

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

SUSTENTABILIDADE E LUCRATIVIDADE: CONDOMÍNIO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS

SUSTAINABILITY AND PROFITABILITY: CONDOMINIUM FOR ELECTRICAL POWER GENERATION FROM BIOGAS

Adriano Fronza, Ademar Michels, Suzane Salette Bertoldi, Ana Paula Do Amaral Adamy e Eliane Garlet

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar a proposta de criação de um condomínio de agroenergia a partir do biogás gerado pelos dejetos suínos em uma localidade do município de Tucunduva. A região tem um grande potencial energético, devido ao elevado número de animais situados num pequeno espaço, o que facilita a implantação da proposta sugerida pelo estudo. A geração de energia a partir do biogás além de auxiliar na diminuição da poluição ambiental, também diminui os custos gerados na propriedade, podendo contribuir para a geração de renda para os produtores, além de agregar valor a sua produção. A avaliação realizada, demonstrou resultados satisfatórios quanto a capacidade de produção diária de energia a partir do biogás nesta localidade, demonstrando a possibilidade de geração de energia excedente, passível de ser vendida a companhia elétrica da região e gerar uma nova fonte de renda.

Palavras-chave: suinocultura, produção de biogás, geração de energia elétrica.

ABSTRACT

This work aims to analyze the proposal to create a bioenergy condominium from biogas generated by pig manure in a locality of the municipality of Tucunduva. The region has great energy potential due to the high number of animals housed in a small space, which facilitates the implementation of the proposal suggested by the study. Power generation from biogas as well as help to reduce environmental pollution also reduces the costs generated on the property and may contribute to the generation of income for producers, as well as adding value to their production. The evaluation showed satisfactory results as the daily production capacity of energy from biogas in this locality, demonstrating the possibility of surplus power generation, which can be sold to power company in the region and generate a new source of income.

Keywords: swine production, biogas production, electric power generation.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização da população mundial aumentou expressivamente a produção e comercialização de alimentos. Junto a isto, a produção agropecuária virou produção em escala industrial, causando graves impactos ao meio ambiente por causa da grande geração de resíduos vegetais e animais (WALKER, 2009).

Nesse contexto, a geração de energia surgiu como forma de diminuir esses impactos, além de trazer renda aos produtores rurais através do aproveitamento destes resíduos em favor do meio ambiente e da própria população. A agroenergia apresenta largas oportunidades de evolução no Brasil. O país possui uma quantidade significativa de resíduos provenientes da suinocultura que podem ser utilizados como fontes renováveis de energia.

O Brasil se destaca por ser o quinto maior produtor mundial de carne suína, com uma participação de 2,92% até 2008, sendo que 45% da produção é concentrado somente na China. O país tem uma relação entre consumo e produção de aproximadamente 80%, o que lhe gera a disponibilidade de expansão, apesar das oscilações externas que isso representa (BENDER; BERTOLDI, 2010).

A adequação de sistemas de tratamento de dejetos animais como os biodigestores, quando bem orientados, é uma opção que além de proporcionar ganho ambiental ao diminuir a demanda por oxigênio, tem como subprodutos o biogás que pode ser transformado em energia elétrica, trazendo receita aos produtores.

A partir desse processo, ainda é possível obter biofertilizante cuja aplicação adequada pode gerar economia na compra de fertilizantes químicos, além de diminuir o risco de contágio dos recursos hídricos. Outro ganho que pode ser incorporado é a obtenção dos créditos de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), tanto pela diminuição das emissões de gases de Efeito Estufa como geração de energia elétrica de fonte renovável.

As pesquisas para uso das fontes renováveis de energia estão ganhando cada vez mais atenção das pessoas, na busca de soluções para os problemas do novo mundo. A crise energética traz apreensões tanto pelo fato de que muitas pessoas, ainda não são favorecidas pelos recursos energéticos disponíveis, quanto pela carência crescente verificada no atendimento da demanda cada vez maior.

