

**CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA: POTENCIAL DE
DISSEMINAÇÃO NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA**

SÉRGIO LUÍS SCHUCH

SÉRGIO LUÍS SCHUCH

**CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA: POTENCIAL DE
DISSEMINAÇÃO NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA**

CASCADEL

PARANÁ - BRASIL

FEVEREIRO – 2012

SÉRGIO LUÍS SCHUCH

**CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA: POTENCIAL DE
DISSEMINAÇÃO NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA**

**Dissertação apresentada à Universidade
Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE,
como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Energia na Agricultura
para obtenção do título de mestre em
Energia na Agricultura.**

Orientador: Prof. Dr. Armin Feiden

**Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo
Camargo Nogueira**

CASCADEL

PARANÁ - BRASIL

FEVEREIRO – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Central do Campus de Cascavel – Unioeste

Ficha catalográfica elaborada por Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

S415c Schuch, Sérgio Luís
Condomínio de agroenergia: potencial de disseminação na atividade agropecuária. / Sérgio Luís Schuch — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012.
50 f. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Armin Feiden

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Energia na Agricultura, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.

Bibliografia.

1. Processamento anaeróbico. 2. Biomassa residual animal. 3. Agroenergia. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

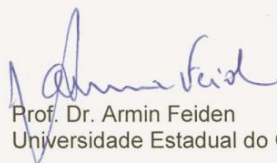
CDD 21.ed. 333.7938

SÉRGIO LUIS SCHUCH

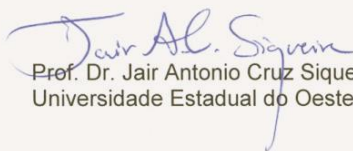
“Condomínio de Agroenergia: Potencial de disseminação na atividade agropecuária”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, **aprovada** pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador:



Prof. Dr. Armin Feiden
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel



Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel



Profa. Dra. Katya Regina de Freitas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/Cornélio
Procópio

Cascavel, 10 de fevereiro de 2012.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
<i>Capítulo 1</i>	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÕES.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
<i>Capítulo 2</i>	21
RESUMO	22
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
1. Produção de biomassa residual animal.....	27
2. Geração de biogás	28
3. Retornos propiciados com o sistema de geração de energias.....	29
4. Considerações	30
CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
<i>Capítulo 3</i>	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	38

1. Condomínio de agroenergia	38
2. Condomínio de Agroenergia Ajuricaba	38
2.1 Componentes do projeto Condomínio de Agroenergia Ajuricaba	39
3. Condomínio de Agroenergia Jundiaí.....	40
3.1 Componentes do projeto Condomínio de Agroenergia Jundiaí	41
4. Parâmetros de avaliação econômico-financeira	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
1. Projeto Condomínio de Agroenergia Ajuricaba	43
1.1 Projeções de receitas do Condomínio de Agroenergia Ajuricaba	43
1.2 Indicadores de viabilidade econômica e financeira do Condomínio Ajuricaba	44
2. Projeto Condomínio de Agroenergia Jundiaí	44
2.1 Projeção de receitas do projeto Condomínio Jundiaí	44
2.2 Indicadores de viabilidade econômica e financeira do Condomínio Jundiaí	45
3. Considerações	45
CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CONCLUSÕES GERAIS	49

INTRODUÇÃO

A região oeste do estado do Paraná apresenta um moderno e diversificado sistema de exploração agropecuário destacando-se como uma grande produtora de alimentos. De acordo com o Perfil Geográfico da Região Oeste do Paraná IPARDES (2011), a região é delimitada pela margem esquerda do rio Paraná, tem extensão territorial de 22.864,702 km², apresenta população censitária de: 1.219.558 habitantes; 71.890.792 galináceos; 1.995.150 suínos e 1.187.351 bovinos. A região é composta por 50 municípios, aglutinados em três micros regiões pólo: Toledo, Cascavel e Foz do Iguaçu. Apresenta distribuição fundiária totalizando 54.998 imóveis rurais, dos quais, 84% são caracterizados como de módulo econômico familiar, ou seja, possuem área inferior a 72 ha e renda familiar anual de até R\$ 110.000,00. O sistema produtivo consiste principalmente do cultivo de grãos de soja e milho, com grande parte destinada à produção de ração animal, comercializados em sistema de integração com um moderno parque agroindustrial processador de produtos de origem animal. A integração entre produção e industrialização consolida o processo de conversão da proteína vegetal em proteína animal como o principal negócio da agropecuária regional.

A criação de animais, em espaços cada vez mais confinados, produz grande concentração de dejetos, na forma de efluente orgânico adicionado de resíduos sólidos minerais. Para Shigaki, *et al.* (2009), uma propriedade rural com 600 suínos produz a mesma quantidade de fósforo, nos dejetos, que uma cidade com 2.100 pessoas. Dejetos animais sem receber tratamento adequado, ao decomporem-se por efeito biológico, provocam severa poluição ambiental com emissões de gases nocivos na atmosfera e contaminação do solo e da água. Segundo Sganzerla (1983), todos os materiais que têm propriedade de se decomporem por efeito biológico, isto é, pela ação de diferentes bactérias, são considerados biomassas. Sem destinação adequada, a biomassa residual, constitui um elevado passivo ambiental de difícil solução. Porém, a biomassa residual, pode ser transformada em um ativo gerador de renda na atividade rural, se analisada sob enfoque de matéria prima de geração de energias renováveis, como o biogás. Para Bley Jr. (2009), a energia da biomassa residual pode ser armazenada na forma de biogás,

transformada em energia elétrica e liberada em horários específicos, como a hidroenergia.

Na atividade agrícola, devido à capacidade de endividamento limitada, a tomada de decisão para investimentos em saneamento ambiental são continuamente postergados por apresentarem custos altos e retornos de difícil mensuração. Porém como alternativa de motivar investimentos no saneamento rural, esta a oportunidade comercial representada pela biodigestão anaeróbia, citada por Feiden (2001), como um processo bioquímico que utiliza ação bacteriana para fracionar compostos complexos e produzir um gás combustível, chamado biogás, composto basicamente por metano e dióxido de carbono (VOGELS, *ET AL.*, 1998).

A produção do biogás de forma ambiental e economicamente sustentável pode transformar o antigo problema de falta de saneamento rural, que é consequência direta da abundante geração de dejetos animais, em uma nova oportunidade de renda para a exploração agropecuária. A relevância está em abordar os dejetos animais não como um problema ambiental de difícil solução, mas com o enfoque de matéria prima, a biomassa residual animal, obtido sem custos diretos e sem a necessidade de investimentos específicos para sua produção, por ser um subproduto da exploração agropecuária. A opção pela matéria prima biomassa residual pode propiciar o desenvolvimento de alternativas ambientalmente e economicamente sustentáveis com oportunidades de negócio e renda para as propriedades rurais quer de forma individualizada ou de forma coletiva com a associação de diversos imóveis rurais vizinhos entre si, em condomínios de geração e comercialização de agroenergias.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o processamento anaeróbio da biomassa residual animal, com enfoque de matéria prima para geração de energia e renda, na atividade agropecuária, considerando três questões importantes:

- que o grande volume de biomassa residual animal da região oeste do Paraná sinaliza como uma nova oportunidade de negócio e renda no meio rural.

- que o processamento anaeróbio da biomassa residual animal, de forma individualizada, desenvolvido a partir de biodigestor modular, fabricado em fibra de

vidro, proporciona: ganhos, redução de custos e aumento de renda da atividade leiteira em uma propriedade familiar rural.

- que o processamento anaeróbio da biomassa residual animal, de forma condominial, planejado como atividade econômico-financeira, demonstra ser uma oportunidade de negócio e renda, com potencial de disseminação, na atividade agropecuária.

O resultado deste estudo busca contribuir para a definição de estratégias de como abordar o grave problema da destinação da biomassa residual animal, na região oeste do Paraná, de forma econômica e ambientalmente sustentável e apresenta-se estruturado em três capítulos intitulados como:

1. AGROENERGIA DA BIOMASSA RESIDUAL: OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO E RENDA NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ
2. PROCESSAMENTO ANAERÓBIO DA BIOMASSA RESIDUAL EM IMÓVEL FAMILIAR RURAL
3. CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA: POTENCIAL DE DISSEMINAÇÃO NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLEY JR, Cícero; LIBÂNIO, José Carlos; GALINKIN, Maurício; OLIVEIRA, Mauro Marcio. Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. 2ª ed. rev. – Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2009. 140 p.: il., color.

FEIDEN, Armin. Tratamento de águas residuárias de indústria de fécula de mandioca através de biodigestor anaeróbio com separação de fases em escala piloto. Tese do Curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Energia na Agricultura da UNESP. Botucatu, 2001.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. WWW.ipardes.gov.br. Consultado em 09/08/2011.

SGANZELA, Edílio. Biodigestores: uma solução. Porto alegre. Agropecuária, 1983.

SHIGAKI, Francirose; SHARPLEY, Andrew; PROCHNOW, Luís Ignácio. Animal-based agriculture, phosphorus management and water quality in Brazil: options for the future. Scientia Agricola, v63, n. 2, p 194-209. 2006.

