

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

MAYCON CAMILO

**VIABILIDADE ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA EM METRO
POR CAVACO EM UM SISTEMA DE QUEIMA PARA SECAGEM DE GRÃOS**

**CASCADEL - PR
2019**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

MAYCON CAMILO

**VIABILIDADE ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA EM METRO
POR CAVACO EM UM SISTEMA DE QUEIMA PARA SECAGEM DE GRÃOS**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

**Professor Orientador: Me. Eng. Mec.
Eliseu Avelino Zanella Júnior**

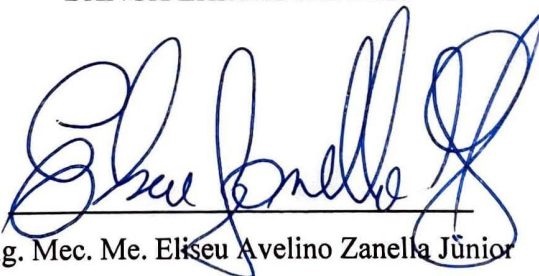
**CASCADEL - PR
2019**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
MAYCON CAMILO

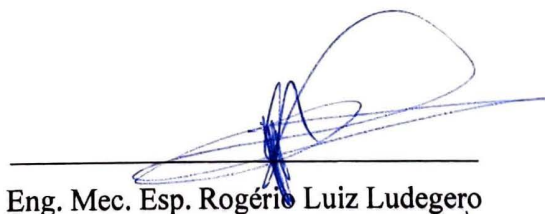
**VIABILIDADE ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA EM METRO
POR CAVACO EM UM SISTEMA DE QUEIMA PARA SECAGEM DE GRÃOS**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para obtenção de aprovação semestral no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Assis Gurgacz

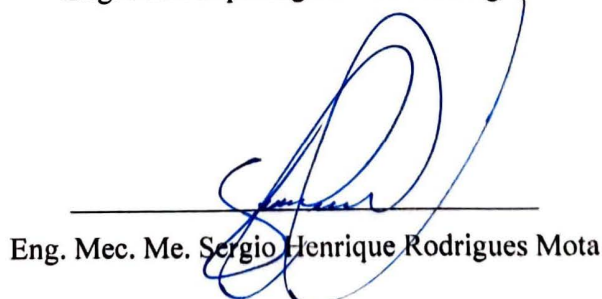
BANCA EXAMINADORA



Eng. Mec. Me. Eliseu Avelino Zanella Júnior



Eng. Mec. Esp. Rogério Luiz Ludegero



Eng. Mec. Me. Sergio Henrique Rodrigues Mota

Cascavel, 26 de novembro de 2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família
que sempre me apoiou e incentivou na busca do sucesso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família, que sempre me apoiou nesta trajetória acadêmica.

Meus agradecimentos também a todos os amigos de trabalho, pelo apoio no decorrer da graduação.

Agradeço, especialmente, ao professor orientador, Mestre Eliseu Avelino Zanella, por sua dedicação e preocupação, durante a execução de todo o projeto de pesquisa, assim como agradeço ao colegiado de professores do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Assis Gurgacz.

À empresa Consilos Industrial Ltda e à Cooperativa Agroindustrial União Ltda, por disponibilizarem os dados fundamentais para o desenvolvimento do estudo, meu muito obrigado.

RESUMO

CAMILO, Maycon. **Viabilidade econômica na substituição da lenha em metro por cavaco em um sistema de queima para secagem de grãos**. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Assis Gurgacz, 2019.

O objetivo do presente trabalho é a demonstração de viabilidade **econômica** para uma possível substituição da lenha em metro por cavaco, em um sistema de queima para processo de secagem, em uma unidade de beneficiamento de grãos. Este estudo baseia-se em um sistema que utiliza lenha em metro, e outro, que utiliza lenha em cavaco. Expõe-se, assim, a comparação de consumo em relação aos dois combustíveis, com possível automatização do processo com a utilização do cavaco, uma vez que utilizando-se a lenha em metro há necessidade de uma quantidade considerável de pessoas. A análise se deu através de redução do consumo de combustível após a comparação dos sistemas manual e automatizado. Os resultados dos cálculos possibilitam uma análise detalhada do investimento no período de 10 anos. Por intermédio do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno, fez-se análise de payback descontado, demonstrando que o projeto é economicamente viável.

Palavras-chave: Queimador de cavaco. Cavaco de eucalipto. Secagem de grãos.

ABSTRACT

CAMILO, Maycon. **Economical feasibility of replacing wood in meters by chip in a grain drying firing system.** 2019. 37 f. Undergraduate thesis (Mechanical Engineering Course) – Assis Gurgacz University Center, Cascavel, PR, 2019.

The objective of this work is the demonstration of economic viability for a possible replacement of firewood in subway by chip in a firing system for a drying process in a grain processing unit. This study is based on a system that uses wood in meters, and another that uses wood in chips. Thus, the comparison of consumption in relation to the two fuels, is exposed, with possible process automation with the use of the chip since using firewood in metro there is a need for a considerable number of people. The analysis occurred through reduced fuel consumption after comparing the manual and automated system. The results of the calculations allow a detailed analysis of the investment over a 10-year period. Through the Net Present Value and the Internal Rate of Return, discounted payback analysis was analyzed, showing that the project is economically viable.