Diante do exposto, buscou-se elaborar uma proposta de constituição de um condomínio para geração de energia a partir do biogás no município de Tucunduva. Para tanto, mensurou-se o potencial energético do biogás de dejetos animais no município e avaliou-se as condições que favorecem a viabilidade de investimentos em geração de energia a partir de dejetos animais. Essa região se caracteriza pelo alto número de produtores de suínos, nas fases de engorda e cria de leitões, fato esse que acaba gerando uma grande quantidade de dejetos. A implantação da proposta, além de reduzir os impactos ambientais causados pela geração de resíduos, trará maior autonomia às propriedades rurais, reduzindo custos e aumentando as receitas obtidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUINOCULTURA

Conforme dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil encontra-se em quarto lugar no *ranking* de produção e exportação mundial de carne suína. Investimentos e pesquisas voltados para sanidade, nutrição, bom manejo da granja, produção integrada e, principalmente, aprimoramento gerencial dos produtores, contribuirão para aumentar a oferta interna e colocar o país em destaque no cenário mundial. A partir dessas ações a produção vem crescendo em torno de 4% ao ano, sendo os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul os principais produtores de suínos do País. Atualmente, o Brasil

representa 10% do volume exportado de carne suína no mundo, chegando a lucrar mais de US\$ 1 bilhão por ano.

Uma das principais características da atual expansão da suinocultura no Brasil é a alta concentração de animais por área, visando atender ao consumo interno e externo de carne, produtos e derivados dessa atividade. A extensa criação de animais vem colaborando para a poluição hídrica nas áreas de maior concentração pela alta carga orgânica e a presença dos dejetos, que somada aos problemas causados pelos resíduos da criação, tem causado sérios problemas ambientais, como a contaminação da água e do ar. poluidores (WALKER, 2009).

Ainda conforme o autor, a relação da suinocultura *versus* meio ambiente é uma questão complicada, tornando o tratamento dos dejetos de suínos um desafio a nível mundial, tendo por exemplo, motivado o fechamento de granjas na Holanda e Alemanha, diante dos impactos ambientais provocados pela atividade.

Os dejetos representam um fator importante nas propriedades rurais, pois seus componentes têm grande potencial poluidor, ao lançá-los no solo, aceleram a poluição ambiental. Estudos mostram que de 5 a 10% do metano gerado no mundo é resultante dos dejetos animais (RATHUNDE, 2010).

Existem, conforme o autor, diversas formas para o aproveitamento dos componentes do dejetos como esterqueiras, bioesterqueiras e biodigestores. O aproveitamento realizado através do controle do processo natural de digestão que decompõe o mesmo, gerando adubo orgânico e biogás, pode transformá-los em energia renovável, que por sua vez, proporciona: menor geração de gases de efeito estufa, redução de patogênicos pelo saneamento rural, melhoria da eficiência da fertilização, menos odor e moscas e vantagens econômicas para o produtor

2.2 BIODIGESTOR

O biodigestor é uma câmara fechada na qual a biomassa é fermentada anaerobicamente. O mesmo não é o responsável pela formação do biogás, mas sim por prover as condições certas para que as bactérias degradem o material orgânico que libera o gás metano todos são compostos basicamente por duas partes, um recipiente para guardar e permitir a digestão da biomassa e o gasômetro que guarda o biogás gerado (JOHANN, 2012).

Conforme o autor, existem dois tipos básicos de biodigestores, contínuo e intermitente. O contínuo é popular por se adaptar melhor a maior parte das biomassas, o intermitente é indicado apenas para biomassas de decomposição lenta. Os modelos mais populares no Brasil são o chinês e o indiano. O primeiro, é mais rústico e na maioria das vezes erguido de alvenaria e fica quase que completamente abaixo do solo, já o segundo modelo normalmente tem forma de poço e sua cápsula é feita de aço, mas pode ser erguido de fibra, plástico ou mantas de PVC.