VOGELS, G. D., KELTJENS, J. T., DRIFT, C. V. D. Biochemistry of methane production. In: ZEHNDER, A. J. B. Biology of anaerobic microorganisms. New York: Jhon Wiley, 1988. 872p.

Capítulo 1

AGROENERGIA DA BIOMASSA RESIDUAL ANIMAL: OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO E RENDA, NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

RESUMO

SCHUCH, Sérgio Luís, M. sc., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2012. **Agroenergia da biomassa residual animal: Oportunidade de negócio e renda, na região oeste do Paraná.** Orientador: Prof. Dr. Armin Feiden. Co-orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira.

O presente trabalho objetiva chamar a atenção para o grande volume de biomassa residual animal e do seu potencial para produção e comercialização de biogás na região oeste do Paraná. Salientando a relevância em abordar os dejetos animais não como um problema ambiental de difícil solução, mas com um enfoque novo, o de matéria prima biomassa residual animal, obtida sem custos diretos e sem a necessidade de investimentos específicos para sua produção. A geração de agroenergia, através da implantação de biodigestores nos imóveis rurais, para o processamento e comercialização de energias provenientes do biogás, sinaliza como uma nova oportunidade de negócio e renda regional. A comparação de resultados, entre comercialização do biogás em equivalente ao gás liquefeito de petróleo com o de geração de energia elétrica, demonstra vantagem para a comercialização na forma gás.

Palavras-chave: biomassa residual animal, biogás, comercialização.

ABSTRACT

SCHUCH, Sergio Luis, M. sc., State University of West of Paraná, in February 2012. **Agroenergy residual biomass animal: Business opportunity and income in western Paraná.** Advisor: Prof. Dr. Armin Feiden. Co-supervisor Prof. Dr. Camargo Carlos Eduardo Nogueira.

This paper aims to draw attention to the large volume of residual biomass of the animal and its potential for biogas production and commercialization in western Paraná. Stressing the importance to address animal waste not as an environmental problem of difficult solution, but with a new approach, the residual biomass raw material animal, obtained without direct cost and without the need for specific investments in its production. The generation of bioenergy through the implementation of digesters in rural property, for processing and marketing of energy from biogas, signals as a new business opportunity and regional income. The comparison of results between marketing biogas equivalent to liquefied petroleum gas to electric power generation, demonstrates the advantage to marketing as gas.

Keywords: animal waste biomass, biogas, commercialization.

INTRODUÇÃO

A produção do biogás de forma ambiental e economicamente sustentável pode transformar o antigo problema de falta de saneamento rural, consequência direta da abundante geração de dejetos animais, em uma nova oportunidade de negócio e renda para a exploração agropecuária. A relevância está em abordar os dejetos animais não como um problema ambiental de difícil solução, mas com enfoque de matéria prima biomassa residual animal, obtida sem custos diretos e sem a necessidade de investimentos específicos na sua produção.

Conforme Nardi (2009), na região Sul concentra-se mais de 47% do rebanho suíno Brasileiro, somando aproximadamente 17 milhões de cabeças, sendo que o estado do Paraná contribui com 28% do plantel da região Sul, em que a microrregião de Toledo aparece como a de maior concentração de animais, com mais de 400 mil (IBGE, 2007). Considerando-se a produção média de dejetos sólidos de 2,25 kg/suíno adulto/dia, (BARREIRA, 1993), estima-se que sejam gerados na micro região de Toledo mais de 328 mil de toneladas anuais. Para Trevisan e Monteggia (2009), os resíduos orgânicos provenientes das criações de suínos possuem alta concentração de matéria orgânica e podem ser utilizados como biomassa para a produção de biogás. Na concepção de Amaral *et al.* (2004), em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros, um volume considerável de dejetos animais são gerados diariamente.

O manejo inadequado dos dejetos, ricos em matéria orgânica e agentes patogênicos, pode ser responsável pela poluição de águas superficiais e subterrâneas, devido ao carreamento desse material pela ação das chuvas (DORAN E LINN, 1979). De acordo com Sganzerla (1983), todos os materiais que têm propriedade de se decomporem por efeito biológico, isto é, pela ação de diferentes bactérias, são considerados biomassas. Para Souza *et al.* (2004), biomassa é a massa total de matéria orgânica acumulada em um determinado espaço. Assim, biomassas são todas as plantas e animais, inclusive seus resíduos, e as matérias orgânicas transformadas provenientes de indústrias alimentícias e indústrias transformadoras de madeira. Segundo Bley Jr. (2009), a energia da biomassa residual pode ser armazenada na forma de biogás, transformada em energia elétrica e liberada em horários específicos, como a hidroenergia. Feiden (2001) cita que a geração de gás metano – CH₄, em reatores anaeróbios denominados de biodigestores, se dá através da biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos, um processo bioquímico que utiliza ação bacteriana para fracionar compostos complexos e produzir um gás combustível, chamado biogás, composto

basicamente por metano e dióxido de carbono (VOGELS, *et al.*1988). O biodigestor é considerado por alguns como um poço de petróleo, uma fábrica de fertilizantes e uma usina de saneamento, unidos em um mesmo equipamento (SOUZA *et al.*, 2004). Ele trabalha com qualquer tipo de material que se decomponha biologicamente sob ação das bactérias anaeróbias. Praticamente todo resto de animal ou vegetal é biomassa capaz de fornecer biogás através do biodigestor. Os resíduos animais são os melhores alimentos para os biodigestores, pelo fato de já saírem dos seus intestinos carregados de bactérias anaeróbias (TURDERA E YURA, 2006). O biogás é uma fonte promissora de energia renovável. Ele pode ser convertido diretamente em energia elétrica e também em célula de combustível. Pode ser queimado, liberando calor à temperatura elevada. Pode ser queimado em uma cogeração para a produção simultânea de calor e energia. Pode ser adicionado na rede de gás natural para fins de consumo em energia. Também pode ser utilizado como combustível para veículos, sendo distribuídos por postos de abastecimento (DEUBLEIN E STEINHAUSER, 2008). O biogás para que ser transportado por longas distâncias tem de ser purificado antes de ser utilizado. Conforme Bley Jr. (2009), o biogás resultante da digestão da biomassa é inflamável em função da quantidade de metano que contém, uma característica que o habilita também para uso como combustível em turbinas e motores a explosão e acoplado-se a estes um gerador, produz-se energia elétrica. O poder calorífico usual do biogás varia entre 5.000 e 7.000 kcal/m³, podendo chegar até 12.000 kcal/m³ quando altamente purificado (BARRERA, 1993), portanto, com grande potencial de uso como energia térmica ou energia elétrica ao alimentar moto gerador. Já o produto resultante da geração de biogás, o biofertilizante, é o efluente resultante da fermentação anaeróbia da biomassa residual, (SANTOS, *et al* 2007), após a extração do biogás e estima-se que 10.000 litros de biofertilizante, equivalem a 400 kg de adubo químico.

O objetivo deste trabalho é destacar a oportunidade de negócio e renda, representada pela utilização da biomassa residual animal, para geração e comercialização do biogás, de forma econômica e ambientalmente sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

A região oeste do Paraná composta por cinquenta municípios, segundo o IBGE (2007) abrange uma área territorial de 22.864 km² e tem uma população de 1.245.391 habitantes. Região com predominância da produção e agro industrialização de grãos (soja, milho e trigo) e pecuária de carne e leite (suínos frangos e bovinos). Calculado em 54.998 o número de imóveis rurais, dos quais 84% são caracterizados como de módulo econômico familiar. Ou seja, na condição em que os agricultores: residam no imóvel rural ou próximo a ele, não disponham de área superior a quatro módulos fiscais limitados a 72 hectares, que no mínimo 70% da renda familiar provenham das explorações agropecuárias e renda bruta familiar anual seja de até R\$ 110.000,00.

A atividade leiteira na região é praticada, conforme levantamento da Secretária de Estado da Agricultura e Abastecimento do Paraná, por vinte e quatro mil oitocentos e sessenta e oito produtores. O plantel animal totaliza trezentas e seis mil cabeças de vacas leiteiras, com produção média de 15 litros de leite/dia. O manejo ocorre com recolhimento dos animais para duas ordenhas diárias, ao amanhecer e a ao entardecer. Depois de ordenhados os animais recebem suplementação alimentar, momento em que geram grande quantidade biomassa residual, sendo após conduzidos para área de pastagens, onde passam o restante do dia. Já a suinocultura comercial, conforme informação fornecida pela Associação de Suinocultores do Oeste do Paraná é atividade explorada por dois mil oitocentos e oitenta suinocultores. Realizada em regime de confinamento com plantel de um milhão setecentas e vinte mil cabeças que produzem grande volume de biomassa residual, adicionado de água, este efluente orgânico atinge o volume médio de 10 litros/cabeça. Efluente recolhidos em esterqueiras e após fermentação a céu aberto e utilizado em aspersão para fertilização do solo.

