

A Viabilidade Econômico-Financeira do Biogás para Uso Veicular na Região de Toledo, Paraná

The economic/financial biogas feasibility for automotive usage in Toledo's Region, in Paraná State

La Viabilidad Económica-Financiera del Biogás para Uso Vehicular Región en Toledo, Paraná

Ana Carolina Alves Gomes* e Carlos Alberto Piacenti**

RESUMO

As atividades produtivas do setor agropecuário são grandes dependentes de diversas formas energéticas, sendo necessário o desenvolvimento e a implementação de alternativas tecnológicas com vistas ao autoabastecimento a custos reduzidos e com menores impactos socioambientais. Vê-se no aproveitamento da biomassa para geração de energia um importante potencial, uma vez que propicia uso racional dos recursos disponíveis, reduz a transferência de renda para outros agentes e diminui a dependência de fontes externas de energia. Com isso, o objetivo deste artigo é analisar a viabilidade econômica da implantação de projeto para geração de energia veicular a partir de dejetos animais na região da microbacia do Lajeado Grande, do município de Toledo, Estado do Paraná. Para alcançar os objetivos propostos foram realizadas pesquisas de campo e bibliográfica, aplicando-se 39 questionários em cada uma das propriedades que trabalham com produção animal na microbacia em questão. O plantel de animais das propriedades foi de 285.484 cabeças (suínos, bovinos e aves), com potencial de produção de dejetos na ordem de 85.024,07m³/ano e de biogás em 1.569.608,39 m³/ano. Dessa forma, analisou-se a possibilidade de uso do biogás produzido no Condomínio de Agroenergia do Lajeado Grande, em substituição ao gás natural – biometano, tendo-se concluído pela viabilidade positiva dadas as características da comunidade, dos demandantes de energia e dos resultados econômicos.

Palavras-chave: Resíduos agropecuários. Condomínio de agroenergia. Biogás. Viabilidade econômica. Desenvolvimento regional.

* Graduada em Gestão do Agronegócio pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. Atualmente é analista de agronegócio da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais. E-mail: anacarolinaufv@gmail.com

** Economista. Mestre e Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Professor Adjunto na Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus Toledo. E-mail: piacenti8@gmail.com

Artigo recebido em jul./2015 e aceito para publicação em maio/2016.

ABSTRACT

The production activities in the agricultural sector are highly dependent of several energetic forms and are necessary to the development and implementation of technological alternatives in view of self-supply at reduced costs and lower environmental and social impacts. The significant potential of the use of biomass for energy generation is clear, once it provides the rational use of the available resources, it also reduces the income transfer to other agents and decreases to the dependence upon external sources of energy. Therefore, the purpose of this work is to analyze the economic feasibility of project implementation for vehicular energy generation from animal waste in the watershed area of Lajeado Grande, in the city of Toledo, Paraná State. In order to achieve the objectives enabled in this work, it was carried out field and bibliographical research and 39 surveys were applied in each of the properties which rendered livestock management in the watershed of Lajeado Grande. The properties' breeding stock of animals was up to 285.484 (swine, cattle and poultry), with a waste production on the potential of 85.024,07 m³/year and a biogas production potential of 1,569,608.39 m³/year. Accordingly, it was analyzed some of the possible uses of the biogas produced in the Lajeado Grande agricultural energy condominium,, instead of the natural gas – biomethane, and it was concluded over the positive feasibility, as based on the community features, upon the energy demanding stakeholders and as per the economic outcomes.

Keywords: Agricultural waste. Agricultural energy Condominium. Biogas. Economic feasibility. Regional development.

RESUMEN

Las actividades productivas del sector agropecuario son grandes dependientes de diversas formas energéticas, siendo necesario el desarrollo y la implementación de alternativas tecnológicas con miras al autoabastecimiento a costos reducidos y con menores impactos socioambientales. Se ve en el aprovechamiento de la biomasa para generación de energía un importante potencial, ya que proporciona el uso racional de los recursos disponibles, reduce la transferencia de ingresos para otros agentes y disminuye la dependencia de fuentes externas de energía. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar la viabilidad económica de la implementación del proyecto para generación de energía vehicular a partir de desechos de animales en la región de la cuenca hidrográfica de Lajeado Grande, en el municipio de Toledo, Paraná. Para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo, fueron realizadas investigaciones de campo y bibliográficas, se utilizaron 39 cuestionarios en cada una de las propiedades que trabajan con producción animal en la cuenca hidrográfica de Lajeado Grande. El plantel de animales de las propiedades fue de 285.484 cabezas (cerdos, bovinos y aves), con potencial de producción de desechos en el orden de 85.024,07m³/año y de biogás en 1.569.608,39 m³/año. De esta manera, se analizó la posibilidad del uso del biogás producido en el Condominio de Agroenergía de Lajeado Grande, en sustitución al gas natural – biometano, y se determinó viabilidad positiva debido a las características de la comunidad, de los demandantes de energía y de los resultados económicos.