Keywords: Chip burner. Eucalyptus chip. Grain drying.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Fornalha convencional.....	23
FIGURA 2: Sistema de queima automatizado.....	24
FIGURA 3: Barracão moega	26
FIGURA 4: Entrada de cavaco moega	27

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Fluxo de caixa	30
GRÁFICO 2: Valor Presente Líquido.....	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Custo de movimentação de lenha	25
TABELA 2: Custo de movimentação de cavaco.....	25
TABELA 3: Consumo de combustível	27
TABELA 4: Investimento do sistema automatizado.....	29

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1: Cálculo da TIR.....	21
EQUAÇÃO 2: Cálculo do VPL.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	–	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CASEMG	–	Companhia de Armazéns e Silos do Estado de Minas Gerais
Coagru	–	Cooperativa Agroindustrial União Ltda
EMBRAPA	–	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
NBR	–	Norma Brasileira
PAYBACK	–	Tempo de Retorno de Investimento
sc	–	saca de grão secado
t	–	tonelada
TIR	–	Taxa Interna de Retorno
TMA	–	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	–	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos.....	14
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	15
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	PAYBACK SIMPLES.....	19
2.2	PAYBACK DESCONTADO.....	20
2.3	FLUXO DE CAIXA.....	20
2.4	TAXA INTERNA DE RETORNO.....	21
2.5	VALOR PRESENTE LIQUIDO.....	21
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	MATERIAIS.....	23
3.1.1	Software.....	23
3.2	LOCAL DE ESTUDO.....	23
3.3	MÉTODOS.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1	CÁLCULO DA MÃO DE OBRA.....	28
4.2	CUSTOS DE MOVIMENTAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS.....	28
4.3	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL.....	28
4.4	CUSTO DOS COMBUSTÍVEIS.....	29
4.5	CUSTO DO SISTEMA QUEIMADOR DE CAVACO.....	29
4.6	VIABILIDADE DO PROJETO.....	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34
	ANEXO A – CÁLCULO	36

1 INTRODUÇÃO

A atividade agronegócio brasileira, principalmente a agricultura, necessita de uma infraestrutura para o correto beneficiamento dos produtos cultivados, a exemplo da secagem de grãos que constitui uma atividade rotineira nas regiões produtoras de grãos.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), (2018), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de grãos, com uma produção correspondente a 34%, ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

Para a realização do processo de secagem, utiliza-se a queima dos combustíveis, isto é, a lenha em metro e a lenha em cavaco. Importante destacar que essa madeira é originária de reflorestamentos, em sua maioria, da espécie eucalipto. A lenha em metro passa por um picador, resultando em cavaco picado, diminuindo, assim, suas dimensões e, conseqüentemente, aumentando o rendimento térmico no momento de uma queima para geração de calor.

Nos sistemas de queima de lenha em metro, há vários problemas envolvidos no processo de queima. Um desses problemas é o serviço braçal, necessário para o abastecimento, uma vez que, por ser manual, pode trazer problemas futuros à saúde dos colaboradores que fazem o abastecimento nas fomalhas.

Outra grande dificuldade que se evidencia nesse sistema é a variação de temperatura do ar que entra no secador de grãos, sendo, muitas vezes, instável, gerando, com isso, a secagem exagerada do grão.

Tendo em vista tais pressupostos, o objetivo deste trabalho é o de realizar uma análise energética e econômica no processo de substituição da lenha em metro pelo cavaco de madeira como combustível, por meio de, tendo em vista a busca de otimização no custo de produção.

Diante do atual cenário econômico, essa substituição do combustível em um sistema de queima, caso comprovado, pode trazer grandes vantagens aos beneficiadores de grãos, haja vista que pode apresentar uma redução no consumo de combustível, bem como na mão de obra braçal.

Para elaboração deste estudo, o percurso metodológico seguiu a perspectiva da pesquisa bibliográfica, associada à de campo, uma vez que observações e análises foram realizadas em uma unidade de secagem de grãos, situada na região de Ubatã, no estado do Paraná.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar análise da viabilidade econômica financeira ao substituir a lenha em metro pelo cavaco em um sistema de queima utilizado para secagem de grãos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Calcular o consumo médio dos combustíveis por saca de grão processada.

Comparar o custo em relação aos dois combustíveis: lenha em metro e cavaco de madeira.

Estimar o tempo de retorno do investimento.

1.2 JUSTIFICATIVA

A fôrnalha em um sistema de secagem tem um papel fundamental, pois é responsável pela geração do calor transferido para o secador que efetua a retirada da umidade para uma devida armazenagem. Ao longo dos anos, esse processo vem se modernizando, com o intuito de entregar um produto com qualidade proeminente ao mercado consumidor.

Ao observar os pontos econômicos e produtivos na utilização desse método, que possui a alimentação de forma manual, vários pontos negativos podem ser observados, tais como: a) elevado consumo de lenha; b) número elevado de funcionários para executar o abastecimento de lenha; c) variação de temperatura da fôrnalha; d) problemas ergonômicos e de choque térmico (em dias frios) aos colaboradores.

Por conseguinte, a fim de suprir a demanda de serviços, em um processo de abastecimento manual de lenha nas fôrnalhas, há necessidade de um quadro volumoso de funcionários, o que implica em geração de gastos, estrutura capaz de

viabilizar a atividade econômica, sem o qual não haveria emprego e geração de riqueza, além de ampliação da capacidade produtiva do trabalho.

Logo, muitos procedimentos na indústria podem ser automatizados, a exemplo da redução do quadro de trabalhadores e melhoria da qualidade do serviço prestado pelos equipamentos. Isso porque, instalado um equipamento economicamente eficaz que atenda às reais necessidades, apenas os planos de manutenção devem ser seguidos.

Nesse sentido, a substituição da lenha em metro pelo cavaco, em um sistema de secagem de grãos, pode superar a necessidade do abastecimento manual de lenha nas fornalhas, com um consumo menor de combustível (cavaco).

Não se pode deixar de considerar que, no abastecimento manual, há o elevado consumo de lenha, pois o controle é em grande quantidade (lenha em metro). Por conseguinte, essa grande quantidade de lenha, quando entra em combustão, eleva a temperatura da fornalha acima da normal, gerando, devido a esta temperatura elevada, a perda excessiva de peso do grão na saída do secador.

