

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIOGÁS

RÚBIA CARLA PASSAGLIA

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE GERAÇÃO DE BIOGÁS
PARA ATENDER AS NECESSIDADES DE ENERGIA ELÉTRICA DE
UMA UNIDADE DE SUINOCULTURA

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2019

RÚBIA CARLA PASSAGLIA

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE GERAÇÃO DE BIOGÁS
PARA ATENDER AS NECESSIDADES DE ENERGIA ELÉTRICA DE
UMA UNIDADE DE SUINOCULTURA**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Especialista em
Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás,
da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Airton Kunz

MEDIANEIRA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE GERAÇÃO DE BIOGÁS PARA ATENDER AS NECESSIDADES DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIDADE DE SUINOCULTURA

por

RÚBIA CARLA PASSAGLIA

Esta Monografia foi apresentada em três de maio de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Airton Kunz
Prof. Orientador(a)

Natali Nunes dos Reis da Silva
Membro titular

Laercio Mantovani Frare
Membro titular

Rafael Arioli
Membro titular

RESUMO

PASSAGLIA, R. C.; KUNZ, A. Estudo de viabilidade econômica de geração de biogás para atender as necessidades de energia elétrica de um unidade de suinocultura (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

O aumento global de investimentos na área de energia sustentável é fundamental para a mitigação de problemas associados às mudanças climáticas e se constitui numa grande oportunidade de desenvolvimento econômico e tecnológico, além da diversificação da matriz energética para muitos países. A tecnologia do uso de biodigestores apresenta-se como atrativa no tratamento de resíduos agroindustriais, tendo como resultado a geração de biogás e, conseqüentemente, energia elétrica, além do biofertilizante. O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma análise de viabilidade econômica na geração de energia elétrica através do biogás, em uma propriedade suinícola localizada na região norte do Rio Grande do Sul, através do método do VPL, TIR e o *payback* do investimento. A análise de viabilidade econômica deste estudo mostrou-se extremamente exequível para os três indicadores calculados, com uma TIR de 24% e um *payback* de aproximadamente 3 anos e 8 meses.

Palavras-chave: Biogás. Compensação de energia. Biodigestor. *Payback*.

ABSTRACT

PASSAGLIA, R. C.; KUNZ, A. Economic feasibility study of biogas generation to meet the electricity needs of a swine production unit (Specialization in Biogas Production Chain Technologies), Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2019.

The global increase in investments in the area of sustainable energy is fundamental to the mitigation of problems associated with climate change and constitutes a great opportunity for economic and technological development, as well as the diversification of the energy matrix for many countries. The technology of the use of biodigestors presents itself as attractive in the treatment of agroindustrial residues, resulting in the generation of biogas and, consequently, electric energy, besides the biofertilizer. The general objective of this work was to conduct an economic viability analysis in the generation of electricity through biogas, in a pig farm located in the northern region of Rio Grande do Sul, through the NPV, IRR and the investment payback method. The economic viability analysis of this study was extremely feasible for the three calculated indicators, with a TIR of 24% and a payback of approximately 3 years and 8 months.

Keywords: Biogas. Energy compensation. Biodigestor. *Payback*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE	7
2.2 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS	7
2.3 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA	8
2.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)	8
2.3.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)	8
2.3.3 Payback	8
2.4 FLUXOGRAMA DA PLANTA	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	9
3.1 DEMANDA ENERGÉTICA X OFERTA ENERGÉTICA.....	11
3.2 ARRANJO TÉCNICO	12
3.2.1 Dimensionamento do biodigestor	12
3.2.2 Dimensionamento do grupo gerador	12
3.3 CAPITAL EXPENDITURES – CAPEX	13
3.4 OPERATIONAL EXPENDITURES – OPEX.....	14
3.5 RECEITA PROJETADA	14
3.6 ANÁLISE DOS CÁLCULOS DE INVESTIMENTO.....	14
4. CONCLUSÕES	16

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2018) no período entre 2006 e 2016 a produção brasileira de carne suína passou de 2.943,1 mil toneladas para 3.731 mil toneladas, registrando um crescimento expressivo. No primeiro trimestre de 2018, a região Sul respondeu por 66,4% do abate nacional de suíno, seguida pelas regiões Sudeste (18,1%), Centro-Oeste (14,5%), Nordeste (0,9%) e Norte (0,1%) (IBGE, 2018).

Esse crescimento está atrelado ao aumento acentuado da população, o que altera os padrões de consumo e exige técnicas de produção de alimentos em grande escala (LUCIO, 2015). A industrialização da suinocultura trouxe um aumento da densidade de animais por unidade de produção e, conseqüentemente, a produção concentrada de grandes quantidades de dejetos, gerando um volume diário significativo nos sistemas de confinamento de suínos, tornando-se um passivo ambiental para os empreendedores e uma grande fonte poluidora do meio ambiente.

