ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONOMICA DE UM SISTEMA DE COGERAÇÃO A PARTIR DO BIOGÁS PROVENIENTE DOS RESÍDUOS DE UMA FECULARIA

Ana Carla Simão Queiróz ⁽¹⁾ (acqueiroz49@gmail.com), Fabiano Branco Pagliosa ⁽²⁾ (pagliosa@gmail.com),
Matheus Vinicius da Silva Mazuquiel ⁽³⁾ (matheusmazuquiel@hotmail.com), Rudson Nolasco de Abreu ⁽⁴⁾
(Engrudsonnolasco@gmail.com)

⁽¹⁾ Universidade Católica Dom Bosco (UCDB); Engenharia Mecânica

RESUMO: *Este projeto tem como objetivo o estudo e análise de viabilidade econômica para a geração de energia em uma fecularia, localizada no estado do Mato Grosso do Sul, usando como combustível o biogás proveniente dos resíduos produzidos pela própria fecularia, implementado um sistema de cogeração. Como método de aplicação serão analisados alguns tipos de matrizes geradoras de energia e mediante uma análise criteriosa será escolhido a melhor tecnologia para o sistema, isso vinculado a fatores como custo de implementação e instalações e custos com manutenção. Juntamente com estudo do retorno do capital investido através de uma análise de matemática financeira. Obteve-se como resultado a estimativa de produção de biogás em aproximadamente 7730,8 m³ mês. Através do gerador, pode-se estimar a produção de energia elétrica mensal avalia em R\$5.270,24, onde a produção é capaz de gerar uma econômica anual de R\$63.242,89 quanto ao consumo de energia. O estudo de viabilidade mostrou que o sistema se torna viável, uma vez que o grupo gerador segundo o fabricante, possui vida útil de 10 anos e a partir do terceiro ano de implementação do sistema, o mesmo passará a gerar somente lucro para a empresa.*

PALAVRAS-CHAVE: BIOGÁS, COGERAÇÃO, FECULARIA, VIABILIDADE.

ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF A COGENERATION SYSTEM FROM BIOGAS FROM WASTE

ABSTRACT: *This Project aims to study and analyze the economic viability for power generation in a fecular plant located in the state of Mato Grosso do Sul, using as fuel the biogás from the waste produced by the fecular plant itself, implementing a cogeneration system. As application method will be analyzed some types of energy generating matrices and through a careful analysis will be chosen the best technology for the system, this linked to factors such as implementation cost and facilities and maintenance costs. Along with studying the return on invested capital through a financial math analysis. The result was the estimated biogás production in approximately 7730,8 m³ month. Through the generator, it is possible to estimate the monthly electric energy production estimated at \$ 5270.24, where the production is capable of generating na anual saving of \$63242.89 in terms of energy consumption. The feasibility study showed that the system becomes viable, since the generator set according to the manufacturer has a useful life of 10 years and from the thid year of implementation of the system, it will only generate profit for the company.*

KEYWORDS: Biogas, Cogeneration, Fecular, Viability

1. INTRODUÇÃO

O estado do Mato Grosso do Sul é o segundo maior produtor de amido de mandioca, atrás apenas do Paraná. Com a instalação de novas empresas, elevou a participação estadual de 20,7 % em 2014 para 24,5% em 2015, com produção de 185 mil toneladas (GROXKO, 2016). A maioria das fecularias no estado do Mato Grosso do Sul são provenientes de empresas que executam essa extração, e estão reunidas entre os municípios de Dourados e Ivinhema (COSTA E LAMOSO, 2013).

O efluente de uma fecularia, denominado manipueira, é produzido nos processos de lavagem para a obtenção do amido, pois neste processo a água contém grandes quantidades de matéria orgânica, a qual pode ser usada para produção do biogás (GUIMARÃES, 2014). Nos processos de industrialização da mandioca são gerados resíduos sólidos que consistem em partes lenhosas e deterioradas das raízes, porções fibrosas retidas no processo de peneiramento, bagaço, água residuárias de lavagem e a manipueira, sendo que este último é o mais problemático por possuir elevada carga de poluentes e efeitos tóxicos, devido ao glicosídeo cianogênicolinamarina, que causam impactos ao meio ambiente quando lançados em cursos de água (ARAUJO, 2015).