Palabras-clave: Resíduos agropecuarios. Condominio de agroenergía. Biogás. Viabilidad económica. Desarrollo regional.

INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná ganha destaque no cenário produtivo em pauta neste estudo, uma vez que, de acordo com dados do PARANÁ (2013), figurou, no ano de 2011, como o primeiro colocado no *ranking* do abate e exportação de aves, terceiro na produção de suínos (quarto nas exportações) e nono no abate de bovinos (décimo nas exportações).

O desenvolvimento da pecuária constitui um importante valor na economia, pois provoca efeitos multiplicadores de renda e emprego em todos os setores, intensificando a demanda por insumos agropecuários e a expansão e modernização dos setores de comercialização e agroindústrias (OLIVEIRA, 1993). Além disso, complementa a agricultura, demandando grãos para alimentação animal.

Porém, a agropecuária é altamente demandante de energia. Verifica-se, atualmente, grande utilização de energias de fonte não renováveis e poluentes, como o petróleo e seus derivados. Segundo dados do Balanço Energético Nacional, referente ao ano de 2011, as principais fontes de energia para o consumo no segmento agropecuário foram óleo diesel (57,2%), lenha (24,8%), energia elétrica (17,6%) e outros (0,4%) (BRASIL, 2012).

Assim, é importante o desenvolvimento e implementação de alternativas tecnológicas com vistas à geração de energia a custos reduzidos e que gerem menores impactos socioambientais.

Nesse contexto, uma das alternativas tecnológicas mais promissoras no cenário agropecuário é o aproveitamento da biomassa para geração de energia, que propicia uso mais racional dos recursos disponíveis, reduz a transferência de renda para outros agentes e diminui a dependência de fontes externas de energia (FREITAS; BORSATO, 2012).

Outro ponto importante a ser destacado é a legislação ambiental, que obriga os produtores a se enquadrar nos padrões exigidos. No Brasil, a Lei nº 9.605/98 responsabiliza criminalmente os indivíduos e as empresas (através dos executivos) que poluírem o meio ambiente (OLIVEIRA, 2004). O produtor que não se enquadrar poderá ter sua atividade inviabilizada pela pressão da sociedade e do rigor.

Uma alternativa tecnológica é o biodigestor, um sistema que permite o tratamento adequado dos dejetos dos animais, produzindo biogás e resultados diretos (geração de energias e biofertilizante) e indiretos (demanda por serviços de planejamento, implantação, operação e manutenção dos processos que produzem o biogás e das energias que com ele podem ser geradas), possibilitando a criação de condomínios de agroenergia, potencializando os pequenos produtores. Contudo, é preciso conhecer a viabilidade desse processo.

Assim, este trabalho busca analisar a viabilidade de se implantar um condomínio de agroenergia com foco na geração de energia veicular a partir de dejetos animais da região da microbacia do Lajeado Grande, do município de Toledo, Paraná.

Além desta introdução, o trabalho foi estruturado em outras três seções. Na primeira parte, tem-se a revisão de literatura, que busca levantar e sistematizar

a caracterização da produção animal na área de estudo, além de breve descrição da produção e uso do biogás. Na segunda seção apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos propostos neste trabalho. Na sequência, na quarta seção, encontram-se os resultados do estudo. Por fim, têm-se as considerações finais.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção animal no Paraná foi representativa no ano de 2011, ocupando a terceira posição na produção de suínos (13,9%), com um plantel de aproximadamente 5,4 milhões de cabeças; a primeira posição no ranking nacional de aves (20,6%), produzindo 260,7 milhões de cabeças, e a décima maior produção de bovinos (4,5%), com o rebanho efetivo de 9,5 milhões de cabeças, além da produção de leite, que corresponde a 11,9% da produção nacional, com 1,6 milhão de vacas ordenhadas (IBGE, 2013).

Para estimar a produção de dejetos equivalente por categoria de animal, Oliveira (1993) apresenta, conforme se observa na tabela 1, as variações das quantidades de dejetos líquidos e sólidos por dia.

TABELA 1 - PRODUÇÃO⁽¹⁾ DIÁRIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS E ESTERCO DE DIVERSOS ANIMAIS

TIPO DE RESÍDUO	UNIDADE	SUÍNOS	FRANGO DE CORTE	GADO ⁽¹⁾ DE CORTE	OVINOS	GADO ⁽¹⁾ DE LEITE
Líquidos	% l/dia em função do peso vivo	5,1	6,6	4,6	3,6	9,4
Sólidos	kg/animal/dia	2,3-2,5	0,12-0,18	10-15	0,5-0,9	10-15

FONTES: National Academy of Sciences (1977); Konzen (1980) apud Oliveira (1993)

(1) Bovinos em semiconfinamento.