Bilotta e Kunz (2013), afirmam que a produção de suínos está entre as atividades de maior potencial de impacto, principalmente pela alta concentração de matéria orgânica, nutrientes e patógenos que podem levar à contaminação do solo e recursos hídricos além de comprometer a saúde humana.

Quando dispostos inadequadamente, esses resíduos podem causar impactos nos recursos naturais, como contaminação do solo e lençol freático, eutrofização dos recursos hídricos, além da emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE). Conforme Tietz, Feiden e Soares (2015), o aumento da concentração dos GEE pode trazer conseqüências drásticas para o planeta, como o aquecimento exagerado da superfície terrestre e a destruição da camada de ozônio.

Essa preocupação recente com a escassez dos recursos naturais traz a necessidade de tratamento dos efluentes e exploração de fontes de energias alternativas (OLIVEIRA, 2016).

Nesse sentido, a tecnologia de biodigestores apresenta-se como uma atrativa no tratamento de resíduos agroindustriais, tendo como subproduto o biogás e o biofertilizante, tornando um passivo ambiental e um ativo de valor econômico. No processo de biodigestão anaeróbia ocorrem quatro principais etapas: (i) na primeira, a hidrólise, diversas substâncias são decompostas pela ação de enzimas (celulase, amilase, lipase, etc.), tornando-se solúveis; (ii) na segunda etapa, a acidogênese, os compostos orgânicos mais simples são convertidos em ácidos graxos voláteis de cadeia curta, ácido lático e compostos minerais; (iii) na etapa seguinte, acetogênese, ocorre a conversão dos produtos da acidogênese em compostos como acetato, dióxido de carbono e hidrogênio, principais substratos para a produção de metano; (iv) e na última etapa, metanogênese, acontece a digestão dos ácidos voláteis, por bactérias metanogênicas, produtoras de metano e dióxido de carbono, resultando uma mistura de compostos orgânicos estabilizados (SILVA, 2014; CASSINI, 2003).

O biogás produzido através da digestão anaeróbia é composto basicamente de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e sulfeto de hidrogênio (H₂S) (AVACI et al., 2013). O biogás pode ser

convertido em ativo de valor econômico de três formas: geração de energia elétrica, através de um grupo-gerador; a produção do biometano, combustível veicular obtido através de um processo de purificação do biogás; ou, simplesmente, a energia térmica, obtida através do processo de combustão do biogás.

De acordo com a Associação Brasileira de Biogás e Biometano - ABiogás (2018) o potencial brasileiro de biogás é de 39 bilhões m³/ano no setor sucroenergético, 9 bilhões m³/ano no setor de alimento (incluindo a suinocultura) e 4 bilhões m³/ano no setor de saneamento. Ainda de acordo com a ABiogás, isso seria o suficiente para suprir 24% da demanda de energia elétrica do país.

A Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel nº 482/2012 criou o Sistema de Compensação de Energia (*net metering*) onde o consumidor pode gerar sua própria energia a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de sua concessionária. Posterior a esta Resolução, surge a Resolução 687/2015 onde a Aneel permite que um grupo de consumidores de uma determinada área de concessão reúna-se em consórcio ou cooperativas para repartir os créditos de energia entre os associados para redução de suas faturas de energia elétrica.

Para Ricardo (2012), a criação de fontes energéticas de pequena escala de suprimento e descentralizadas é fundamental para o desenvolvimento sustentável e ampliação da matriz energética do país.

De acordo com Melchior (2017), sempre há um custo de oportunidade presente em cada investimento, podendo a escolha de um, implicar na rejeição de outros.

Zen (2010) entende a análise de viabilidade como uma das maneiras de avaliar investimentos através da elaboração de um projeto que procura simular os retornos da decisão de investir através da coleta e processamento de informações. Ainda segundo o autor, se a ideia de investimento que se tem estiver de acordo com o objetivo buscado pelo investidor, aí ela será aprofundada através da realização do projeto de análise de investimento.

A avaliação básica de um projeto de investimento envolve um conjunto de técnicas, sendo necessária a análise criteriosa dos métodos para que se possam compreender os reflexos nos resultados financeiros (LIZOTE et. al, 2014). Para garantir a melhor escolha em relação a esse investimento, existem várias técnicas, convenções, critérios de análise e processos decisórios que podem ser utilizados, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback*.