A existência de abundante oferta regional de biomassa residual animal, sem destinação adequada e exploração comercial, nas condições atuais, provoca graves problemas de saneamento rural e geração de um passivo ambiental de difícil solução, com emissão de gases de efeito estufa na atmosfera e contaminação do solo e água. De forma complementar existe a demanda regional, crescente, por energia proveniente do gás liquefeito de petróleo (GLP) nas atividades produtivas e domésticas dos imóveis rurais. A convergência destas constatações sugere o potencial de redução da poluição ambiental, pelo processamento anaerobiamente da biomassa residual, para geração de energia térmica e elétrica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de biomassa residual ocorre de duas formas distintas. Na suinocultura o regime de confinamento facilita e propicia a coleta da totalidade dos dejetos produzidos. Para vacas leiteiras aproveitamento é parcial, ocorrendo após a suplementação alimentar dos animais, estimando-se recolhimento de 50% do volume produzido diariamente, após ocorrer adequação dos estábulos para esta atividade. Conforme demonstrado na Tabela 1, o volume da biomassa residual animal, produzido na região oeste, atinge o volume de 1.971.000 t/ano.

Tabela 1 - Produção de biomassa residual animal

Plantel animal	Produtores (n°)	Cabeças (n°)	Produção diária (kg)	Produção biomassa (t/ano)
Suínos *	2.880	1.720.000	2,25	1.412.550
Vacas leiteiras **	24.868	306.000	10	558.450
Total	-	2.026.000	-	1.971.000

* Considerado o aproveitamento de 100% do volume de dejetos produzidos.

** Considerado o aproveitamento de 50% do total de dejetos produzidos.

O potencial de produção de biogás na região oeste do Paraná, conforme demonstrado de na Tabela 2, e de 130.283.100 m³/ biogás. O biogás apresenta uma composição média de 60% de gás metano (CH₄), 36% de gás carbônico (CO₂), 3% de gás sulfídrico (H₂S) e 1% de gases como amônia (NH₃) e nitrogênio (N₂). Após processo de purificação é passível de obtenção do biogás purificado, denominado de biometano, no volume de 78.169.860 m³/ano.

Tabela 2 – Potencial de produção de biogás

Plantel animal	Biomassa (kg/ano)	Biogás (m ³ /ano)	Biometano *** (m ³ /ano)
Suínos *	1.412.550.000	110.178.900	66.107.340
Vacas leiteiras **	558.450.000	20.104.200	12.062.520
Total	1.971.000.000	130.283.100	78.169.860

* Considerado a produção 0,078 m³ de biogás por quilo de biomassa residual suína.

** Considerado a produção 0,036 m³ de biogás por quilo de biomassa residual bovina.

*** Considerando a retirada de 40% da mistura de gases que compõe o biogás.

A Tabela 3 apresenta a simulação da oportunidade comercial representada pelo biogás purificado, em substituição a demanda do GLP, unidade botijão de 13 kg. apresenta a quantidade de 2.705.880 botijões de gás passíveis de produção, com potencial de geração de renda de R\$ 108.235.190,00.

Tabela 3 – Potencial de geração de receitas do biometano

Biometano (m ³)	Biometano (kg)	Botijões (13 kg)	Valor Botijão (R\$)	Valor (R\$/ano)
78.169.860	35.176.437	2.705.880	40,00	108.235.190,00

* Considerado índice de conversão de m³ para kg de 0,43

A Tabela 4 apresenta a utilização do biometano como combustível para geração de energia elétrica, demonstrando ser possível gerar 96.930.626 quilowatts hora (kWh) anualmente e obter receitas de R\$ 12.600.891,00.

Tabela 4 – Potencial de geração de energia elétrica e receitas

Biometano (m ³)	Geração Energia Elétrica* (kWh/ano)	Valor kW (R\$)	Total (R\$/ano)
78.169.860	96.930.626	0,13	12.600.981,00

*Considerado o índice de 1,24 kWh gerados por metro cúbico de gás metano consumido.

A Tabela 5 apresenta que o potencial da economia passível de ser realizada, com os gastos evitados na aquisição de fertilizantes químicos, com a utilização de 1.915.155 t/ano de biofertilizante, propiciando a economia de R\$ 78.435.240,00, na fertilização do solo.

Tabela 5 – Potencial de economia com redução de uso de fertilizantes químicos concentrados.

Elemento	Composição (%)	Produção (t/ano)	Unitário (R\$/t)	TOTAL (R\$/ano)
Húmus	95,0	1.881.950	-	-
Nitrogênio	2,2	39.182	705,00	29.386.500,00
Fósforo	1,6	28.496	450,00	12.823.200,00
Potássio	1,2	21.372	1.695,00	36.225.540,00
Total	-	-	-	78.435.240,00

CONCLUSÕES

A biomassa residual animal gerada no processo de produtivo agropecuário sinaliza para a oportunidade de realizar o saneamento ambiental rural com enfoque de geração de negócios e renda no meio rural, se seus detentores, os proprietários rurais, a considerarem não mais como um passivo ambiental de difícil resolução, mas sim, como uma matéria prima, passível de investimento e retorno financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Cecília Maria Costa do; AMARAL Luiz Augusto do; LUCAS JUNIOR Jorge de; NASCIMENTO, Antônio do; FERREIRA, Daniel de Souza; MACHADO, Maria Rita Fernandes. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, p.1897-1902, 2004.

BARRERA, Paulo. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. 2º ed. São Paulo. Ícone, 1993.

BLEY JR, Cícero; LIBÂNIO, José Carlos; GALINKIN, Maurício; OLIVEIRA, Mauro Marcio. Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. 2ª ed. rev. – Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2009. 140 p.: il., color.

BLEY JR, Cícero; ROLOFF, Gláucio. Condomínio cooperativo de agroenergia: Produção de energias e saneamento rural em pequenas propriedades. Foz do Iguaçu, 2009.

DEUBLEIN Dieter; STEINHAUSER, Angelika. Biogás from waste and Renewable resource. An introduction. Copyright 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 450p.

DORAN, J.W.; LINN, D.M. Bacteriological quality of run off water from pastereland. *Applied of Microbiology*, v.37, p.985-991, 1979.

FEIDEN, Armin. Tratamento de águas residuárias de indústria de fécula de mandioca através de biodigestor anaeróbio com separação de fases em escala piloto. Tese do Curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Energia na Agricultura da UNESP. Botucatu, 2001.

NARDI, Vanessa Karina. Produção de efluente e balanço de nutrientes em granjas de terminação de suínos no oeste do Estado do Paraná. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

SANTOS, I. A. SANTOS, C. S. SANTOS, ROCHA, R. E. R. Avaliação técnico-econômica do aproveitamento de biogás para geração de energia elétrica a partir de dejetos de bovinos leiteiros. UNIFEI/MG, Instituto Federal – Muzambinho, MG, Brasil, 2007.

SGANZELA, Edílio. Biodigestores: uma solução. Porto alegre. Agropecuária, 1983.

SOUZA, Cecília F.; LUCAS JUNIOR, Jorge de; FERREIRA, Williams P. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato: considerações sobre a partida. *Eng. Agríc.* [online]. maio/ago. 2005, vol.25, no.2, p.530-539.

TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de Dourados. 6º Encontro de Energia no Meio Rural. Campinas, 2006.

TREVISAN, Viviane; MONTEGGIA, Luiz Olinto. Produção de hidrogênio a partir de efluente da suinocultura e estimativa do seu poder energético, IPH. UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, 2009.

VOGELS, G. D., KELTJENS, J. T., DRIFT, C. V. D. Biochemistry of methane production.
In: ZEHNDER, A. J. B. Biology of anaerobic microorganisms. New York: John Wiley, 1988.
872p.

Capítulo 2

PROCESSAMENTO ANAERÓBIO DA BIOMASSA RESIDUAL EM IMÓVEL FAMILIAR RURAL

RESUMO

SCHUCH, Sérgio Luís, M. sc., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2012. **Processamento anaeróbio da biomassa residual em imóvel familiar rural.** Orientador: Prof. Dr. Armin Feiden. Co-orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira.

Este trabalho objetiva apresentar o sistema de geração de agroenergias desenvolvido em imóvel rural, de módulo econômico familiar, no município de Toledo – PR. O sistema é composto por um modelo de biodigestor simples, que dispensa obras de alvenaria e não possui campânula para armazenamento do biogás. Os dejetos bovinos e a água de lavagem do piso do estábulo, após a ordenha, são canalizados para a câmara de biodigestão anaeróbia onde ocorre a produção do biogás. Após o armazenamento em balão flexível de polietileno de alta densidade o biogás, após compressão, é utilizado no abastecimento de uma central de aquecimento de água e na cocção de alimentos, em substituição ao gás liquefeito de petróleo. A lenha utilizada da pequena agroindústria familiar de produção de melado de cana-de-açúcar também está sendo substituída pelo biogás e a instalação de um conjunto moto gerador proporciona geração de energia elétrica bifásica de 70 Ampères. O sistema implantado propicia auto-suficiência energética, contribui para a diminuição dos custos operacionais da propriedade e proporciona melhor qualidade da produção de leite.

