



Implantação de um biodigestor em unidade de confinamento de bovinos como opção de produção mais limpa
Thiago Edwiges ¹, Mário S. Clemente ², Mônica S. S. de Mendonça Costa ³, Laercio M. Frare ⁴

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (thiagoe@utfpr.edu.br)

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná (mariosergioclemente@gmail.com)

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná (mssmc@ig.com.br)

⁴Universidade Tecnológica Federal do Paraná (laercio@utfpr.edu.br)

Resumo

A pecuária bovina é um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro. O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, é o maior exportador de carne bovina e o segundo maior produtor de carne. O programa de P+L é um procedimento planejado com o objetivo de identificar oportunidades para eliminar ou reduzir a geração de resíduos, além de racionalizar a utilização de matérias-primas e insumos. Este trabalho teve como principal objetivo o estudo da viabilidade de implantação de um biodigestor em um abatedouro frigorífico como medida de P+L para aproveitamento da biomassa gerado pelo confinamento dos animais. A metodologia utilizada para a elaboração do trabalho consistiu de quatro etapas, sendo o diagnóstico ambiental, a seleção de foco de avaliação, a elaboração do balanço material e a análise de viabilidade. A unidade de planejamento adotada foi um sistema de confinamento localizado no município de Santa Helena/PR que conta com 200 cabeças de gado do tipo Nelore. A geração total de biomassa, considerando urina e excreta fecal na unidade é de aproximadamente 300.000 kg mês⁻¹. Esta geração apresenta potencial de geração de 12.000 m³ biogás mês⁻¹ e 17.136 kWh de energia. Estes valores indicam um custo mensal evitado de aquisição de energia elétrica de R\$ 2.339,88. Considerando um investimento de R\$ 102.289,00 para a implantação do sistema e um retorno financeiro anual (custo evitado com a compra de energia elétrica) de R\$ 28.078,56 o projeto apresentou o período em que o fluxo de caixa se torna positivo de 4 anos.

Palavras-chave: Energia, biogás, dejetos, viabilidade econômica.

Área Temática: Tecnologias Ambientais.

Biodigester implementation in a cattle confinement unit as an option for cleaner production

Abstract

Cattle industry is one of the most important sectors of Brazilian agribusiness. Brazil has the largest commercial herd in the world, is the largest beef exporter and the second largest producer of meat. The CP program is a planned procedure in order to identify opportunities to eliminate or reduce the generation of waste, and rationalizing the use of raw materials. This work aimed to the implementation of the feasibility study of a biodigester in a slaughter as a measure of CP for use of biomass generated by the confinement of animals. The methodology used for the preparation of the work consisted of four stages, and the environmental assessment, the selection of evaluation focus, the preparation of the material



balance and the feasibility analysis. The adopted planning unit was a containment system located in Santa Helena / PR that has 200 head of cattle of Nelore type. The total biomass generation, urine and fecal exudates in the unit is approximately $300,000 \text{ kg}^{-1}$ month. This generation has the potential to generate $12,000 \text{ m}^3$ biogas month⁻¹ and 17 136 kWh of energy. These figures indicate a monthly avoided cost of purchasing electricity from R\$ 2,339.88. Considering an investment of R\$ 102,289.00 for system deployment and annual financial return (cost avoidance of purchasing power) of R\$ 28,078.56 the project presented the period in which the cash flow becomes positive 4 years.

Key words: Ceramics. Energy, biogas, manure, economic feasibility.

Theme Area: Environmental Technologies



1 Introdução

A pecuária bovina é um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro e consequentemente da economia nacional. O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, é o maior exportador de carne bovina, segundo maior produtor de carne e sexto maior produtor de leite (USDA, 2014). A cadeia produtiva da carne movimenta R\$ 167,5 bilhões por ano, gerando aproximadamente 7 milhões de empregos (Neves, 2012). Em 2013 o país produzirá 9,6 milhões toneladas de carne bovina, dos quais cerca de 7,6 milhões toneladas serão destinadas ao mercado interno (Conab, 2014).