O trabalho desenvolvido por Flores (2014) objetivou identificar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de geração de energia elétrica ao utilizar o biogás proveniente de resíduos da suinocultura através de um estudo de caso realizado numa propriedade com 600 matrizes reprodutoras em ciclo fechado, 300 matrizes em criação de leitões, que somadas aos demais suínos totalizam 5000 animais. A análise econômica desenvolvida neste trabalho demonstrou que o projeto de implantação do sistema de cogeração é viável seja com 1 ou 2 grupos de geradores, desde que o tempo de operação seja de 14 horas diárias.

Dias et al., (2013) verificou a viabilidade econômica da implantação de um biodigestor modelo indiano uma granja de suínos de pequeno porte e os resultados evidenciaram um panorama favorável à utilização dessas tecnologias, com possibilidades de gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Sendo assim, do ponto de vista econômico e social, o sistema biointegrado de atividades rurais é de grande importância para as pequenas, médias e grandes propriedades rurais, além da preocupação com o meio ambiente (BARBOSA e LANGER, 2011).

Posto isso, o principal objetivo desse trabalho foi realizar uma análise de viabilidade econômica na geração de energia elétrica através do biogás, para suprir as necessidades de energia elétrica de uma propriedade rural, com atividade de suinocultura, localizada na região norte do Rio Grande do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE

O estudo de caso foi realizado em uma propriedade rural localizada na região norte do Estado do Rio Grande do Sul. Trata-se de uma granja Unidade Produtora de Leitões (UPL), que possui, aproximadamente, 3.000 matrizes. De acordo com as informações fornecidas pelo proprietário, a granja possuía, em outubro de 2018, 17.160 suínos.

Para a coleta de dados e informações foi feita uma visita *in loco* e um questionário aplicado ao proprietário e funcionários da granja, com o objetivo de conhecer o processo produtivo da granja, o consumo mensal médio da propriedade, a quantidade de consumo de água pelos animais, o atual sistema de tratamento de dejetos utilizado, a regularização ambiental da granja e as suas instalações elétricas, bem como a concessionária de energia a qual pertence.

2.2 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Para estimar a produção de biogás utilizou-se o caderno intitulado “Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil”. Trata-se de um documento elaborado pela Rede BiogásFert, em um trabalho liderado pelo Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás-ER) e a Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), por meio do Centro Internacional de Hidroinformática (CIH), em conjunto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Itaipu Binacional.

Uma amostra do efluente foi coletada na saída da tubulação que o efluente percorre até a lagoa anaeróbia, e encaminhada para análise de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) no Laboratório de

Controle de Efluentes, da Universidade de Passo Fundo-RS. A granja possui em seu atual sistema de tratamento de dejetos 4 lagoas e, posteriormente, o efluente é distribuído na lavoura.

2.3 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para os cálculos dos indicadores de viabilidade, o VPL, a TIR e o *Payback* utilizou-se a planilha Excel da Microsoft.

2.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é uma métrica que tem como objetivo calcular o valor presente de uma sucessão de pagamentos futuros, deduzindo uma taxa de custo de capital. Esse cálculo é extremamente necessário, graças ao fato de que o dinheiro que receberemos no futuro não terá o mesmo valor que o dinheiro possui no tempo presente.

Através deste método pode-se selecionar as alternativas mais rentáveis, caso o VPL for menor do que zero o investimento deve ser descartado (LIZOTE et. al, 2014).

2.3.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

O método de Taxa Interna de Retorno apresenta vantagens, entre elas a facilidade de visualização percentual após obtido o resultado; leva em consideração o temporal valor do dinheiro. Entretanto, apresenta desvantagens no que diz respeito à dificuldade do cálculo, uma vez que esse é feito de tentativa e erro; a consistência, do resultado é variável e; o método supõe que os saldos serão reaplicados a mesma taxa do investimento.

2.3.3 *Payback*

A atividade de um investimento é inversamente proporcional ao tempo de retorno do montante inicial de capital investido. A técnica do *payback* visa determinar qual o tempo necessário até que o investimento inicial seja recuperado pelo investidor, através de receitas obtidas a partir do próprio empreendimento (ZEN, 2010).

Se levarmos em consideração que quanto maior o horizonte temporal, maiores são as incertezas, é natural que as empresas procurem diminuir seus riscos optando por projetos que tenham um retorno do capital dentro de um período de tempo razoável.

De acordo com Zen (2010), por beneficiar projetos de período mais curto, esta técnica valoriza a liquidez, ou seja, favorece os investimentos que liberam caixa para outros usos com maior rapidez, sendo tendenciosamente contra projetos de longo prazo. O mesmo autor ainda diz que o período de

retorno de investimento deve contemplar os cálculos de VPL e TIR para que se leve em conta a rentabilidade e o risco da decisão de investimento.