Atualmente o tratamento dessa água residuária, utiliza biodigestores que além do tratamento produzem o biogás. Esse gás é queimado e usado para secagem da pasta úmida em equipamentos do tipo adiabáticos, tecnicamente denominados *flash drier*, que consistem em uma corrente de ar aquecida (de 120°C a 150°C, dependendo dos processos anteriores) usando uma tubulação que suspende a massa de amido e realiza a secagem. Neste caso, para que não ocorra a formação de gel, o amido não deve apresentar umidade maior que 30 %. Posteriormente à separação do amido seco do jato de ar ocorre em um sistema de ciclones separadores (CEREDA; VILPOUX, 2003). Para a comercialização do amido de mandioca a umidade, segundo a ANVISA (1978), não deve exceder 13 %. O processo final é o ensaque e comercialização do amido.

Entretanto, as agroindústrias de processamento de amido de mandioca podem produzir biogás pela necessidade do tratamento de efluente, devido aos fatores ambientais, mas também por ser uma alternativa economicamente viável, na produção tanto de energia elétrica como energia térmica, substituindo a queima de lenha na caldeira, além de demonstrar todo o comprometimento da empresa como melhoria do meio ambiente (ARAUJO, 2015).

O projeto teve como objetivo o estudo de viabilidade de um sistema de cogeração a partir do biogás produzido em uma fecularia de médio porte no tratamento de água residuárias, sendo avaliada uma tecnologia específica e propicia para o sistema de cogeração como meio de produção de energia nas formas de eletricidade e calor. O estudo tem por objetivo abrangente avaliar tal

alternativa, tanto em termos econômicos como também em termos de eficiência. Realizando o estudo de viabilidade técnica e econômica de um sistema de cogeração.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A fecularia de médio porte localiza-se na cidade de Ponta Porã-MS e processa aproximadamente 200 toneladas de mandioca por dia para a obtenção de fécula. O biogás produzido é empregado na secagem do amido. A empresa opera em turnos de 8 horas diárias, de terça a sábado.

O estudo de viabilidade técnica e econômica foi desenvolvido, levando em consideração os dados da literatura em relação a produção diária de biogás, o consumo de energia elétrica da planta industrial, dos valores do custo de instalação, aplicação e de manutenção segundo os catálogos técnicos de fabricantes da tecnologia compatível para a cogeração e possíveis valores.

Para determinação da produção de biogás utilizou-se o valor de 0,9 m³ de efluentes para cada tonelada de produto processado (ARAÚJO, 2013). Para a produção de biogás o tempo de retenção hidráulica (THR) considerado foi de 10 dias. A produção teórica do biogás considerou a relação de Chernicharo (1997), que deriva da estequiometria da digestão anaeróbica onde 1 mol de CH₄ e requer 2 moles de oxigênio para sua completa oxidação a gás carbônico e água, conforme a Equação 1.

Portanto, 1 mol de metano produzido corresponde a remoção de 64 gramas de demanda química por oxigênio solúvel – DQO (correspondido pelo O₂). Chernicharo (1997) apresenta a expressão geral que determina a produção teórica de biogás (metano) por grama de DQO, conforme mostrada na Equação 2.

$$V_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{K(t)} \quad (2)$$

Onde,

V_{CH₄}: Volume de metano produzido, em litros;

K(t): Fator de conversão para a temperatura de operação do reator, em gDQO/L;

DQO_{CH₄}: Carga de DQO removida no reator e convertida em metano, em gDQO.

O fator de correção para temperatura é dado pela Equação 3.

$$K(t) = \frac{p \cdot K}{R(273+t)} \quad (3)$$

Onde,

P: Pressão atmosférica do local do reator, igual a 1 atm;

K:DQO correspondente a 1 mol de CH₄, igual a 64 gDQO/mol;

R: Constante universal dos gases, igual a 0,08206 atm.L/mol.K;

t: Temperatura de operação do reator, em °C.

Para efeitos de cálculo, de acordo com Araújo (2015), que se baseou em uma avaliação do potencial de produção de biogás em uma fecularia no estado do Paraná o que se torna aceitável a aplicação e uso de tais parâmetros, uma vez que são aplicados em ambientes industriais semelhantes. A Tabela 2 apresenta os parâmetros de cálculos para estimativa de produção de biogás de acordo com a literatura mencionada.

