), aço (TEIXEIRA *et al.*, 2006; VAN CANEGHEM *et al.*, 2010).

Quanto às recomendações diretas às empresas, o WBCSD (2000) identificou sete possibilidades de aprimorar a ecoeficiência: (1) redução da intensidade de material utilizado; (2) redução da intensidade energética; (3) redução da dispersão de substâncias tóxicas, (4) aumento do uso de materiais recicláveis; (5) otimização do uso de materiais renováveis; (6) prolongamento do ciclo de vida dos produtos; (7) aumento da intensidade do serviço. Estas ações, atreladas à redução do consumo de recursos, de impacto na natureza e com o aumento do valor agregado dos produtos e serviços seriam oportunidades de ação para as empresas.

2.2 Desenvolvimento de biodigestores

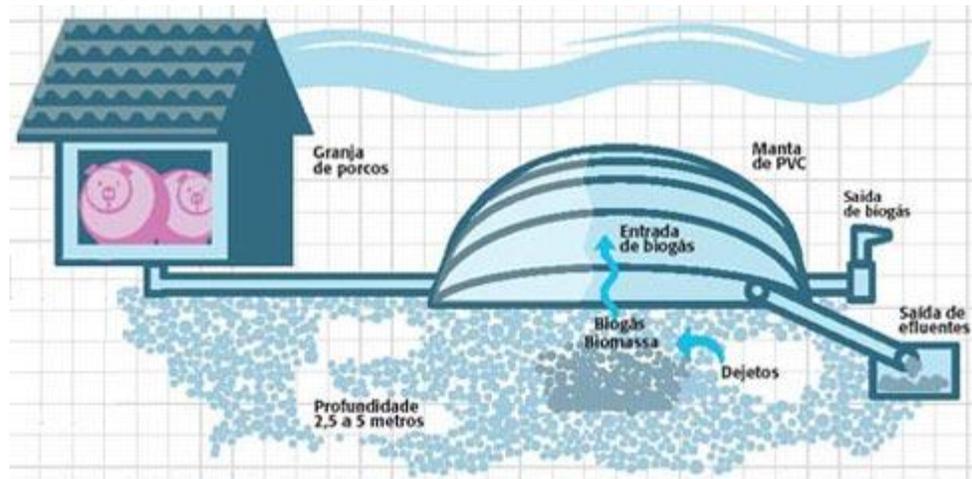
É reconhecido que o setor agrícola e pecuário brasileiro sofreu impacto da forte modernização técnica resultando na elevação da produtividade (FARINA, AZEVEDO & SAES, 1997). Em contrapartida, as operações agrícolas tem se mostrado como grandes geradoras de resíduos. Sobre esta problemática, a tecnologia de digestão anaeróbica em biodigestores representa uma das possibilidades para o combate da poluição gerada nas atividades agrícolas e ao mesmo tempo, agrega valor às propriedades rurais. A utilização de biodigestores tem merecido importante destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes (TSAI *et al.*, 2004; MIN *et al.*, 2005; ARVANITOYANNIS; LADAS, 2008).

Os biodigestores rurais são importantes para o saneamento rural, pois o processo de digestão anaeróbia promove a redução da carga orgânica (convertendo o carbono presente na matéria orgânica em CH₄ que é utilizado como combustível), redução dos sólidos e também a redução de microrganismos patogênicos presentes nos efluentes. Além de estimularem a reciclagem da matéria orgânica e de nutrientes, possibilitam a higienização das instalações para criação de animais, promovendo o tratamento de seus dejetos, proporcionando diminuição de moscas e odores (BLEY JUNIOR, 2009). Trata-se de um equipamento onde a fermentação da matéria orgânica ocorre de modo controlado, proporcionando a redução do impacto ambiental e a geração de combustível de baixo custo. A fermentação dos resíduos ocorre por intermédio da ação de bactérias. O processo de decomposição da matéria orgânica resulta na produção de biogás e restos digeridos sem cheiro (biofertilizante) (MIN *et al.*, 2005).

