

## SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA E AMBIENTAL: VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES ANAERÓBIOS PARA TRATAMENTO DE DEJETOS BOVINOS

Stela Basso Montoro<sup>1</sup>, Jorge de Lucas Junior<sup>2</sup>, David Ferreira Lopes Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Administração, Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Jaboticabal – SP  
[stelamontoro@hotmail.com](mailto:stelamontoro@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engo Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, [jucas@fcav.unesp.br](mailto:jucas@fcav.unesp.br)

<sup>3</sup>Administrador, Prof. Assistente, Depto. de Economia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, [david.lopes@fcav.unesp.br](mailto:david.lopes@fcav.unesp.br)

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** O aumento no número de confinamentos no Brasil, associado à demanda por alimentos, tem ocasionado a procura por modelos de produção sustentáveis. Neste trabalho objetivou-se analisar a viabilidade econômica da implantação de um processo de biodigestão anaeróbia em um sistema de confinamento de bovinos corte, avaliando a produção do biogás e biofertilizante gerados. Para obtenção dos dados realizou-se um estudo de caso em uma propriedade rural localizada na cidade de Santo Anastácio - SP, com 5.000 bovinos em sistema intensivo. Os dados coletados foram qualitativos como manejo dos animais e dejetos, e quantitativos como receitas e despesas. Por fim, aplicaram-se as ferramentas de análise de investimentos VPL, IL, TIR, Payback para avaliar a viabilidade do projeto. O estudo demonstrou resultados positivos com VPL= 8.497.605,64 e TIR= 36% afirmando a viabilidade econômica do projeto. O período de retorno do investimento foi de 3 anos com um índice de lucratividade de 220% ocasionado pela ótima alavancagem operacional do cenário.

**PALAVRAS CHAVE:** Energia de biomassa, Tratamento de Dejetos Bovinos, Viabilidade Econômica.

### ENERGY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: ECONOMIC VIABILITY OF DEPLOYMENT DIGESTERS ANAEROBIC TREATMENT OF CATTLE MANURE

**ABSTRACT:** The increase in the number of feedlots in Brazil, associated food demand, has caused the demand for sustainable production models. In this study, we aimed to analyze the economic feasibility of implementing a process of anaerobic digestion in a containment of cattle cutting, evaluating the production of biogas and fertilizer generated. To obtain the data we performed a case study on a rural property located in the city of Santo Anastacio - SP, with 5,000 cattle in intensive system. The data collected were qualitative and handling of animals and manure, and quantitative as revenues and expenses. Finally, we have applied the tools of investment analysis NPV, IL, IRR, Payback to assess the feasibility of the project. The study showed positive results with NPV = 2,238,741 and IRR = 33 % saying the

economic viability of the project. The payback period was 4 years with a profitability index of 112 % caused by great operating leverage scenario.

**EYWORDS:** Biomass Energy, Waste Treatment Cattle, Economic Viability.

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária será um setor muito impulsionado pelo consumo dos países em desenvolvimento (agroanalysis, 2013). A pecuária é responsável por 40% do valor global da produção agropecuária segundo dados da FAO, o setor necessita de investimentos substanciais e do desenvolvimento de um processo de governança para a produção pecuária atender a crescente garantia de segurança alimentar, sustentabilidade ambiental e a saúde humana (FAO, 2013).

A Revista Agroanalysis de novembro de 2013 destaca que a pecuária é a maior usuária mundial de recursos naturais: os pastos e as terras usadas para produção de ração, por exemplo, respondem por quase 80% de toda a área agrícola. Não obstante, a maior renda e a mudança da população para as cidades, a demanda global por produtos pecuários deve apresentar um forte crescimento até 2050.

A produção intensiva é uma necessidade urgente da atividade de bovinocultura de corte e ambientalmente benigna. Os confinamentos bovinos têm a possibilidade de sobrecarregar menos o ambiente, com a redução do nível de poluição gerada pelos dejetos e GEE (Gases de Efeito Estufa), diminuição do uso da água e de grãos necessários para a produção animal e reciclagem dos subprodutos agrícolas e industriais dos plantéis (agroanalysis, 2013).