Tabela 1. Produção de biogás

Parâmetro	Valor
Densidade do metano (kg/m ³)	0,67
Percentual de metano no biogás (%)	55

Fonte: Araújo (2015).

O consumo de energia elétrica na fecularia foi estimado considerando a potência de acionamento do parque industrial. Os equipamentos considerados basearam-se na capacidade de produção em aproximadamente 200 ton., os equipamentos são: plataforma de descarga, roscas transportadoras, pré-lavador, lavador de raízes, correia transportadora, picador de raízes, rosca de elevação dos picados, alimentador de picados, cevadeira para desintegrar o picado, centrifugadores tipo GI, peneira vibratória, agitador para o tanque, centrifuga vertical, peneira vibratória para o motor, desidratadora vácuo modelo DF 120, secador de fécula modelo SF 60, tambor nylon, separador centrifugo tipo GL, rosca desaguadora, ensacadora para amido, bombas autoescorvante e hidrociclone, onde possui uma potência instalada de 540 CV (MF Rural, 2018).

2.2. Análise econômica

O estudo de viabilidade econômica consistiu em relacionar o capital investido com o sistema de cogeração, o tempo de retorno do investimento e tempo de operação. Considerando que o gerador funcionará 8h por dia, e considerando uma taxa de desconto de juros de 6% a.a. e o tempo de vida útil de 10 anos.

Para o sistema de cogeração de energia foi necessário avaliar o investimento inicial (II), a estimativa foi feita através da Equação 4 (FLORES, 2014).

$$II = CM + MO \quad (4)$$

Onde,

CM: Custo com materiais e equipamentos [R\$];

MO: Custos com mão de obra [R\$].

O método de depreciação utilizado é linear e é descrito pela Equação 5 (FLORES, 2014).

$$D = \frac{Ci - Cf}{Vu} \quad (5)$$

Onde,

D: Depreciação anual [R\$/ano];

Ci: Custos com materiais depreciáveis [R\$];

Cf: Valor final do ativo [R\$];

Vu: Vida útil [ano].

Utilizando a Equação 6 pode-se calcular os juros sobre o capital investido (FLORES, 2014).

$$j = \frac{Vi + Vf}{2} * r \quad (6)$$

Onde,

j - juros sobre capital investido [R\$/ano].

Vi - valor total do investimento [R\$];

Vf - valor final do ativo [R\$];

r - taxa de juros [%/ano].

O custo de manutenção dos equipamentos pode ser calculado pela Equação 7 (FLORES, 2014).

$$Gm = \frac{T}{Im} * At \quad (7)$$

Onde,

Gm- gastos com a manutenção [R\$/ano];

T - Tempo de operação [h/ano];

Im - intervalo de manutenção dos componentes [h];

At - assistência técnica [R\$].

Os custos anuais do sistema foram determinados considerando-se os custos fixos referentes à depreciação, aos juros sobre o capital investido e os custos variáveis referentes à manutenção e a operação. A partir dos custos e benefícios obtidos é possível determinar o fluxo de caixa do projeto e realizar a análise de viabilidade econômica por meio do valor presente líquido (VPL), da taxa interna de retorno (TIR) e pelo período de retorno do capital (*Payback*).

O valor presente líquido indica o quanto um processo é viável durante sua vida útil, sendo dado pela diferença entre o valor atual dos benefícios e dos custos. O VPL pode ser calculado pela equação 8 e o TIR é obtido pelo fluxo de caixa (FERNANDES,2015).

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{Bi - Ci}{(1+r)^i} \quad (8)$$

Onde,

Bi: Benefício do projeto, em unidades monetárias [ano];

Ci: Custo do projeto, em unidades monetárias [ano];

r: taxa de desconto [%/ano];

i: contador de tempo [ano];

n: Período de vida útil do investimento [ano].

3. RESULTADOS

3.1. Estimativa da produção de biogás

A partir das informações da produção de efluentes na fecularia, foi possível calcular a produção de biogás, segundo a expressão geral de Chernicharo (1997) que determina a produção teórica de biogás (metano) por grama de DQO. Segue na Tabela 3 as considerações finais para a estimativa.