Sob essa lógica, a substituição da lenha em metro pelo cavaco possibilita a automatização. Por extensão, redução de lenha, como também de mão de obra, diminuindo, assim, o custo de secagem.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Qual a viabilidade econômica ao substituir a lenha em metro por lenha picada no sistema de queima do secador de grãos?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa de beneficiamento de grãos, situada na cidade de Ubatã – PR. Por meio dos equipamentos instalados na unidade, observou-se e se analisou o sistema de queima, utilizando lenha em metro, bem como cavaco de lenha.

A pesquisa procurou colocar em evidência o consumo em relação aos dois combustíveis, além do valor estipulado de gasto mensal com um quadro de funcionários na operação dos dois sistemas, para, a partir de então, poder analisar os respectivos valores e a viabilidade de substituição do combustível comumente utilizado, ou seja, lenha em metro.

Para o cálculo da viabilidade econômica, foi utilizado o consumo de uma capacidade específica de um secador, equivalente a 150 ton./horas de fluxo de grãos no sistema, que necessita de uma energia requerida de 7.500000,00 Kcal/h, suprida pelo queimar da biomassa. Relevante destacar que não se levou em consideração a umidade da lenha e utilizou-se um percentual padrão tanto para a lenha em metro quanto para a lenha em cavaco.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sistema de queima, em um segmento de secagem de grão, consiste em um gerador de calor para o secador o qual pode efetuar uma correta secagem dos grãos para, posteriormente, o produto ser armazenado corretamente por um longo período (CONSILOS, 2019).

Esse processo funda-se na troca do calor com o produto, e essa troca ocorre dentro de um secador agroindustrial. O processo começa com a queima do combustível em uma fornalha, gerando calor para o secador. Essa massa de ar quente sobe no corpo do secador e entra em contato com os grãos que caem pelo corpo do mesmo, fazendo com que a umidade destes seja reduzida até a ideal para armazenagem (CONSILOS, 2019).

Geralmente, os grãos são colhidos com umidade superior ao recomendado para uma correta armazenagem. Em virtude disso, o produto passa pelo processo de secagem, para que, assim, atingir a umidade desejada que é de 13-14%. Após, os grãos podem ser armazenados (PIMENTEL e FONSECA, 2011).

A secagem de grãos configura um processo cuja finalidade é a de reduzir o teor de umidade do produto a um nível adequado para a sua estocagem por um período prolongado, mantendo, ao máximo, a qualidade. A Companhia de Armazéns e Silos do Estado de Minas Gerais (CASEMG) esclarece que se a operação for correta, os secadores possibilitam economia de tempo, de mão de obra, de combustível, bem como há redução de riscos de incêndios nas instalações das unidades de beneficiamento de grãos.

Em conformidade com Nascimento e Biaggioni (2010), a madeira é a fonte de combustível mais antiga e ainda disponível no território brasileiro. Logo, o combustível mais utilizado é a lenha em metro. Todavia, ao se utilizar esse tipo de material, não é possível se manter a temperatura ideal para secagem. Outra dificuldade na utilização do mesmo é a mão de obra humana, pois o abastecimento é feito de modo braçal, trazendo desperdícios de energia e de lenha. Além disso, como já se enfatizou, há o risco de saúde enfrentado pelo colaborador.

Para Nogueira (2000), a solução para o aumento da eficiência da queima é reduzir o tamanho do combustível, ou seja, transformar a lenha em metro em lenha em cavaco. Desse modo, uma maior superfície específica pode realizar a queima por

completa. Com a redução de dimensão, também surgem outros benefícios, como redução das cinzas e estabilidade na temperatura do sistema.

Em um processo de secagem de grãos, estima-se que as perdas geram em torno de 10% a 15% dos grãos produzidos em território brasileiro. Essa perda ocorre no ciclo completo, desde a colheita, limpeza, secagem, armazenamento, até o efetivo transporte e processamento (FERRARI FILHO, 2011).

Segundo dados da EMBRAPA (2011), estima-se que 20% a 30% da produção nacional de grãos é seca artificialmente (secadores com ar forçado). O restante da produção é seca de forma natural (ao tempo), uma vez que a maior parte da produção brasileira de grãos é proveniente de pequenos e médios produtores que necessitam de um capital para investir em unidades de beneficiamento de grãos, o que, para eles, é algo inviável.

Com base nessa realidade, Diefenthaler (2011) reforça que, para uma correta armazenagem de grãos, sem que suas características sofram alterações, todos os cuidados possíveis devem ser tomados, haja vista que nem sempre é possível se garantir condições ideais para a colheita. Isso porque, em alguns casos, em decorrência das condições climáticas, a colheita começa antes do tempo. Com isso, os grãos colhidos apresentam um teor de umidade acima do recomendado, necessitando passar por um processo de secagem para uma correta armazenagem.

De acordo com Silva (2005), para uma correta armazenagem de grãos, estes devem apresentar 13% de umidade, conforme parâmetro imposto às condições brasileiras. Para o autor, esse valor de umidade foi estipulado para estabilizar a atividade aquosa do produto, inviabilizando, assim, o desenvolvimento de fungos e de bactérias que ameaçam a conservação desses grãos.

Segundo os estudos do referido autor, os modelos de secadores mais utilizados nas unidades de beneficiamento brasileiras são o modelo de fluxo misto ou o secador do tipo cascata, com capacidades que podem variar de 15 a 250 ton./horas. A denominação cascata é em virtude da característica do movimento da massa de grãos entre dutos do secador. Nesse sentido, para uma correta secagem, a temperatura de entrada deve se manter em torno de 80 a 100°C.