O problema ambiental nestes empreendimentos ocorre no manejo incorreto dos resíduos que os animais geram diariamente em grande escala no meio rural. A maneira que esses resíduos se distribuem nas instalações da propriedade é o que causa preocupação aos produtores e técnicos ambientais, pois o grande problema são os desafios técnicos, sanitários e econômicos que uma grande carga poluidora de resíduos pode causar ao ambiente que cerca o empreendimento (BARBOSA; LANGER, 2011).

Os prejuízos ambientais estão relacionados com a contaminação de solos, lagos e rios; dos problemas sanitários com a infiltração desses resíduos nos lençóis freáticos; do desenvolvimento de moscas e gases com mau odor muitas vezes em propriedades próximas a população urbana (JACOBI; BESEN, 2011).

Sendo assim, a biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos é uma técnica que nos últimos anos vem sendo bastante estudada e utilizada em confinamentos de animais no intuito de reciclar a matéria orgânica desintegrando-a em compostos mais simples obtendo como produtos finais o biogás composto praticamente por CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> e o biofertilizante reutilizados na cadeia agropecuária ou mesmo na auto suficiência da propriedade rural (MONTORO, SANTOS e LUCAS JR, 2012).

Essa técnica propicia uma nova fase da agropecuária brasileira, onde os recursos humanos e naturais possam ser trabalhados de forma eficiente, com menor dependência de insumos e combustíveis não renováveis, como fertilizantes químicos, gás natural, carvão e diesel (BERGIER; ALMEIDA, 2010).

A utilização de energias renováveis tem se tornado cada vez mais atraente. Nesse contexto, a realização de estudos que busquem identificar a viabilidade da utilização de energias menos agressivas ao meio ambiente se apresenta relevante, para se minimizar o impacto ambiental dos processos de produção e contribuir para alcançar o desenvolvimento sustentável (BANCO MUNDIAL, 2013).

Assim, por meio da identificação dos custos e benefícios de se implantar um sistema de biodigestão anaeróbia, o presente estudo objetivou identificar a viabilidade econômica do aproveitamento do esterco para a produção de biofertilizante e biogás, haja vista que tal

tecnologia possui a vantagem de reduzir a quantidade de gases emitidos pela bovinocultura de corte e a geração de energia tentando assim a solucionar os transtornos sanitários e ambientais causados pelos dejetos do gado.

## **2. MATERIAL E METODOS**

O presente estudo se trata de pesquisa exploratória descritiva por ter o intuito de proporcionar maior familiaridade com o tema e conseqüentemente um maior aprimoramento das idéias (GIL, 2007).

Assim como Santos e Jurca (2013) a escolha do método estudo de caso nesse estudo deu-se pelo interesse em analisar de forma aplicada as técnicas de análise de investimento na pecuária, permitindo aos pesquisadores a interação com o objeto e a compreensão de seu desenvolvimento em todas as suas dimensões.

### **2.1. 1ª Etapa - Revisão Bibliográfica**

Nessa primeira etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica de dados secundários que serviu como embasamento para o estudo, com o objetivo de abordar os seguintes temas: sustentabilidade ambiental, tratamento de resíduos, energia renovável, dados referentes à cadeia produtiva de Bovinos de corte, viabilidade econômica de biodigestores e questões relacionadas ao biodigestor e seu funcionamento.

A literatura nestes temas é vasta e não houve a intenção de esgotá-la, mas de alcançar o estado da arte nestes campos, portanto tomaram-se pesquisas publicadas em periódicos qualificados, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros.

### **2.2 2ª Etapa - Fonte de Dados Primários**

Os dados para realização da pesquisa foram levantados por meio de análises da estrutura de uma propriedade rural e por meio de entrevistas semiestruturadas com o proprietário da fazenda, quanto as variáveis de manejo dos animais e dejetos.