Tabela 2. Produção de metano

Quantidade de dias	Capacidade de produção de efluentes (m ³)	Efluente convertido em metano (m ³)
1	180	99
10	1800	990

Fonte: Autor Próprio (2018)

A tabela 11 apresenta o volume total convertido em metano da quantidade total de efluentes produzidos na fecularia considerando o tempo de retenção hidráulico estipulado.

- *Considerando a densidade do metano igual a 0,67 kg/m³, foi possível calcular a massa em kg da produção de efluente convertido em metano em 10 dias (EES,2018).*

$$m = d.V \quad (9)$$

Através das expressões de Chernicharo (1997), a equações 2 e 3 pode-se afirmar dar números finais para a produção diária em uma fecularia. A tabela abaixo apresenta a estimativa de produção para melhor visualização.

Tabela 3. Produção de biogás

Produção de Biogás na Fecularia	Volume (m ³)
Estimativa diária	257,69
Estimativa mensal	7.730,82
Estimativa anual	94.058,28

Fonte: Autor Próprio (2018).

Considerando a produção e colheita da mandioca, obteve-se como resultado de produção anual na unidade da fecularia em torno de 94.058,28 m³ de biogás em 264 dias de operação. O potencial de produção diário estimado, considerando-se a operação em execução em 8 horas por dia FOI de 257,69 m³.

3.2. Consumo de energia elétrica na fecularia

O consumo de energia elétrica em fecularias é considerado na potência de acionamento de máquinas descritas na tabela 10. Dessa forma, a potência total instalada em uma fecularia com capacidade de produção em 200 toneladas resulta em 540 CV, acrescentando 15% com iluminação gastos com equipamentos intermediários e afins que convertendo para o SI resulta em 456,74 kWh.

Em uma fecularia, o processamento ocorre em 8 horas de operações diárias. Dessa forma, o consumo de energia no processo considerando o tempo de acionamento de máquinas igual em 8 horas resulta em 3653,95 kWh ao dia. A Tabela 5 abaixo apresenta o resumo do consumo total de energia no funcionamento de uma fecularia.

Tabela 5. Consumo de energia.

Energia consumida na Fecularia	kWh
Consumo horário	456,74
Consumo diário	3.653,95
Consumo mensal	80.387,01
Consumo anual	964.644,07

Fonte: Autor Próprio (2018).

Sendo assim, o consumo mensal de energia elétrica na indústria em estudo é estimado em 80.387,01 kWh.

3.3. Seleção da tecnologia de cogeração

A tecnologia escolhida para a implementação do sistema de cogeração é produto da empresa brasileira ER BR - Energias Renováveis, que fornecem os mais variados equipamentos para o ambiente industrial e tal modelo é do grupo de geradores GMWM80, com máxima capacidade de 64 KW, na frequência de 60 Hz. Foi escolhido esse tipo de gerador, pois trabalha com a combustão do biogás com uma concentração de metano igual ou maior a 55%, o que constata todas as especificações dos cálculos de produção de biogás com a mesma porcentagem sobre o volume para produção de metano. A Tabela 6 estão as especificações técnicas do equipamento

Tabela 6. Especificação dos componentes do grupo gerador

Grupo Gerador		
Controle de rotação	Chassi	Dimensões e peso
O controle é eletrônico do tipo isócrono com controle por sensor eletromagnético e proteção contra sub e sobre velocidade.	Possui perfil de chapa de aço carbono, dobrado em U, podendo ser laminado, utiliza-se solda MIG.	Altura: 1350 mm Largura: 850 mm Comprimento: 1850 mm Peso: 570 Kg
Motor – MWM		
Modelo	Tensão de Operação	Refrigeração
D229 - 3 cilindros	12 VCC e bateria chumbo ácido 100 AH	A água com radiador.
Alternador - KCEL / WEG		
Acoplamento e refrigeração	Sistema de ligação/Tensões de saída/número de polos	Corrente máxima/rotação/frequência
Tipo rígido com flange/ ventilador centrífugo montado no próprio eixo.	Estrela com neutro (trifásico) / 220V, 127V, 380V /4 polos.	Para 220V -79A Para 380V - 46A 1800rpm 60Hz.

