

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

PAULO HENRIQUE HEISS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA MODERNIZAÇÃO DE SISTEMA DE
QUEIMA DE BIOMASSA PARA SECAGEM DE GRÃOS**

CASCATEL
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

PAULO HENRIQUE HEISS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA MODERNIZAÇÃO DE SISTEMA DE
QUEIMA DE BIOMASSA 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 (a) Orientador (a): Me. Eng. Mecânico
Eliseu Avelino Zanella Júnior

CASCADEL
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

PAULO HENRIQUE HEISS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE
QUEIMA DE BIOMASSA PARA SECAGEM DE GRÃOS**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, do Centro
Universitário FAG, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Mecânica, sob orientação do Professor Me. Eng. Mec. Eliseu Avelino Zanella Junior

BANCA EXAMINADORA



Orientador Professor Me. Eliseu Avelino Zanella Junior
Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Me. Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Ronaldo Tansini
Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG
Engenheiro Eletricista

Cascavel, 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que sempre me apoiou e incentivou no caminho do sucesso e na busca de conhecimento para chegar à conclusão desta etapa tão significativa em nossa vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família que sempre me apoiou nesta caminhada até chegar neste momento. Também deixou aqui meus agradecimentos a todos amigos e colegas de trabalho pelo apoio durante a graduação.

Gostaria de agradecer as empresas BRF e Rohden Termo, por disponibilizar os dados fundamentais para a realização do mesmo, ao colegiado de professores do curso de Engenharia Mecânica da FAG pelo apoio na multidisciplinariedades das matérias durante a execução do estudo e por último e não menos importante, ao meu orientador Mestre Eliseu Avelino Zanella, por sua dedicação e preocupação em prol do desenvolvimento deste estudo.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho será a demonstração de viabilidade econômica financeira para uma possível modernização no sistema de queima de biomassa utilizado para a secagem de grãos em uma indústria de extração de óleo de soja. Este estudo será baseado em um sistema atual de queima de biomassa (lenha em metro), demonstrando seu funcionamento e características e comparando com o um sistema automatizado e contínuo de queima de cavaco de eucalipto. Foram abordados custos do metro cúbico de lenha e cavaco e o impacto financeiro na geração de calor para a secagem e grãos. Foi exemplificado o sistema de secagem atual com dados técnicos do fornecedor. A análise se deu através da redução do consumo de biomassa após a transição do sistema manual para o automatizado. Os resultados dos cálculos possibilitam uma análise detalhada do investimento no período de 10 anos, atrás dos indicadores como, *payback descontado*. Também foi analisado o valor presente líquido (VPL) e uma taxa interna de retorno (TIR). Assim demonstrando, que o projeto é economicamente viável.

Palavras-chave: Queimador de cavaco, cavaco de eucalipto, secagem de grãos.

ABSTRACT

The objective of the present paper is to demonstrate the economic feasibility for the possibility of a modernization on the biomass burn system used for the drying of grains at a soybean oil extraction company. This study will be based in the current system of biomass burn (linear firewood), demonstrating its operation and characteristics and comparing with an automated continuous burning system of eucalyptus chips. The cubic meter of firewood and chip costs and the financial impact on the generation of heat for the drying and grains were discussed. The current drying system with technical data of the supplier was exemplified. The analysis was performed through the reduction of biomass consumption after the transition from manual to the automated system. The calculations showed a detailed investment analysis over the 10-year period, by indicators such as, discounted payback period. Also, it was analyzed the net present value (NPV) and the internal rate of return (IRR). Thus demonstrating, that the project is economically feasible.