Consoante Dalpasquale (2012), para uma secagem de grãos aceitável e, igualmente, uma correta armazenagem, é necessário um processo de retirada de umidade do grão. No entanto, esse processo requer alto consumo de energia e as técnicas de secagem são pouco difundidas na América Latina. De modo geral, nos

locais em que essas técnicas são conhecidas, o processo deixa a desejar, resultando numa perda excessiva de grãos.

Importante enfatizar que todo combustível sólido contém umidade e devido à elevada taxa de umidade natural, a combustão é devidamente prejudicada. Para Mesny (1967), então, a lenha deve passar por um processo de secagem, a fim de absorver calor e retirar a umidade em excesso.

Conforme Brito (1986), toda madeira extraída de uma floresta, com o intento de ser utilizada como combustível, deve ser estocada, para que a secagem natural ocorra por algum tempo. Complementarmente, Hugot (1976) esclarece que a lenha que se queima geralmente tem umidade entre 30% e 40%.

À vista disso, a dinâmica de mercado traz inúmeros desafios, exigindo, cada vez mais, das empresas constantes inovações. Entretanto, essas inovações, assim como os processos, as tecnologias, entre outros, requerem a tomada de decisões que incluem a mobilização de recursos. Logo, o objetivo dos responsáveis pela administração das empresas se volta à avaliação das decisões de investimento, sempre em busca de lucro (BORDEAUX-RÊGO, 2008).

2.1 PAYBACK SIMPLES

Para Gitman (1997), payback é o período de tempo necessário para recuperar o capital investido o qual consiste na identificação dos períodos de retorno do investimento, ao diminuir o capital inicial pelo somatório dos resultados obtidos nos períodos de fluxo de caixa até a liquidação de seu valor.

De acordo com estudos de Kassai *et al.* (2000), o paybak original é obtido através da soma dos valores dos fluxos negativos com os valores dos fluxos positivos, até o momento em que essa soma resultar em zero. Não obstante, segundo os autores, é mais utilizado como medida de risco do que proporcionalmente de retorno de investimento. Conveniente ressaltar que essa ferramenta não leva em consideração o custo de capital da empresa.

2.2 PAYBACK DESCONTADO

Kassai *et al.* (2000), em suas críticas, afirmam que o método original *payback*, por não considerar o valor do dinheiro no tempo, é recomendável que seja determinado por meio de fluxo de caixa descontado. Para obtenção desse valor, são descontados os valores de Taxa Mínima de Atratividade (TMA), verificando-se o prazo de recuperação do capital investido. Destaca-se que esse método leva em consideração o custo de capital.

2.3 FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa corresponde a métodos quantitativos aplicados com base em fluxos operacionais líquidos de caixa e seu dimensionamento é considerado como o aspecto mais importante na tomada de decisão. A representatividade dos resultados de um investimento depende do rigor e da confiabilidade com que os fluxos de caixas são estimulados. Sendo assim, os valores que não representam efetivamente entradas ou saídas de caixa devem ser desprezados dos cálculos (KASSAI *et al.*, 2000).

Conforme argumentam Bordeaux-Rêgo (2008), o fluxo de caixa é o método mais utilizado para a análise de investimentos, sendo dependente da projeção de fluxos, da estimativa do valor residual e da determinação da taxa de desconto.

Já em conformidade com a Norma Brasileira (NBR) 14653-4, estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o fluxo de caixa equivale a “uma série de receitas, custos de despesas em um empreendimento ao longo de um período determinado” (ABNT, 2002, p. 4).

Para Bordeaux-Rêgo (2008), os fluxos de caixas são classificados conforme a distribuição das entradas e saídas. O fluxo de caixa convencional consiste basicamente na saída inicial, seguida de entradas. Já o fluxo não convencional caracteriza-se por uma saída inicial, seguida de entradas e saídas não padronizadas.

2.4 TAXA INTERNA DE RETORNO

Em conformidade com Kassai *et al.* (2000), a Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma das formas mais sofisticadas de se avaliar as propostas de investimento de capital, haja vista que representa a taxa de desconto, por meio da qual, em um único momento, os fluxos de entradas e as saídas se igualam.

À vista disso, pode-se afirmar que não é uma medida de lucro, mas sim, um valor que possa ser comparado no tempo. Desse modo, para os critérios da análise de viabilidade econômica, deve-se verificar se o TIR é igual ou maior que a TMA. Caso for menor, o projeto deve ser rejeitado.

A TIR deve ser comparada com a taxa que representa a melhor oportunidade de investimento. Destarte, o projeto só pode ser considerado atrativo se a respectiva taxa for maior ou igual à taxa de juros considerada. (GUIDUCCI, LIMA FILHO e MOTA, 2012). A TIR é calculada através da Equação 1.

$$\$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - II \quad (1)$$

onde:

$\$0$ = valor presente líquido;

FC_t = valor presente das entradas de caixa;

TIR= Taxa Interna de Retorno;

II= investimento inicial.

2.5 VALOR PRESENTE LÍQUIDO

De acordo com estudos desenvolvidos por Kassai *et al.* (2000), o Valor Presente Líquido (VPL) é um dos instrumentos sofisticados mais utilizados para se avaliar as propostas de investimentos de capital. É, pois, um reflexo da riqueza, em valores monetários, que se faz desse investimento ao se medir o valor presente das entradas e das saídas de caixa, com uma devida taxa de desconto.

Para tomada de decisão quanto à viabilidade de projetos, o VPL deve ser positivo, e o valor respectivo é encontrado por meio da aplicação da Equação 2.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - II \quad (2)$$

onde:

VPL= Valor Presente Líquido;

FC_t = valor presente das entradas de caixa;

k= taxa do custo capital;

II= investimento inicial.

O resultado pode ser interpretado da seguinte forma:

- a) $VPL > 0$: projeto aceito;
- b) $VPL = 0$: pode ser aceito ou não;
- c) $VPL < 0$: projeto rejeitado.