Fonte: Catálogo ER-BR

3.4. Componentes para o transporte do vapor quente proveniente do escape

Os equipamentos e peças necessária para o transporte dos gases de escape do gerador para realização da secagem do amido, os gases que saem do gerador saem com uma temperatura de aproximadamente 652°C, sendo assim necessário tubulações específicas para seu transporte. Os equipamentos são: curva de escape do motor MWM D-229 com custo de R\$259,90, sistema modular

para evacuação de gases provenientes da combustão R\$140,00 a R\$1000,00, termômetro pirômetro a laser industrial até 1000°C Ht3310 R\$350,00, Compressor radial R\$2.842,00.

3.5. Conversão do biogás em energia elétrica

Como foi calculado na Tabela 4, a produção estimada de biogás na fecularia será de 7.730,82 m³ por mês. Se toda essa demanda de biogás for direcionada para alimentar o gerador escolhido, ocorrerá a produção de energia elétrica. Segundo as especificações do fabricante ER-BR, o consumo de combustível do gerador mencionado anteriormente e alimentado com biogás está em aproximadamente 34 m³/h, sendo recomendado que o combustível esteja com uma concentração de metano em sua estrutura de no mínimo 55%.

Ainda sobre o fabricante, seguindo as especificações do equipamento, o mesmo garante que o gerador produz 64 kW de potência trabalhando em condições normais. Vale ressaltar que o gerador será aplicado na fecularia e terá seu funcionamento em um processo contínuo durante um determinado intervalo de tempo, o que nesse caso reduz a potência segundo o fabricante, um valor de 58 kW. Sendo assim, pode-se calcular o valor da energia produzida pelo gerador em um dado intervalo de tempo. A Tabela 7 apresenta tais valores.

Tabela 7. Produção de energia pelo gerador GMWM80

Estimativa	Energia gerada pela tecnologia (kWh)
Horário	58,00
Diário	439,55
Mensal	9.670,17
Anual	116.041,99

Fonte: Autor Próprio (2018).

3.6. Gastos com energia

Segundo o site da Energisa, a tarifa para o consumo industrial no estado do Mato Grosso do Sul está em aproximadamente R\$ 0,545 kWh. Dessa forma, pode-se calcular o custo de total de energia que a empresa gasta ao mês, não deixando também de calcular o valor do preço da energia gerada pelo sistema de cogeração para o mesmo dado período de tempo.

Tabela 4. Gastos com energia

Custo	Energia gerada pelo GMWM80 (kWh)	Energia consumida na Fecularia
Horário	R\$ 31,61	R\$ 248,93
Diário	R\$ 239,56	R\$ 1.991,41
Mensal	R\$ 5.270,24	R\$ 43.810,92
Anual	R\$ 63.242,89	R\$ 525.731,02

Fonte: Autor Próprio (2018).

Através da Tabela 8, pode-se afirmar que o gasto por mês da fecularia com o consumo de energia elétrica é de aproximadamente R\$ 43.810,92. Entretanto, o sistema de cogeração permite a produção de energia elétrica através do gerador, energia essa que pode ser distribuída para a própria empresa através do sistema de distribuição elétrico, o que permitiria uma economia de aproximadamente R\$ 5.270,24 ao mês.

Dessa forma, o novo valor de energia elétrica pago pela fecularia à concessionária após a implantação do sistema de cogeração será um valor resultante da subtração entre o custo de energia consumida pela indústria e o custo de energia produzida pelo sistema de cogeração. A Tabela 9 apresenta os valores atualizados.

Tabela 5. Gasto de energia com aplicação da tecnologia

Custo	Valor atualizado pago pela fecularia
Horário	R\$ 217,32
Diário	R\$ 1.751,85
Mensal	R\$ 38.540,68
Anual	R\$ 462.488,13

Fonte: Autor Próprio (2018)

3.7. Análise econômica

Sabe-se que a fecularia em estudo tem uma produção estimada em 257,7 m³ de biogás por dia. A produção de biogás depende das condições operações do biodigestor. Considera-se que a indústria opere durante 8 horas, em aproximadamente 264 dias do ano.

O processamento anual da mandioca resulta em aproximadamente 94.058,28 m³ de biogás e tais parâmetros serão usados para os cálculos de viabilidade econômica. Os materiais destinados ao sistema de distribuição e equipamentos tais como o compressor radial e os dutos de evacuação dos gases foram avaliados conforme a Tabela 9. Ainda como investimento foi considerado a construção da casa de máquinas estimada em cerca de 9%, já para a mão de obra um valor de aproximadamente 8% e para instalações elétricas 12%, todos os valores estimados em percentual em relação ao gerador, que é o equipamento mais caro do sistema de cogeração. A Tabela 10 contém os valores obtidos.