Este estudo foi realizado em uma fazenda localizada no município de Santo Anastácio – SP, respeitando a vontade do proprietário a fazenda teve sua razão social omitida.

A principal atividade da propriedade é a criação de gado de corte para terminação. A propriedade tem um plantel de 5.000 bovinos divididos em 34 piquetes com 1.200m<sup>2</sup>, os animais permanecem confinados por 90 dias e posteriormente são abatidos. Os animais entram no confinamento pesando aproximadamente 350kg e terminam pesando cerca de 510kg ou seja, ganham em média 1,8Kg de peso por dia. Além do confinamento, são realizadas diversas atividades agrícolas para a produção de sementes de *brachiarias*, *panicuns*, leguminosas e outras variedades.

### **2.3. 3ª Etapa - Análise de benefícios**

Nesta terceira etapa analisaram-se os dados de coeficientes técnicos referentes à produção de biogás, geração de energia elétrica e biofertilizante. Tomou-se como base a dissertação de Junqueira (2011) a qual demonstra os resultados técnicos do processo de biodigestão anaeróbia, avaliando a produção e a qualidade do biogás, do biofertilizante e do composto gerados, na atividade da bovinocultura de corte.

#### **a) Dimensões do Biodigestor**

O biodigestor que foi definido para este estudo é o biodigestor contínuo de fluxo tubular com separador de sólidos antes do abastecimento, o qual recebe uma alimentação continua de carga diária. O tempo de retenção hidráulica, que é o tempo de permanência da matéria orgânica dentro do biodigestor, foi determinado em 30 dias, pois o tempo de retenção dos dejetos depende da capacidade dos microrganismos, em degradar a matéria orgânica.

O método de estimar o volume útil dos biodigestores foi calculado pelo produto da carga diária e do tempo de retenção, conforme a fórmula:

$$VUB = VC \times TRH \quad (1)$$

Onde:

VUB = Volume útil do biodigestor (m<sup>3</sup>);

VC = Volume da carga diária (dejetos + água) (m<sup>3</sup>/dia);

TRH = Tempo de retenção hidráulica (dias).

Para calcular o volume da carga diária, é necessário conhecer a média da massa de dejetos produzida e somar a quantidade de água, observando a relação esterco/água, de acordo com os dados descritos por Junqueira (2011). Portanto, tendo em vista a realidade da propriedade estudada e a estrutura de seu plantel, é possível estimar por meio da fórmula a seguir, qual será a quantidade de dejetos produzidas por dia.

$$QD \text{ (kg dia-1)} = N \times MDB, \text{ (kg)} \quad (2)$$

Onde:

QD – Quantidade total diária de dejetos, (kg dia-1);

N – Número total de animais;

MDB – massa diária de dejetos de um bovino, (kg).

#### b) Biogás

Para os cálculos de benefícios gerados pela produção de biogás foram utilizados os valores demonstrados nos resultados do trabalho de Junqueira (2011). A diluição para o cálculo de carga diária foi de 1:6 (esterco + água), a porcentagem de Matéria Seca (MS) na fração líquida (FL) de 2,3%, as quantidades de sólidos totais (ST) foram de 20,49% e de sólidos totais adicionados (STad) de 0,4kg.

O método para o cálculo de produção diária de biogás foi calculado pelo produto do volume de carga diária, porcentagem de MS e STad conforme a fórmula:

$$PDB = VC \times MS\% \times STad \text{ (m}^3 \text{ kg-1)} \quad (3)$$

Onde:

PDB: Produção diária de biogás (m<sup>3</sup> dia-1);

VC: Volume da carga diária (dejetos + água) (m<sup>3</sup>/dia);

MS%: Porcentagem de matéria seca na fração líquida (kg);

STad: Sólidos totais adicionados (Kg).