2.4 FLUXOGRAMA DA PLANTA

A seguir, apresentamos um fluxograma da planta de geração de energia através do biogás, identificando a sequência e os equipamentos que serão necessários. A modalidade proposta é o Sistema de Compensação de Energia, proposto na Resolução Aneel nº 482/2012.

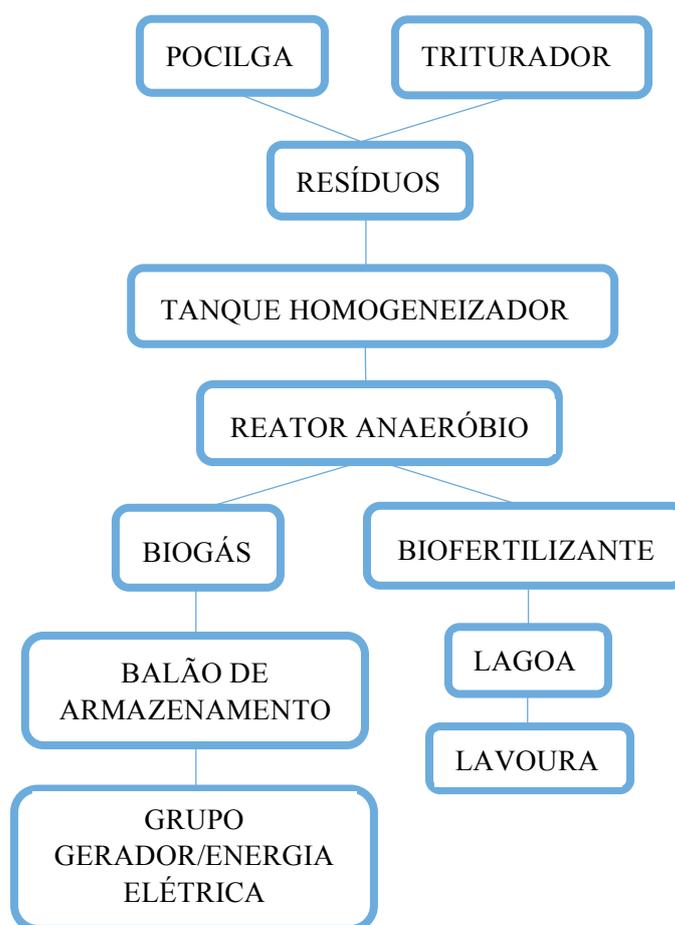


Figura 1 - Fluxograma do processo de geração de energia

Fonte: Autoria própria

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O efluente gerado no processo de criação de suínos confinados é composto de urina e fezes, água desperdiçada, restos de alimentos não digeridos, resíduos de medicamentos antimicrobianos e microrganismos patogênicos (VIANCELLI et al., 2013)

De acordo com Mito et al., (2018), sólidos voláteis, de um efluente, referem-se à fração orgânica que será volatilizada dentro de um biodigestor, ou seja, que será fermentada para produzir o biogás. Os mesmos autores trazem valores de sólidos voláteis, para efluentes suínícolas, de diversos estudos, sendo que os mais recentes apresentaram valores entre 31,1 e 43,5 g/L. As análises da amostra coletada mostraram que o efluente apresenta uma quantidade de sólidos totais e sólidos voláteis muito baixa, com valores de 3912,5 mg/L e 2418,5 mg/L, respectivamente, representando apenas, aproximadamente, 0,4 e 0,2% do efluente, sendo que os valores médios encontrados na literatura estão entre 2 a 4%.

Um dos fatores que pode ter influenciado nesses valores é o ponto de coleta, pois, dependendo da inclinação da tubulação até sua saída, acredita-se que os sólidos presentes no efluente vão sedimentando, haja vista que antes de cair na lagoa anaeróbia o efluente passa por uma caixa de inspeção, onde foi possível visualizar grande quantidade de material sólido acumulado.

Além disso, deve-se considerar o sistema de manejo adotado na propriedade. Estudo realizado por Gomes et al., (2009) concluiu que o desperdício de água nos bebedouros tem influência direta na quantidade de efluente gerado. O estudo também mostrou resultados da análise do efluente, encontrando valores para sólidos voláteis de 26,39 e 28,34 g/L.

Segundo Tavares (2012), a água é muitas vezes negligenciada no planejamento dos sistemas de produção de atividade suínícola, sendo que o conhecimento das necessidades diárias dos suínos e do seu padrão de consumo durante o dia na unidade, permite o dimensionamento correto dos sistemas de armazenamento e fornecimento de água para os animais.