Kunz e Oliveira (2006), destacam que mesmo a utilização de biodigestores para geração de biogás, calor e energia, ser uma alternativa viável, questões envolvendo a disposição final dos efluentes dos biodigestores devem ser abordadas dentro de critérios técnicos, para se evitar o impacto ambiental deste no meio ambiente, já que o resíduo final ainda apresenta um alto potencial poluidor.

Os motivos para a adoção de biodigestores na suinocultura são de ordem ambiental e econômica, já que ocorre a redução elevada da carga poluente, ao mesmo tempo em que se disponibiliza combustível alternativo e fertilizante orgânico. Foi a partir do funcionamento dos primeiros biodigestores, que se desenvolveram sistemas de utilização do biogás e dos biofertilizantes como insumo na produção agrícola e para pastagens (KONZEN, 2006).

2.2.1 Biogás

A digestão anaeróbica é uma técnica de tratamento de materiais orgânicos que se

desenvolve na falta de oxigênio e, também uma opção energética, com grande vantagem ambiental. Como benefício do processo, que contribuiu para um interesse por essa tecnologia, reside na conversão da maior parte da carga poluente do efluente em uma fonte de energia: o biogás (BARICHELLO; HOFFMANN, 2012).

Conforme o autor, o biogás oriundo da atividade dos microrganismos é composto de uma mistura de muitos gases, como o metano, o dióxido de carbono, o hidrogênio e o dióxido de enxofre. Inflamável, devido ao gás metano, o biogás, é mais leve que o ar, incolor e inodoro. O que gera o cheiro no biogás é o dióxido de enxofre, mesmo em poucas quantidades, é perceptível pelo olfato e altamente corrosivo

Os microrganismos “fabricantes” de metano são voláteis a mudança de temperatura por isso se recomenda garantir sua estabilidade, através do aquecimento interno, ou pelo isolamento térmico da câmara de digestão durante o frio. Nos meses de inverno se apresenta a maior procura por energia térmica e uma disposição dos biodigestores de produzir menos biogás, o que é causado pelas baixas temperaturas (BARICHELLO; HOFFMANN, 2012).

Lima (2007) afirma que os sistemas de produção de biogás, além de produzirem energia necessária às atividades agropecuárias onde se encontram, podem gerar um excedente energético, podendo assim, o produtor optar por sistemas de co-geração (produção combinada de calor e eletricidade), onde parte da energia elétrica pode ser utilizada nas próprias instalações e parte pode ser comercializada.

2.2.2 Biofertilizante

Ao finalizar o processo de produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o biodigestor líquido, com ampla quantidade de material orgânico, ótima para a fertilização do solo. Aplicado no solo, melhoram as qualidades biológicas, químicas e físicas, com desempenho superior ao de qualquer adubo químico (BARICHELLO et. al, 2012).

O biofertilizante trabalha como corretor de acidez do solo. O mesmo também melhora a qualidade do solo, deixando-o mais simples de ser trabalhado e proporcionando uma melhor penetração de raízes. Faz com que o solo sugue melhor a umidade do subsolo, resistindo melhor à estiagem (BARICHELLO; HOFFMANN, 2012).

Ainda conforme o autor, o biofertilizante gera multiplicação das bactérias, dando mais vida e saúde ao solo e propiciando acréscimo na produtividade das lavouras. Tem capacidade de melhorar solos, tornando-os mais resistente contra a erosão, proporcionando o restabelecimento das características físicas e biológicas originais. As características químicas do solo podem ser restauradas através de adubos químicos, mas as físicas e biológicas somente podem ser através do acréscimo de matéria orgânica (WALKER, 2009).