Palavras-chave: biodigestor, biogás, agroenergia.

ABSTRACT

SCHUCH, Sergio Luis, M. sc., State University of West of Paraná, in February 2012. **Anaerobic processing of residual biomass in rural family property.** Advisor: Prof. Dr. Armin Feiden. Co-supervisor Prof. Dr. Camargo Carlos Eduardo Nogueira.

This work presents the agroenergiás generation system developed in rural property, the economic module family, the city of Toledo - PR. The system is composed of a simple model biodigester exempting building and has no hood for storage of biogas. The cattle manure and wash water from the floor of the barn after milking, are channeled to the chamber where anaerobic digestion is the production of biogas. After the storage flask flexible high density polyethylene biogas, after compression, and used to supply a central water heating and cooking, to replace liquefied petroleum gas. The wood used in small family agro industry production of molasses cane sugar is also being replaced by biogas and installing a whole bike generator provides electric power generation biphasic 70 Amps. The implanted system provides self-sufficiency in energy contributes to reducing the operating costs of the property and provides better quality of milk production.

Key words: biogas, digester, bioenergy.

INTRODUÇÃO

Em um imóvel rural, de módulo econômico familiar, localizado no município de Toledo, região oeste do estado do Paraná, o desenvolvimento de um modelo inovador de biodigestor, desenvolvido e adaptado as necessidades da bovinocultura de leite produz energias para uso nas diversas atividades da propriedade. O biogás produzido a partir deste biodigestor proporciona a substituição total da utilização do gás GLP nas demandas de energia calorífica do imóvel rural. O uso de um conjunto moto-gerador de ciclo Otto permite a substituição do consumo de energia elétrica, nos momentos de maior demanda, durante a ordenha e resfriamento do leite. O efluente orgânico, resultante da biodigestão anaeróbia, é utilizado na substituição da adubação química nas áreas de cultivos de pastagens e complementa a fertilização na área de cultivos de grãos.

O objetivo deste trabalho está em destacar o sistema de geração de agroenergias desenvolvido a partir de um modelo de biodigestor modular de fibra de vidro, que dispensa obras de alvenaria e não possui campânula para armazenamento do biogás.

MATERIAL E MÉTODOS

O imóvel rural apresenta-se como uma típica propriedade de módulo econômico familiar da região oeste do Paraná, com área total de trinta e três hectares explorados economicamente com culturas anuais mecanizadas e bovinocultura de leite. Durante a safra de verão são cultivados vinte hectares com soja e na de inverno a mesma área é cultivada com milho safrinha. Para alimentação animal são destinados doze hectares, sendo cinco hectares com pastagens formadas de grama tifton e sete hectares de milho para ensilagem. O plantel de animais leiteiros é composto por quarenta vacas em lactação, dez novilhas e dez bezerras e o sistema de reprodução adotado é o de inseminação artificial, sendo os animais machos destinados para o sistema de confinamento e abate. Neste regime são mantidos até dez bezerros para engorda e comercialização em abatedores do município. Na concepção de Amaral *et al.* (2004), em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros, um volume considerável de dejetos animais são gerados diariamente. O manejo inadequado desses

dejetos, os quais são ricos em matéria-orgânica e agentes patogênicos, pode ser responsável pela poluição de águas superficiais e subterrâneas, devido ao carreamento desse material pela ação das chuvas (DORAN e LINN, 1979).

Para abrigar vacas leiteiras e potencializar a coleta dos dejetos foi construído um galpão pré-moldado com piso de alvenaria. Neste ambiente as vacas passam a noite, aguardam pela ordenha e recebem complementação alimentar, após são soltas a campo onde permanecem o restante do dia. No final da tarde são recolhidas para nova ordenha. A produtividade média é de quinze litros de leite por cabeça, totalizando produção anual de leite de duzentos e dezesseis mil litros. Toda produção leiteira é comercializada com indústria de laticínios do município. O plantel bovino produz diariamente um grande volume de dejetos animais. Sem tratamento apropriado toda esta biomassa residual animal era em parte carreada para esterqueiras abertas e parte abandonada sobre o solo. De acordo com Sganzerla (1983), biomassas são todos os materiais que têm propriedade de se decomporem por efeito biológico, isto é, pela ação de diferentes bactérias.

Buscando dar um destino adequado a volumosa produção diária de biomassa residual animal foi desenvolvido, no imóvel rural, um modelo de biodigestor a partir de junção de duas caixas de água de fibra de vidro. Após várias tentativas entre erros, acertos e adaptações o biodigestor resultante mostrou-se eficiente, econômico e adequado para as condições de pequenas propriedades leiteiras. Com a instalação do biodigestor a biomassa animal do estábulo é coletada e conduzida, por lavagem do piso, para caixas de homogeneização. Durante a homogeneização palhas e materiais sólidos são retirados, por coleta manual utilizando forcados, para evitar o entupimento de canalizações e do biodigestor. O caudal, formado pela biomassa residual animal é homogeneizado com partes iguais de água e conduzido por gravidade para o biodigestor, instalado em cota altimétrica inferior do terreno. Durante o pastoreio os excrementos não são coletados.

O biodigestor é de fluxo contínuo, fabricado de forma modular em fibra de vidro, em sua instalação dispensa obras de alvenaria e não possui cúpula para armazenamento do biogás. Sua instalação, de forma vertical, começa com escavação do terreno na profundidade e diâmetro correspondente a metade da altura total do biodigestor. A metade restante do biodigestor fica exposta para receber a incidência dos raios solares. Em seu interior não possui parede divisória para separação de material mais denso do mais leve encontrado na fase final de fermentação. O abastecimento da biomassa ocorre à meia altura, por tubulação

de polipropileno enterrada no solo. O fluxo ao cair propicia a agitação do material mais sólido com potencial de sedimentação na base do digestor. Conforme a biomassa é processada, nas diversas fases de fermentação do período de retenção hidráulica de 30 dias, torna-se menos densa e acende para a parte superior do biodigestor. Ao atingir o topo o caudal, com eventuais restos de materiais não digeridos ricos em celulose, desce por um grande funil coletor, de diâmetro imediatamente inferior ao do biodigestor, instalado internamente no topo do digestor. A descarga do efluente coletado pelo funil desce pela tubulação instalada no centro do biodigestor até meia altura (nível do solo) sendo conduzido para lagoa de estabilização.

A geração de gás metano, em reatores anaeróbios denominados de biodigestores, ocorre através da biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos, um processo bioquímico que utiliza ação bacteriana para fracionar compostos complexos e produzir um gás combustível, chamado biogás, composto basicamente por metano e dióxido de carbono (VOGELS *et al.*,1988). No biodigestor de fibra de vidro o biogás acumula-se, no pequeno espaço existente entre o nível da biomassa e o teto. Deste espaço, premido pela pressão hidrostática, o biogás acaba expulso e seguindo por tubulação enterrada no solo até um balão pulmão, de manta de polipropileno de alta densidade, onde é armazenado em pressão ambiente. Do balão o biogás, após passar por filtro purgador para retirar água de condensação, formada pela diferença de temperatura entre o biogás e a tubulação enterrada. Livre de água e sugado por um compressor de ar o biogás é comprimido à pressão de 2 bar (200 kPa) e armazenado no bujão de depósito conectado a tubulação de polipropileno para utilização como energia térmica. Antes de acessar equipamentos como fogão, fornos e aquecedor de água, o biogás passa por câmara de expansão. O consumo de gás liquefeito de petróleo da propriedade (GLP), estimado em quatro botijões por mês (unidade de 13 kg), foi substituído por biogás. Sendo a água quente necessária para higienização de ordenhadeiras, canalizações, resfriador de leite e sala de ordenha tem como fonte de calor o biogás. Na pequena agroindústria de produção de melado e açúcar mascavo, atividade familiar para comercialização em programas institucionais de aquisição de alimentos, a lenha dos fornos está sendo substituída pelo biogás.

O sistema de ligação de energia elétrica da propriedade familiar é atendido por um transformador de 15 kVA de potência aparente, 13.800 Volts de tensão primária e 220/127 Volts de tensão secundária. Este sistema proporciona ao imóvel rural 15,40 kW da rede de energia, carga suficiente para supri-la por um determinado espaço de tempo. Não satisfeito com este avanço, o proprietário escolheu por inovar o setor energético concebendo um modelo de geração de energia elétrica a partir de biogás em busca de auto-suficiência em

energia elétrica na propriedade. Acoplou a um motor de combustão interna de ciclo Otto acionado a biogás um gerador síncrono de energia elétrica de 1800 rotações por minuto capaz de produzir 13 kW de potência ativa.. Assim a propriedade passou a se constituir num modelo auto-suficiente em energia elétrica e se enquadra dentro dos conceitos atuais de eficiência energética onde toda energia consumida pode ser eficientemente utilizada sem desperdício nem custos adicionais. Sória e Filipini (2010) definem Eficiência Energética como sendo um meio de atrelar o uso racional da energia sem prejuízo do conforto e bem estar do usuário e do meio ambiente. É uma forma virtual de geração desta energia.