A utilização dos subprodutos do processo de biodigestão (biogás e biofertilizante) possibilita a agregação de valor dos dejetos propriedades, transformando um passivo ambiental numa oportunidade de redução de custos e aquisição de novas receitas, uma vez que a energia consiste num insumo de impacto financeiro relevante nas atividades agrícolas. Dentre os produtos derivados dos biodigestores, o biogás pode ser utilizado na geração de energia elétrica a partir de sua conversão em micro centrais termelétricas e ainda habilitar o desenvolvimento de condomínios cooperativos, com vistas a viabilizar a geração e obter créditos a partir da redução

de emissões de gases do efeito estufa. O biofertilizante que pode ser utilizado em uma estratégia de aumento/manutenção da fertilidade dos solos da produção agrícola e em pastagens. Quando o uso de biofertilizantes ocorre de maneira correta, pode representar nova possibilidade geração de renda oportunizada pelo mesmo sistema de tratamento sanitário. A Figura a seguir demonstra a forma de funcionamento do biodigestor.

FIGURA 1: FUNCIONAMENTO DO BIODIGESTOR



Fonte: Coleta de dados secundários.

Bley Júnior (2009) descreve que o biogás, como produto e como fonte renovável de energia, pode ser explorado em sistemas cooperativos. Para isso, os biodigestores podem ser interligados por gasodutos rurais formando conjuntos de redes com gestão associativa, configuradas e planejadas de forma que permitam o ordenamento territorial.

Os condomínios, quando associados interligando seus gasodutos a uma central geradora de energia, resulta em uma economia em escala viável para os participantes, além de ensejar menores ambientais, e impactos econômicos positivos aos envolvidos (MIN *et al.*, 2005). Salomon (2007) relata que a utilização de biogás leva a uma alta contribuição na solução dos problemas ambientais, uma vez que reduz os possíveis impactos que a fonte poluidora poderia gerar, se esses resíduos não fossem adequadamente tratados.

O quadro a seguir sintetiza, a partir dos potenciais interessados, os benefícios da utilização de biodigestores.

QUADRO 2: BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTORES.

Interessados	Potenciais benefícios
Para a sociedade	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de empregos e eliminação ou redução de subempregos; - Geração descentralizada e próxima aos pontos de carga, a partir de uma fonte renovável que vem sendo tratada como resíduo; - Colaboração para a viabilidade econômica do saneamento básico.
Para as prefeituras	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidade de receita extra, proveniente da energia gerada com biogás e vendida às concessionárias; - Contribuição para a viabilidade econômica do tratamento do lixo; - Menor rejeição social das instalações de saneamento, uma vez que elas passam a ser gerenciadas de forma melhor, representando um exemplo a ser seguido.
Para as estações de	<ul style="list-style-type: none"> - Redução na quantidade de eletricidade comprada da concessionária;

tratamento de esgotos, gerenciadoras de aterros	de de	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidade eventual de venda de eletricidade à rede; - Possibilidade de uso de processos de cogeração, ou seja, a geração de eletricidade tem como subproduto calor, a ser usado no tratamento do esgoto, ou mesmo, ser vendido a terceiros.
Para o meio ambiente	meio	<ul style="list-style-type: none"> - Redução das emissões de metano para a atmosfera, pois este é um importante gás de efeito estufa. O seu potencial de aquecimento global é muito maior que o de CO₂; - Redução do consumo de combustíveis fósseis, principais responsáveis pelo efeito estufa; - Redução na geração de odor para as vizinhanças, de chorume e de contaminação do lençol freático; - Melhoria nas condições dos lixões, que representam mais de 70% da condição de disposição nacional do lixo.

Fonte: Adaptado de CENBIO (2001)

Em suma, no intuito de se avaliar as contribuições de uma organização, no sentido de viabilizar a instalação de biodigestores em propriedades rurais na região do oeste do Paraná, há de se vislumbrar os potenciais ganhos ambientais e econômicos derivados desta iniciativa. As ações voltadas à sustentabilidade e à ecoeficiência, promovidas pela usina de Itaipu com a participação da comunidade e de outros atores, fornecem subsídios para a consolidação de boas práticas, especialmente quando analisadas a partir da literatura especializada sobre esta temática.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, que consiste na “investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real” (YIN, 2010, p. 32). Com relação à perspectiva temporal, a pesquisa se enquadra como transversal com aproximação de corte longitudinal (BABBIE, 2005), pois foram abordados, durante as entrevistas, temas e fatos passados que melhoram a compreensão do contexto atual. O nível de análise é organizacional, enquanto que a unidade de análise, neste caso, refere-se às práticas ecoeficientes analisadas. O foco deste estudo consistiu em analisar a implantação de biodigestores para a geração de energia, a partir do biogás, nas propriedades rurais de agricultores assistidos pela Usina hidrelétrica de Itaipu. A escolha da organização foi intencional, tendo como critérios não apenas o acesso, a relevância desta em termos de geração de energia para o país e, sobretudo, a amplitude do programa de sustentabilidade desta empresa. As várias frentes de atuação do programa e a interação constante desta usina com a comunidade daquela região representa uma oportunidade de estudo. A iniciativa investigada nesta pesquisa está relacionada ao programa intitulado “Plataforma de Energias Renováveis” (ITAIPU, 2016).