Segundo Konzen (2006) o biofertilizante é um insumo ambientalmente mais seguro que os dejetos sem tratamento. Como a geração do mesmo é contínua, é necessário dispor de um sistema de armazenamento seguro, que pode ser de um ou de vários lagos, impermeabilizados com manta plástica coberta com terra e solo-cimento. Sobre a aplicação do biofertilizante, o autor afirma que pode ser feita através de um equipamento de aspersão (aplicação uniforme) ou com tanques tratorizados (aplicação uniforme e/ou localizada). A locação dos lagos em pontos estratégicos, dentro das áreas de produção, ou próximos aos locais de utilização, reduz o custo operacional do sistema de distribuição.

2.3 PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Brasil tem objetivado pesquisas e desenvolvido tecnologias em agroenergia, com descobertas de diferentes fontes de energias renováveis, que tem oferecido para a substituição da matriz energética nacional. O governo tem criado, por políticas públicas, programas de

divulgação de tecnologias voltadas à produção de fontes renováveis de energia e apropriadas à agricultura familiar (SCHUCH, 2012).

Nesse contexto, o autor destaca a utilização da suinocultura como fonte de energia limpa. Os dejetos, que antes eram tidos somente como poluidores, vêm sendo transformados em energia e renda através da tecnologia do biodigestor.

Existem diversas tecnologias para fazer a conversão energética do biogás. Conversão energética é o processo que modifica um tipo de energia em outro. No biogás, a energia química que existe em suas moléculas é transformada em energia mecânica por um processo de combustão controlada. Essa energia mecânica ativa um gerador, que a transforma em energia elétrica (BARICHELO; HOFFMANN, 2012).

Conforme Oliveira (2004), a geração de energia elétrica com o uso de biogás como combustível pode ser obtida por meio das seguintes tecnologias:

- *Conjunto Gerador de Eletricidade* - Consiste em um motor de combustão interna Ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, independente da rede de energia elétrica da concessionária local;
- *Conjunto Gerador Economizador de Eletricidade* - Consiste em um motor de combustão interna Ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um motor assíncrono, de dois ou quatro pólos, que passa a gerar energia ao ser conectado à rede de energia elétrica da concessionária local.

Kunz e Oliveira (2006) destacam que se uma propriedade produtora de suínos, dispor da capacidade de gerar de 80 a 100 m³/dia de biogás, é possível transformar essa quantidade de biogás em energia elétrica, produzindo entre 120 e 150 KVAh/dia. Considerando que uma propriedade gaste em média 1.000 kWh/mês, teria uma capacidade ociosa em torno de 3.000 kVA h/mês, isso com o conjunto trabalhando 6 horas/dia, em média.

Para viabilizar o investimento, os autores ressaltam que o agricultor teria que encontrar formas de gastar esse excesso de energia produzida, ou vendê-lo para a concessionária de energia, o que tecnicamente é possível. Também existem outras formas de aproveitamento dessa energia, que é o caso da formação de um condomínio de agroenergia.

Um condomínio de agroenergia consiste em organizar agricultores vizinhos, para empregar o potencial energético da biomassa residual animal e produzir biogás e biofertilizante pela tecnologia da biodigestão anaeróbia, reduzindo a contaminação do solo e da água, a emissão de gás metano na atmosfera e aumentando a geração de renda aos condomínios (SCHUCH, 2012).

Segundo o autor, o biogás é gerado particularmente em cada imóvel rural, depois é conduzido até uma unidade central, de posse do condomínio, para purificação, e comercialização na forma de energias, térmica e elétrica. O efluente orgânico que sobra da biodigestão anaeróbia fica nos imóveis rurais, para poder ser utilizado na fertilização do solo.

3 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como pesquisa exploratória e emprega os métodos quantitativo e qualitativo de abordagem para a coleta e a análise dos dados junto às propriedades rurais (BARICHELO; HOFFMANN, 2012). Utilizou-se do método de estudo de caso, pois se investiga um fenômeno dentro de sua conjuntura, as condições referem-se ao objeto alvo do estudo.

Partindo do pressuposto que o estudo de caso acumula informações numerosas e detalhadas quanto possível, com objetivo de entender toda a situação, foi feito um acompanhamento em seis propriedades rurais da localidade escolhida, dos processos posteriores a geração do biogás, para coletar os dados que servirão de base para a apresentação da proposta.