Key words: Chip burner, eucalyptus chip, grain drying.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Histórico de Consumo Secadores 5 e 6	30
Gráfico 2 - Custo da lenha própria.	31
Gráfico 3 - Custo do cavaco próprio.....	33
Gráfico 4 - Custo do cavaco terceirizado	34
Gráfico 5 - Comparativo de valores de cavaco.....	34
Gráfico 6 - Relação custo lenha x cavaco próprio x cavaco terceiro	35
Gráfico 7 - Fluxo de caixa.	38
Gráfico 9 - Valor presente líquido.....	40

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do TIR	25
Equação 2 - Cálculo do VPL	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Orçamento área de mecânica	37
Tabela 2 - Orçamento área civil e elétrica	37
Tabela 3 - Fluxo de caixa.	38
Tabela 4 - Valor presente líquido	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Secador de fluxo mistos	23
Figura 2 - Queimador de Cavaco com Grelha Móvel	27
Figura 3 - Secador 5.....	29
Figura 4 - Secador 6.....	30
Figura 5 – Entrada de lenha no picador	32
Figura 6 - Equipamentos para picagem de lenha.....	32

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

PAYBACK – Tempo de Retorno de Investimento;

TIR – Taxa Interna de Retorno;

MTIR – Taxa Interna de Retorno Modificada;

TMA – Taxa mínima de Atratividade;

VPL – Valor Presente Líquido.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
1.1 INTRODUÇÃO	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 OBJETIVO GERAL	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3 JUSTIFICATIVA	17
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	19
CAPÍTULO 2	20
2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.2 FLUXO DE CAIXA	23
2.3 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA)	24
2.4 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	24
2.5 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	25
2.6 PAYBACK SIMPLES	26
2.7 PAYBAK DESCONTADO	26
2.8 QUEIMADOR DE CAVACO	26
2.9 LENHA DE EUCALIPTO	27
CAPÍTULO 3	28
3.1 METODOLOGIA	28
3.1.1 MATERIAIS	28
3.1.1.1 SOFTWARE	28
3.1.1.2 LOCAL DE ESTUDO	28
3.1.2 MÉTODOS	29
3.1.2.1 CENÁRIO ATUAL	29
CAPÍTULO 4	36
4.1 RESULTADO E DISCUSSÕES	36
4.1.1 CÁLCULO DA MÃO DE OBRA	36
4.1.2 CONSUMO PROPOSTO PARA OS QUEIMADORES	36
4.1.3 ORÇAMENTOS PARA INVESTIMENTO	37
4.1.4 VIABILIDADE DO PROJETO	37
CAPÍTULO 5	42
5.1 CONCLUSÃO	42
CAPÍTULO 6	43

6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	43
REFERÊNCIAS.....	44
ANEXO 1.....	47

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

A secagem de grãos é uma atividade rotineiramente nas regiões produtoras de grãos, onde através deste processo se possibilita o armazenamento e conservação do grão. Para realizar este processo de secagem, utilizamos a queima de biomassa, oriunda de reflorestamentos em sua maioria na espécie Eucalipto.

Desta forma, utilizando eucalipto como fonte geradora de calor existindo duas ramificações, a utilização da lenha em metro e o cavaco de eucalipto. O cavaco de eucalipto é um processo onde há uma intervenção mecânica através da picagem das toras de eucalipto, diminuindo suas dimensões e que conseqüentemente aumentando seu rendimento térmico no momento de sua queima para geração de calor.

Diante desses sistemas de queima de biomassas, há algumas problemáticas envolvidas no processo de queima da lenha em metro, onde há esforço físico dos colaboradores ao abastecer de forma manual as fornalhas, podendo trazer problemas ergonômicos futuros. Outro grande problema deste processo é a variação de temperatura do ar que entra no secador de grãos, sendo muitas vezes instável, gerando a secagem demasiada do grão.

Perante a esta problemática, este trabalho irá realizar um estudo de substituição do sistema de queima de biomassa manual em metro por um sistema automatizado de cavaco de eucalipto. Com possibilidades de melhoria na área de segurança, saúde e rendimentos.

Diante do cenário econômico atual, esta proposta de melhoria no sistema de queima de biomassa, geram grande impacto. Uma vez que a disponibilidade de biomassa esta cada vez menor e mão de obra escassa para serviços braçais.