O programa de P+L é um procedimento planejado com o objetivo de identificar oportunidades para eliminar ou reduzir a geração de efluentes, resíduos e emissões, além de racionalizar a utilização de matérias-primas e insumos. Este programa deve catalisar os esforços da empresa para atingir uma melhoria ambiental contínua nas operações em planta.

Para isso as empresas tendem a adoção de tecnologias limpas que para Seiffert (2007), “[...] tecnologias limpas são sistemas criados para minimizar de alguma forma os poluentes gerados em qualquer que seja o tipo de produção.” E segundo Cazarré (2008), uma das tecnologias apresentadas é na construção de biodigestores anaeróbicos cobertos, assim o sistema capturará o biogás gerado pelo tratamento anaeróbico do material orgânico oriundo dos animais confinados. Isso trará uma série de benefícios ambientais, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

As estratégias de para implementar podem diferir de empresa para empresa, em parte por causa das diferentes interpretações das oportunidades e limitações econômicas e em parte porque as empresas possuem capacidades diferentes entre si. Desta forma, cada empresa vai adotar as mais variadas estratégias para que o seu objetivo máximo seja alcançado (LEMOS e NASCIMENTO, 1999).

Este trabalho teve como principal objetivo o estudo da viabilidade de implantação de um biodigestor em um abatedouro frigorífico como medida de P+L para aproveitamento da biomassa gerado pelo confinamento dos animais nos piquetes.

2 Metodologia

A metodologia utilizada para a elaboração do trabalho foi baseada nas diretrizes definidas por CNTL (2003) para projetos de P+L e consistiu de quatro etapas:

- 1) Diagnóstico ambiental: foram identificadas as informações referentes ao licenciamento ambiental, abastecimento de água, tratamento de efluentes, fontes de energia utilizadas e tecnologias de fim de tudo adotadas;
- 2) Elaboração do fluxograma e seleção de foco de avaliação: a partir da construção e análise do fluxograma da unidade e do diagnóstico ambiental selecionou-se o foco de avaliação, neste caso a geração de uma fonte alternativa de energia;
- 3) Elaboração do balanço material e indicadores: os dados quantitativos da unidade foram identificados e utilizados em conjunto com valores de referência para a geração de opções de P+L;
- 4) Análise de viabilidade: após a seleção da opção foram desenvolvidos estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental de implantação do projeto.



A unidade de planejamento adotada foi um sistema de confinamento localizado no município de Santa Helena/PR que conta com 200 cabeças de gado do tipo Nelore (Zebu, *Bos taurus indicus*). O sistema adotado é o de rodízio em semi-confinamento, em que os animais permanecem por um período de três meses na unidade e então são enviados para o abatedouro (unidade anexa ao sistema de confinamento). A média mensal de abate é de 80 animais e a conversão da energia será aproveitada no sistema de abate. O Quadro 1 apresenta os dados quantitativos utilizados no estudo.

Quadro 1 - Dados quantitativos de referência

Indicador	Parâmetro Unitário	Unidade	Fonte
Geração de urina	23	L animal ⁻¹ d ⁻¹	Mathews & Sollenberger, (1996)
Geração de excreta fecal	27	kg animal ⁻¹ d ⁻¹	
Geração de biomassa residual	50	kg animal ⁻¹ d ⁻¹	
Geração de biogás	25	kg biomassa m ³ biogás ⁻¹	Florentino, F. S. (2004)
Teor de metano no biogás	60	%	Luste <i>et al.</i> (2009)
Geração de energia	1,428	kWh m ³ biogás ⁻¹	Coldebella <i>et al.</i> (2006)
Abate	80	animais mês ⁻¹	Notas fiscais
Produção média de carne no abatedouro	155	kg animal ⁻¹	Cetesb - 2008
Consumo de energia elétrica no abatedouro	14.800	kWh mês ⁻¹	Concessionária
Custo da energia elétrica no abatedouro	0,1581	R\$ kWh ⁻¹	

3. Resultados e Discussões

A partir dos dados quantitativos apresentados no Quadro 1 foram estimados os valores de geração de biomassa residual e biogás, bem como o consumo energético da unidade (Quadro 2).