Já Palhares (2011) alerta que a relação água e produção de suínos é um tema que deve ser abordado de forma imediata e sistêmica, pois essa atividade é uma ameaça constante à quantidade e à qualidade deste recurso natural. Em seu trabalho, ele identificou que a melhoria da produtividade hídrica da suinocultura depende da melhoria da produtividade hídrica dos plantios de milho e soja, porém não exclui ações, programas e políticas para reduzir o consumo de água de dessedentação e limpeza nas unidades produtivas.

As características dos dejetos variam em função de espécie, sexo, tamanho, raça e atividade dos animais, além de serem afetadas por fatores ambientais como temperatura e umidade do ar e, ainda, pela alimentação fornecida, o que torna o conhecimento das características dos dejetos dos animais essencial para o projeto dos sistemas de tratamento e para a avaliação das consequências negativas e do manejo inadequado (SOUZA et al., 2009). Os autores também concluíram que é impossível propor um sistema padrão de tratamento devido a variabilidade nas características dos dejetos.

Diante disso, sugeriu-se ao proprietário realizar uma análise sobre o consumo de água da propriedade, através de um técnico especializado que realize a gestão da água do processo de criação dos suínos.

O estudo sugerido ao proprietário não foi realizado, logo, para dar prosseguimento a este trabalho, optou-se por utilizar os valores de SV apresentados por Mito et al., (2018).

3.1 DEMANDA ENERGÉTICA X OFERTA ENERGÉTICA

Com base nas contas de luz da propriedade analisadas por um período de 12 meses, fornecidas pelo proprietário, calculou-se o consumo médio de energia da propriedade, descrito na Tabela 1. Portanto, o consumo médio mensal de energia elétrica de toda a propriedade é de 121.874,75 kWh.

A propriedade pertence ao grupo B (baixa tensão) e, dessa forma, paga apenas pelo consumo de energia (kWh/mês), sem necessidade de demanda contratada.

Tabela 1- Consumo e custo médio mensal de energia elétrica na propriedade

Unidade	Consumo kWh	Tarifa (R\$)	Custo R\$
Fábrica de ração	25566,08	0,37	9419,82
Fatura de irrigação	1141,83	0,21	240,20
Granja suínos 1	24028,50	0,37	8853,30
Granja suínos 2	47369,67	0,37	17453,35
Aviários 1	5584,92	0,37	2057,76
Aviários 2	5962,67	0,37	2196,94
Aviários 3	5504,75	0,37	2028,23
Aviários 4	6285,17	0,37	2315,77
Casa	431,17	0,37	158,86
TOTAL	121874,75	-	44724,24

Fonte: Autoria própria

Para o cálculo da estimativa de geração de biogás foi utilizada a metodologia e os dados do Quadro 1, ambos retirados do trabalho de Mito et al., (2018), mencionado anteriormente. Com base nisso, estimou-se uma produção de biogás de 2.121,58 m³.dia⁻¹.

Quadro 1 - Valores adotados para o cálculo de geração de biogás

Suínos				
Categorias	Peso vivo (kg)	L efluente . animal ⁻¹ .dia ⁻¹	SV (gsv.L ⁻¹)	B ₀ (m ³ CH ₄ .kg _{sv} ⁻¹) ¹
Maternidade	3,00	27,00	35,38	0,32
Leitão creche	15,93	1,40		

Matriz (fêmea)	215,00	16,00		
----------------	--------	-------	--	--

Fonte: Mito et al., 2018.

3.2 ARRANJO TÉCNICO

O modelo de biodigestor dimensionado foi o de Tanque com Agitação Contínua-CSTR (Continuous Stirred Tank Reactors), com aquecimento interno e agitação mecânica. Segundo Pereira (2017), esse modelo de biodigestor é capaz de processar com rapidez e desempenho dejetos suínos, avícolas, bovinos, entre outros.

A justificativa da escolha deste modelo se deve ao fato dele apresentar melhor desempenho que o biodigestor modelo lagoa coberta, que é o mais difundido na região, porém pouco eficiente, principalmente, nas estações mais frias do ano devido à redução da temperatura dentro do reator.

3.2.1 Dimensionamento do biodigestor

O dimensionamento e orçamento do biodigestor foram feitos por empresa terceirizada. Para este *case* a empresa dimensionou o biodigestor com 2200 m³ de capacidade, com diâmetro de 25 metros e altura total 6 metros.

O biodigestor projetado irá operar a uma temperatura constante de 38°C, além possuir agitação mecânica que será realizada por 2 agitadores. O projeto também contempla sistema de controle de pressão e sistema de dessulfurização.