Neste contexto, a investigação foi conduzida com base nos discursos obtidos mediante entrevistas pessoais, orientadas por um roteiro semiestruturado de questões qualitativas – cujo conteúdo contemplou os relatos de implantação de biodigestores e o desenvolvimento deste programa, com interface com o referencial teórico. Outros eventuais fatores foram embutidos em questões que buscavam explorar as particularidades do contexto no qual as organizações se encontram inseridas (GODOY, 2006).

Para a etapa de entrevistas, foram selecionados (a) gestor de contratos da área de gestão ambiental; (b) gestor de contratos da área de energias renováveis; (c) gestor técnico da área de gestão ambiental; (d) gerente da área de planejamento; (e) superintendente da área de gestão ambiental e; (f) quatro produtores agrícolas que tiveram biodigestores instalados em suas

propriedades. A seleção destes entrevistados foi intencional, considerando seus múltiplos níveis de envolvimento com o fenômeno investigado. As entrevistas pessoais, de acordo com Gil (2002), proporcionam respostas mais seguras, uma vez que eventuais dúvidas por parte do entrevistado podem ser prontamente esclarecidas.

A coleta de dados também contou com o exame de materiais secundários, em especial: requisições de compra; relatórios com justificativas de aquisições produtos e serviços, especificações técnicas; pareceres técnicos; documentos informativos e atas de reuniões. Esses dados foram utilizados como base para a triangulação de dados. De acordo com Bardin (1994) o objetivo da análise documental é a representação condensada da informação, para consulta e armazenagem. O tratamento dos dados coletados se deu por intermédio da análise de conteúdo da transcrição formal das entrevistas e considerando para isso uma análise interpretativa com base nos conceitos referenciados na seção teórica.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE

No ano de 2003, Itaipu Binacional reformulou seu planejamento estratégico, alterando o escopo de sua missão institucional, que passou a ser descrita como “gerar energia elétrica de qualidade, com responsabilidade social e ambiental, impulsionando o desenvolvimento econômico, turístico e tecnológico, sustentável, no Brasil e no Paraguai” (ITAIPU, 2016). Com foco no desenvolvimento sustentável da região, a Plataforma de Energias Renováveis foi concebido com o objetivo de criar novas oportunidades de negócio e proporcionar autonomia energética para os setores agropecuário e agroindustrial da região Oeste do Paraná, paralelamente a um processo de saneamento ambiental.

A declaração de missão, segundo os entrevistados, possibilitou que a empresa passasse a formar parcerias e trabalhar com os 29 municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Paraná 3. Esta bacia abrange uma população de aproximadamente 1 milhão de habitantes e aproximadamente 35 mil propriedades rurais. Aproximadamente 80% destas propriedades são menores que 30 hectares, motivando a economia regional a se especializar na conversão de proteína vegetal em proteína animal. Assim, os produtores plantam soja e milho que são utilizados como ração para alimentar suínos, gado bovino e aves. Observa-se, naquela região, extensa rede de produção integrada, normalmente organizada na forma de cooperativas, que vai desde o plantio de grãos à industrialização das carnes em frigoríficos.

Uma das consequências desta atividade é a alta concentração de animais em um pequeno espaço de área com a consequente concentração da biomassa residual originária destas atividades. Como a produção de proteína animal tem sido, conforme declaração de produtores entrevistados, remunerada de maneira insuficiente, a receita obtida é geralmente insuficiente para pagar os serviços ambientais, que têm como objetivo conter a poluição ocasionada por estas atividades: quando esta biomassa é lançada no solo sem controle e com práticas conservacionistas subdimensionadas, armazenando em esterqueiras, de modo que sua decomposição produz gás metano, contribuindo para o efeito estufa.