Quadro 2 – Diagnóstico ambiental

Indicador	Valor	Unidade
Geração de urina	138.000	L mês ⁻¹
Geração de excreta fecal	162.000	kg mês ⁻¹
Geração de biomassa residual	300.000	kg mês ⁻¹
Geração de biogás	12.000	m ³ mês ⁻¹
Geração de metano	7.200	m ³ mês ⁻¹
Geração de energia	17.136	kWh mês ⁻¹
Custo da energia evitado	2.339,88	R\$ mês ⁻¹



A geração total de biomassa, considerando urina e excreta fecal na unidade é de aproximadamente 300.000 kg mensais. Esta geração, de acordo com Florentino (2004) apresenta um potencial de geração de 12.000 m³ biogás por mês e 17.136 kWh (Coldebella et al., 2006), ou seja, o valor obtido é maior que o consumo energético identificado. Estes valores indicam um custo mensal evitado de aquisição de energia elétrica de R\$ 2.339,88.

Para que este potencial seja aproveitado, faz-se necessária a implantação de um sistema que permita o tratamento dos dejetos e recuperação energética da biomassa. Os custos para a implantação de um biodigestor de fluxo tubular e motor conversor estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Custo de implantação

Descrição	Quantidade	Valor R\$
Biodigestor 300m ³	1 unidade	34.142,00
Escavações	300m ²	10.000,00
Casa de máquinas	1 unidade	13.000,00
Reservatório biogás	1 unidade	6.000,00
Quadro de comando	1 unidade	12.400,00
Tubulação de conexão	----	3.600,00
Gerador Trifásico 21 kVA	1 unidade	23.147,00
Total Biodigestor + Motor Conversor		102.289,00

Fonte: Adaptado de Zanin *et al.*, 2014

O Quadro 4 apresenta a análise de viabilidade econômica do projeto por meio do fluxo de caixa. Considerando um investimento de R\$ 102.289,00 para a implantação do sistema e um retorno financeiro anual (custo evitado com a compra de energia elétrica) de R\$ 28.078,56 o projeto apresenta um payback simples, ou seja, o período em que o fluxo de caixa se torna positivo, de 4 anos.

Quadro 4 – Fluxo de caixa do projeto (período de 10 anos)

Ano	Investimento (R\$)	Retorno (R\$)	Valor Acumulado (R\$)
0	- 102.289,00	0,00	-102.289,00
1	0,00	28.078,56	-74.210,44
2	0,00	28.078,56	-46.131,88
3	0,00	28.078,56	-18.053,32
4	0,00	28.078,56	10.025,24
5	0,00	28.078,56	38.103,80
6	0,00	28.078,56	66.182,36
7	0,00	28.078,56	94.260,92
8	0,00	28.078,56	122.339,48
9	0,00	28.078,56	150.418,04
10	0,00	28.078,56	178.496,60



Além do método do payback simples, a viabilidade econômica foi avaliada a partir dos seguintes métodos e os resultados apresentados no Quadro 5:

- Payback Descontado: indica o tempo necessário para que os fluxos de caixa positivos cubram os fluxos de caixa negativos do projeto, considerando a taxa de juros;
- VPL (Valor Presente Líquido): representa o balanço do fluxo de caixa do empreendimento ao longo dos anos, trazido para o presente. O VPL deve ser positivo para que o empreendimento seja viável, sendo que quanto maior seu valor mais viável o empreendimento será;
- TIR (Taxa Interna de Retorno): taxa de remuneração do capital investido, resultante do fluxo de caixa do projeto;
- TMA (Taxa Mínima de Atratividade): representa o percentual de remuneração do capital investido no mercado financeiro, caso a decisão seja não investi-lo no empreendimento. A TMA adotada foi a mesma da taxa de juros (8,5% a.a.);
- Relação TIR/TMA: para verificar se um empreendimento é viável financeiramente, a TIR deve ser comparada à TMA. O empreendimento é considerado atrativo se a TIR for maior que a TMA. Quanto mais alto for o resultado deste índice, melhor é o empreendimento.