O trabalho foi desenvolvido no município de Tucunduva, região Noroeste do Rio Grande do Sul. Inicialmente, foram feitas algumas visitas às propriedades, para procurar conhecer as instalações, os sistemas de produção e operação utilizados, a fim de levantar informações acerca da quantidade de animais e dejetos produzidos.

A segunda etapa foi definir qual a propriedade que seria utilizada como ponto de centralização do gás para geração de energia, tendo como base critérios de localização e disponibilidade de acesso e armazenamento. Em seguida foi mensurado o potencial energético instalado das seis propriedades, com base na metodologia de cálculo proposta por Farret (2010). Após identificou-se as adequações necessárias para a instalação do condomínio e por fim o ganho energético a ser gerado com a implementação da proposta de formação do condomínio.

4 RESULTADOS

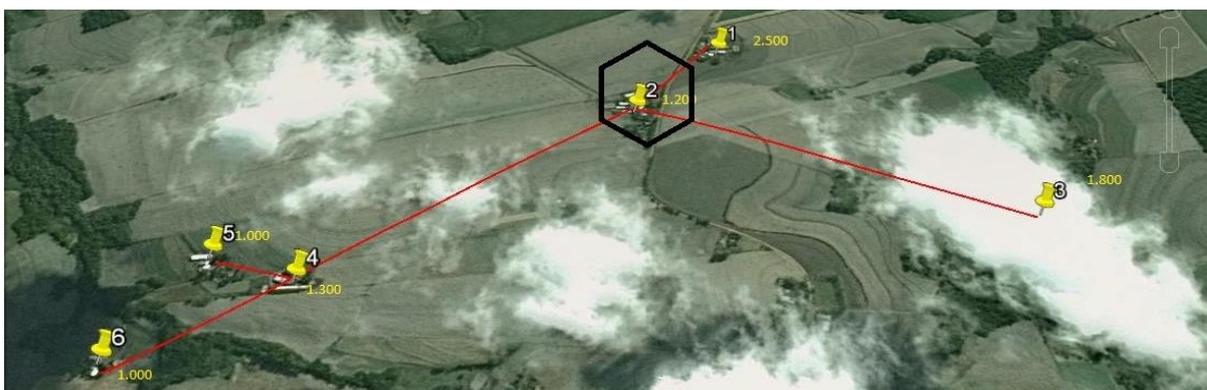
4.1 POTENCIAL ENERGÉTICO INSTALADO

A área total abrange seis propriedades sendo quatro delas de animais de engorda, animais de 25 kg até 100 Kg, e duas propriedades ocupam edificações para confinamento dos animais, matrizes em sistema UPL (Unidade Produtora de Leitões). A maioria da produção das propriedades está integrada à empresas. Esta localidade caracteriza-se por pequenas propriedades, com mão-de-obra basicamente familiar, sendo que a renda é oriunda basicamente da produção de grãos e da suinocultura, esta localidade tem como característica a grande concentração de suinocultores

As propriedades 1 e 2 caracterizam-se pela criação de suínos no sistema UPL (Unidade Produtora de Leitões). A propriedade 1 possui cerca de 2.500 animais e a propriedade 2, 1.200 animais neste sistema. Já as propriedades 3, 4, 5, 6 trabalham no sistema de engorda, sendo que as propriedades 5 e 6 contam com 1.000 animais cada, a propriedade 4, 1.300 animais e a propriedade 3, 1.800 animais. No sistema de engorda, o tempo médio desses animais varia de 90 até 110, até a conclusão deste ciclo.