Complementando o ciclo de geração e auto-suficiência de energia na propriedade rural, o efluente orgânico resultante da biodigestão anaeróbia, após a produção do biogás, é armazenado em lagoas de estabilização. Este material, ao contrário dos dejetos animais “in natura” não exala mau cheiro, não atrai e nem prolifera moscas é utilizado como fertilizante do solo para nutrição de pastagens e culturas anuais de soja e milho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Produção de biomassa residual animal

O aproveitamento da biomassa residual animal, conforme apresentado na Tabela 1 totaliza 111.600 kg/ano, e se dá de duas formas distintas. A produzida por vacas leiteiras é coletada diretamente do piso do abrigo dos animais. No dimensionamento da biomassa estima-se coletar 50 % da produção diária e somente a dos momentos de espera de ordenha e suplementação alimentar. No restante do dia com os animais soltos a pasto os dejetos não são recolhidos. Para aos animais mantidos em confinamento, é possível coletar diariamente a totalidade dos dejetos. O material orgânico deve sempre ser carregado na forma líquida para que não haja bloqueio na produção de gás. A regra geral é que se misture a matéria sólida com igual quantidade de água, totalizando volume de carga do biodigestor em 223.200 kg/ano, sendo 50% dejetos e 50% água.

Tabela 1 – Produção de biomassa residual animal.

Plantel animal	Cabeças (nº)	Dejetos (kg/dia)	Aproveitamento (%)	Biomassa (kg/dia)	Biomassa (kg/ano)
Vacas leiteiras	40	10	50	200,00	72.000,00
Novilhas/bezerras	20	6	50	60,00	21.600,00
Bezerros confinados	10	5	100	50,00	18.000,00
Total	70	21	-	310,00	111.600,00

2. Geração de biogás

A geração de biogás apresentada na Tabela 2 totaliza o volume de 4.018 m³/ano e provém de dois biodigestores distintos. O primeiro digestor recebe o material provindo dos bezerros em confinamento e tem capacidade estática para estocagem de dez metros cúbicos de biomassa. O segundo digestor é alimentado com biomassa do plantel leiteiro, novilhas e bezerras e sua capacidade estática é de quarenta metros cúbicos de biomassa. Conforme Barreira (1993), 10 kg de produção diária de esterco bovino geram 36 litros de biogás ou 0,36 m³/dia, por animal adulto.

Tabela 2 – Produção anual de biogás

Plantel animal	Cabeças (nº)	Biomassa (kg/ano)	Biogás (m ³ /kg)	Biogás (m ³ /dia)	Biogás (m ³ /ano)
Plantel leiteiro	40	72.000,00	0,036	7,20	2.592,00
Novilhas/bezerras	20	21.600,00	0,036	2,16	778,00
Bezerros confinados	10	18.000,00	0,036	1,80	648,00
Total	70	111.600,00	-	11,16	4.018,00

3. Implantação do sistema de geração de energias

A estimativa de custos de implantação do sistema de geração de agroenergia no imóvel rural conforme apresentado na Tabela 3 é de R\$ 48.500,00. O sistema foi implantado ao logo de sete anos entre diversas tentativas de erros e acertos e sem uma anotação contábil dos gastos efetivados. Os valores abaixo apresentados foram estimados pelo proprietário do imóvel rural, com base em valores atuais.

Tabela 3 – Estimativa de custos do sistema de agroenergias

Itens	Valor (R\$)
Biodigestores	25.000,00
Balão pulmão de lona de vinil	1.500,00
Depósitos de efluentes	3.000,00
Conjunto moto gerador	13.000,00
Adaptadores elétricos	3.000,00
Adaptadores para biogás	3.000,00
Total	48.500,00

4. Retornos propiciados com o sistema de geração de energias

A Tabela 4 apresenta totalização de R\$ 16.800,00 de renda líquida anual auferida com a atividade leiteira. Quando comparado o custo estimado de implantação do sistema de produção de biogás, de R\$ 48.500,00, com a receita líquida auferida na atividade leiteira no valor de R\$ 16.800,00 constata-se que o investimento teve o potencial de ser ressarcido no prazo de até três anos, o que um bom prazo. A implantação e ampliação de todo o sistema de geração de energia ocorreu ao longo de sete anos e foi custeada integralmente com recursos financeiros próprios. Para dimensionamento da renda líquida, passível de amortizar o investimento, foi considerada somente a atividade leiteira, por ser a responsável pelo fornecimento da matéria prima do biogás e praticada no ano todo.

Tabela 4 – Demonstrativo da atividade leiteira utilizada como referencia para remuneração dos custos de implantação.

Descrição	Cabeças (nº)	Produtividade (l/cab)	Produção (l/ano)	Preço (R\$/l)	Valor (R\$/ano)
Receita Bruta	40	15	216.000	0,70	151.200,00
Custo produção leite	40	15	216.000	0,40	86.400,00
Despesas diversas	-	-	-	-	48.000,00
Receita Líquida	40	15	216.000	0,30	16.800,00

5. Considerações

A substituição do consumo do gás GLP pelo fornecimento constante do biogás propiciou ganhos de qualidade na produção de leite além de melhorar o conforto doméstico pelo fornecimento abundante de água quente sem os custos diretos de aquisição mensal. A assepsia dos equipamentos como ordenhadeiras, dutos de condução do leite e sala de ordenha passaram a ser feitos sem a preocupação de economizar o gás de aquecimento da água. O resultado imediato se refletiu com a produção de um leite de melhor qualidade microbiológica, conseqüente atingindo melhor preço de comercialização. O melhor preço obtido com o leite levou a família a aumentar o plantel de animais leiteiros e conseqüentemente maior produção de leite. A abundância do fornecimento do biogás também propiciou aumentar a fabricação de bolachas artesanais comercializadas pela família em programas institucionais do município.

CONCLUSÕES

O modelo de biodigestor modular de fibra de vidro demonstrou ser uma eficiente câmara de biodigestão anaeróbia para produção de biogás. A biomassa residual animal, antes um passivo ambiental passou a ser a matéria prima para geração e auto-suficiência de agroenergias no imóvel rural familiar, contribuindo com a redução de custos de aquisição de

energia elétrica e de fertilizantes agrícolas. A alteração da matriz calorífica passando do GLP para o biogás proporcionou ganhos de qualidade na produção de leite, redução nos custos e aumento na renda da atividade leiteira, na propriedade rural familiar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Cecília Maria Costa do; AMARAL Luiz Augusto do; LUCAS JUNIOR Jorge de; NASCIMENTO, Antônio do; FERREIRA, Daniel de Souza; MACHADO, Maria Rita Fernandes. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, p.1897-1902, 2004.

BARRERA, Paulo. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. 2º ed. São Paulo. Ícone, 1993.

DORAN, J.W.; LINN, D.M. Bacteriological quality of run off water from pastureland. *Applied of Microbiology*, v.37, p.985-991, 1979.

SGANZELA, Edílio. Biodigestores: uma solução. Porto alegre. Agropecuária, 1983.

SÓRIA A., FILIPINI F. Eficiência Energética. 1ª Ed. Curitiba: Base Editorial 2010. 272 p.: 28 cm.

VOGELS, G. D., KELTJENS, J. T., DRIFT, C. V. D. Biochemistry of methane production. In: ZEHNDER, A. J. B. *Biology of anaerobic microorganisms*. New York: John Wiley, 1988. 872p.

Capítulo 3

CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA: POTENCIAL DE DISSEMINAÇÃO NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA

RESUMO

SCHUCH, Sérgio Luís, M. sc., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2012.

Condomínio de agroenergia: Potencial de disseminação na atividade agropecuária.

Orientador: Prof. Dr. Armin Feiden. Co-orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira.

Organizar agricultores vizinhos entre si na forma de condomínios rurais de agroenergia para aproveitar o potencial energético dos dejetos animais, produzindo biogás e biofertilizante pelo processo da biodigestão anaeróbia, reduz a contaminação do solo e da água e a emissão de gás metano para a atmosfera, além de propiciar renda aos condôminos. O presente trabalho aborda dejetos animais com enfoque de matéria-prima, a biomassa residual animal, para a geração e comercialização de energias renováveis obtidas a partir do biogás. Os resultados analisados demonstram que locais com alta concentração de criatório suíno e a demanda por energia térmica em substituição ao gás liquefeito de petróleo garantem retorno financeiro atrativo para a disseminação do modelo condominial de processamento anaeróbio da biomassa residual animal de forma econômica e ambientalmente sustentável.

Palavras-chave: processamento anaeróbio, biomassa residual animal, renda.

ABSTRACT

SCHUCH, Sergio Luis, M. sc., State University of West of Paraná, in February 2012. **Condo bioenergy: Potential spread in farming**. Advisor: Prof. Dr. Armin Feiden. Co-supervisor Prof. Dr. Camargo Carlos Eduardo Nogueira.