Para a elaboração deste trabalho foram utilizadas pesquisas bibliográficas e de campo, além do estudo do caso específico dentro de uma unidade de secagem de grãos de uma indústria alimentícia, situada na região de Toledo – PR. A pesquisa bibliográfica baseou-se em publicações científicas da área.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar análise de viabilidade econômica financeira do projeto de modernização do sistema de queima de biomassa utilizado para secagem de grãos.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a taxa interna de retorno do investimento;
- Avaliar o payback simples do fluxo de caixa do projeto;
- Avaliar o payback descontado do fluxo de caixa do projeto;

1.3 JUSTIFICATIVA

A fornalha num segmento alimentício é um instrumento de geração de calor com intuito de secagem de grãos para o processamento deste produto posteriormente. Este processo vem ao longo dos anos incorporados nas indústrias, pois os grãos para ser armazenado precisa conter a medida certa de umidade relativa.

De acordo com (SILVA, 2008, p.395) a secagem de milho pode ser feita no próprio campo ou em secadores que utilizam a energia do sol, ou, ainda, em secadores mecânicos que utilizam a queima da biomassa e derivados do petróleo para promover o aquecimento do ar de secagem. [...] A secagem do milho pode ser realizada em diversos tipos de secadores e sistemas de secagem. Quando bem manejados, os secadores que utilizam baixas temperaturas ou ar natural são os que mais contribuem para a manutenção da qualidade original do produto e os mais adequados para secagem do produto.

Ao observar os pontos econômicos e produtivos na utilização deste método onde possui a alimentação de forma manual, foi identificado vários pontos negativos, como: elevado consumo de lenha, número alto de funcionários para executar o abastecimento de lenha, variação de temperatura da fornalha, problemas ergonômicos e de choque térmico (em dias frios) nos colaboradores.

Pode-se relacionar que em um processo de abastecimento manual, é necessário de um quadro de funcionários grande para suprir a demanda de serviços necessários no abastecimento de lenha nas fornalhas.

Muitos procedimentos na indústria podem ser automatizados e são exemplos de redução de quadro de pessoas e melhoria da qualidade do serviço prestado pelos equipamentos. Uma vez que, instalado este equipamento, somente deverá seguir os planos de manutenções.

A modernização do sistema de queima de biomassa para secagem de grãos pode substituir a necessidade do abastecimento manual de lenha nas fornalhas de secagem, podendo trazer consumo menor de biomassa.

No abastecimento manual temos o elevado consumo de lenha, pois o controle é em grandes quantidades (lenha em metro), conseqüentemente essa grande quantidade de lenha quando entra em combustão, eleva a temperatura da fornalha

acima da nominal, gerando a perda excessiva de peso do grão na saída do secador, devido a temperatura elevada.

Neste sentido este trabalho vem trazer à tona a problemática, da troca do sistema manual para automatizada reduzindo assim o consumo de lenha e reduzindo o custo de secagem.

Trazer esta problemática para o meio acadêmico é suscitar o interesse de futuros engenheiros, a melhorar ainda mais a qualidade de vida dos envolvidos neste processo e despertar novos estudos a essa temática.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa realizada neste trabalho foi delimitada, em uma empresa alimentícia situada na região oeste do Paraná, na cidade de Toledo. Empresa qual o objetivo do recebimento de soja é para extração de óleo de soja. O intervalo de pesquisa entre janeiro e setembro de 2018.

Delimitamos a pesquisa ao custo da biomassa, entrando no quesito de lenha em metro e cavaco de eucalipto utilizado na empresa atualmente. Os históricos de consumos foram coletados de controles internos da empresa e os dados de consumo do equipamento foram fornecidos pelo fornecedor em questão.

Para cálculo de viabilidade foi utilizado o consumo de lenha atual, o consumo de lenha proposto, e um valor estipulado de gasto mensal de um funcionário naquela posição de trabalho no mercado atual de 2018.

Vale ressaltar que não foi levado em análise a umidade da biomassa em questão, utilizando o valor percentual de 35% para lenha em metro e cavaco de eucalipto.