A produção animal é uma atividade que gera grande impacto ambiental, pela poluição atmosférica, poluição das águas e solo, além de potencializar patógenos aos seres humanos e outros animais. Para se ter ideia, segundo Diesel et al. (2002), a capacidade poluente dos dejetos animais é superior à de seres humanos. A título de exemplo, o dejetos produzido por um suíno equivale, em média, ao que produzem 3,5 pessoas.

De acordo com Oliveira (1993), as principais técnicas de tratamento dos dejetos animais podem ser realizadas através de tratamento físico (separação de fases ou desidratação) ou por meio biológico, mediante o tratamento aeróbio (compostagem, lagoas de estabilização facultativas ou aeradas, diques de oxidação) ou anaeróbio (digestores anaeróbios ou biodigestores, sem a presença de oxigênio).

Para Kunz e Oliveira (2006, p.29), “o biodigestor é um reator biológico que degrada os dejetos animais em condições anaeróbias (ausência de oxigênio), produzindo um efluente líquido (biofertilizante) e gerando o biogás”.

Para Coldebella (2006, p.12) “o biogás é um gás natural resultante da fermentação anaeróbica (na ausência de ar) de dejetos animais, de resíduos vegetais e lixo industrial ou residencial em condições adequadas”.

Em geral, os componentes do biogás processados em um biodigestor são: metano (CH₄), 40-75%; dióxido de carbono (CO₂), 25-40%; nitrogênio (N), 0,5-2,5%; oxigênio (O), 0,1-1%; ácido sulfídrico (H₂S), 0,1-0,5%; amoníaco (Nh₃), 0,1-0,5%, monóxido de carbono (CO), 0-0,1%; e hidrogênio (H), 1-3% (CASTAÑÓN, 2002).

Verifica-se que a maior parte é composta por metano e dióxido de carbono, gases com grande potencial poluidor. Porém, esses gases podem ser convertidos em energia, pois têm alto poder calorífico, o qual, segundo Gaspar (2003), varia de 5.000 a 7.000 kcal por metro cúbico, e, submetido a um alto índice de purificação, pode gerar até 12.000 kcal/m³. Esse alto poder calorífico, conforme Kunz e Oliveira (2008), é capaz de substituir a lenha, a gasolina e o GLP. A biomassa restante pode ser utilizada na lavoura através do biofertilizante.

Primeiramente, a geração de biogás depende da própria característica do resíduo, que é o substrato para o crescimento dos micro-organismos no biodigestor, e que varia de acordo com a espécie animal e o peso desses, conforme se observa na tabela 2.

TABELA 2 - POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DIFERENTES RESÍDUOS ORGÂNICOS ANIMAIS

ANIMAL (PESO VIVO)	QUILOGRAMA DE ESTERCO/ANIMAL/ DIA	METRO CÚBICO DE BIOGÁS/KG ESTERCO	METRO CÚBICO DE BIOGÁS/KG SV ⁽¹⁾	METRO CÚBICO DE BIOGÁS/ ANIMAL/ DIA
Bovinos (500 kg)	10-15	0,038	0,094-0,31	0,36
Suínos (90 kg)	2,3-2,8	0,079	0,37-0,50	0,24
Aves (2,5 kg)	0,12-0,18	0,050	0,31-0,62	0,014

FONTE: Oliveira (1993)

(1) SV: Sólidos voláteis.

Assim, para calcular o volume de biogás produzido, algumas características devem ser consideradas. Para Oliveira (1993), o biogás é o produto mais importante da digestão anaeróbia e, conforme já visto, a quantidade de metano presente no biogás determinará a pureza do gás, ou seja, quanto mais metano, mais puro e vice-versa.

Vale destacar a equivalência obtida do metro cúbico do biogás se comparado a outras fontes de energia, como pode ser verificado no quadro 1.

QUADRO 1 - COMPARAÇÃO ENTRE O BIOGÁS E OUTROS COMBUSTÍVEIS

COMBUSTÍVEIS	EQUIVALÊNCIA DE 1 m ³ DE BIOGÁS
Gasolina	0,613 litro
Querosene	0,579 litro
Óleo diesel	0,553 litro
Gás de cozinha (GLP)	0,454 litro
Lenha	1,536 kg
Álcool hidratado	0,790 litro
Eletricidade	1,428 kW

FONTE: Barrera (1993, p.10) apud Gaspar (2003)

Isto posto, ao considerarmos o uso do biogás, resumidamente constata-se que é possível obter uma significativa redução de custos para suprir as demandas de energia veicular (ICLEI, 2009).

O uso veicular do biogás pode ser comparado ao Gás Natural Veicular (GNV) e requer o conhecimento de alguns coeficientes de conversão, em que, de acordo com Bley Junior (2010), o fator de equivalência energética do biogás em gás natural é da ordem de 0,53 m³.