3.2.2 Dimensionamento do grupo gerador

A conversão energética do biogás em energia elétrica ocorre a partir da conversão da energia química contida nas moléculas do biogás em energia mecânica por meio da combustão. Por meio de um gerador a energia mecânica é convertida em energia elétrica.

O aproveitamento do biogás ao ser transformado em água e gás carbônico no processo de queima impede que o metano proveniente da decomposição da matéria orgânica seja liberado para a atmosfera contribuindo para redução do efeito estufa haja vista que o metano tem um potencial estufa 21 vezes maior que o CO₂.

A unidade consumidora será enquadrada no sistema de compensação de energia com geração junto à carga.

O grupo gerador dimensionado é de 400 kVa, em regime contínuo, o qual irá consumir 45540 m³ de biogás por mês, produzindo 164.736 kW/mês de energia elétrica.

Com isso, fica previsto que a planta terá um excedente de biogás de, aproximadamente, 18.107,40 m³/mês, o qual será armazenado em balão específico para ser utilizado quando necessário.

3.3 CAPITAL EXPENDITURES – CAPEX

Como investimento pré-operacional entende-se o valor total dos equipamentos e materiais necessários para iniciar a construção da planta, conforme Tabela 2. O valor total do investimento é R\$ 1.784.013,70 e os orçamentos apresentados foram adquiridos diretamente com os fornecedores.

Tabela 2– Investimentos pré-operacionais

Equipamento/material	Custo (R\$)
Triturador	90.000,00
Tanque receptor com agitador	30.000,00
Biodigestor	733.530,64
Grupo gerador 400 kVa	600.000,00
Balão armazenador de biogás	20.000,00
Projeto elétrico (sem execução)	4.800,00
Projeto civil e execução	130.000,00
Projeto ambiental	3.500,00
Gerenciamento do projeto, construção da planta e posterior monitoramento	10.000,00
SUBTOTAL	1.621.830,64
Fundo de reserva (10%)	16 2.183,06
TOTAL	1.784.013,70

Fonte: Autoria própria

O triturador é um equipamento que será utilizado para triturar os animais mortos. A trituração é necessária, pois aumenta a velocidade de decomposição do material dentro do reator anaeróbio (biodigestor).

Para a escolha desse equipamento seguiu-se as orientações de Nicoloso, et al., (2017), que orientam a submissão das carcaças à tratamento térmico, com temperatura mínima de 70°C por um período de duas horas.

Esse material triturado deve ser misturado com o efluente oriundo das instalações dos suínos (maternidade e crechário), e, por isso, a necessidade de um homogeneizador. Depois de homogeneizado, o efluente é encaminhado para o reator anaeróbio.

3.4 OPERATIONAL EXPENDITURES – OPEX

Entende-se por custos fixos projetados os custos mensais para manutenção e operação da planta, listados na Tabela 3.

Tabela 3– Custos fixos mensais projetados

Serviço	Custo mensal (R\$)
Operador da planta	2.500,00
Análises laboratoriais	300,00
Outras	1.000,00
TOTAL	3.800,00

Fonte: Autoria própria

3.5 RECEITA PROJETADA

As receitas projetadas incluem basicamente a economia da fatura de energia elétrica. Utilizando o grupo gerador selecionado (400 kVa), que consome $69 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ de biogás, estima-se que a produção mensal de energia será de 164.736 kW, suprimindo 100 % da demanda de energia da propriedade, o que corresponde a uma economia anual de, aproximadamente, R\$ 491.090,88, já descontando os custos fixos projetados.

O excedente de energia corresponde a 42.861,25 kW/mês, que ficará disponível como crédito de energia na concessionária para ser utilizado em até 60 meses ou poderá ser comercializado através da criação de um consórcio.

3.6 ANÁLISE DOS CÁLCULOS DE INVESTIMENTO

Considerando que os equipamentos e investimento pré-operacionais serão realizados com capital próprio do empreendedor, sem aporte de financiamento, obteve-se os valores para VPL, TIR e *Payback*. Neste caso, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) utilizada foi de 7,5%, pois optou-se por trabalhar com uma taxa superior à taxa SELIC, que hoje está 6,5% anualizada.

O VPL (Figura 3), traz ao valor presente um valor futuro, representando a diferença entre os recebimentos e pagamentos de um projeto de investimento em valores monetários atuais. Analisando os valores do VPL encontrados, percebe-se que o número é positivo, o que caracteriza a viabilidade do projeto. Pode-se dizer então que o VPL é uma forma de avaliar a lucratividade de uma proposta de investimento.