Conforme declarações dos entrevistados a respeito desta situação na região, uma das soluções possíveis consistia na adoção de sistemas de tratamento de dejetos animais com biodigestores. Foram identificados os seguintes benefícios desta iniciativa:

Tendo em vista a magnitude de investimentos em projetos desta envergadura, uma alternativa de viabilização deste sistema de tratamento em pequenas propriedades foi operar com

produtores localizados geograficamente próximos uns dos outros, em sistema de condomínio, levando-se em consideração o critério de vizinhança com a operação de uma micro central termelétrica em sistema cooperativo. O Condomínio foi projetado para 34 pequenas propriedades, com um total de 1.072 bovinos, 3.082 suínos, gerando uma quantidade total de 16 mil toneladas de dejetos, 266.000 m³ de biogás por ano, 445.000 kWh por ano, 9.500 m³ de fertilizante por ano e com redução de 2.100 toneladas de CO₂ por ano. O projeto deste condomínio consiste em 22 km de gasoduto para uma implantação de 34 biodigestores, o qual canaliza o biogás para um motogerador que é capaz de prover energia.

Quando questionados a respeito dos resultados deste projeto, todos os entrevistados reforçaram que as perspectivas de ganho devem levar em conta os aspectos econômicos e ambientais do projeto com os biodigestores. Nesse contexto, o quadro a seguir demonstra os benefícios alcançados:

Quadro 3 - Benefícios aos produtores rurais

Da perspectiva econômica	Da perspectiva ambiental
<ul style="list-style-type: none"> (i) conversão do biogás em energia elétrica, gerando receita aos produtores a partir de sua venda; (ii) obtenção de créditos de carbono; (iii) redução de custos a partir da economia na aquisição de fertilizantes químicos; (iv) utilização de parte da energia gerada. 	<ul style="list-style-type: none"> (i) redução da demanda por oxigênio dos efluentes; (ii) redução da emissão de gases causadores do efeito estufa; (iii) mitigação do risco de contaminação dos cursos hídricos; (iv) enriquecimento do solo com aplicação do biofertilizante; (v) melhora na qualidade da água dos rios da região.

Fonte: Coleta de dados primários.

A respeito dos ganhos econômicos, a figura 01, apresentada a seguir, sintetiza as fontes de redução dos custos de energia para os produtores. Evidenciam-se as etapas que o sistema de geração - a partir das micro centrais – proporcionam de economia. Iniciando-se diretamente na etapa ‘D’, muitos custos de geração e transmissão não são incluídos no custo de utilização da energia gerada.

FIGURA 2: REDUÇÃO DE GASTOS NAS ETAPAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA



Fonte: Elaborado a partir dos dados secundários.

Com relação aos atores envolvidos na implementação e viabilização desta iniciativa, pode-se destacar a Itaipu Binacional, EMATER, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná, a Prefeitura Municipal de Marechal Candido Rondon, COPEL, Parque Tecnológico de Itaipu e Centro de Estudos do BioGas. Entre as contribuições dos envolvidos, pode-se citar os investimentos de recursos financeiros, recursos técnicos e de conhecimento especializado, a construção das esterqueiras, dos biodigestores, da micro central geradora de energia, a viabilização política e territorial, as autorizações de operação e transmissão. Nesta análise de viabilidade, foram considerados custos de implantação levando-se em conta que para que haja compensação dos valores investidos, dever-se-ia levar em conta não somente as receitas obtidas, mas também os ganhos ambientais que o empreendimento potencialmente traria para a região (RANZI e ANDRADE, 2004; RATHUNDE, 2010).

Outro ponto investigado concerne aos obstáculos encontrados durante a implantação do sistema de biodigestores. Além de representar um projeto de longo prazo com elevados custos de implantação, os entrevistados destacaram as barreiras decorrentes da viabilização política e territorial e os entraves decorrentes da transmissão de conhecimentos técnicos aos produtores da região. Segundo declaração de um dos gestores entrevistados, “foi um projeto de longo prazo, que só foi adiante em virtude do apoio institucional de Itaipu e do estreito contato com a comunidade de agricultores e produtores rurais”. Ainda conforme declaração de um produtor

beneficiado “fomos convencidos dos ganhos financeiros e ambientais de se utilizar o biodigestor na propriedade”.