Organizing neighbors to each other farmers, in form of agri-energy rural condominiums in order to harness the energy potential of animal manure, producing biogas and bio-fertilizer, through the process of anaerobic biodigestion, reduces the soil and water contamination and methane gas emissions in the atmosphere, in addition to providing income to the cooperatives. This paper approaches animal manure focusing on raw material, the residual animal biomass, for generation and commercialization of renewable energy obtained from biogas. The analyzed results showed that areas with high concentration of pig breeding and demand for thermal energy, to replace liquefied petroleum gas, signal attractive financial back to the spread of condominium model, of residual animal biomass anaerobic processing, of economically and environmentally sustainable form.

Key words: anaerobic processing, residual animal biomass, income.

INTRODUÇÃO

A relevância deste trabalho está em analisar o resultado econômico-financeiro do processamento anaeróbio da biomassa residual animal, provinda de imóveis rurais, vizinhos entre si, organizados na forma de condomínios rurais de agroenergias.

A criação de suínos em escala industrial, conforme Pereira et al. (2008), resulta em intensa produção de dejetos nas propriedades rurais, com consequências que se manifestam no solo, no ar, na fauna, na flora e no ambiente socioeconômico. De acordo com Shigaki et al. (2006), uma propriedade rural com 600 suínos produz, nos dejetos, a mesma quantidade de fósforo que uma cidade com 2.100 pessoas. Segundo Amaral et al. (2004), em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros é gerado diariamente um volume considerável de dejetos animais. Toda biomassa residual animal, rica em resíduos sólidos minerais, com a propriedade de decompor-se por efeito biológico, se não receber tratamento adequado, produz severa poluição ambiental na forma de emissão de gases metano e carbônico para a atmosfera e contaminação do solo e da água. Os minerais contidos na biomassa, nitrogênio, fósforo e potássio aumentam a fertilidade dos ambientes aquáticos, propiciando o desenvolvimento de algas, responsáveis pela eutrofização e redução da qualidade da água. Para Angonese et al. (2006), o dejetos de suíno possui elevada concentração de sólidos em suspensão e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), caracterizando-se como excelente fertilizante, mas também como uma potencial fonte poluidora das águas. Sem destinação adequada, a biomassa residual constitui um elevado passivo ambiental, porém a solução deste passivo pode estar no seu aproveitamento como matéria-prima para a geração de energias renováveis. Conforme Couto et al. (2004), no aproveitamento da biomassa devem ser considerados o seu aproveitamento racional com as estratégias de proteção dos recursos naturais, suas potencialidades de substituição de energias não renováveis e sua viabilidade econômica. Esperancini et al. (2007) afirmam que a biomassa para geração de energia propicia uso mais racional dos recursos disponíveis na exploração agrícola, reduz a transferência de renda para outros agentes e diminui a dependência de fontes externas de energia. Além do aspecto ambiental, o aspecto econômico justifica plenamente esforços para o aproveitamento da energia da biomassa residual com a produção de energia elétrica sob a forma de geração distribuída (BLEY JR., 2009).

A utilização de biodigestores, realizando a biodigestão anaeróbia, pode ser considerada como alternativa para motivar investimentos, nos imóveis rurais, para produção de energias a

partir do biogás. Composto principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), gás amônia (NH_3), sulfeto de hidrogênio (H_2S) e nitrogênio (N_2) obtido a partir do esterco, o biogás tem sido usado na Europa em substituição ao gás natural (SOUZA et al., 2005). Conforme Nogueira & Zurn (2005), a China é o país que mais desenvolveu o uso do biogás no âmbito rural visando prover, principalmente, energia para cozimento e iluminação doméstica.

Biodigestores são reatores hermeticamente fechados, alimentados com biomassa residual, que degradam materiais orgânicos complexos por biodigestão anaeróbia produzindo biogás e biofertilizante. O biofertilizante constituído pelos minerais: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são utilizados na fertilização do solo para nutrição de plantas. Tanganelli (2007) apresenta a composição média do biofertilizante de dejetos de suínos com 1,8 a 2,5% de N, 1,2 a 2,0% de P e 0,8 a 1,5% de K.

Em localidades com alta concentração de criatórios animais o processamento anaeróbio da biomassa residual pode ser realizado individualmente nos imóveis rurais vizinhos, organizados em condomínios rurais de agroenergias, com geração e comercialização de energias de forma cooperativa, em uma unidade central. Para Oliveira (1993), centrais utilizando fontes renováveis, sem demandarem alta tecnologia para instalação ou mão de obra especializada para sua execução, são soluções que podem diminuir a dependência de energia das concessionárias de energia elétrica. Conforme Junges et al. (2009), em propriedades que não geram grande potencial de dejetos a implantação de biodigestores convencionais é inviável econômica e financeiramente.

Assim, com enfoque na aglutinação de imóveis rurais em condomínios de agroenergias, este trabalho tem por objetivo apresentar o potencial de disseminação de forma econômica e ambientalmente sustentável, do modelo condominial de processamento anaeróbio da biomassa residual animal.

MATERIAL E MÉTODOS

1 Condomínio de Agroenergias

A forma condominial de agroenergias consiste em organizar agricultores vizinhos, em condomínios rurais, para aproveitar o potencial energético da biomassa residual animal e produzir biogás e biofertilizante pelo processo da biodigestão anaeróbia, propiciando a redução da contaminação do solo e da água, a emissão de gás metano na atmosfera e a geração de renda aos condôminos. O biogás produzido individualmente nos imóveis rurais é conduzido até uma unidade central, de propriedade do condomínio, para purificação, e comercialização na forma de energias, térmica e elétrica. O efluente orgânico remanescente da biodigestão anaeróbia permanece nos imóveis rurais, onde é utilizado na fertilização do solo. A emissão evitada do gás metano na atmosfera, considerado vinte e uma vezes mais danoso que o gás carbônico, pode ser convertida, anualmente, em toneladas equivalentes de gás carbônico (CO₂) e comercializada através de projetos de mecanismos de desenvolvimento limpos (MDL). Para Angonese et al. (2007), em um plantel de 600 suínos a conversão do gás metano corresponde ao valor de 0,54 t de CO₂ por animal por ano.

O presente trabalho apresenta resultados econômicos e financeiros de dois projetos distintos de condomínios de agroenergias: o projeto de implantação do Condomínio de Agroenergias Ajuricaba e o projeto de viabilidade econômico-financeiro do Condomínio de Agroenergias Jundiáí.

2 Condomínio de Agroenergias Ajuricaba

O Condomínio de Agroenergias Ajuricaba é um projeto piloto de processamento anaeróbio da biomassa residual animal. Desenvolvido a partir de março de 2009 pela Itaipu Binacional em parceria com o Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER - PR) e Prefeitura Municipal de Marechal Cândido Rondon, na comunidade rural de Linha Ajuricaba, município de Marechal Cândido Rondon, situado na Região Oeste do Estado do Paraná. Projeto implantado com investimento financeiro da Itaipu Binacional e contrapartidas operacionais da prefeitura municipal e mão de obra dos agricultores condôminos, ao custo de

R\$ 2.817.000,00. Entre os itens custeados pelo investimento em 34 imóveis rurais destacam-se: reforma da totalidade dos estábulos, implantação de 34 biodigestores, instalação de 25 quilômetros de gasoduto, construção da 1 unidade central para purificação do biogás e geração de energias, elétrica e térmica. Em sua composição o biogás contém vapor de água, dióxido de carbono (CO_2) e gases corrosivos, como o gás sulfídrico (H_2S), elementos que necessitam ser removidos pelo processo da purificação. Para Deublein & Steinhauser (2008), o biogás purificado apresenta concentração de metano acima de 95%. Para atingir esta concentração o gás carbônico (CO_2) tem de ser removido, reduzindo o volume do biogás em até 40%.

Devido a características distintas das biomassas bovina e suína, a opção técnica foi por utilizar dois modelos distintos de biodigestores, já que a produção de biogás depende da combinação entre tamanho, tempo de retenção hidráulica, temperatura da biomassa e carga de sólidos voláteis. Para biomassa bovina a opção foi por 31 biodigestores rígidos, de fluxo contínuo ascendente, construídos de fibra de vidro, de instalação vertical semi-enterrada no solo, operando internamente com manta de lodo, tempo de retenção hidráulica de 30 dias e sem campânula para armazenamento do biogás. Para processamento da biomassa suína a opção foi por 3 biodigestores flexíveis de fluxo horizontal denominados plug flow (fluxo pistão), escavados no solo e revestidos com manta geo-têxtil de polietileno de alta densidade (PEAD), utilizando manta de lodo e tempo de retenção hidráulica de 30 dias e armazenamento de biogás no próprio biodigestor. Como equipamentos periféricos aos biodigestores foram instalados bombas de recalque, balões de polietileno com capacidade de estocagem de $1,0 \text{ m}^3$ de biogás (somente para os biodigestores verticais), purgadores de água e compressores pneumáticos para deslocar o biogás à pressão de 200 kPa (2 bar).