Contudo, para que o biogás possa ser utilizado, é preciso considerar o que segue: “[...] em qualquer aplicação destinada ao gás natural, para seu uso veicular existe a necessidade de remoção de alguns de seus componentes, tais como: umidade, ácido sulfídrico (H₂S), dióxido de carbono (CO₂) e partículas” (ADNETT apud ICLEI, 2009, p.36).

Além disso, deve-se seguir os mesmos padrões do GNV. Segundo a Agência Nacional de Petróleo (ANP), na Portaria 128, de 28 de agosto de 2001, a porcentagem mínima de metano no gás natural para uso veicular deve ser de 68% na Região Norte e 86% para as demais regiões, além da concentração máxima de H₂S em 15Mg/m³ para a Região Nordeste e 10Mg/m³ para as outras regiões.

Há de ser feita, ainda, a adaptação dos motores dos veículos, utilizando as mesmas tecnologias de conversão de motores a GNV. Assim, seu uso é possibilitado desde veículos de passeio a veículos de carga.

Essa alternativa para o uso do biogás pode se configurar importante, uma vez que o biogás, segundo Bley Junior (2010), é produzido pela mesma cadeia de suprimentos que o utilizará, proporcionando autonomia do combustível e redução de custos para os produtores.

O quadro 2 traz algumas vantagens e desvantagens da utilização do biogás para uso veicular.

QUADRO 2 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE BIOGÁS PARA USO VEICULAR

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Utilização do biogás para alimentar a frota dos produtores, bem como máquinas e equipamentos movidos a esse tipo de combustível.	Não há tecnologias nacionais comprovadamente eficientes para esta finalidade e com custo competitivo em relação aos combustíveis convencionais.
Utilização do biogás para alimentar a frota de caminhões da prefeitura local, reduzindo os gastos com outros combustíveis.	Baixa escala de produção e elevados custos de implantação.
Substituição de combustíveis fósseis (diesel, por exemplo) por combustível renovável e de baixo impacto ambiental, pois reduz as emissões de particulados, NO _x , entre outros.	Existem equipamentos importados que garantem eficiência elevada, mas os mesmos nunca foram testados no Brasil e necessitam de adaptações às características do biogás nacional.

FONTE: ICLEI (2009)

NOTA: Adaptado pelos autores.

Destarte, torna-se necessário conhecer ações realizadas acerca dos projetos em biogás, verificando sua viabilidade e incentivos que possibilitam sua implementação.

2 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho foram realizadas pesquisa de campo e bibliográfica.

A escolha da amostra teve como base o “Programa de Desenvolvimento Ambiental Sustentável de Toledo” da Prefeitura Municipal, financiado pela Agência Francesa de Desenvolvimento (TOLEDO, 2013).

Foram selecionadas as propriedades localizadas na microbacia do Lajeado Grande, no município de Toledo, Paraná, devido a seu alto potencial poluidor, com a intenção de reverter esse quadro, construindo um condomínio de agroenergia para produção de biogás oriundo de dejetos animais.

Inicialmente foi realizado, pela EMATER local, um breve levantamento das propriedades, identificando 51 propriedades, sendo 39 destas com atividades de produção animal. A partir desse levantamento, fez-se uma reunião na Associação de Moradores União Lajeadense para explicação do programa, seus objetivos e o envolvimento da população local.

Após essa mobilização foram aplicados 39 questionários para levantamento dos dados pertinentes ao potencial energético produzido e demandado pela comunidade e seu entorno, sendo esta a população da pesquisa.

Vale ressaltar que os cálculos dos indicadores utilizados neste estudo (produção de dejetos, biogás e resultados econômicos) foram feitos com o auxílio de uma planilha eletrônica elaborada pelo Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás (CIBiogás-ER), na qual é calculada a quantidade de dejetos e biogás produzida, bem como o volume de energia gerada e sua substituição pelo combustível convencional.

Para a avaliação econômica e financeira, por sua vez, foram utilizados métodos tradicionais como: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Tempo de Retorno (*payback*) do Investimento e Índice Benefício-Custo (IBC).

A taxa de juros empregada na avaliação de retorno e atratividade em projetos de investimento é denominada de Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Para que a nova proposta seja atrativa, deve render, no mínimo, à taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco (CASAROTTO FILHO, 2002).

Neste artigo deu-se preferência por utilizar como taxa mínima de atratividade (TMA) o valor de 10%, considerando ganhos equivalentes à taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) referente ao mês de dezembro de 2013.

Definida a TMA, é necessário analisar o valor presente líquido (VPL), método que consiste em transferir para o instante presente todas as variações de caixa esperadas, descontadas a TMA, e somá-las algebricamente (NOGUEIRA, 1997). O cálculo do VPL é dado pela fórmula:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{x_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

em que: X_j = fluxo de caixa no período j ; i = taxa de desconto; e j = período do investimento.