Observou-se, a partir da coleta de dados, que o atual desafio enfrentado pelos gestores envolvidos consiste em assegurar a contínua assistência técnica às propriedades. Para tal, técnicos especializados constantemente visitam as propriedades. Conforme o superintendente entrevistado, “em projetos desta natureza, a empresa precisa garantir seu caráter de continuidade para que a comunidade aceite nossa proposta, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo procurou analisar, a partir da abordagem exploratória, a implantação de biodigestores para a geração de energia nas propriedades rurais de agricultores assistidos pela Usina hidrelétrica de Itaipu. Observou-se que a proposta de implantação desses sistemas foi assegurada a partir de um conjunto de fatores:

- a atuação da usina de Itaipu como articuladora junto ao atores políticos, prefeituras, outras organizações técnicas, cooperativas agrícolas, COPEL e à comunidade;
- o caráter de continuidade e longo prazo do projeto;
- o estreito relacionamento da empresa com sua área de influência, necessário para demonstrar a viabilidade técnica, econômica e ambiental em se adotar biodigestores;
- as resoluções da ANEEL 390/2008, 482/2012 com vistas a incentivar a diversificação da matriz energética nacional e fomentar a sustentabilidade;
- o corpo técnico responsável pelas constantes visitas às propriedades rurais assegurando a assistência técnica necessária para a continuidade da operação dos biodigestores.

A utilização do biogás como fonte de energia resultou em substanciais ganhos para a região, ilustrando como práticas ecoeficientes podem ser implementadas (KEMP; FOXON, 2007): além dos ganhos ambientais e econômicos supra descritos, foi observada a alteração na concepção dos produtores envolvidos no tocante à responsabilidade dos mesmos no processo de preservação ambiental, conservação da água e do solo para garantir sua subsistência e a qualidade de vida das futuras gerações.

A implementação dos biodigestores na região representou uma inovação (AFUAH, 2002) na perspectiva dos produtores, uma vez que alterou substancialmente a estrutura de custos e a sua competitividade, além de fomentar as práticas sustentáveis na região (BARBIERI *et al.*, 2010). A mensuração destes ganhos oportunizam pesquisas futuras.

Adicionalmente, cabe acrescentar que as utilização de biodigestores na região estão no âmbito das políticas públicas voltadas, concomitantemente, ao incentivo para à utilização de energias renováveis e à adoção de práticas sustentáveis (KUOSMANEN & KORTELAJINENO, 2005; BRASIL, 2015). No âmbito governamental, os estudos socioambientais têm considerado estas questões, sobretudo aquelas associadas ao uso de fontes renováveis; à minimização dos impactos sobre o meio ambiente; as discussões em âmbito nacional e internacional sobre mudança do clima (BRASIL, 2015). Outra sugestão de pesquisa futura consiste em utilizar os atuais indicadores e métricas de mensuração de práticas ecoeficientes (WU, WU e

HOLLANDER, 2012; KORHONEN E LUPTACIK, 2004) para avaliar o caso analisado com vistas a identificar eventuais pontos de melhoria, especialmente nos ganhos ambientais.

Como limitação da pesquisa, pode-se apontar a necessidade de complementação com dados numéricos dos projetos de biodigestores e as avaliações financeiras destes respectivos projetos, com o propósito de possibilitar comparações com iniciativas semelhantes.

REFERÊNCIAS

- AFUAH, A. **Innovation Management: Strategies, Implementation and Profits**. New York: Oxford University Press, 2002.
- ALVIM FILHO, A.C. Desafios e perspectivas de P&D na geração de energia elétrica. **Revista Pesquisa & Desenvolvimento da ANEEL**, nº 3, junho de 2009.
- ARVANITTOYANNIS, I. S.; LADAS, D. Meat waste treatment methods and potential uses. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, n. 3, p. 543-559, 2008.
- BABBIE, E. (2003). **Método de pesquisa survey**. 2ª Ed.. Belo Horizonte: Editora UFM.
- BARBIERI, J.C.; VASCONCELOS, I.F.G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F.C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 50, n. 2, p.146-154, 2010.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 1994.
- BHATTACHARYYA, S. C. Energy sector management issues: an overview. **International Journal of Energy Sector Management**. v.1, n.1, 2007.
- BLEY JUNIOR, Cícero; LIBÂNIO, José Carlos; GALINKIN, Maurício; OLIVEIRA, Mauro Márcio. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2. ed. Foz do Iguaçu/Brasília: Technopolitik Editora, 2009. 140 p.
- BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**. *Resenha Energética 2013*. Brasília: MME/EPE, 2014.
- CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa. **Nota técnica VII: Geração de energia a partir do biogás gerado por resíduos urbanos e Rurais**. Florianópolis, SC: CENBIO, 2001. Disponível em: <
<http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/Nota%20t%E9cnica%20VII%20-%20biog%E1s.pdf>>. Acessado em: 14/07/2016.
- CHARMONDUSIT K,& KEARTPAKPRAEK K. Eco-efficiency evaluation of the petroleum and petrochemical group in the Map Ta Phut industrial estate, Thailand. **Journal of Cleaner Production**, v.19, p. 241–252, 2011.
- ELKINGTON, John. **Cannibals with Forks - The Tipple Bottom Line of 21st Century Business**. Capstone, 1999.
- FARINA, E.M.M.Q.; AZEVEDO, P.F., SAES, M.S.M.: **Competitividade: Mercado, Estado e Organizações**. Ed. Singular, SP, 1997.
- FERNANDES, P. C.; DUTRA, Z.; CASTRO, N. Crescimento e Desenvolvimento Econômico: as Usinas do Rio Madeira e o Avanço da Fronteira Elétrica Brasileira. **Boletim bimestral do Grupo de Estudos do Setor Elétrico IE-UFRJ**, Maio- Junho/2007. Disponível em:<http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/bef/befmai2007.pdf>.
- GALDINO, Marco A. E.; LIMA, Jorge H. G.; RIBEIRO, Cláudio M.; SERRA, Eduardo T. O contexto das energias renováveis no Brasil. **Revista da Direng, Brasil**, n. , p.17-25, 2002.
- HOLDREN, J.P; SMITH, K.R. **Energy, the environment and health**. UNDP, UNDESA, 2002.