2.1 Componentes do projeto Condomínio de Agroenergias Ajuricaba

A Tabela 1 apresenta os principais parâmetros, que subsidiaram a implantação do projeto, como plantel animal, volume de biomassa residual, projeções de geração de biogás e energia elétrica, produção de biofertilizante e emissões evitadas de gás metano para atmosfera. A previsão de geração de energia elétrica de 445.000 kWh/ano equivale ao consumo familiar médio anual de 247 residências familiares.

Tabela 1. Parâmetros técnicos e econômicos do Condomínio de Agroenergias Ajuricaba

Itens	Quantidade	Unidade
Imóveis rurais componentes do condomínio	34	un.
Bovinos leiteiros	1.072	cab.
Suínos	3.082	cab.
Biomassa residual animal	16.000	t/ano
Produção de biogás	266.000	m ³ /ano
Geração de energia elétrica	445.000	kWh/ano
Equivalente emissão evitada de gás metano (CH ₄)	2.100	t/(CO ₂)/ano
Produção de biofertilizante	9.500	m ³ /ano
Custo orçado de implantação do projeto Ajuricaba	2.817.000,00	R\$

Fonte: ITAIPU, Plataforma de Energias Renováveis – Julho 2011

3 Condomínio de Agroenergias Jundiá

O projeto tem por finalidade embasar a constituição de um condomínio de agroenergias em comunidade rural com alta concentração de criatório suíno, no município de Nova Santa Rosa, na Região Oeste do Paraná. Os dados em apresentação são do estudo de viabilidade econômico-financeiro obtidos junto à EMATER PR, unidade regional de Toledo, no mês de julho de 2011. O projeto Jundiá apresenta características semelhantes às do projeto Ajuricaba, quanto à necessidade de edificações e equipamentos, mas como diferencial, apresenta maior concentração de criatório suíno e menor custo de implantação, com investimento orçado em R\$ 950.000,00, a ser custeado pelos condôminos com contratação de financiamento bancário. Financiamento pelo Programa para Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC), disponibilizada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES) com prazos de até doze anos para amortização, seis anos de carência e taxa de juros efetivos de 5,5% ao ano.

3.1 Componentes do projeto Condomínio de Agroenergias Jundiáí

A Tabela 2 demonstra plantel bovino menor que o suíno. A biomassa residual suína propicia maior geração de biogás, quando considerada a mesma base de peso de animais vivos, pois suínos produzem 1,3 vezes mais dejetos que bovinos leiteiros. Estimado em 2,25 kg de dejetos sólidos por animal por dia, suínos geram 0,078 m³ biogás por kg de dejetos, ou 0,18m³ biogás por animal por dia. Para bovinos estima-se em 10 kg de dejetos sólidos por animal por dia, gerando 0,036 m³ biogás por kg de dejetos, ou 0,36m³ de biogás por animal por dia. O manejo adotado dos bovinos propicia recolhimento de até 50% do volume diário da biomassa residual. Durante o dia com bovinos soltos no pasto não ocorre recolhimento. Para os suínos confinados o recolhimento diário é de 100% da biomassa residual.

Tabela 2. Parâmetros técnicos e econômicos do Condomínio de Agroenergias Jundiáí

Itens	Quantidade	Unidade
Imóveis rurais	29	un.
Bovinos leiteiros	620	cab
Suínos	14.940	cab.
Biomassa residual bovina	1.132	t/ano
Biomassa residual suína	8.236	t/ano
Biomassa total	9.370	t/ano
Produção de biogás	683.117	m ³ /ano
Biogás reduzido a 60% de gás metano (biometano) (100%)	409.870	m ³ /ano
Biometano comercializado para energia térmica (67,2%)	264.670	m ³ /ano
Biometano convertido em energia elétrica (32,8%)	145.200	m ³ /ano
Geração de energia elétrica	258.456	kWh/ano
Equivalente emissão evitada de gás metano (CH ₄)	8.402	t/(CO ₂)/ano
Produção de biofertilizante	6.203	m ³ /ano
Custo orçado do pré-projeto Jundiáí	950.000,00	R\$

Fonte: EMATER PR. Projeto Condomínio de Agroenergias Jundiáí – Julho 2011.

4. Parâmetros de avaliação econômico-financeira

Como parâmetros de avaliação dos projetos foram utilizados conceitos de engenharia financeira como: fluxo de caixa descontado (FCD), taxa mínima de atratividade e retorno (TMAR), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), relação benefício-custo (RBC) e período de recuperação do investimento (payback), conforme descrição:

- **Fluxo de caixa descontado (FCD)**

O FCD e o método de avaliação de projetos de investimento que contabiliza projeções de receitas e deduções de custos operacionais, amortizações, depreciação e desconto do imposto de renda, para obtenção da receita líquida.

- **Taxa mínima de atratividade e retorno (TMAR)**

A TMAR representa o custo de oportunidade do capital para um projeto. É a taxa de juros que deixa de ser obtida na melhor aplicação alternativa quando há emprego de capital próprio, ou é a taxa de juros a ser paga em recursos financiados.

- **Valor presente líquido (VPL)**

Segundo Martins et al. (2005), para o cálculo do VPL somam-se algebricamente, no instante atual, todas as variações de caixa esperadas para um período, descontadas a uma determinada taxa de juros chamada de taxa de desconto representada pela TMAR.

- **Taxa interna de retorno (TIR)**

Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa que, ao se descontar o projeto, iguala o valor presente líquido (VPL) a zero, de modo que o resultado da TIR, quando comparado com o da TMAR, tem de ser positivo e superior ou igual ao da TMAR.

- **Relação benefício-custo (RBC)**

A relação benefício-custo resulta da divisão de receitas e investimentos pelos custos operacionais. Neste caso, as receitas líquidas, a valor presente, devem ser superiores ao investimento inicial e apresentar resultado maior que 1(um).

- **Período de recuperação do investimento (payback)**

O payback simples e o payback descontado correspondem ao número de anos necessários para recuperação do investimento. Quanto maior for o tempo necessário para amortização, maior será o risco do investimento.

Para cálculo dos parâmetros de avaliação financeira acima descritos foi utilizada planilha eletrônica do Microsoft Excel função financeira e calculadora financeira HP 12 C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 Projeto Condomínio de Agroenergias Ajuricaba

1.1 Projeções de receitas do Condomínio de Agroenergias Ajuricaba

A Tabela 3 demonstra como principal entrada de receitas do projeto a economia anual propiciada por gastos evitados, obtida pela substituição de despesas com aquisições de energias elétrica e térmica e a redução da aquisição de fertilizantes agrícolas. Os gastos evitados representam 64,82% do total da projeção de receitas anuais do projeto, estimada em R\$ 324.000,00. Receitas com comercialização constituem 35,18% do total.

Tabela 3. Parâmetros de composição de receitas do Condomínio Ajuricaba

Itens	Valor	Unidade
Receita com economia anual de geração energia elétrica	57.000,00	R\$/ano
Receita com economia anual de geração energia térmica	81.000,00	R\$/ano
Receita com economia anual de geração energia veicular	17.000,00	R\$/ano
Receita com economia anual de utilização do biofertilizante	55.000,00	R\$/ano
Receita anual com comercialização excedente energia elétrica	50.000,00	R\$/ano
Receita anual com comercialização créditos de carbono	64.000,00	R\$/ano
Receita total	324.000,00	R\$/ano

Fonte: www.plataformaitaipu.org/projeto/condominio-ajuricaba-julho-2011

1.2 Indicadores de análise de viabilidade econômica-financeira do Condomínio Ajuricaba

Conforme mostra a Tabela 4, o projeto Ajuricaba apresenta viabilidade econômico-financeira positiva, demonstrada pelos principais índices de avaliação de investimentos, VPL de R\$ 307.004,57 e TIR de 7,21%. O prazo para recuperação do investimento (payback simples e payback descontado) apresenta-se alto, o que implica em risco mais elevado ao investimento.

Tabela 4. Indicadores de avaliação econômico-financeira do Condomínio Ajuricaba

Itens	Índices / valores
Taxa mínima atrativa ao retorno – TMAR	5,70%
<i>Payback</i> simples	10 anos
<i>Payback</i> descontado	13 anos
Valor presente líquido – VPL	R\$ 307.004,54
Valor presente líquido anualizado – VPLa	R\$ 30.993,95
Taxa interna de retorno – TIR	7,21%
Relação TMA/TIR	0,79
Índice benefício custo – IBC	1,12%
Retorno adicional Sobre Investimento – ROIA	1,12%
Retorno sobre capital investido – ROI	6,49%

Fonte: www.plataformaitaipu.org/projeto/condominio-ajuricaba-julho-2011

2 Projeto Condomínio de Agroenergias Jundiá

2.1 Projeção de receitas do projeto Condomínio Jundiá

A Tabela 5 mostra a projeção de receita anual, totalizando R\$ 430.605,00, proveniente da comercialização de 67,2% do gás metano purificado, em substituição à demanda de energia

térmica, ao valor de R\$ 1.50/m³, e o volume restante de 32,8%, convertido e comercializado como energia elétrica, a R\$ 0,13 /kWh (quilowatt hora).