CAPÍTULO 2

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na atualidade muitas empresas do setor de secagem e tratamento de grãos estão passando por processos de modernização nos seus sistemas, devido ao alto custo de operação e manutenção. De acordo com (REGO, 2008), os projetos de investimentos podem ser classificados em alguns tipos, um deles é o de modernização, onde consiste na reconstrução, adaptação ou recondicionamento de algum equipamento ou sistemas para aumento da sua eficiência.

Para (WOILER, 2008) traz que o projeto de modernização é um modo de classificar os projetos por meio do ponto de vista microeconômico, que afeta no impacto da empresa. Também mostra que um projeto é um conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, coletadas e processadas para uma decisão de investimento, por isso mostra o quanto importante é a escolha do tipo de projeto, afim de analisar todas suas perspectivas.

Juntamente com isso (KON, 1991) traduz que a modernização passa pela introdução de processos de produção mais avançados, ao modo que aumentem sua produtividade e na escolha de tecnologias de ponta que coloquem as empresas na posição de competitividade no mercado internacional com a diminuição dos custos domésticos de produção.

No processo de secagem de grãos é utilizado a queima de biomassa florestal para geração de calor, segundo (NASCIMENTO e BIAGGIONI, 2010) a madeira é a fonte de combustível mais antiga e disponível no território brasileiro, desse modo sendo o material mais utilizado para o aquecimento de secadores é a lenha de eucalipto em metro, porém ao utilizar este tipo de material ocasiona uma variação de temperatura, não se mantendo na ideal para a secagem. Temos também outra dificuldade que é a mão de obra humana para a disposição de toras de madeira na fôrnalha, trazendo desperdícios de energia e um custo elevado, além de risco a saúde do colaborador.

Para o aumento da eficiência da queima (NOGUEIRA, 2000) nos traz que uma solução, que é a redução de granulometria da biomassa, fazendo que tenha uma maior superfície específica, assim realizando a queima por completo da lenha em

cavaco, aproveitando todo seu poder calorífico que é despreendido no momento da queima, juntamente com a redução de cinzas nas fornalhas.

De acordo com (UNFRIED e YOSHI, 2012) para se reduzir custos e os impactos ao meio ambiente, a busca por fontes alternativas de energia vieram a receber mais atenção da comunidade envolvida. Para um menor custo e melhor eficiência muitas empresas do setor de secagem de grãos do país implantaram a substituição da lenha de eucalipto em metro por cavaco desta mesma espécie, uma vez que pode se aproveitar os resíduos das árvores que antes não eram utilizados.

Podendo atingir a redução de até 30% no consumo de biomassa em uma planta de secagem de grãos. No quesito de queima, o cavaco de lenha sai na vantagem pois há a queima total, melhora a eficiência do secador de lenha consumida X quantidade de grãos secados.

Na secagem de grãos, estima-se que as perdas nas fases de pós-colheita de grãos, compostas pelas operações de manuseio, limpeza, secagem, armazenamento, transporte e processamento, representem em torno de 10% a 15% dos grãos produzidos em território brasileiro em nível nacional (FERRARI FILHO, 2011).

Na grande parte dos casos do país, o grão é retirado das lavouras com um teor de umidade superior ao recomendado para o armazenamento, sendo essencial que o grão passe pelo processo de secagem. Neste processo o grão decai para em torno de 13-14%. Após esse processo ele pode seguir o fluxo para a armazenagem para posterior industrialização (PIMENTAL e FONSECA, 2011).

Para isso, a secagem de grãos é uma operação que tem por finalidade reduzir o teor de umidade do produto a nível adequado à sua estocagem por um período prolongado, mantendo ao máximo sua qualidade. A CASEMG (Companhia de Armazéns e Silos do Estado de Minas Gerais) nos diz que a operação correta dos secadores permite economizar tempo, mão de obra, combustível, e reduzir os riscos de incêndios nas instalações.

