

VI-169 - AVALIAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DO APROVEITAMENTO DE DEJETOS DE CRIAÇÃO DE AVES DE POSTURA

Ronaldo Cherubini⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul.

Juliano Rodrigues Gimenez

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS). Professor e pesquisador da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Vania Elisabete Schneider

Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS). Mestre em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Saneamento (UNICAMP/SP). Doutora em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS/RS). Pesquisadora do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS/RS).

Daniel Schmitz

Engenheiro Agrônomo pela UFSM/RS. Especialista em Biologia - Gestão e Planejamento Ambiental pela UNIVATES/RS. Especialista em Cooperativismo pela UNISINOS/RS. Professor da UCS/RS.

Endereço⁽¹⁾: Rua Ernesto Pandolfo, 595 - Centro - Nova Prata - RS - CEP 95320-000 - Brasil - Tel: (54) 3242-1525 - e-mail: rcherubi@yahoo.com.br

RESUMO

A adoção de sistemas de produção de aves em confinamento gera quantidades cada vez maiores de dejetos que, se manejados e armazenados de forma inadequada, pode resultar em sérios desequilíbrios ecológicos. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de dejetos de criação de aves de postura através da implantação de um biodigestor rural modelo canadense com vistas à geração de biogás, energia elétrica e biofertilizantes, e sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. Este trabalho foi desenvolvido junto a um empreendimento que atua no ramo da avicultura de postura comercial com uma capacidade instalada de aproximadamente 500.000 aves, produzindo uma quantidade diária de 28,08 toneladas de dejetos. Foram realizados estudos para a caracterização dos dejetos gerados na propriedade e para o dimensionamento do biodigestor e produção do biogás. Na avaliação da viabilidade econômica, foi utilizado o investimento inicial para implantação do projeto e os custos relacionados à operação e manutenção dos equipamentos. Considerando esses dados, foram avaliados os custos diretamente envolvidos no projeto, além dos benefícios tangíveis, que são a geração de energia elétrica a partir do biogás e a comercialização do biofertilizante. A partir dessa perspectiva, a implementação do tratamento dos dejetos da avícola através de um biodigestor para geração de biogás, e conseqüente produção de energia elétrica, torna-se um investimento viável ao produtor: oferece inúmeros benefícios à propriedade, tanto no sentido financeiro, com a redução de gastos e geração de energia alternativa, como em questão ambiental, com o tratamento parcial dos dejetos das aves.

PALAVRAS-CHAVE: biodigestor, biogás, biofertilizante, energia elétrica.

INTRODUÇÃO

A crescente tendência para a adoção de sistemas confinados de produção de aves, especialmente no sul do país, tem produzido quantidades cada vez maiores de dejetos. A inadequação dos sistemas de manejo e armazenamento desses resíduos acarreta na contaminação dos mananciais hídricos. A geração de grandes quantidades de dejetos concentrados em pequenas áreas também pode ocasionar sérios desequilíbrios ecológicos e a poluição das águas, em função da redução do teor de oxigênio dissolvido, devido à alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) pela carga orgânica integrante.

A questão ambiental passa a ser encarada sob a ótica da impossibilidade de se conciliar o desenvolvimento de uma nação sem aumento significativo no uso de água e energia e na geração de resíduos, agravando-se o aspecto relativo ao aumento de poluição. Neste sentido, os diversos setores da produção animal começam a se organizar para atender a três requisitos, com o objetivo de que seus produtos possam competir e para que tenham boa aceitação no mercado:

- 1) questões legais;
- 2) questões ambientais;
- 3) exigência de mercado interno e externo.

A utilização de combustíveis de natureza fóssil e outras formas de energia demandam custos relativamente altos para as propriedades rurais, devido à crescente elevação dos preços dos insumos energéticos. Dessa forma, uma opção para o fornecimento de energia alternativa é a geração de biogás, o que possibilita que algumas propriedades rurais tornem-se auto-suficientes neste insumo.