O tempo do cálculo do *Payback* mostra que o valor investido terá um retorno em, aproximadamente, 3 anos e 8 meses. Pode-se dizer que o investimento terá um tempo de retorno consideravelmente curto.

A TIR está intimamente ligada ao VPL, pois com ela tentamos encontrar uma única taxa de retorno que resuma os méritos de um projeto. A TIR calcula a taxa de desconto que deve ter um fluxo de caixa para que seu VPL iguale-se a zero e é usada para avaliar a atratividade de um projeto, refletindo a qualidade de um investimento, ou seja, ela demonstra o quanto rende um projeto de investimento considerando a mesma periodicidade dos fluxos de caixa do projeto. Como base de regra, um investimento é rentável se a TIR exceder ao retorno exigido (no caso 7,5%), caso contrário deve ser recusado. A TIR desse estudo foi de 24%, indicando a rentabilidade do investimento.

A Figura 2, mostra a evolução do Fluxo de Caixa Total em relação ao tempo de 10 anos.

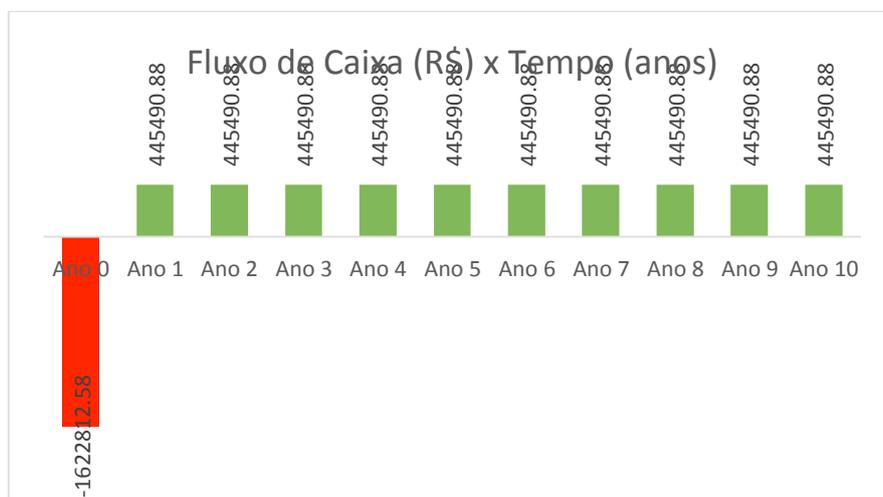


Figura 2 - Gráfico do Fluxo de Caixa em relação ao tempo

Fonte: Autoria própria

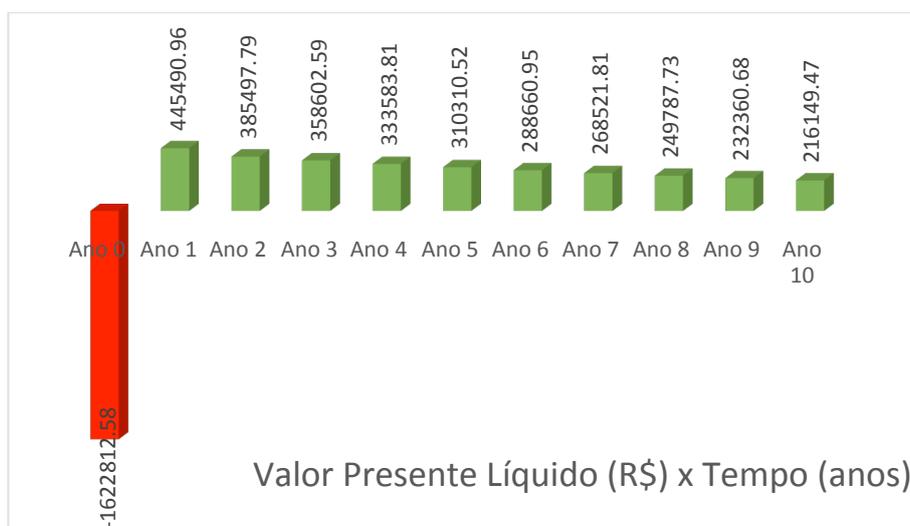


Figura 3 - Gráfico do Valor Presente Líquido em relação ao tempo

Fonte: Autoria própria

4. CONCLUSÕES

A análise de viabilidade econômica deste estudo mostrou-se extremamente exequível para os três indicadores calculados.

Salienta-se que, além da viabilidade, a propriedade passa a ser em parte autossustentável em energia elétrica e, simultaneamente, contribuindo com a preservação do meio ambiente e da região em que está alocada.