O grupo gerador necessário para atender a demanda de biogás produzida pelo biodigestor é o conjunto moto-gerador a biogás de 330KVA. O número de horas de funcionamento do motor pode ser calculado segundo a fórmula:

$$FM = PDB/CHB \quad (4)$$

Onde:

FM: Número de horas de funcionamento do motor (h);

PDB: Produção diária de biogás (m<sup>3</sup> dia-1);

CHB: Consumo horário de biogás (m<sup>3</sup> h-1).

Os benefícios com a produção de energia elétrica gerada no conjunto motor-gerador foram interpretados como a renda que se deixa de transferir para a concessionária de energia elétrica. Dessa maneira, o benefício foi interpretado conforme o consumo de energia elétrica em função da tempo de funcionamento do motor e da tarifa de energia elétrica paga pelo proprietário, como segue na Equação:

$$EE = (PEM \times FM)TEE \quad (5)$$

Onde:

EE – Receita de energia elétrica (R\$);

PEM – Potência efetiva motor (kW);

FM – Tempo de funcionamento do motor (horas);

TEE – Tarifa de energia elétrica (R\$. kW. hora-1).

Os benefícios foram calculados por meio da tarifa de energia paga pelo proprietário, que está classificado como consumidor do “Grupo B2/Convencional Rural”. Para calcular a receita proveniente da economia de energia obtida com o uso do grupo de moto-gerador, utilizou-se a tarifa média de fornecimento de energia elétrica na categoria rural, apresentada pela Agência Nacional de Energia Elétrica que é de R\$ 192,76 por MWh, em função da homologação das novas tarifas de energia, resultado do reajuste tarifário de junho de 2013, conforme a resolução homologatória Aneel nº 1.700, de 07/04/2014 (ANNEEL, 2013).

#### c) Biofertilizante

O biofertilizante produzido no biodigestor contém diversos nutrientes, o qual traz em sua composição N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe e Mn. Para determinar o valor de receita do biofertilizante utilizaram-se apenas os nutrientes N, P e K, os quais são comumente encontrados no mercado como fertilizante mineral para adubação em geral.

Para a realização dos cálculos de benefícios gerados pela produção do biofertilizante foram necessários os dados necessários para o cálculo da produção do biogás já descritos no item (b) deste capítulo e também os dados de nitrogênio (N) com 2,81%, o fósforo (P) com 1,46% e o potássio (K) com 2,68% encontrados nos resultados de Junqueira (2011).

Os benefícios com a produção de biofertilizante foram computados de acordo com a quantidade dos nutrientes em função dos preços médios dos adubos comerciais praticados no mercado. Para o cálculo da receita anual com a produção de biofertilizante foi adotada a Equação:

$$RPB = QN \times PAM \quad (6)$$

Onde:

RPB – Receita com a produção de biofertilizante (R\$. ano-1).

QN – Quantidade dos nutrientes presentes no biofertilizante e equivalente aos adubos comerciais (t).

PAM – Preço dos adubos comerciais no mercado (R\$ kg-1).

### **2.4. 4ª Etapa – Análise de custos**

#### a) Investimento inicial

O investimento inicial foi classificado como o gasto necessário para a implantação das instalações e aquisição dos materiais e equipamentos. Foram considerados os investimentos iniciais do concreto do piso do confinamento, biodigestor, conjunto motor-gerador e abrigo, e da rede de transmissão de energia elétrica.

#### b) Custo anual do sistema

A implantação do sistema de biodigestão anaeróbia é um investimento de longa duração onde o retorno sobre o capital investido ocorre somente a partir de um determinado ponto da vida útil do empreendimento. Assim, para o cálculo dos custos anuais do sistema foram considerados: custos de depreciação e custos de manutenção e operação.