No município de Nova Prata, no Rio Grande do Sul, está instalada uma agroavícola que atua no ramo da avicultura de postura comercial. A empresa manifestou interesse em dar um destino mais adequado aos dejetos das galinhas de postura, aproveitando esse tratamento para geração de biogás e conseqüente produção de energia elétrica.

O projeto assim propôs um sistema de tratamento anaeróbio para os dejetos oriundos desta avícola. Para isso, será utilizado um biodigestor rural modelo Canadense, cujo objetivo principal será a geração de biogás a partir destes dejetos, com vistas ao aproveitamento para a geração de energia elétrica. Outro produto resultante desse processo é o biofertilizante, que pode ser comercializado como adubo orgânico para utilização em solos agrícolas.

O investimento nesta tecnologia de tratamento de dejetos pode trazer diferentes benefícios sanitários e ambientais. Após todo o processo, o dejetos está estabilizado, o que diminui a contaminação do solo e minimiza a propagação de doenças. Outro benefício é econômico, visto que reduz o gasto da empresa no consumo de energia elétrica, oferecendo uma fonte alternativa de energia e renda.

OBJETIVO

Avaliar o potencial de aproveitamento de dejetos de criação de aves de postura através da implantação de um biodigestor rural modelo canadense com vistas à geração de biogás, energia elétrica e biofertilizantes, apresentando a análise de viabilidade da opção tecnológica dimensionada.

CONCEPÇÃO DE PROJETO

Este trabalho foi desenvolvido junto a um empreendimento que atua no ramo da avicultura de postura comercial com uma capacidade instalada de aproximadamente 500.000 aves, produzindo uma quantidade diária de 28,08 toneladas de dejetos. A granja possui dois tipos de instalações para as aves de postura, sendo uma parte antiga com aviários convencionais e outra com aviários automatizados. A figura 1 apresenta uma imagem aérea da avícola.

Foram inicialmente realizados estudos acerca do estado da arte das tecnologias de biodigestão optando-se pelo modelo Canadense por ser considerado o que apresenta o melhor desempenho para a situação estudada. A vantagem deste processo está na produção constante de biogás que é relacionado com a carga diária de sólidos voláteis. (OLIVEIRA, 2004).



Figura 1: Imagem aérea da avícola e área disponível para a implantação do biodigestor

Fonte: Adaptado de GOOGLE, 2008.

Para poder dimensionar o biodigestor com a finalidade de produção de biogás, foram analisados qualitativa e quantitativamente os dejetos gerados. Os dejetos foram coletados em cinco diferentes pontos da propriedade. Os três primeiros pontos são dos galpões convencionais e os dois últimos são dos galpões automáticos. Foram realizadas análises laboratoriais, envolvendo valores de umidade, pH, sólidos voláteis (SV), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), carbono orgânico (C) e demanda química de oxigênio (DQO). O método seguido para a realização destas análises e obtenção dos resultados foi o sugerido por Tedesco et al. (1995).

A composição média do biogás foi estimada de acordo com o proposto por National Academy of Sciences, (1977); La Farge (1995), apud Oliveira, 2004, apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Composição média de biogás

Gases	Porcentagem (%)
Metano (CH ₄)	55 – 70
Dióxido de Carbono (CO ₂)	27 – 45
Nitrogênio (N ₂)	3 – 5
Hidrogênio (H ₂)	1 – 10
Oxigênio (O ₂)	0,1
Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S)	Traços
Monóxido de Carbono (CO)	0,1

Fonte: National Academy of Sciences, (1977); La Farge (1995), apud Oliveira, 2004.