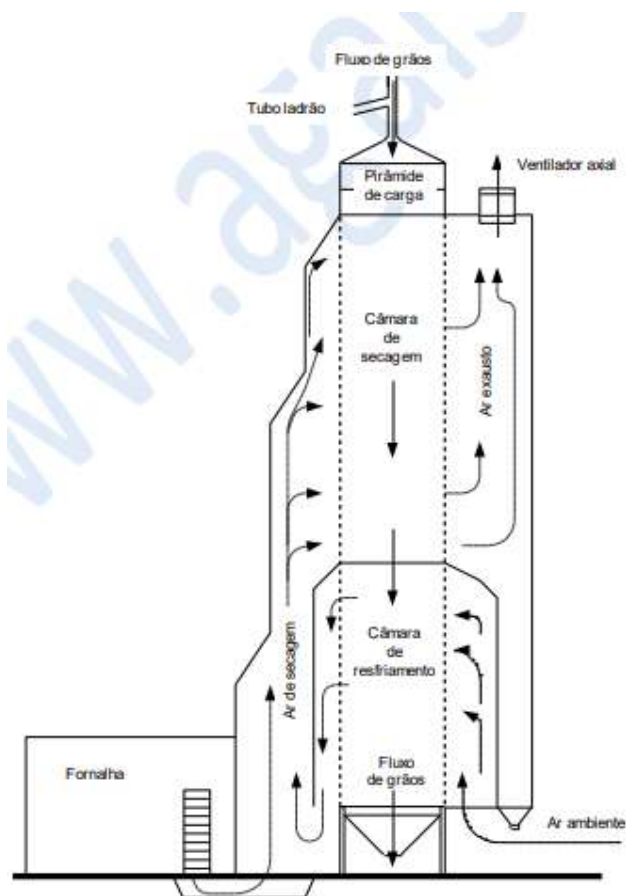
A (EMBRAPA, 2011) estima-se que de 20% a 30% da produção nacional de grãos é seca artificialmente (secadores com ar forçado), o restante da produção é seca de forma natural (ao tempo), permanecendo na lavoura até atingir a umidade requerida para armazenamento, uma vez que a maior parte da produção brasileira de grãos é proveniente de pequenos e médios produtores, que carecem de capital para investimento em infraestruturas de secagem.

Seguindo esta linha de pensamento (DIEFENTHÄLER, 2011) reforça a necessidade da secagem de grãos quando precisamos armazenar o grão sem que suas características sofram alterações, visto que na colheita nem sempre é possível garantir condições ideais, pois em determinadas situações os grãos necessitam ser colhidos com teor de umidade acima do recomendado.

De acordo com (SILVA, 2005), traz que a maior meta da armazenagem de grãos é a conservação da matéria seca e para as condições brasileiras o teor de umidade ideal para armazenagem de grãos e sementes é de 13%, ele ressalta que este valor de umidade foi estipulado por estabilizar a atividade aquosa do produto assim inviabilizando o desenvolvimento de fungos e bactérias que ameaçam a conservação destes grãos.

Este mesmo autor nos traz os modelos de secadores de grãos, trazendo o modelo de fluxo mistos ou secador do tipo Cascata, no qual é o mais difundido nas unidades armazenadoras brasileiras, possuindo capacidade de secagem de 15 a 250 ton/horas. Leva o nome de Cascata devido a característica do movimento da massa de grãos por entre os dutos do secador. Lembrando que este secador possui necessidade técnica de receber o ar de entrada a uma temperatura de 80 a 100°C.

Figura 1 - Secador de fluxo mistos



Fonte: Agais (2018)

Também (DALPASQUALE) traz à tona a problemática da secagem dos grãos para um nível aceitável, onde possa ser armazenado. Ressalta também que este processo de retirada de umidade do grão requer alto consumo de energia e as técnicas de secagem são pouco difundidas na América Latina. Em geral, onde essas técnicas são conhecidas acabam sendo mal utilizadas, assim resultando numa perda de excessiva de grãos nesses países.