Recomenda-se coletar uma amostra seguindo as orientações de Kunz e Palhares (2004) e analisar em laboratório a quantidade de ST e SV presentes no efluente produzido na propriedade para que o cálculo de geração de biogás seja mais preciso.

Além disso, orienta-se conhecer bem o processo de produção e a quantidade de água utilizada, de preferência, realizando um monitoramento com hidrômetro, pois a quantidade de água utilizada influencia diretamente na quantidade de efluente e, conseqüentemente, no dimensionamento do biodigestor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOGÁS E BIOMETANO. **Potencial Brasileiro de Biogás**. Disponível em: < <https://www.abiogas.org.br/setor-no-brasil>>. Acesso em: 23 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual**. 2017. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>> Acesso em: 12 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Diário Oficial da União de 19 de abril de 2012, seção 1, p. 53, v. 149, n. 76 e o retificado no Diário Oficial da União de 8 de maio de 2012 e 19 de setembro de 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Diário Oficial da União de 2 de dezembro de 2015, seção 1, p. 45, v. 152, n. 230 e o retificado no Diário Oficial da União de 18 de dezembro de 2015 e 26 de fevereiro de 2016.

AVACI, A. B., et al. Avaliação econômica-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, n. 14, p. 456-462, Campinas Grande, PB, 2013.

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

BILOTTA, P.; KUNZ, A. Swine manure post-treatment Technologies for pathogenic organismo inactivation. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 422-431, mar./abr. 2013.

CASSINI, S. T. (coordenador). **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento de biogás.** Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 210 p. 2003.

DIAS, M.I. A. et al. Viabilidade econômica do uso do biogás proveniente da suinocultura, em substituição a fontes externas de energia. **Revista Energia na Agricultura.** v. 28, n.3, p. 155-164, Botucatu, SP, 2013.

FLORES, M. C. **Viabilidade econômica do biogás produzido por biodigestor para produção de energia elétrica** – estudo de caso em confinador de suíno. Dissertação (Graduação). Universidade Federal de Alfenas, Curso de Engenharia Química, Poço de Caldas, MG, 2014.

GOMES, S. D.; et al. Efeito do manejo da lâmina d'água na minimização do volume de efluentes gerados na produção de suínos. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 233-242, abr.-jun. 2009.

IBGE. **Estatística da produção pecuária.** jan.-mar. 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=72380&view=detalhes>>. Acesso em: 12 set. 2018.

KUNZ, A.; PALHARES, J. C. P. A importância do correto procedimento de amostragem para avaliação das características dos dejetos suínos. **Embrapa Suínos e Aves: Comunicados Técnico**, 362. Concórdia, SC, 2004.

LIZOTE, S. A. et al. Análise de investimentos: um estudo aplicado em uma empresa do ramo alimentício. In: XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. **Anais...** out. 2014.

LUCIO, L. T. **Estudo de viabilidade técnica e econômica para o aproveitamento energético do biogás no município de Entre Rios do Oeste – PR:** produção centralizada versus produção descentralizada de biogás. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Cascavel, PR, 2015.

MELCHIOR, M. H. **Análise de investimentos aplicada a unidades de armazenagem de arroz.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Engenharia de Produção, Santa Maria, RS, 2017.

MITO, J. Y. de L. et al. **Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018, 52 p.

NICOLOSO, R. da S., et al. **Tecnologias para destinação de animais mortos na granja.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017.

OLIVEIRA, M.B. de. **Simulação do desempenho de diferentes sistemas de reatores para processos anaeróbios de produção de biogás.** (Graduação) Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro Largo, RS, 2016.

PALHARES, J. C. P. Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil. **Acta Scientiarum/Anima Sciences**, Maringá, PR, v. 33, n. 3, p. 309-314, 2011.

RICARDO, C. M. **Avaliação econômica de biodigestor de fluxo tubular, com sistema de recirculação, no tratamento de dejetos suínos.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Lavras, MG, 2012.

SILVA, E. P. da. **Fontes renováveis de energia:** produção de energia para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

SOUZA, C. de F., et al. Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação. **Revista Ceres**, 56 (2), p. 128-133, 2009.

TAVARES, J. M.R. **Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, SC, 2012.

TIETZ, C. M.; FEIDEN, A.; SOARES, P. R. H. Biogás de bovinos como alternativa energética sustentável. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 14-26, 2015.

VIANCELLI, A. et al. Performance of two swine manure treatment systems on chemical composition and on the reduction of pathogens. **Chemosphere** 90 p. 1539-1544, 2013.

ZEN, L. M. **Análise de investimentos aplicada a empreendimentos de base imobiliária.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Ciências Administrativas, Porto Alegre, RS, 2010.