Os potenciais médios de produção de biogás em m³/kg de substrato, sólidos totais adicionados, sólidos voláteis adicionados, dejetos e volume do biodigestor foram avaliados segundo o proposto por Lucas & Santos (2000) apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20°C e 1 atm

TRH (dias)	Potenciais				
	Substrato (m ³ /kg)	ST adic. (m ³ /kg)	SV adic. (m ³ /kg)	Dejeto (m ³ /kg)	m ³ /m ³ de biodigestor
40	0,0316	0,3721	0,5248	0,1007	0,7889
30	0,0282	0,3575	0,5799	0,0911	0,9414
25	0,0261	0,3105	0,4325	0,0836	1,0445
20	0,0212	0,2475	0,3961	0,0676	1,0598

Fonte: Lucas JR. & Santos, 2000.

Foram feitas análises de massa por volume dos dejetos da propriedade para saber qual seria sua densidade. O valor médio encontrado foi de 109g/100mL. Para o cálculo considera-se que 1,0 m³ de esterco equivale a 1000 kg, ou 1,0 tonelada de esterco.

Para a avaliação da viabilidade econômica, foi utilizado o investimento inicial para implantação do projeto e os custos relacionados à operação e manutenção dos equipamentos. O período de retorno deste investimento baseia-se na quantificação dos benefícios tangíveis gerados a partir do tratamento dos dejetos. Em linhas gerais, os seguintes itens foram considerados para comporem o fluxo de caixa do presente projeto:

- Investimento inicial;
- Custo mensal de operação e manutenção;
- Vida útil (alcance) do projeto;
- Volume de biogás gerado e geração de energia elétrica;
- Geração de biofertilizante, que terá seu valor estimado a partir da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) presente na matéria seca;

Ainda sob o ponto de vista da análise de viabilidade, citam-se os seguintes itens como benefícios intangíveis, ou seja, que não puderam ser quantificados para compor o fluxo de caixa, mas que, sem dúvidas, representam importantes retornos decorrentes da implantação deste tipo de projeto:

- Disposição inadequada de dejetos de aves de postura, que implica na poluição do ar, do solo e da água, que pode acarretar em problemas de saúde pública;
- Destino inapropriado desses dejetos contribui para a proliferação de vetores patogênicos, causadores de doenças infecciosas em pessoas e animais.

Considerando esses dados, foram avaliados os custos diretamente envolvidos no projeto, além dos benefícios tangíveis, que são a geração de energia elétrica a partir do biogás, a comercialização do biofertilizante, e também a perspectiva de geração de créditos de carbono.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nas análises dos dejetos estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Resultados das análises dos dejetos

Amostras	pH	DQO (mg/kg)	Umidade (%)	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (%)	SV (%)	K (g/kg)
G.1	8,14	1119860	78,96	42,10	2,27	0,46	48,36	30,48
G.2	7,93	865032	82,16	32,52	1,66	0,40	50,84	33,47
G.3	8,00	763420	80,07	28,70	0,83	0,05	48,53	35,48
G.4	8,56	836038	77,56	31,43	0,61	3,47	54,45	27,48
G.5	8,23	674576	73,76	25,36	4,37	0,58	53,08	20,50
Média	8,25	813194	77,36	30,57	2,16	1,40	52,13	27,28

% = massa/massa seca

Média = média (G.1+G.2+G.3)x(0,36) + média (G.4+G.5)x(0,64)

Fator de ponderação: 18 toneladas de dejetos são produzidos nos aviários automatizados e equivale a 64% do total produzido; 10,08 toneladas dos aviários convencionais equivale a 36% do total.

A projeção de produção de dejetos obtida para os aviários convencionais (168.000 aves) foi de 0,060 kg/ave/dia correspondendo a 10,08 m³/dia. Para os aviários automáticos (300.000 aves) a produção de dejetos/ave foi de 0,060 kg/dia correspondendo a 18 m³/dia. O total de dejetos estimado para todo o empreendimento foi de 28,08 m³/dia.

UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A figura 2 apresenta o fluxograma do sistema integrado de tratamento de dejetos de aves de postura para produção de biogás e energia elétrica para a propriedade em estudo.