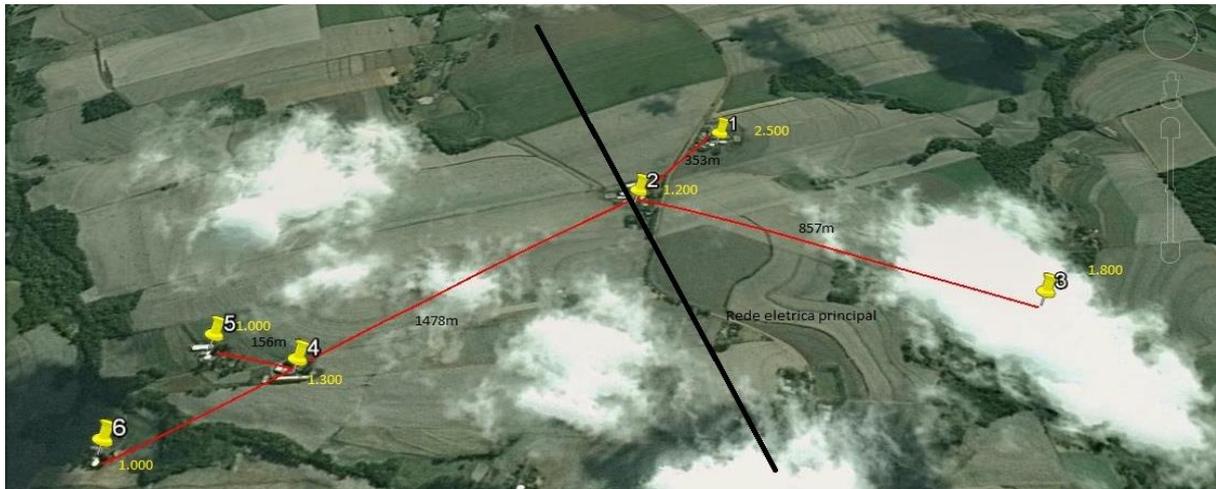
Na Figura 1, é possível observar a localização no mapa das seis propriedades estudadas. O ponto 2 da Figura 1 foi definido como o ponto estratégico, devido ao fato de possuir o maior número de animais, pela redução de custo de materiais que serão usados para canalizar o gás até a central, e pela proximidade da rede elétrica principal, que passa ao lado da propriedade, como mostra a Figura 2. Além disso, a propriedade 2 está no ponto mais alto que as demais e ter sua proximidade com a rede principal de geração de energia elétrica faz dela um diferencial para ser estalado o ponto de coleta do gás e favorecer a instalação do motor para geração da energia elétrica.

Figura 1 – Localização das propriedades



Fonte: Google Earth.

Figura 2 - Vista da propriedade 2 em relação a rede elétrica



Fonte: Google Earth.

A partir dos cálculos realizados, foi possível identificar a quantidade total de gás produzido nas seis propriedades. Para a mensuração, levou-se em consideração o fato de que cada suíno produz cerca de 2,3 kg de dejetos por dia no sistema de engorda e 6,4 Kg no sistema UPL; sendo que um kg de dejetos produz aproximadamente 0,64m³ de gás por dia (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

Constatou-se que os suínos criados no sistema de engorda produzem em média 0,147m³ de gás ao dia e no sistema UPL 0,409 m³ por dia. Como o estudo foi realizado na região noroeste, que possui um clima subtropical, onde as temperaturas variam de aproximadamente de -10°C a 40°C, descontou-se 30% do valor da capacidade de produção total de gás. Estudos recentes apontam que esta variação de temperatura reduz a produção de gás em até 30% nos dias mais frios (JOHANN, 2012). Desta forma, determinou-se que a capacidade de produção total de gás nas seis propriedades foi de 1.585,6 m³ de gás por dia.

4.2 CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA

Como o terreno onde fica a propriedade 2 está localizada no ponto mais elevado que as demais propriedades, possibilita a ela a instalação da central de coleta de biogás e a implantação de unidade geradora de energia de modo mais racional, facilitando as condições de manejo pela sua proximidade com a rede elétrica e pelo maior número de animais nas suas proximidades.

Todas as propriedades possuem biodigestores modelo canadense, apresentado na Figura 3, onde sua produção de gás se dá de forma contínua e estimada em 150m³ dia, conforme o padrão instalado pela empresa que o criador está integrado.