A aprovação do investimento irá depender da variação do VPL. Como exposto por Gitman (2001), quando este indicador é usado para tomar decisões do tipo “aceita-rejeita”, deve-se considerar que: se o VPL é maior do que zero, deve-se aceitar o projeto, ou seja, a empresa vai obter um resultado maior do que seu custo de capital; mas, se o VPL é menor do que zero, o projeto deverá ser rejeitado, ou seja, o retorno do investimento é inferior ao mínimo esperado.

Já a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros que torna uma série de recebimentos e desembolsos equivalentes na data presente (NOGUEIRA, 1997). Isto é, e conforme Gitman (2001), a TIR é a taxa de desconto que iguala o VPL a zero. Em síntese, é a taxa anual de resultados capitalizada que a empresa vai obter, se ela investir no projeto e receber os fluxos de entrada de caixa fornecidos (GITMAN, 2001).

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (1996), se os investimentos com TIR forem maiores do que a TMA, estes são considerados rentáveis e são passíveis de análise. Esses critérios garantem que a empresa consiga pelo menos seu retorno exigido.

Conforme argumentam Souza e Clemente (1997), a primeira ideia que surge numa decisão de investir é o retorno esperado, ou seja, quanto maior for o ganho futuro que pode ser obtido no investimento, mais atraente esse investimento parecerá para qualquer investidor.

O Tempo de Retorno de Capital (TRC) é um dos métodos mais simples e, talvez por isto, de utilização muito difundida. Segundo Nogueira (1997), o método consiste, essencialmente, em determinar o número de períodos necessários para recuperar o capital investido. Isto é, o tempo necessário para que o somatório das parcelas anuais seja igual ao investimento inicial (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 1996). Assim, quanto maior for o TRC, mais incerta será a recuperação do capital investido.

Já o índice benefício-custo (IBC) é uma medida de quanto se ganha por unidade de capital investido, ou seja, mensura a rentabilidade do projeto. Para Souza e Clemente (1997), a hipótese implícita no cálculo do IBC é de que os recursos liberados ao longo da vida útil do projeto seriam reinvestidos à taxa de mínima atratividade. O IBC é dado pela razão entre o fluxo esperado de benefícios de um projeto e o fluxo esperado de investimentos necessários para realizá-lo (SOUZA; CLEMENTE, 1997). Assim, o IBC pode ser calculado através da fórmula:

$$IBC = \frac{\sum_j^n = 0 \frac{R_j}{(1+i)^j}}{\sum_j^n = 0 \frac{C_j}{(1+i)^j}} \quad (2)$$

em que: R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto; e j = período do investimento. Sua interpretação se dá pelo indicador um. Se IBC for maior que 1, o projeto deve ser aceito; porém, se menor que 1, o mesmo deve ser rejeitado.

Levantados os indicadores econômicos, é importante a realização da análise de sensibilidade, que é uma técnica utilizada para variar alguns componentes

do fluxo de caixa e compará-los com os valores atuais do projeto de investimento. É uma técnica simples de ser aplicada, tornando possível verificar quão sensível é a variação do VPL a uma variação de um dos componentes do fluxo de caixa (SOUZA; CLEMENTE, 1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Toledo, no Paraná, é um dos maiores produtores pecuários, possuindo rebanho equivalente a 455 mil cabeças de suínos, 46,2 mil cabeças de bovinos e 4,0 milhões de aves (IBGE, 2013). Esse elevado número de animais gera cerca de 69,5 milhões de toneladas de dejetos a cada ano. Assim, torna-se potencial a aplicação e desenvolvimento de tecnologias para o tratamento dos resíduos animais.

Há neste município uma comunidade caracterizada por ser grande produtora animal, localizada dentro da microbacia do Lajeado Grande, na qual há preocupação municipal em minimizar os impactos já conhecidos da produção animal. Para tanto, buscou-se analisar a viabilidade da implantação de um condomínio de agroenergia nessa região.

O condomínio consiste na implantação de sistemas de biodigestão nas propriedades para o correto tratamento da biomassa residual e geração de biogás. O biogás produzido será conduzido por um biogásoduto construído, interligando as propriedades rurais até uma central de tratamento e purificação do biogás gerado, que será empregado, inclusive, na geração de energia para mobilidade veicular, resultando em desenvolvimento e geração de renda para os produtores e sociedade toledana.

Na figura 1 pode-se observar o mapa de distribuição da Microbacia do Lajeado Grande, no município de Toledo, e a localização das unidades selecionadas na comunidade local potencial para implantação de um Condomínio de Agroenergia.