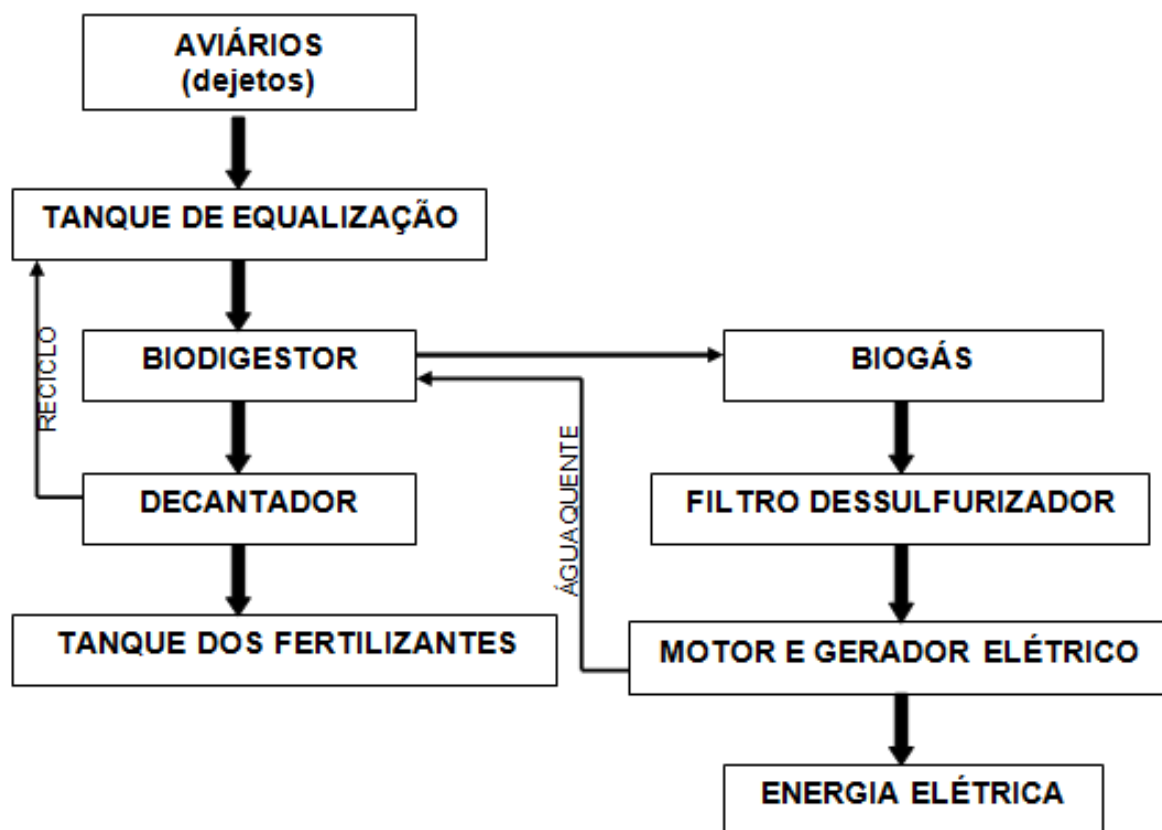


Figura 2: Fluxograma do processo de produção de biogás

O sistema de biodigestão proposto irá produzir uma quantidade de biogás de 1.657,03 m³/dia, que alimentarão os geradores. O sistema de produção de energia elétrica tem capacidade para produzir 3.200 kWh/dia. Estima-se que a energia elétrica produzida abastecerá a propriedade, e a parte excedente será comercializada. A tarifa será igual à cobrada pela concessionária local na área rural, que é de 271,75 R\$/MWh (RGE, 2009).

A capacidade de produção anual de energia elétrica através desse sistema será de 1.168 MWh/ano. Comercializada a partir dessa tarifa, resulta em uma receita de 294.044,00 R\$/ano em energia elétrica.