Tabela 5. Parâmetros de composição de receitas do Condomínio Jundiaí

Itens	Valor	Unidade
Receita anual com venda de energia elétrica	33.600,00	R\$/ano
Receita anual com venda do gás metano purificado	397.005,00	R\$/ano
Receita total	430.605,00	R\$/ano

Fonte: EMATER PR. TOLEDO - outubro 2011.

2.2 Indicadores de análise de viabilidade econômico-financeira do Condomínio Jundiaí

A Tabela 6 apresenta os principais indicadores de viabilidade financeira do projeto VPL e TIR com valores positivos de R\$ 443.669,00 e 12,56% demonstrando que o projeto tem boa atratividade financeira. O prazo de retorno do investimento (payback simples de 2,2 anos e payback descontado de 2,1 anos) implica em baixo risco para o investimento.

Tabela 6. Indicadores de avaliação econômico-financeira do Condomínio Jundiaí

Itens	Valor de referencia
Taxa mínima de atratividade – TMAR	5,70%
<i>Payback</i> simples	2,2 anos
<i>Payback</i> descontado	2,1 anos
Valor Presente Líquido – VPL	R\$ 443.669,00
Valor presente líquido anualizado – VPLa	R\$ 36.372,00
Taxa interna de retorno – TIR	12,56%
Relação TMA/TIR	0,45
Relação benefício custo – RBC	1.29
Retorno adicional sobre o investimento – ROIA	6,68%
Retorno sobre capital investido – ROI	45,33%

3. Considerações

Os resultados analisados dos dois projetos condominiais demonstram que áreas com alta concentração de criatório suíno e possibilidade de comercialização do gás purificado em suprimento de energia térmica melhoram significativamente os indicadores econômico-financeiros, propiciando maior atratividade, menor prazo de retorno e baixo risco ao investimento. Assim, a forma condominial de processamento anaeróbico da biomassa residual animal, além de apresentar solução para o saneamento ambiental rural, demonstra ser econômica e ambientalmente sustentável, apresentando-se como uma nova oportunidade de geração de renda na atividade agropecuária, mesmo quando adotado o critério de substituição de despesas com gastos evitados de energias e fertilizantes.

CONCLUSÕES

1. Os resultados demonstram que os dois projetos de condomínio de agroenergias apresentam resultados economicamente sustentáveis e atratividade financeira ao investimento.
2. A forma condominial de processamento anaeróbico da biomassa residual animal, analisada, apresenta resultados econômicos positivos e remunera o capital investido.
3. A opção pela constituição de condomínio de agroenergias em localidade com predominância de criatório suíno apresenta maior potencial de geração de biogás e receitas, com menor prazo de retorno e risco ao investimento.
4. O processamento da biomassa residual animal por biodigestão anaeróbia na forma condominial apresenta-se como solução para o saneamento rural, transformando um passivo ambiental em um ativo gerador de receitas, nos imóveis rurais.
5. O processamento anaeróbico da biomassa residual animal de forma condominial, planejado como atividade econômico-financeira, demonstra ser uma boa oportunidade de negócio e renda, com potencial de extensão à atividade agropecuária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Cecília Maria Costa do; AMARAL Luiz Augusto do; LUCAS JUNIOR Jorge de; NASCIMENTO, Antônio do; FERREIRA, Daniel de Souza; MACHADO, Maria Rita Fernandes. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.6, p.1897-1902, 2004.

ANGONESE, André R.; CAMPOS, Alessandro T.; ZACARIM, Carlos E.; MATSUO, Melissa S.; CUNHA, Francielly. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor, Campina Grande, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.3, p.745-750, 2006.

ANGONESE, André R.; CAMPOS, Alessandro T.; WELTER, Rosilene A. Potencial de redução de emissão de equivalente de carbono de uma unidade suinícola com biodigestor. *Eng. Agríc. Jaboticabal*, v.27, n.3, p.648-657, set/dez 2007.

BLEY JR, Cícero; LIBÂNIO, José Carlos; GALINKIN, Maurício; OLIVEIRA, Mauro Marcio. *Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais*. 2ª ed. rev. – Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2009. 140 p.: il., color.

COUTO, Luiz Carlos; COUTO, Laércio FARINHA; Luciano, BARCELLOS; Daniel Câmara. Vias de Valorização Energética de Biomassa. *Biomassa e Energia*. Viçosa, v.1, n.1, p.71 - 92, 2004.

DEUBLEIN D.; STEINHAUSER A. *Biogás from waste and Renewable resource*. An introduction. Copyright 2008 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

ESPERANCINI, Maura. S. T.; COLEN, Fernando; BUENO, Osmar de C.; PIMENTEL, Andréa E. B.; SIMON, Elias J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p.110-118, 2007.

JUNGES, D. M.; KLEINSCHMITT, S. C.; SHIKIDA, P. F. A.; SILVA, J. R. da. Análise econômico-financeira da implantação do sistema de biodigestores no Município de Toledo (PR). *Revista de Economia*. Editora UFPR, V.35, n.1, p.7-30, Jan-Abr. 2009.

MARTINS, Ricardo Silveira Martins; REBECHI, Daniele Rebechi; PRATI Celso A. P.; CONTE, Honório. Decisões estratégicas na logística do agronegócio: compensação de custos transporte-armazenagem para a soja no estado do Paraná. *Revista de Administração Contemporânea*. RAC, vol.9 no. 1. Curitiba. Jan./Mar. 2005: 53-57.

NOGUEIRA, C. E. C.; ZURN, H. H. Modelo de dimensionamento otimizado para sistemas energéticos renováveis em ambientes rurais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 341-348, maio/ago. 2005.

OLIVEIRA, P. A. V. *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA, Centro Nacional de Suínos e Aves, 1993. 188 p. (Circular técnica, n. 27).

PEREIRA, Benedito D.; MAIA, João, C. de S.; CAMILOT, Rosalina. Eficiência técnica na suinocultura: efeitos dos gastos com meio ambiente e da renúncia fiscal. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* vol.12 no.2 Campina Grande Mar./Apr. 2008

SHIGAKI, Francirose; SHARPLEY, Andrew; PROCHNOW, Luís Ignácio. Animal-based agriculture, phosphorus management and water quality in Brazil: options for the future. *Scientia Agricola*, v63, n. 2, p 194-209. 2006.

SOUZA, Cecília F.; LUCAS JUNIOR, Jorge de; FERREIRA, Williams P. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato: considerações sobre a partida. *Eng. Agríc.* [online]. maio/ago. 2005, vol.25, no.2, p.530-539.

TANGANELLI, K. M. Utilização dos dejetos de suínos como fertilizante do solo –Oklahoma State University. 2007. 21 f. Relatório de Estágio Curricular (Bacharelado em Engenharia Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

CONCLUSÕES GERAIS

A grande quantidade de biomassa residual animal gerada no processo produtivo agropecuário, na região oeste do Paraná, sinaliza para uma nova oportunidade de negócio e renda no meio rural. Se seus detentores, os proprietários de imóveis rurais com perfil empreendedor, a considerarem não mais como um passivo ambiental de difícil resolução, mas sim, como uma matéria prima rural com grande potencial de geração de novos negócios e renda para seus empreendimentos rurais.

O modelo de biodigestor modular de fibra de vidro demonstrou ser uma eficiente câmara de biodigestão anaeróbia para produção de biogás. A biomassa residual animal, antes um passivo ambiental passou a ser a matéria prima para geração e auto-suficiência de agroenergias no imóvel rural familiar, contribuindo com a redução de custos de aquisição de energia elétrica e de fertilizantes agrícolas. A alteração da matriz calorífera passando do gás - GLP para o biogás proporcionou ganhos de qualidade na produção de leite, redução nos custos e aumento na renda da atividade leiteira, na propriedade rural da família Köhler.

A análise econômico-financeira, do Projeto Condomínio de Agroenergia de Linha Jundiaí, apresenta indicadores que sinalizam a viabilidade da realização do investimento. Os resultados analisados, quando comparados aos do Condomínio Ajuricaba, demonstram que a opção por áreas com alta concentração de criatório suíno, e possibilidade de comercialização do biometano em substituição ao gás GLP melhora significativamente os indicadores econômicos, propiciando atratividade financeira ao processamento da biomassa residual e capacidade de amortização do financiamento com geração de lucro aos condôminos.

Assim o processamento anaeróbio da biomassa residual animal além de solucionar o grave problema do saneamento ambiental rural também pode ser considerada como economicamente sustentada e propiciar geração de renda complementar para a atividade agropecuária. A forma de abordar o problema do saneamento ambiental rural, conforme demonstrado neste trabalho, pode ser realizado com projetos de processamento anaeróbio da biomassa residual animal de forma individual, ou na forma condominial. A opção pela forma depende de fatores como: plantel animal, volume disponível de biomassa residual animal, custo do projeto, recursos financeiros necessários a implantação do projeto, forma de utilização do biometano e demanda por energias renováveis.