Para fazer a distribuição do gás das demais propriedades até a central, será necessário a construção de gasodutos entre as propriedades. Da propriedade 1 até a central será necessário a construção do gasoduto com distância de 353 metros entre as duas propriedades, já na propriedade 3 será necessária a instalação de 857 metros de gasoduto.

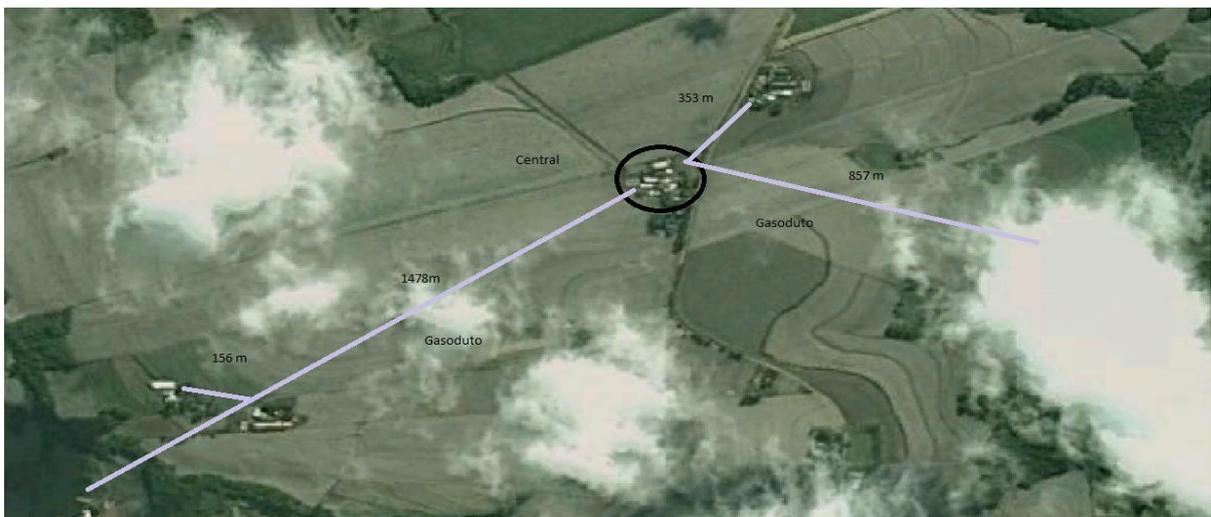
Figura 3 - Modelo de biodigestor canadense



Fonte: Google.

Os demais produtores por estarem próximos uns dos outros, usarão um gasoduto central onde apenas o produtor 5 levará seu gás a uma distância de 156 metros até o gasoduto principal que passa pelo produtor 6 até o produtor 5; e será levado a uma distância de 1478 metros até a central, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Percurso de instalação do gasoduto



Fonte: Google Earth.

Sugere-se a utilização de uma tubulação de PVC abaixo do solo, com 30 mm de diâmetro, devido as vantagens associadas a utilização desse material como: leveza, baixo custo, durabilidade e resistência química e a corrosão.

Ainda na propriedade 2, onde ficará a central do gás, há a necessidade de instalação de um balão de armazenamento, conforme modelo apresentado na Figura 4, onde ficará armazenado todo o gás canalizado de todas as propriedades, que gerará um “pulmão” que posteriormente será usado como combustível para geração de energia.

Salienta-se que todas as propriedades possuem o seu biodigestor. Com a instalação desse pulmão de armazenagem na propriedade 2, será gerado um estoque extra de gás para a geração de energia. Nos produtores 1 e 2 a produção de gás é contínua, já nos demais produtores há um intervalo, entre cada lote de animais, devido ao período entre o início da engorda e o abate, que varia de 10 a 15 dias, para que os produtores façam a limpeza dos chiqueiros e a desinfecção do local para receber os novos animais.