As técnicas de VPL e de TIR constituem suporte ao processo de tomada de decisão, auxiliando, assim a empresa a fazer a melhor escolha. Na prática, técnicas como estas são muito utilizadas, devido à sua simplicidade e à confiabilidade dos dados.

Segundo Graham e Harvey (2001), de 392 das maiores empresas norte-americanas, 294 utilizam as ferramentas VPL e TIR para tomada de decisão antes de qualquer aquisição a ser feita efetivamente.

Ademais, essas ferramentas são de fácil aplicação tanto em empresas de pequeno quanto de médio e grande porte.

3 METODOLOGIA

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Software

No primeiro momento da pesquisa, utilizou-se o programa da Microsoft, o Excel na versão 2013, para elaboração de planilhas, visando à coleta de dados. Posteriormente, equações foram aplicadas, tendo em vista a análise da viabilidade da substituição do combustível, juntamente com a automatização envolvida no processo.

3.2 LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na Cooperativa Agroindustrial União Ltda (Coagru), localizada na cidade de Ubitatã, no estado do Paraná, a qual tem como principal atividade a secagem de grãos, sendo eles, soja e milho.

Os equipamentos utilizados nas pesquisas foram o queimador de lenha em metro (Figura 1) e o queimador de cavaco com automatização no processo de alimentação e funcionamento (Figura 2).

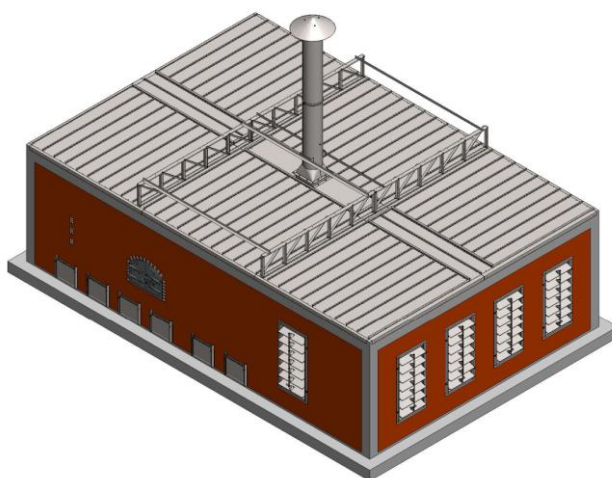


Figura 1: Fornalha convencional

Fonte: (CONSILOS, 2019)

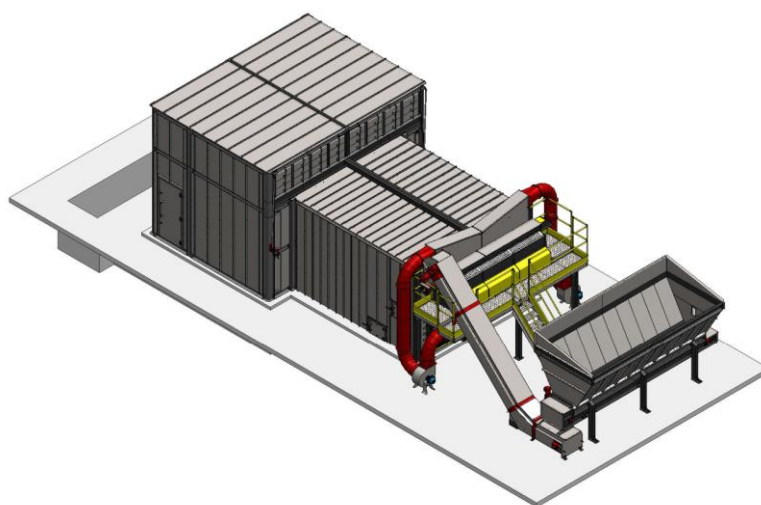


Figura 2: Sistema de queima automatizado

Fonte: (CONSILOS, 2019)

3.3 MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com auxílio de uma planilha de Excel na versão 2013. Os dados foram coletados no período de 10 de janeiro a 10 de outubro de 2019, tendo em vista o cálculo de viabilidade da substituição da lenha em metro por cavaco picado. Convém ressaltar que os cálculos feitos foram embasados na literatura da área e para a análise da composição do custo do processo de movimentação dos combustíveis, foi feita uma relação dos respectivos custos que envolvem os dois processos.

No sistema que utiliza lenha em metro, foram contabilizados os salários mais os encargos. Para a funcionalidade deste sistema, são necessários 18 colaboradores, sendo 6 por turno, com o custo de R\$ 32.880,00 por funcionário durante um ano de trabalho.

Para o deslocamento da lenha em metro, é necessária a utilização de trator e de carretas. Estas são utilizadas para deslocar a lenha até a unidade de processamento. Já o trator é utilizado para deslocamento dentro da unidade. Da armazenagem até o local de queima, é necessário um total de 150 horas por ano, com custo de R\$40,00 a hora, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Custo de movimentação de lenha

Item	Quantidade	Custo (UN)
Salários + encargos	18	32.880,00
Horas trator e carreta do operacional	150	40,00

(Fonte: elaborada pelo autor, 2019)

No sistema que utiliza cavaco, foram contabilizados salários mais encargos. Para este sistema, são necessários 3 colaboradores, sendo 1 por turno, com custo de R\$ 32.880,00 por funcionário durante um ano de trabalho.

Para o deslocamento do cavaco, é necessário o uso de pá carregadeira a qual desloca o cavaco para a moega. Um total de 600 horas por ano são necessárias, com custo de R\$ 115,00 a hora. Após o cavaco chegar à moega, é preciso uma correia transportadora, para deslocar o cavaco até o queimador. Em média, o gasto equivale a 72Kwh de energia elétrica no sistema de alimentação, durante um período de 1 ano, com custo, em média, de R\$ 0,65 por Kwh.