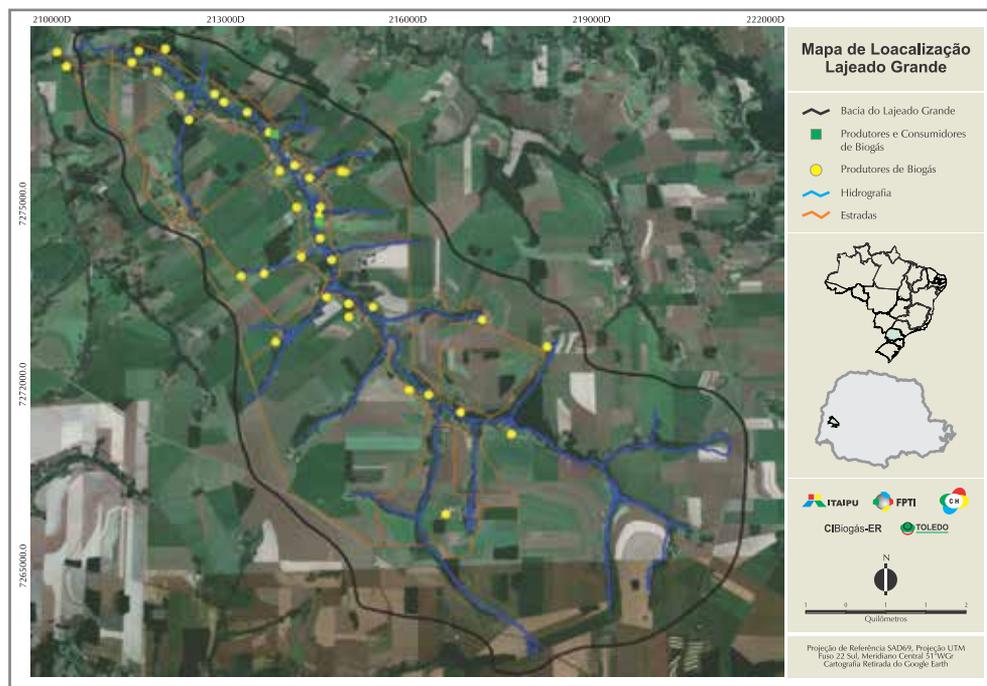
As propriedades participantes caracterizam-se como familiares, tendo suas atividades ligadas à produção animal (suinocultura, bovinocultura de leite e avicultura) e à agricultura (principalmente soja e milho), sendo estas as principais fontes (uma ou ambas) de renda para as famílias. O plantel de animais das propriedades, por sistema categoria animal, é apresentado no quadro 3.

QUADRO 3 - PLANTEL DE ANIMAIS DA COMUNIDADE DO LAJEADO GRANDE, NO MUNICÍPIO DE TOLETO, SEGUNDO SISTEMA DE PRODUÇÃO ANIMAL - 2013

CATEGORIA ANIMAL	NÚMERO DE ANIMAIS (CABEÇAS)
Suínos - Terminação	25.850
Suínos - Matrizes	1.500
Suínos - Creche	16.800
Bovinocultura de leite	507
Bezerros e novilhas	127
Avicultura	240.700
TOTAL DE ANIMAIS	285.484

FONTES: Dados da pesquisa

FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS NO LAJEADO GRANDE, NO MUNICÍPIO DE TOLEDO - PARANÁ - 2013



FONTES: CIBIOGÁS (2013)

Além do número de animais, procurou-se conhecer, pelo questionário, o peso médio dos animais, o sistema de produção, o tempo de confinamento e manejo dos dejetos. Dessa forma, têm-se as variáveis necessárias para estimar a produção de dejetos e biogás, que são apresentadas na tabela 3.

TABELA 3 - POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE DEJETOS E DE BIOGÁS DA COMUNIDADE DO LAJEADO GRANDE, NO MUNICÍPIO DE TOLEDO - PARANÁ - 2013

POTENCIAL PRODUTIVO	DIÁRIA (m ³ /dia)	MENSAL (m ³ /mês)	ANUAL (m ³ /ano)
Produção estimada de dejetos	251,18	2.796,85	85.024,07
Produção estimada de biogás	4.680,23	130.800,70	1.569.608,39

FONTES: Dados da pesquisa

Isto posto, foram levantados os investimentos necessários para a implantação do Condomínio de agroenergia na comunidade do Lajeado Grande, como se verifica na tabela 4. Vale ressaltar que as informações presentes neste tópico foram adquiridas juntamente ao CIBiogás-ER, uma vez que o detalhamento técnico não constitui objetivo deste estudo, porém é fundamental o dimensionamento dos custos e receitas imprescindíveis na análise econômica.