Figura 05 - Modelo de balão de armazenamento do gás



Fonte: Google.

De posse dos dados relativos a quantidade de gás que é produzido pelos seis produtores, que é de 1585,6m³ dia, pode-se calcular a quantidade de energia que será gerada neste condomínio, sendo:

$$Q = 1585.6 \text{ m}^3 \text{ dia} \times 1.43 \text{ kwh}$$

$$Q = 2267.40 \text{ kwh por dia}$$

$$\text{Então: } Q = 2267.40 \text{ kwh} \div 24 \text{ h}$$

$$Q = 94.4 \text{ kw por hora}$$

Com o resultado encontrado da produção de energia por dia, salienta-se que é preciso calcular a energia gerada em um mês, já que conta de luz é paga mensalmente.

$$\text{Logo: } Q = 2267.40 \text{ kwh/ dia} \times 30 \text{ dias}$$

$$Q = 68.022 \text{ kwh/ mês}$$

Sabendo que todos os produtores juntos consomem uma média mensal de 6.491 kwh/mês de energia, logo tem-se:

$$Q = 68.022 \text{ kwh mês} - 6.491 \text{ kwh mês}$$

$$Q = 61.531 \text{ kwh mês}$$

Assim, diminuindo o que se produziria de energia pelo que eles consomem, sobrá 61.531 kwh mês, que poderiam ser vendidos à concessionária que atende esses produtores.

5 CONCLUSÃO

Por meio do estudo realizado, identificou-se que a implantação de um condomínio de agroenergia a partir do biogás pode ser uma excelente fonte de renda, além de ajudar na destinação correta dos resíduos sólidos dos biodigestores das propriedades, diminuindo a poluição ambiental.

Os resultados demonstraram o potencial energético daquela região, que apresentou elevado nível de produção de energia, favorecendo a viabilidade de investimentos para a geração de energia a partir de dejetos de suínos.

A principal contribuição do estudo foi a de demonstrar, que com a implantação deste condomínio, os produtores deixariam de consumir energia da rede, e ainda teriam a opção da venda do excedente, sendo este mais uma forma diminuir custos de produção e agregar renda as propriedades.

REFERÊNCIAS

BARICHELO, R.; FILHO, N., C.; DEIMLING, M., COSTA, V., D. Pequeno condomínio de agroenergia a partir do biogás proveniente do tratamento de dejetos suínos: um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2., 2012, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UFTPR, 2012.

BARICHELO, R.; HOFFMANN, R. Pequeno condomínio de agro energia a partir do biogás proveniente do tratamento de dejetos suínos: um estudo de caso no município de Tucunduva, RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.

BENDER, C. M.; BERTOLDI, S. S. Análise da relação contratual entre suinocultores de Horizontina e indústria processadora. In: Congresso da SOBER, 48., 2012, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOBER, 2010.

FARRET, F. A. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica.** 2ª edição. Santa Maria - RS. Editora UFSM, 2010.

JOHANN, C. D. **Dimensionamento de uma instalação para aproveitamento do biogás existente nas pequenas propriedades rurais.** FAHOR- Faculdade Horizontina, 2012.

KONZEN, E. A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

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

LIMA, P. C. R. **Biogás da suinocultura: uma importante fonte de geração de energia.** Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 2007.

MAPA. Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Suínos.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>. Acesso em: jun. 2016.

DE OLIVEIRA, P. A. V. Produção e aproveitamento do biogás. In: OLIVEIRA, P. A. V. de. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. Cap. 4, p.43-55.

DE OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

RATHUNDE, P H. **Viabilidade econômica da geração distribuída do biogás de dejetos animais no município de Cruz Machado.** 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado em Organizações e Desenvolvimento) – Centro Universitário Franciscano, Curitiba, 2010.

SCHUCH, S. L. **Condomínio de agroenergia: potencial de disseminação na atividade agropecuária.** 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

WALKER, E. **Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais.** 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.