Tabela 6. Valor de investimento

Investimento	Valor (R\$)
Gerador GMWM80 - 80 kVA	76.000,00
Compressor radial	2.842,00
Casa de máquina para o gerador	2.700,00
Instalações elétricas	3.600,00
Mão de obra para implantação	2.400,00
Equipamentos para distribuição do vapor	1.600,00
TOTAL	86.442,00

Fonte: Autor Próprio (2018).

A avaliação dos custos do sistema foi realizada de forma anual e considerou os custos de depreciação, os juros sobre o capital, e os custos de operação e manutenção. De maneira teórica, depreciação representa a desvalorização dos bens da propriedade, que perdem seu valor com o passar do tempo. Os bens depreciáveis avaliados foram os equipamentos, máquinas e a construção de casa de máquina e não foi considerado o valor final nos processos abaixo, pois os valores de revenda não foram obtidos com a realização do projeto. A Tabela 11 apresenta os valores obtidos com a depreciação.

Tabela 7. Depreciação

Equipamento / Material	Valor inicial (R\$)	Vida Útil (ano)	Depreciação (R\$/ano)
Casa de máquina	2.700,00	20	135,00
Instalação elétrica	3.600,00	10	360,00
Gerador	76.000,00	10	7.600,00
Compressor radial	2.842,00	10	284,20
Distribuição de vapor	1.600,00	5	320,00
TOTAL	86.742,00		8.699,20

Fonte: Autor Próprio (2018).

Os juros obtidos para o capital investido estão representados na Tabela 12.

Tabela 8. Juros

Equipamento / Material	Valor inicial (R\$)	Taxa de juros (%/ano)	Juros (R\$/ano)
Casa de máquina	2.700,00	5	67,50
Instalação elétrica	3.600,00	5	90,00
Gerador	76.000,00	5	1.900,00
Compressor radial	2.842,00	5	71,05
Distribuição de vapor	1.600,00	5	40,00
TOTAL	86.742,00		2.168,55

Fonte: Autor Próprio (2018).

Os custos já estarão inclusos o valor da assistência técnica proveniente da manutenção do gerador, esses custos são encontrados na Tabela 13. Considerando o gerador operando de acordo com o processamento e extração da mandioca, ou seja, operar em 8 horas por dia, em um total de 264 dias, o que resulta em um total de 2112 horas trabalhadas.

Tabela 9. Custo de manutenção

Componente Gerador	Intervalo (horas)	Custos de operação e manutenção (R\$)	Custo anual de operação e manutenção (R\$)
Óleo lubrificantes	A cada 100 horas	100,00	2.112,00
Filtro de óleo	A cada 400 horas	82,00	432,96
Sistema de combustível	Filtros - 200 horas Válvula - 2000 horas	25,00	25,00
Refrigeração	Líquido refrigerante, esticar correia e troca - 1000 horas	270,00	570,24
Alternador	Velas - trocar a cada 1000 horas	240,00	506,88
TOTAL			3.647,08

Fonte: Autor Próprio (2018).

Para a manutenção do compressor radial, considera um percentual de 10% do custo total de manutenção para o compressor, visto que a tecnologia é usada única e exclusivamente para direcionar o vapor quente proveniente do escape dos gases no motor para o secador de fécula, e dessa forma os riscos de acontecer imprevistos é baixo. Sendo assim, o custo de manutenção do compressor radial está em aproximadamente R\$ 364,71.

A tabela 14 apresenta os valores resumidos para a implementação, operação e manutenção do sistema de cogeração.

Tabela 10. Valores para implementação

Itens de custo	(R\$/ano)
Depreciação	8.699,20
Juros	2.168,55
Manutenção do gerador e compressor	4.011,79
TOTAL	14.879,54

Fonte: Autor Próprio (2018).

O gerador GMWM30a biogás de acordo com as estimativas é capaz de produzir 63.442,89 kWh por ano, ao consumir 41.231,00 m³ de biogás. O gerador é o bem adquirido de maior valor econômico, sendo assim, a sua vida útil de 10 anos foi utilizada para elaborar a análise de viabilidade do projeto, com a taxa de desconto de 10% ao ano.