Para o cálculo da depreciação dos materiais de alvenaria usados na construção do biodigestor e do concreto do confinamento foi considerado um período de 20 anos de vida útil, conforme indicado por NOGUEIRA & ZÜRN (2005). Para a determinação da depreciação da manta plástica do biodigestor e do grupo gerador foi considerado um período de 5 anos de vida útil, segundo as informações dos fabricantes.

Foi considerado um período de 10 anos de vida para as instalações elétricas conforme a resolução normativa nº. 240, de 5 de dezembro de 2006 da ANNEEL, que estabelece as taxas anuais de depreciação para os ativos, no âmbito da distribuição e da transmissão de energia elétrica (ANEEL, 2006).

### c) Manutenção e operação

Os custos de manutenção foram computados como os gastos com a manutenção do grupo gerador, biodigestor e os gastos referentes à mão-de-obra para operar o sistema. Para estimar a manutenção do grupo gerador foi considerado o intervalo de manutenção dos componentes como troca de óleo, lubrificação etc, conforme o Manual do Equipamento fornecido pelo fabricante, em função do tempo de operação grupo-gerador, o custo de manutenção do equipamento é de 0,03/kwh.

A operação do grupo gerador é diária e exige a presença de uma pessoa responsável pela ignição do motor, limpeza e zelo das instalações. O custo da mão-de obra para manter o biodigestor em operação é muito baixo devido à simplicidade do sistema. Faz-se necessária apenas uma limpeza para a remoção do lodo precipitado no biodigestor e da crosta que se forma na superfície. Assim, para o cálculo da mão-de-obra necessária para a manutenção foi considerado o tempo de operação exigido em função do salário pago pela fazenda em estudo.

### **2.5. 5ª Etapa – Análise de viabilidade econômica**

Estabelecido o levantamento das receitas e dos custos do sistema foi determinado o fluxo de caixa do projeto e, por meio dos indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Índice de Lucratividade (IL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de recuperação do capital – Payback foi realizada a análise de viabilidade econômica.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **3.1. Geração de energia elétrica**

A produção de biogás depende diretamente das condições de manutenção e operação do biodigestor e do resíduo. Conforme os dados obtidos, junto à dissertação de Junqueira (2011), a produção diária de biogás foi de 4.292,26 m<sup>3</sup>. Dessa maneira, a produção de biogás foi estimada em 1.566.674,9 m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>.

O biogás produzido foi utilizado diretamente no sistema de conversão de energia elétrica, gerando 7.726KWh por dia. O gerador opera durante 18,0 horas.dia<sup>-1</sup>, em média. Assim, foi estimado um período de 30 dias por mês e 360 dias de operação por ano, que resultou em 6.480 horas de operação por ano.

Foram necessários 2 conjuntos moto-geradores com potencia efetiva de 220KW cada. O consumo específico de biogás pelos 2 conjuntos motor-geradores foi de 216 m<sup>3</sup>.hora<sup>-1</sup>. O consumo de biogás foi de 1.399.680 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>. Este consumo representou aproximadamente 89% do volume de biogás produzido pela planta. O biogás excedente é queimado.

A receita com a geração de energia elétrica foi estimado em função da tarifa de energia elétrica paga pelo produtor de R\$192,76, Portanto, o benefício com a geração de energia elétrica foi estimado considerando a potencia efetiva de motor em função do número de horas de operação do grupo gerador.

### **3.2. Produção de biofertilizante**

Considerando que são produzidos 3.312,5kg de MS no biofertilizante por dia. A geração anual foi de 169.874,65; 224.577,2 e 64.805,75kg de N; P e K respectivamente no biofertilizante. Conforme os dados obtidos na fazenda, a utilização do biofertilizante é de 100% do total produzido anualmente, para irrigação de pastagens, para produção de sementes de *brachiarias*, *panicuns*, leguminosas e outras variedades existentes na propriedade.