COMERCIALIZAÇÃO DO DEJETO ESTABILIZADO COMO BIOFERTILIZANTE

Ao final do processo de biodigestão anaeróbia, a avícola terá disponível um dejetos diferenciado, ou seja, já estabilizado. Essa estabilização possibilita a comercialização do dejetos como fertilizante orgânico, e se for do interesse do proprietário, o uso deste em suas plantações, reduzindo os custos com fertilizantes químicos. O biofertilizante apresenta alta qualidade, devido:

- à redução do teor de carbono (C) do material. A matéria orgânica digerida libera o carbono na forma de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂);
- ao aumento no teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e demais nutrientes, em consequência da liberação do carbono;
- à diminuição da relação carbono/nitrogênio (C/N) da matéria orgânica, que melhora a utilização agrícola;
- à maior facilidade da utilização do biofertilizante pelos microrganismos do solo, devido ao avançado grau de decomposição;
- à solubilização parcial de alguns nutrientes, deixando-os mais facilmente disponíveis às plantas.

Neste estudo não foram considerados os custos relacionados com a distância entre o sistema de tratamento e a lavoura, velocidade de deslocamento (depende da topografia e condições do terreno), volume anual aplicado e o custo horário do trator/sistema de distribuição. Ou seja, o lodo estabilizado estará disponível para os agricultores que desejarem utilizar o fertilizante nas culturas, sendo de responsabilidade desses os custos citados.

A tabela 4 apresenta a porcentagem dos nutrientes presentes na matéria seca e a quantidade diária disponível. Para o cálculo do teor de nutrientes (NPK) na matéria seca, utilizou-se como equivalente comparativo a uréia para o nitrogênio, o super fosfato triplo para o fósforo e o cloreto de potássio para o potássio, apresentados na quarta coluna. Através destes dados são apresentados os valores diários e anuais proporcionais do fertilizante no dejetos seco.

Tabela 4: Nutrientes presentes na matéria seca e valor do fertilizante

Nutrientes	Porcentagem do elemento na matéria seca (%)	Quantidade disponível (kg/dia)	Valor do elemento no fertilizante químico (R\$/kg)	Valor proporcional do fertilizante no dejetos seco (R\$/dia)	Valor proporcional do fertilizante no dejetos seco (R\$/ano)
Nitrogênio (N)	2,16	137,32	1,77	243,05	88.713,25
Fósforo (P)	1,40	89,00	2,14	190,46	69.517,90
Potássio (K)	2,73	173,42	2,96	513,35	187.372,75
Total (R\$)				946,86	345.603,90

A quantidade de matéria seca dos dejetos é de 6.357,31 kg/dia. Nesta quantia, encontram-se disponíveis 137,32 kg/dia de nitrogênio, 89,00 kg/dia de fósforo e 173,42 kg/dia de potássio. Considerando a quantidade desses nutrientes e utilizando para comparação os valores dos fertilizantes químicos já apresentados, o valor do biofertilizante disponível para comercialização será de 946,86 R\$/dia e de 345.603,90 R\$/ano.

FLUXO DE CAIXA E ANÁLISE PELO VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O fluxo de caixa corresponde ao orçamento de receitas e custos, incluindo o investimento, com suas evoluções periódicas, durante todo o tempo de vida útil do projeto. A análise de viabilidade econômica foi efetuada pelo método do Valor Presente Líquido (VPL), a partir de um fluxo de caixa que abrange a demanda financeira e os benefícios advindos com a implantação do sistema de biodigestão, para um período de dez anos.

Para ajuste do valor presente foi considerada a indexação dos valores dos benefícios e da demanda financeira pelo IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), estimado em 5,53% ao ano base de 2009, enquanto que a taxa de juros adotada foi a SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia), em 12,62% ao ano (2009). A figura 3 apresenta o fluxo de caixa elaborado para o projeto, considerando-se o somatório de todos os custos de investimentos inicial, no tempo 0 (zero); os somatórios dos custos de operação e manutenção ano a ano, do período 1 até o 10; e dos somatório das receitas, também consideradas do período 1 até o 10.