ITAIPU BINACIONAL. **Plataforma Itaipu de energias renováveis**. Disponível em: <<http://www.plataformaitaipu.org/>>. Acesso em: 10 de julho de 2016.

KUOSMANEN, T., & KORTELAJINEN, M. Measuring eco-efficiency of production with data envelopment analysis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 9, p. 59 – 72, 2005.

KORHONEN, P. J., & LUPTACIK, M. Eco-efficiency analysis of power plants: an extension of data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 154, n. 2, p. 437-446, 2004.

MAÇANEIRO, M. B.; CUNHA, S. K. Eco-Inovação: um quadro de referências para pesquisas futuras. In: **Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**, 26, 2010, Vitória. **Anais**. Brasília: ANPAD, 2010.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA V. da (Orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

MIN, B. et al. Electricity generation from swine wastewater using microbial fuel cells. **Water Research**, v. 39, n. 20, p. 4961-4968, 2005

SALOMON, K. R. **Avaliação Técnico-Econômica e Ambiental da Utilização do Biogás Proveniente da Biodigestão da Vinhaça em Tecnologias para Geração de Eletricidade**. 2007. 247f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

SANTOS, C. P. **A Gestão do Processo de Inovação nas Concessionárias Brasileiras de Energia Elétrica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

KEMP, R.; FOXON, T. J. Typology of Eco-Inovation. MEI project: measuring EcoInovation. **Final Report**. Brussels: European Commission, 2007.

RANZI, Tiago Juruá Damo; ANDRADE, Marcio Antonio Nogueira. Estudo de viabilidade de transformação de esterqueiras e bioesterqueiras para dejetos de suínos em biodigestores rurais visando o aproveitamento do biofertilizante e do biogás. In: **Encontro de Energia no Meio Rural**, 5., 2004, Campinas. **Anais**. . Campinas: Unicamp, 2004. p. 1 - 12.

RATHUNDE, Paulo Henrique. **Viabilidade econômica da geração distribuída do biogás de dejetos animais no município de Cruz Machado**. Curitiba: UNIFAE, 2010. 149 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação multidisciplinar em organizações e desenvolvimento. Mestrado em Organizações e Desenvolvimento, Centro Universitário de Faculdades Associadas de Ensino. Curitiba, 2009.

TSAI, W. T.; CHOU, Y. H.; CHANG, Y. M. **Progress in energy utilization from agrowastes in Taiwan**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 8, n. 5, p. 461-481, 2004

Von TUNZELMANN, N., ACHA, V. Innovation in “low-tech” Industries. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Eds.), **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford University Press, Oxford, pp. 407-432, 2005.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – WBCSD. **A eco-eficiência: criar mais valor com menos impacto**. Lisboa: WBCSD, 2000.

WU, J., WU, Z.; HOLLÄNDER, R. The application of Positive Matrix Factorization (PMF) to eco-efficiency analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 98, p. 11-14, 2012.

WWF. Além de grandes hidrelétricas: políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil. **Resumo para tomadores de decisão**, 2012, p.1-39.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZHANG, Y.; YANG, Z. Ecco-efficiency of urban material metabolism: a case study in Shenzhen, China. **Acta Ecologica Sinica**, v. 27, n. 8, p. 3124-3131, 2007.