Segundo as análises de Junqueira (2011), foi encontrado nos biodigestores contínuos os seguintes teores de nutrientes: Nitrogênio (2,81 g.100g<sup>-1</sup>), Fósforo (1,46 g.100g<sup>-1</sup>) e Potássio (2,68g.100g<sup>-1</sup>). Assim, o benefício com a produção de biofertilizante foi estimado de acordo

com a quantidade de nutrientes presentes no efluente do biodigestor em função dos preços médios dos nutrientes praticados no Estado de São Paulo em abril 2014. As receitas com os nutrientes estão apresentados na tabela 1:

**Tabela 1.** Quantidades, preços e receitas dos nutrientes AS, SS e KCL.

Elemento	Quantidade diária	Preço	Receita anual
Kg AS	0,465	1.056,00	896.148,00
Kg SS	0,615	1.276,00	1.432.150,50
Kg KCL	0,177	1.375,00	444.159,38

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo os dados apresentados por Bega (2011) foi elaborada uma tabela com a demonstração dos cálculos de produção de biofertilizante, biogás e geração de energia elétrica para a realização dos cálculos de receitas, estão descritos na tabela 2.

**Tabela 2.** Dados utilizados para realização dos cálculos de produção de biofertilizante e Biogás.

Cenário de 5.000 bois	
Bois	5.000,00
média de kg de dejetos/animal/dia	13,33
total de kg de dejetos/dia	66.650,00
MS 20,49%	
MS em kg	13.656,00
Diluição 6x	
total	39.900,00
Peneira tamanho em milímetros	1,50
Remoção Sólidos 2,3%	
total em kg	10.730,55
Carga Diária em litros	466.550,00
N Bio/vol uni TRH 30	4 biodigestores
metro cúbico	3.500,00
Produção diária biogás em metros cúbicos	4.292,26

Fonte: Elaborado pelos autores.

O somatório de benefício do sistema foi de R\$ 3.168.805,16. ano-1, onde foi estimada uma receita de R\$ 396.347,28. ano-1 com a geração de energia elétrica utilizando 89% do biogás produzido por ano e R\$ 2.772.457,88. ano-1 com utilização de 100% da produção de biofertilizante.

### 3.3. Investimento Inicial

O investimento inicial foi determinado através de um levantamento de preços. Foram considerados: os custos com a construção e instalação de 4 biodigestores com volume de 3.500m<sup>3</sup> (Sistema de separação de sólidos, Projeto completo de obra civil, Visitas técnicas, etc) concreto do piso do confinamento (cimento, areia grossa e pedra brita) e abrigo do grupo gerador (cimento, areia grossa, pedra brita e tijolos), os custos com a aquisição dos 2 grupos de moto-geradores de 330 kva e o valor pago pela mão-de-obra de instalação. Os valores relativos à mão-de-obra foram calculados com base nos valores pagos em função das horas de trabalho dos empregados. Os custos unitários foram determinados através de cotações realizadas em abril de 2014, na região de Presidente Prudente - SP. O investimento inicial foi estimado em R\$ R\$ 4.114.623,17.

Os custos anuais do sistema foram considerados como: custos de depreciação e custos de manutenção e operação. O custo anual de manutenção do grupo gerador foi calculado considerando os intervalos de manutenção de cada componente. Foi estimado em 6.480 horas anuais o período de utilização do grupo gerador (18 horas.dia-1 x 360 dias.ano-1). O gasto anual com a manutenção do grupo gerador foi definido pelo custo de manutenção do equipamento fornecido pelo fabricante de 0,03/kwh, resultando em R\$ 84.600,00. ano-1.

É necessário 2 funcionários para limpeza, carga do biodigestor e manutenção do motogerador. Foi considerado o tempo de operação exigido, estimado em 1.200 horas.ano-1 que resultou num total de R\$ 24.000.ano-1 para cada funcionário com uma remuneração de R\$ 2.000,00 por mês (salário, benefícios e imposto).

Os gastos totais com manutenção e operação do biodigestor e grupo gerador foram de R\$ 674.986,95.ano-1. Esse custo representou aproximadamente 14,09% do investimento inicial para a implantação do sistema.