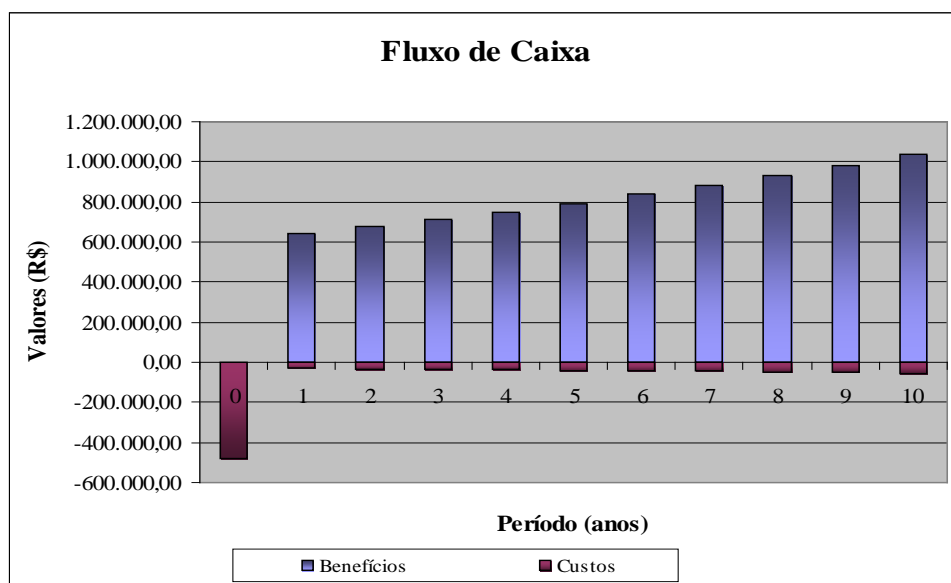


Figura 3: Fluxo de caixa

Já a figura 4 traz o fluxo de caixa líquido acumulado em valor presente, a partir do qual se observa que, no primeiro ano após a implantação do projeto, o sistema passa a operar com caixa positivo, ou seja, em um ano é coberto totalmente o investimento inicial aplicado. Ao final dos dez anos de vida útil do projeto o retorno líquido esperado com o sistema do biodigestor e seus benefícios é de R\$ 3.620.939,60.