O projeto terá duração de 10 anos, pois é baseada no ano tempo de vida útil do equipamento de maior custo, sendo assim o fluxo de caixa foi realizado para 10 anos, para a construção do fluxo de caixa foi utilizado uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 10%, a representação do fluxo de caixa está na Tabela 15.

Tabela 11. Fluxo de caixa

	Lucros	Investimento	Fluxo de caixa
Ano 0		-R\$ 86.742,00	-R\$86.742,00
Ano 1	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$ 43.966,68
Ano 2	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$39.969,17
Ano 3	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$36.336,10
Ano 4	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$33.032,82
Ano 5	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$ 30.029,84
Ano 6	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$27.299,85
Ano 7	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$ 24.818,05
Ano 8	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$ 22.561,86
Ano 9	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$ 20.510,78
Ano 10	R\$ 63.242,89	-R\$ 14.879,54	R\$ 18.646,17

Fonte: Autor Próprio.

Através do fluxo de caixa foi encontrado o Valor Líquido Presente - VPL de R\$ 200.409,39 e a Taxa Interna de Retorno - TIR de 83% ao ano, o que consequentemente fará o investimento a dar retorno com aproximadamente 3 anos e 27 dias.

4. Conclusão

O projeto realizou o estudo de viabilidade econômica para implementação de um sistema de cogeração em uma fecularia, e fez necessário o uso da tecnologia de classe grupo gerador para a geração de energia elétrica com a utilização do biogás produzido como os resíduos da própria indústria.

Dessa forma foi possível estimar a viabilidade do sistema, onde se obteve um valor presente líquido de R\$200.409,39 e uma taxa interna de retorno de 83%, comprovando assim que o sistema é totalmente viável como equipamento escolhido, pois o mesmo possui uma vida útil de 10 anos e com a geração de energia, pode-se obter uma economia referente ao consumo mensal na indústria, pois a energia gerada poderá ser transmitida diretamente para a rede do sistema elétrico local, o que diminuiria os custos e a partir de 3 anos e 27 dias o capital investido com o projeto será retornado a indústria na forma de lucro.

Importante ressaltar que além do projeto gerar energia, o sistema pode economizar nos gastos com a secagem do amido, uma vez que é possível utilizar os gases provenientes do escape devido à combustão e evacuá-los para aquecer o ar que passa na secadora do amido, o que autentica o processo de cogeração.

Como principais resultados deste projeto, obteve-se primeiramente a estimativa potencial de produção de biogás devido à biodigestão anaeróbica dos efluentes na unidade industrial de processamento da mandioca, a análise do aproveitamento energético do combustível produzido na própria indústria e a seleção da tecnologia compatível para o sistema de cogeração.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, I. R. **TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE FECULARIA E PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM REATOR ANAERÓBIO DE LEITO FIXO E FLUXO CONTÍNUO**. [2015].
- COSTA, U. G.; LAMOSO, L. P. O espaço geográfico das fecularias em Mato Grosso do Sul. **Revista Pegada**, v. 14, n. 1, p. 233–256, 2013.
- CHERNICHARO, C. A. L.; VAN HAANDEL, A.; AISSE, M. M.; CAVALCANTI, P. F. F. Capítulo 7: Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo. In: Campo, J. R. (coordenador). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. 1, ed. Rio de Janeiro: PROSAB/FINEP, 1999. p. 155-198.
- EQUIPEA. MF Rural: **Grupo Gerador**. 2018. Disponível em: <http://www.mfrural.com.br/detalhe/grupo-moto-gerador-a-gas-4000kva-289384.aspx>. Acesso em: 27 out. 2018.
- FLORES, M. C. **Viabilidade econômica do biogás produzido por biodigestor para produção de energia elétrica – estudo de caso em confinador suíno**. [s.l.: s.n.].
- GUIMARÃES, C. E. Avaliação do Desempenho Ambiental do Aproveitamento do Biogás em Fecularias de Mandioca no Estado do Paraná : Um Estudo de Casos Múltiplos Avaliação do Desempenho Ambiental do Aproveitamento do Biogás em Fecularias de Mandioca no Estado do Paraná : Um Est. **Desenvolvimento em Questão**, p. 171–202, 2014.