Os custos anuais de depreciação e manutenção e operação do sistema foram estimados em R\$ 240.816,09. A tabela 2 trás todos os custos e receitas necessários para a realização dos cálculos de viabilidade econômica.

**Tabela 3.** Custos e receitas para um cenário de 5.000 bois confinados.

Cenário de 5.000 Bois	
<b>CUSTO TOTAL</b>	R\$ 4.789.610,12
<b>RECEITA TOTAL</b>	R\$ 31.688.051,55
<b>CUSTO DE INSTALAÇÃO</b>	R\$ 4.114.623,17
Biodigestor Completo	R\$ 1.664.623,17
Grupo Motogerador	R\$ 630.000,00
Concreto Confinamento	R\$ 1.820.000,00
<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>	R\$ 674.986,95
Biodigestor manutenção (Anual)	R\$ 16.646,23
Motogerador manutenção (Anual)	R\$ 84.600,00
Depreciação	R\$ 240.816,09
Vinimanta Superior (5 anos)	R\$ 332.924,63
Mão de obra (2 Funcionários)	R\$ 44.000,00
<b>RECEITA DA ATIVIDADE DO PROJETO (ANUAL)</b>	R\$ 3.168.805,16
Energia Gerada (kWH)	R\$ 396.347,28
Biofertilizante	R\$ 2.772.457,88
<b>TAXAS</b>	
Taxa de Desconto	14,0%
Aliquota Imposto de Renda	34%

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.5. Análise Econômica

O fluxo de caixa do projeto foi estimado considerando-se um período de 10 anos de vida útil porque corresponde com a vida útil do biodigestor e do grupo gerador de energia elétrica, os bens de maior valor econômico, e descontado a uma taxa de desconto de 10%, a taxa mínima de atratividade foi determinada em 14% a.a. tendo em vista, a taxa livre de risco do país no período analisado 11% a.a. mais um prêmio pelo risco estimado em 3%, assim o projeto foi analisado segundo os indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), Índice de Lucratividade (IL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de recuperação do capital (Payback ). As receitas totais foram estimados em R\$ 3.168.805,16.ano-1 e os custos totais foram de R\$ 4.789.610,12.ano-1.

Todos os indicadores de viabilidade econômica apresentaram resultados favoráveis, com um investimento inicial de R\$ 4.114.623,17, ano “zero”, interpretado como ano base, e fluxo de caixa livre de R\$ 2.074.786,36 do 1º ao 10º ano, o VPL foi de R\$ 6.593.581,41, IL: 1,06, a TIR: 31%, Paypack de 3,5 anos considerando-se um horizonte de projeto de 10 anos. No entanto, são gerados excedentes de energia elétrica que não são aproveitados no sistema

biointegrado, e nem são vendidos. Isto demonstra que o investimento no sistema foi superdimensionado. Os cálculos estão descritos no fluxo de caixa.

**Tabela 4.** Fluxo de caixa do cenário de 5.000 bois com VPL, TIR IL e Payback.

ANO	Receita	(+/-) Investimento	Despesa	Resultado Líquido	FCD
0		4.114.623,17			-4.114.623,17
1	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	1.819.988,03
2	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	1.596.480,73
3	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	1.400.421,69
4	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	1.228.440,08
5	3.168.805,16	0,00	722.986,95	1.614.240,02	963.458,01
6	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	945.244,75
7	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	829.162,07
8	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	727.335,15
9	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	638.013,29
10	3.168.805,16	0,00	390.062,32	1.833.970,27	559.660,78
<b>VPL</b>					<b>6.593.581,41</b>
<b>IL</b>					<b>106%</b>
<b>TIR</b>					<b>31%</b>
<b>Payback</b>					<b>3 anos</b>

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que o Valor Presente Líquido deste investimento é superior ao investimento inicial o que entrega um índice de lucratividade de 106%, este elevado índice é traduzido pela TIR que supera o custo financeiro em duas vezes. Logo, tem-se um investimento altamente atrativo, tendo como premissa a existência do gado em confinamento. Corrobora a viabilidade dos projetos o período de Payback Descontado de aproximadamente 3 anos.