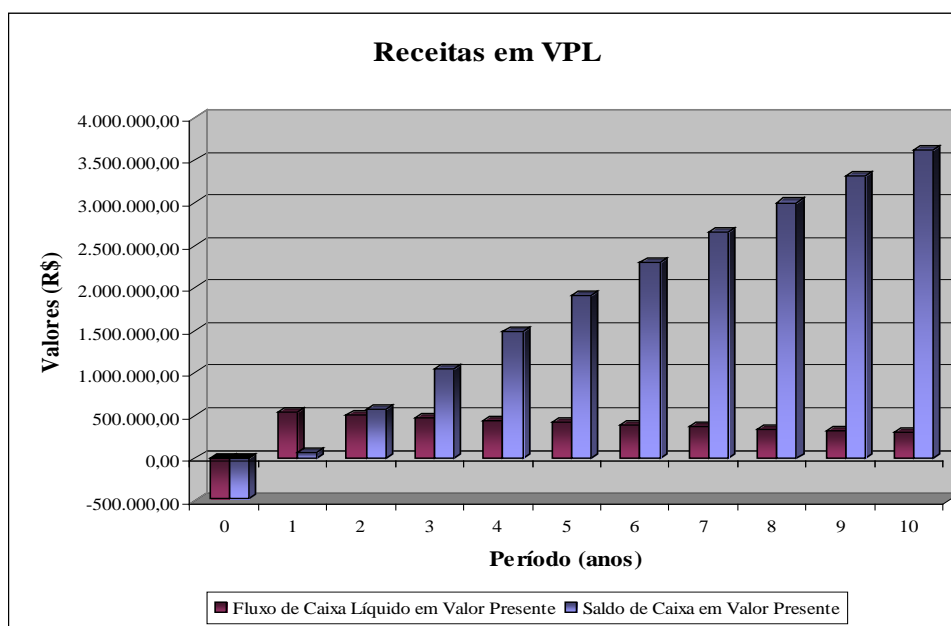


Figura 4: Evolução do saldo de caixa em valor presente

Deve-se, ainda, considerar toda a análise dos benefícios intangíveis (sociais, ambientais e econômicos) atrelados à implantação do projeto, que não puderam ser quantificados. Mas, se forem avaliados com rigor, representam um valor expressivo.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, é possível concluir que a capacidade de produção anual de energia elétrica através do sistema proposto é estimada em 1.168 MWh/ano e que comercializada, pode resultar em uma receita de 294.044,00 R\$/ano em energia elétrica. Salienta-se ainda a necessidade de regramento específico para este tipo de aproveitamento, tanto por parte da agência reguladora, como da concessionária de energia local. Estes resultados aqui apresentados são estimativas feitas com base na expectativa de venda sob o mesmo valor da atualmente comercializada, o que se entende como um exercício adequado e possível de ser viabilizado.

Com relação a geração e venda de biofertilizante, considerando a quantidade de nutrientes encontrados e utilizando para comparação os valores dos fertilizantes químicos disponíveis no mercado, encontrou-se um valor do biofertilizante disponível para comercialização é estimado em 345.603,90 R\$/ano. Este já é um resultado bastante atrativo para a propriedade, tendo em vista a possibilidade que tem de, com um relativo baixo custo de investimento, obter um resultado financeiro significativo, além de estar contribuindo de forma importante para a redução dos impactos ambientais deste tipo de empreendimento.

A produção de energia renovável, visando substituir a queima de combustíveis fósseis, deve ter como principais características a compatibilidade ambiental, o alto coeficiente energético, o baixo custo, a fácil estocagem e transporte, além de serem de usos conveniente e socialmente compatíveis. Desta forma, a conversão de biomassa em energia secundária, através da biodigestão anaeróbia de resíduos, oferece não só a produção de metano, mas também o tratamento do efluente e a redução de elementos patogênicos. Contribui, ainda, com a geração de biofertilizante, e se caracteriza pelo baixo custo operacional e de investimento, além da possibilidade de sistemas descentralizados de tratamento de resíduos.

Considerando todos os aspectos levantados, projetados, especificado e orçados, verifica-se que após o primeiro ano de implantação do projeto, o sistema passa a operar com caixa positivo, ou seja, em um ano é coberto totalmente o investimento inicial aplicado.

Percebe-se, através destes elementos, que o sistema de tratamento de dejetos através de um biodigestor apresenta uma série de benefícios técnicos, econômicos e ambientais, favorecendo tanto economicamente a propriedade rural, quanto a sua vizinhança mais imediata, e também a diversos aspectos sócio-ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOOGLE. Imagem aérea da avícola, 2008. Imagem de satélite. Sem escala. Disponível a partir do software GOOGLE EARTH. Acesso em: 04 novembro 2008.
2. LUCAS JR. J.; SANTOS, T.M.B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola, 2000, Concórdia, SC. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000.
3. OLIVEIRA, L. C. Digestão anaeróbia: uma visão sustentável no tratamento dos subprodutos de origem animal. Angra do Heroísmo: Departamento de Ciências Agrárias, UAC, 2005.
4. OLIVEIRA, P.A.V. et al. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos: Documento 27. Concórdia: EMBRAPA-CNPQA, 1993.
5. OLIVEIRA, P.A.V.; et al. Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2004.
6. OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 42 p. (Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina).
7. TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS, 1995.