Quadro 5 – Indicadores de viabilidade econômica

Indicador	Valor	Unidade
VPL	81.944	R\$
TIR	24,3	%
TIR/TMA	2,86	Adimensional
Payback Descontado	5	Anos

A partir do Quadro 5 é possível observar que pelo método do VPL o projeto se torna economicamente viável, visto que seu valor trazido ao tempo presente é positivo. Pelo método da TIR o projeto também apresenta viabilidade e se comparado à TMA apresentou valor positivo de 2,86. Por fim, o payback descontado, considerando uma taxa de juros de 8,5% a.a. indicou um período de retorno do investimento de 5 anos.

4. Conclusões

O projeto apresentou viabilidade positiva, tanto sob o aspecto técnico quanto econômico, visto que a estimativa da conversão do biogás em energia elétrica indicou potencial para substituir todo o consumo levantado e o retorno do investimento necessário foi de aproximadamente 5 anos, considerando a taxa de juros. Além disso, a viabilidade ambiental é obtida em função do tratamento adequado que se prevê à biomassa residual gerada, com ganhos significativos devido à redução do consumo de recursos naturais para a geração de energia elétrica.



Referências

CAZARRÉ, Marcus. **Os dejetos de suínos no Oeste Catarinense**. 2008. Disponível em: <<http://www.hwshost.com.br/Wsk24/Artigos/artigo10.pdf>>. Acesso em: 25 Junho. 2014.

COLDEBELLA, Anderson, SOUZA, Samuel Nelson Melegari de, SOUZA, Juliano de *et al.* Viabilidade da cogeração de energia elétrica com biogás da bonivocultura de leite.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas.

CONAB. Indicadores da Agropecuária: Quadro de Suprimentos. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1470&t=2> Acesso em: março de 2014.

FLORENTINO, F. S. Estudo da aplicação do potencial energético da biomassa na avicultura de corte. 2004. 129. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2004.

LEMO, Ângela Denise and NASCIMENTO, Luis Felipe. A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade. *Rev. adm. contemp.* [online]. 1999, vol.3, n.1, pp. 23-46.

MATHEWS, B.W.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: soil considerations. In: NUTRIENT CYCLING IN FORAGE SYSTEMS. 1996, Columbia.

NEVES, M. Estratégias para a Carne Bovina no Brasil. São Paulo, Ed. Atlas. 2012.

PAMPLONA, E. O.; TURRIONI, J.B.; PEREIRA, U.N.C. : Avaliação de Investimentos em Tecnologia da Informação – TI: **XXV ENEGEP** Porto Alegre, RS, Brasil, 29 de Outubro a 01 de Novembro de 2005.

PRADO, Marco Antônio Calil; CAMPOS, Cláudio Milton Montenegro; SILVA, Julia Ferreira da. Estudo da variação da concentração de metano no biogás produzido a partir das águas residuárias do café. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 2, Apr. 2010 .

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental**: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. 1. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009. Disponível a partir de: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/view/864>>. Acesso em 10 Julho 2014.

USDA. USDA Foreign Agricultural Service. Disponível em <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. . Acesso em março de 2014.

ZANIN, A; BAGATINI, F. M; PESSATTO, C. B. **Viabilidade econômico-financeira de implantação de biodigestor: uma alternativa para reduzir os impactos ambientais causados pela suinocultura**. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v6/Biodigestor.pdf>>. Acesso em: 15 Julho 2014.