Destarte, pela abordagem FCD, os investimentos em sistemas de biodigestão e biogás em sistemas de confinamento bovino são economicamente viáveis para a propriedade rural estudada, com destaque para os projetos que envolvem uma escala maior no número de cabeças de gado.

#### 4. CONCLUSÕES

O sistema de biodigestão anaeróbia é uma alternativa viável para o tratamento dos dejetos da bovinocultura de corte com uma escala de 5.000 animais e apresenta resultados econômicos favoráveis quando são corretamente dimensionados tecnicamente.

Em conformidade com as informações apresentadas neste trabalho e com os resultados obtidos, destacam-se as seguintes conclusões: o sistema foi superdimensionado em sua estruturação de custos frente aos benefícios proporcionados; e a utilização do grupo gerador de energia elétrica utilizando a capacidade máxima de produção de biogás traz maiores benefícios financeiros, com investimentos em implementos agrícolas para a propriedade, como sistemas de irrigação, fábrica de ração e secadora de grãos, os quais consomem energia elétrica.

Desta forma, os resultados da pesquisa corroboram com os principais resultados da literatura, quanto à viabilidade econômica deste investimento e sua importância na sustentabilidade ambiental e econômica dos empreendimentos rurais, a partir, do reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados.

#### 5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução nº 44, de 17 de março de 1999. Resolução n. 240, de 5 de dezembro de 2006. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 143, n. 146, p. 44, 1 ago. 2006. Seção 1. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2006240.pdf>>. Acesso em 18 abr. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Última atualização em 12 de julho de 2013, Disponível em: <[http://rad.aneel.gov.br/ReportServerSAD?%2FSAD\\_REPORTS%2FConsumidoresConsumoReceitaTarifaMedia-ClasseConsumo&rs:Command=Render-](http://rad.aneel.gov.br/ReportServerSAD?%2FSAD_REPORTS%2FConsumidoresConsumoReceitaTarifaMedia-ClasseConsumo&rs:Command=Render-)> . Acesso em 19 abr. 2014.

AGROANALYSIS. **A Revista do Agronegócio da FGV**. Fundação Getúlio Vargas. vol 33. nº 11. novembro 2013.

BARBOSA, G.; LANGER, M. **Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental**. Unoesc & Ciência, Joaçaba-SC, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun., 2011.

BANCO MUNDIAL. Carbon finance at the World Bank. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/ESSDNETWORK/NewsAndEvents/20546024/CarbonFinanceQA.pdf>>. Acesso em: dez. 2013.

BERGIER, I.; ALMEIDA, J. A. R. **Agrosuicultura: solução sustentável brasileira**. Revista CFMV, Brasília, DF, v. 16, n. 50, p. 19-22, 2010.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 175p.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, jan/abr, 2011.

JUNQUEIRA, B. J. **Biodigestão Anaeróbia e Compostagem com Dejetos de Bovinos Confinados e Aplicação do Biofertilizante e do Composto em Área Cultivada com *Panicum Maximum* JACQ., CV Tanzânia**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp Campus de Jaboticabal. Jaboticabal-SP. 2011.

MONTORO, S. B; SANTOS, D. F.L; LUCAS JR, J. **Análise econômica de investimentos que visam à produção de biogás e biofertilizante por meio de biodigestão anaeróbia na bovinocultura de corte**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

NOGUEIRA, C. E. C.; ZÜRN, 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.

SANTOS, D. F. L. ; JURCA, F. L. . **Análise de investimento em confinamento bovino no centro-oeste brasileiro. Um estudo de caso**. Custos e @gronegócio Online, v. 9, p. 129-161, 2013.