Esse sistema requer uma manutenção, pois envolve automação e equipamentos mecânicos, com um gasto, em média, de R\$ 13.786,00 durante o período de 1 ano, de acordo com dados da Tabela 2.

Tabela 2: Custo de movimentação de cavaco

Item	Quantidade	Custo (UN)
Salários + encargos	3	32.880,00
Horas pá carregadeira	600	115,00
Energia elétrica sistema de alimentação (kwh)	72.000	0,65
Manutenção sistema de alimentação		13.786,00

(Fonte: elaborada pelo autor, 2019)

O consumo de cavaco foi contabilizado apenas equivalente ao total gasto no período da coleta. Com esses valores, fez-se um levantamento do consumo e do custo do mesmo. Vale ressaltar que a origem dos combustíveis, na atualidade, provém de reflorestamento e é integralmente feita por terceiros.

O consumo de lenha foi de 2.900 toneladas. A Cooperativa utiliza um fator de correção, considerando que, para se obter 1 tonelada de lenha seca, é necessária 1,5 tonelada de lenha verde, conforme informações obtidas com o responsável pela unidade. Quando pronta, para ser utilizada, a lenha apresenta uma umidade de 30%.

Esse consumo foi capaz de secar 750.000 sacas do produto; já o cavaco teve um consumo de 3.300 toneladas, com umidade de 44%.

O cavaco tem umidade alta pelo pouco espaço de armazenagem. Com isso, uma grande parte fica ao ar livre e apenas uma parcela fica no barracão da moega para ser utilizada de imediato. Nesse sentido, o sistema automatizado foi capaz de secar 1.253.986 sacas.



Figura 3: Barracão moega

(Fonte: O autor, 2019)



Figura 4: Entrada de cavaco moega

(Fonte: O autor, 2019)

O consumo de combustível foi feito através dos dados levantados no período de secagem, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Consumo de combustível

Modelo secador	Sistema de Secagem	
	CAVACO	LENHA
Combustível utilizado		
Quantidade de grão secado no período (sc)	1.253.986	750.000
Total de combustível consumido (t)	3.300	2.900

(Fonte: elaborada pelo autor, 2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CÁLCULO DA MÃO DE OBRA

Para maior confiabilidade dos cálculos, é importante enfatizar que os dados foram repassados pela própria Cooperativa.

Para o correto funcionamento do sistema que utiliza a lenha em metro, são necessárias 6 pessoas por turno. Como a Cooperativa opera 3 turnos consecutivos, há 18 pessoas em todo o processo de trabalho. O custo mensal de cada funcionário, hoje, é de R\$ 2.740,00 para fins de cálculos, já contabilizado os encargos.

Uma vez instalado o sistema automático de alimentação por cavaco, o novo quadro de funcionários passa a ser de 3 pessoas, um responsável para cada turno. Como o sistema é totalmente automático, o operador deve somente operar da sala de comando. Essa redução de postos de trabalho apresenta um número significativo para a viabilidade do projeto, gerando uma redução de gastos anual com funcionários de R\$ 493.200,00.

4.2 CUSTOS DE MOVIMENTAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS

Para os cálculos dos custos de movimentação dos combustíveis, levou-se em consideração todo o processo envolvido para o funcionamento do sistema de secagem no ano 2019. No sistema com lenha em metro, foi gasto um valor de R\$ 615.840,00 para movimentação de 2.900 toneladas. Já no sistema com uso de cavaco, foi gasto R\$ 228.226,00 para a movimentação de 3.300 toneladas

4.3 CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Com a utilização de lenha em metro no sistema foi possível um consumo de 3,86kg por sacas de produto seco. Já o cavaco chegou ao consumo de 2,63kg por sacas de produto seco. Dessa forma, a economia em decorrência da substituição de combustível foi de 30%.

4.4 CUSTO DOS COMBUSTÍVEIS

O custo foi calculado com base na tonelada. Sendo assim, o cavaco tem um custo médio de R\$ 161,00, enquanto que a lenha em metro tem custo médio de R\$ 110,00.

4.5 CUSTO DO SISTEMA QUEIMADOR DE CAVACO

Para a instalação do sistema queimador de cavaco, foi realizado um investimento de R\$ 1.170.000,00 nas áreas Civil, Mecânica e Elétrica, sendo rateado esse valor conforme Tabela 4.

Tabela 4: Investimento do sistema automatizado

Item	Valor investido
Equipamentos	670.000,00
Civil, Mecânica e Elétrica	500.000,00
Total	1.170.000,00

(Fonte: elaborada pelo autor, 2019)

4.6 VIABILIDADE DO PROJETO

Para analisar a viabilidade do projeto em questão, foram utilizadas técnicas abordadas por autores renomados e por meio de equações, pode-se estabelecer um parâmetro para possíveis conclusões da pesquisa realizada.

Com o cálculo de redução do consumo tanto de pessoas quanto de combustível, o resultado anual foi de R\$ 334.814,00. Com este valor, pôde-se calcular o fluxo de caixa do projeto de pesquisa.

Para o cálculo de viabilidade econômica, utilizou-se como referência o período de análise em 10 anos, de acordo com os dados indicados no Gráfico 1.