TABELA 4 - CUSTOS DO SISTEMA DE BIODIGESTÃO PARA PRODUÇÃO E GERAÇÃO DE ENERGIA VEICULAR NO CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA DO LAJEADO GRANDE, NO MUNICÍPIO DE TOLEDO - PARANÁ

DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)
Sistemas de biodigestão	1.516.050,00
Lagoas secundárias	191.289,34
Biogasoduto	3.400.317,75
Tratamento e purificação	200.000,00
Posto de combustível	325.000,00
Licenças	1.000.000,00
Monitoramento	139.600,00
INVESTIMENTO TOTAL	6.772.257,09

FONTE: Dados da pesquisa

Vale destacar que o dimensionamento do biogasoduto teve como base a localização da Empresa de Desenvolvimento Urbano e Rural de Toledo (EMDUR), situada a aproximadamente 7 quilômetros da comunidade lajeadense, terreno da prefeitura local. Para a implantação do Condomínio de agroenergia no Lajeado Grande serão necessários 34.458,40 metros de biogasoduto, sendo 5.393,20 metros primários (dentro da propriedade) e 29.065,20 metros principais (conecta as propriedades e direciona o biogás ao destino final).

Embora ainda limitada, a produção de biogás para uso veicular tem apresentado interesse crescente em diversos países em função do seu grande potencial e dos diversos benefícios ambientais, especialmente a ausência de emissões de monóxido de carbono e nitrogênio.

A Resolução ANP nº 16, de 17 de junho de 2008, apresenta as características físico-químicas do gás natural. Desse modo, considera-se que o biogás deverá ser purificado a fim de atingir as especificações do gás natural, para então ser utilizado nos veículos adaptados para esse tipo de combustível (ANP, 2008).

A composição do biogás proveniente da produção animal tem em torno de 60% de CH₄ (IPCC, 2006). O biometano, para ser comercializado, deve ter o percentual mínimo exigido pela ANP de 87% de CH₄, atingindo percentuais do Gás Natural Veicular (GNV).

Assim, torna-se necessária a instalação de um sistema de tratamento e purificação a fim de remover os gases que interferem na qualidade do biogás. De acordo com informações do fornecedor, o filtro pode gerar biometano de 96%, que foi o valor utilizado para cálculos neste estudo.

Cabe ressaltar que o investimento com adaptação dos veículos não foi considerado neste estudo, dado que dependerá de cada responsável a execução desta etapa.

Levando em conta os valores de produção de biogás (1.569.608,39m³/ano) e o percentual de metano de 96%, obtêm-se 981.005,24 m³/ano de biometano. Dessa forma, utilizando o valor de referência de venda para o biometano de R\$ 1,14/m³

(valor médio pago pela COMPAGÁS no Estado do Paraná em setembro de 2013), tem-se a receita equivalente a R\$ 1.118.149,78/ano.

Os custos relacionados ao funcionamento do Condomínio de Agroenergia no Lajeado Grande são descritos como de operação, de manutenção e de monitoramento, além de recursos humanos para operacionalização do condomínio e manutenção preventiva, visando ampliar a vida útil dos equipamentos, evitando ineficiência dos sistemas.

A partir dessas informações foi possível analisar a viabilidade econômica de geração de biogás para uso veicular, sendo apresentados na tabela 5 os indicadores para a implantação do Condomínio de Agroenergia no Lajeado Grande.

TABELA 5 - INDICADORES ECONÔMICOS DA IMPLANTAÇÃO DO CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA COM FOCO NA GERAÇÃO DE ENERGIA VEICULAR

INDICADORES ECONÔMICOS	VALOR
Investimentos (R\$)	6.772.257,09
TIR (%)	15,52
VPL (R\$)	3.469.621,06
TRC Simples (Anos)	7
TRC Descontado (Anos)	12
IBC (%)	1,51

FONTE: Dados da pesquisa

Este cenário mostrou-se como uma solução viável, uma vez que aponta indicadores econômicos positivos. O investimento realizado é recuperado em aproximadamente 12 anos, dado o Tempo de Retorno de Capital Descontado, cujos valores levam em conta os juros do período; o VPL apresentou valor de R\$ 3.469.621,06, a TIR foi de 15,5% ao ano, apresentando-se superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), tornando o arranjo viável, e o IBC de 1,51 indicando que os benefícios são superiores aos custos. Ademais, a análise de sensibilidade realizada verificou o preço do biometano abaixo de R\$ 0,87/m³, o que inviabilizaria o arranjo.

Desse modo, conclui-se como viável a implantação do condomínio no Lajeado Grande com foco na produção de energia veicular, em face das características da comunidade, dos demandantes de energia e dos resultados econômicos, com uma economia de custo anual na ordem de R\$ 1,1 milhão na compra de combustíveis de origem fóssil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face do crescimento constante da produção animal e da necessidade de buscar soluções que permitam o tratamento dos resíduos gerados, a implantação dos sistemas de biodigestão torna-se atrativa pela possibilidade de produção do biogás e consequente substituição por fontes energéticas.