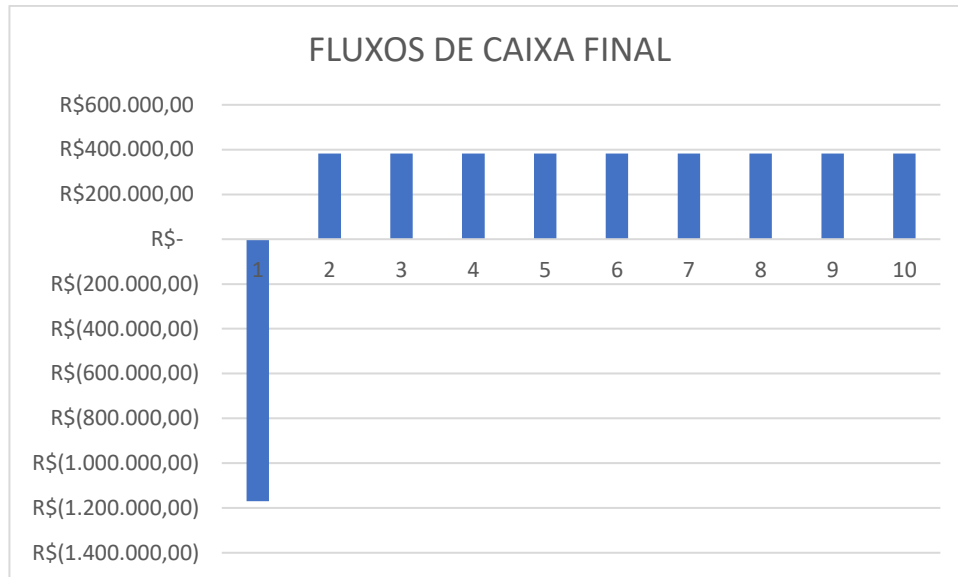


Gráfico 1: Fluxo de caixa
(Fonte: elaborado pelo autor, 2019)

Tendo em vista o valor da TMA de 12%, fez-se uso deste valor para aprovação do projeto. Desse modo, calculou-se o VPL, aplicando o valor do investimento e do retorno para os dias atuais.

Ao calcular a TIR na planilha do Excel, encontrou-se um valor de R\$ 992.984,48 conforme Anexo A. Relevante considerar que, para o projeto ser economicamente viável pela técnica do VPL, ela precisa ser maior que zero. Com isso, obteve-se a primeira técnica aprovada pelo projeto, conforme demonstra o Gráfico 2.

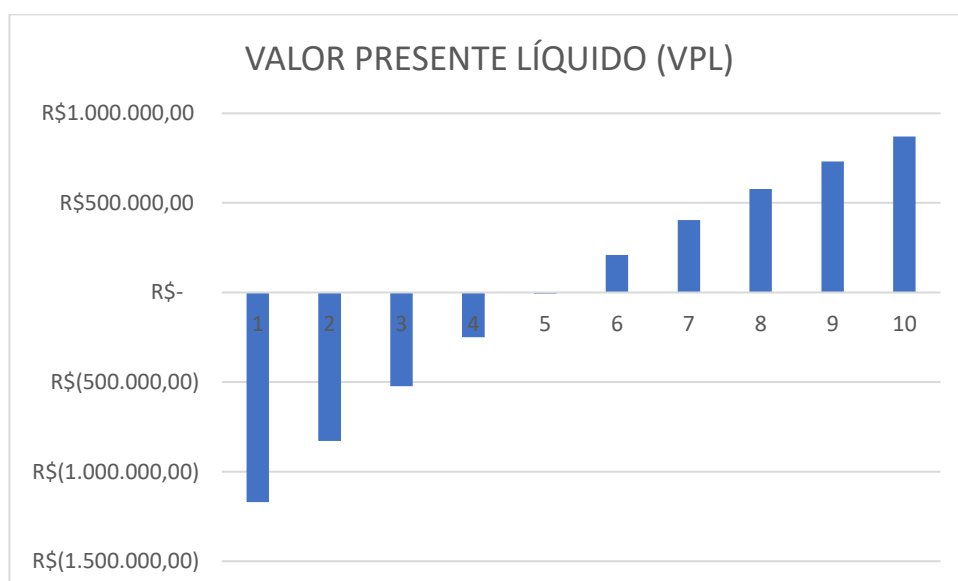


Gráfico 2: Valor Presente Líquido
(Fonte: elaborado pelo autor, 2019)

O próximo passo para a análise foi a TIR, uma vez que, para a viabilidade do projeto, a TIR deve ser superior à TMA. No caso de ser inferior deve-se rejeitar o projeto como já mencionado neste estudo. Ao calcular a TIR na planilha do Excel, utilizou-se o fluxo de caixa, obtendo-se um valor de 30,42%.

Outro método bastante utilizado e simplório é o payback simples, uma vez que só é preciso fazer uso do investimento anual dividido pelo ganho anual. No projeto de pesquisa atingiu-se o payback simples de 4 anos. Todavia, para complementar o cálculo, realizou-se o payback descontado o qual representou uma imagem mais precisa do retorno do investimento, uma vez que utiliza o VPL para os cálculos. No payback descontado, a previsão foi de 5 anos para o projeto pagar o investimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento das técnicas de análise de viabilidade econômica, foi possível realizar uma análise para a substituição da lenha em metro pelo cavaco picado. O sistema de queima que utiliza lenha em metro como seu principal combustível está, cada vez mais, ficando para trás, uma vez que o sistema automatizado trabalha em torno do parâmetro programado. Assim, não há uma variação dos parâmetros de secagem, necessitando apenas do homem para controlar o processo.

Considerando que o propósito principal deste estudo foi o de reduzir o consumo de combustível utilizado para secagem de grãos e juntamente a redução do quadro de pessoas para operação do sistema, infere-se que o custo de secagem de grãos está relacionado diretamente ao sistema de queima.

Destarte, o que se evidenciou de forma expressiva nos sistemas analisados foi a quantidade de pessoas relacionadas com a operação, aliada à eficiência baixa das fornalhas, elevando, desse modo, o consumo de biomassa necessária.