Viu-se que a criação de condições de tratamento isoladas pode não ser viável, principalmente pelas características das propriedades rurais brasileiras, em sua grande parte pequenas e com sistema familiar. Desse modo, a organização de condomínios pode viabilizar a implantação dos sistemas de tratamento dos dejetos animais, além de possibilitar ganhos econômicos pela economia de custo gerada.

Diante desse contexto, destaca-se a iniciativa pública da Prefeitura Municipal de Toledo, que promove, no município, ações de incentivo à sustentabilidade ambiental por meio do Programa de Desenvolvimento Ambiental Sustentável, que, juntamente à Agência Francesa de Desenvolvimento, permitirá investimentos para implantação de um condomínio de agroenergia nesta região.

A viabilidade econômica para implantação deste condomínio mostrou que a produção e uso da energia veicular, substituindo os combustíveis fósseis, apontou resultado positivo.

Dessa forma, a implantação do condomínio de agroenergia no Lajeado Grande possibilitará: a redução de combustíveis convencionais (diesel, gasolina e etanol); benefícios ambientais (redução de poluição do ar, águas e solos); redução de doenças, proporcionando à comunidade e região melhorias na qualidade de vida; e ganhos econômicos, em razão dos custos evitados com a compra de combustíveis, resultando em desenvolvimento e geração de renda para os produtores e a sociedade toledana.

A presente pesquisa contribui para a academia, uma vez que permite a análise crítica da geração e uso de uma energia limpa e alternativa, o biogás, abordando uma temática atual e relevante, a saber, a inserção de novas fontes renováveis de energia. Contribui ainda para o município, visto que seus resultados possibilitarão a análise da melhor opção de investimento na comunidade, o que viabilizará incremento de renda à população e, conseqüentemente, ao município.

Espera-se que novos trabalhos possam surgir a partir deste, analisando a valoração do biofertilizante (outro produto originado do processo de digestão anaeróbia); a produção de biogás pelo aproveitamento dos dejetos avícolas (uma vez que este trabalho quantificou apenas os dejetos suínos e bovinos); a possibilidade de geração múltipla de energias; a possibilidade de inserção de novos (e/ou outros) consumidores das energias geradas pelo condomínio; as melhorias sociais alcançadas; e, não menos importante, a quantificação dos benefícios ambientais auferidos pelo tratamento dos dejetos animais do condomínio.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP). **Resolução ANP nº 16, de 17 de junho de 2008**. Estabelece o Regulamento Técnico ANP parte integrante desta Resolução, a especificação do gás natural, nacional ou importado, a ser comercializado em todo o território nacional. Disponível em: <<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>. Acesso em: 25 set. 2013.
- BLEY JUNIOR, C. **Reflexões sobre a economia do biogás**. Assessoria de Energias Renováveis: ITAIPU Binacional, 2010.
- BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2012**: ano base 2011. Rio de Janeiro: EPE, 2012.
- CASAROTTO FILHO, N. **Projeto de negócio**: estratégias e estudos de viabilidade – redes de empresas, engenharia simultânea, plano de negocio. São Paulo: Atlas, 2002.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial. 7.ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- CASTAÑÓN, N. J. B. **Biogás originado a partir dos rejeitos rurais**. São Paulo, 2002.
- CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIA RENOVÁVEL – BIOGÁS (CIBIOGÁS). **Acervo local**. Foz do Iguaçu, 2013.
- COLDEBELLA, A. **Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais**. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.
- DIESEL, R. et al. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa e Extensão - BIPERS**, ano 10, n.14, 2002.
- FREITAS, G. S. de; BORSATO, J. M. L. S. Um estudo sobre a utilização de biogás como fonte renovável de energia em uma fazenda de criação de suínos em Minas Gerais. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. **Trabalhos publicados**. Uberlândia, 2012.
- GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais, com ênfase na agregação de valor**: um estudo de caso na região de Toledo-PR. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**: essencial. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ICLEI. Governos Locais pela Sustentabilidade. Secretariado para América Latina e Caribe. **Manual para aproveitamento do biogás**: volume 1: aterros sanitários. São Paulo: Escritório de Projetos no Brasil, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Pesquisa Agrícola e Pecuária Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 02 abr. 2013.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidelines for national greenhouse gas inventories**. v.4. Afolu: Agriculture Forestry and Ther Land Use, 2006.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, ano 15, n.3. p.28-35, 2006.

NOGUEIRA, E. Análise de investimentos. In: BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**: CEPAL- Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. São Paulo: Atlas, 1997. p.223-288.

OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa CNPSA, 1993.

OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.). **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos**: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB/PR). **Números da pecuária paranaense**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/nppr.pdf>> Acesso em: 16 maio 2013.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: fundamentos, técnicas e aplicações. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1997.

TOLEDO. Prefeitura Municipal. **AFD**: Agência Francesa de Desenvolvimento. Disponível em: <<http://www.toledo.pr.gov.br/portal/afd/afd>>. Acesso em: 20 maio 2013.