Tendo em vista as informações obtidas e apresentadas por intermédio das técnicas, neste estudo de viabilidade econômica, constatou-se que a substituição da lenha em metro por cavaco é economicamente viável. Essa constatação se justifica em virtude do valor obtido da técnica de cálculo do payback descontado de 5 anos, juntamente com o valor significativo da técnica TIR de 30,42%.

Com a aplicação do sistema automatizado, pôde-se perceber, além da questão de redução de consumo do combustível em 30% e do quadro de funcionários em 83%, uma estabilidade maior da temperatura do sistema, melhorando, com isso, a qualidade do grão e reduzindo o risco de incêndio no secador.

Ressalta-se a importância dos colaboradores, uma vez que, instalado o sistema, pode haver uma redução drástica do quadro de funcionários, diminuindo os esforços físicos executados pelos funcionários do setor ao alimentar a fornalha a lenha.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista a necessidade de se inovar no meio acadêmico e a relevância do tema abordado neste estudo, a análise, aqui, explicitada serve de estímulo para a elaboração de novos e desafiadores projetos. Para tanto, consideram-se viáveis as seguintes sugestões:

- a) análise da eficiência do queimador, com variação de umidade do cavaco;
- b) análise do revestimento interno do queimador para aumentar a eficiência da queima;
- c) comparativo de rendimento do queimador alterado a dimensões do cavaco.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-4:** Avaliação de bens - Parte 4: Empreendimentos. São Paulo, 30 dez. 2002. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=1954>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- BORDEUAX-RÊGO, R. **Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos**. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2009.
- BRITO, J. O. Madeira para a floresta: a verdadeira realidade do uso de recursos florestais. **Sivicultura**, v. 11, n. 41, p. 188-193, 1986.
- COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL UNIÃO LTDA - COAGRU. 2019. Disponível em: <<http://www.coagru.com.br/>>. Acesso em: 02 abr. 2019.
- COMPANHIA DE ARMAZÉNS E SILOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CASEMG. **Secagem de grãos**. Disponível em: <<http://www.casemg.gov.br/index.php/servicos/secagem-de-graos/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- CONSILOS INDUSTRIAL LTDA. **Informativo técnico geral dos equipamentos**. Disponível em: <<http://www.consilos.com.br/ptb/a-consilos/agroindustria/informativo-tecnico-geral-dos-equipamentos/>>. Acesso em: 08 abr. 2019.
- DALPASQUALE, V. A. **Secagem de Grãos**. 2012. Disponível em: <<http://secarmazena.com.br/2012/12/secagem-de-graos/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- DIEFENTHÄLER, C. E. **Fluxo de Ar na Colheitadeira MF5650 para Diminuição da Umidade Durante a Colheita de Cereais (Soja)**. 2011. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Mecânica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, RS, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo. **Sistema de Produção**. 7. ed. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- _____. Embrapa Informativo. **Safras mundiais 2017/18**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos/>>. Acesso em: 17 abr. 2019.
- FERRARI FILHO, E. **Métodos e temperaturas de secagem sobre a qualidade físico química e microbiológica de grãos de milho no armazenamento**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GITMAN, L. J. **Princípios da administração financeira**. São Paulo: Hbra, 1997.

GRAHAM, J. R.; HARVEY, C. R. The theory and practice of corporate finance: evidence from the field. **Journal of Financial Economics**, v. 60, p. 187-243, 2001.

GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília: Embrapa, 2012.

HUGOT, E. Producción de Vapor. (1963/1976). In: HUGO, E. **Manual para ingenieros azucareros**. México: Companhia Editorial Continental, 1976.

KASSAI, J.R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; NETO, A. A. **Retorno de investimento: Abordagem matemática e contábil de lucro empresarial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MESNY, M. **Caldera de vapor, descripción, teoría, manejo y mantenimiento**. 3.ed. Buenos Aires: Librería y Editorial Alsina, 1967.

NASCIMENTO, M. D.; BIAGGIONI M. A. M. Avaliação energética do uso de lenha e cavaco de madeira para a produção de energia em agroindústria Seropédica. **Revista Energia na Agricultura**, v. 25, n. 3, p. 104-117, 2010.

NOGUEIRA, L. A. H. **Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

PIMENTEL, M. A. G.; FONSECA, M. J. O. **Sistemas de Produção Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Colheita e Pós-colheita, 2011.

SILVA, L. C. Secagem de Grãos. **Boletim Técnico**: AG: 04/05. Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, Alegre: ES. 29 mar. 2005 Disponível em: <http://agais.com/manuscript/ag0405_secagem.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2019.

ANEXO A – CÁLCULO

ANO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de Caixa Final	-R\$ 1.170.000,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00	R\$ 382.814,00
Fluxo de Caixa Acumulado	-R\$ 1.170.000,00	-R\$ 787.186,00	-R\$ 404.372,00	-R\$ 21.558,00	R\$ 361.256,00	R\$ 744.070,00	R\$ 1.126.884,00	R\$ 1.509.698,00	R\$ 1.892.512,00	R\$ 2.275.326,00	R\$ 2.658.140,00
Fluxo de Caixa Descontado	-R\$ 1.170.000,00	R\$ 341.798,21	R\$ 305.176,98	R\$ 272.479,44	R\$ 243.285,22	R\$ 217.218,94	R\$ 193.945,49	R\$ 173.165,61	R\$ 154.612,15	R\$ 138.046,57	R\$ 123.255,86
VPL	-R\$ 1.170.000,00	-R\$ 828.201,79	-R\$ 523.024,81	-R\$ 250.545,36	-R\$ 7.260,15	R\$ 209.958,80	R\$ 403.904,28	R\$ 577.069,90	R\$ 731.682,05	R\$ 869.728,62	R\$ 992.984,48
VPL	R\$ 992.984,48										
TIR	30,42%										
Payback Simples	4 anos										
Paiback Descontado	5 anos										

TMA	12%
-----	-----