2.2 FLUXO DE CAIXA

De acordo com (KASSAI *et al*, 2000), define que fluxo de caixa são métodos quantitativos aplicados com base em fluxos operacionais líquidos de caixa e seu dimensionamento é considerado como aspecto mais importante na tomada de decisão. A representatividade destes resultados de um investimento depende do rigor

e confiabilidade com que os fluxos de caixa são estimulados. Kassai ainda argumenta que os valores que não representam efetivamente entradas ou saídas de caixa devem ser desprezados do cálculo.

A (NBR 14653-4 (ABNT, 2002, p.4), trata o fluxo de caixa como uma série de receitas, custos e despesas em um empreendimento ao longo de um período determinado.

2.3 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA)

A (NBR 14653-4 (ABNT, 2002, p.4) trata que a taxa mínima de atratividade pode ser definida como uma taxa de desconto do fluxo de caixa, compatível com a natureza e características do empreendimento estudado, bem como, a expectativa mínima de emulação do empreendedor da sua carteira de ativos.

A TMA traduz o percentual mínimo que o projeto deve ter de ganho afim de ser um parâmetro para análise do projeto ser viável economicamente. Ou seja, o projeto analisado deverá ser maior ou igual a TMA proposta.

2.4 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Dentro das análises (KASSAI *et al*, 2000) afirma que o TIR é uma das formas mais sofisticadas de se avaliar propostas de investimentos de capital. Onde representa a taxa de desconto onde em um único momento os fluxos de entradas e as saídas se igualam.

Pode-se dizer que não é uma medida de lucro, mas sim um valor que possa ser comparado no tempo. Para critério da análise de viabilidade econômica deve-se verificar que a TIR será igual ou maior a TMA, sendo assim, se for menor deve ser rejeitado o projeto. É calculada a TIR através pela equação 01.

Equação 1 - Cálculo do TIR

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

Sendo:

$\$0$ = valor presente líquido;

FC_t = valor presente das entradas de caixa;

TIR = taxa interna de retorno;

II = investimento inicial

2.5 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

Na literatura de (KASSAI *et al*, 2000) nos diz que o VPL é um dos instrumentos sofisticados mais utilizados para se avaliar propostas de investimentos de capital. É um reflexo da riqueza em valores monetários desde investimento que se faz medindo através do valor presentes das entradas e das saídas de caixa com uma taxa de desconto.

Para tomada de decisão na viabilidade de projetos o VPL deve ser positivo, encontrando esse valor através da equação 02.

Equação 2 - Cálculo do VPL

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

Sendo:

VPL = valor presente líquido;

FC_t = valor presente das entradas de caixa;

k = taxa do custo capital;

II = investimento inicial.

2.6 PAYBACK SIMPLES

Também encontrado na literatura do (KASSAI *et al*, 2000) como Payback Original é obtido somando os valores dos fluxos negativos com os valores dos fluxos positivos até o momento que essa soma resulta em zero. Afirma também que, é mais utilizada como medida de risco do que propriamente de retorno de investimento. Esta ferramenta não considera o custo de capital da empresa.

2.7 PAYBAK DESCONTADO

Devido a críticas (KASSAI *et al*, 2000) afirma que o método original de payback, de não considerar o valor do dinheiro no tempo é recomendável que seja determinado por meio de um fluxo de caixa descontado. Para encontrar este valor é descontado os valores pela taxa mínima de atratividade (TMA) e verificando o prazo de recuperação do capital investido. Lembrando que nesta ferramenta é considerado o custo de capital.

2.8 QUEIMADOR DE CAVACO

Este é um equipamento no qual tem como objeto a queima total de biomassa, afim de geração de calor para secagem de grãos. O queimador em questão a ser utilizado no processo é com sistema de grelha móvel, sendo sua câmara de combustão sendo totalmente construída de alvenaria refrataria, sendo projetado para obter 2 passes de chama, que segundo o fabricante alcançando índices superiores a 92% de eficiência de combustão. Este equipamento também possui um sistema de limpeza automático de cinzas, sempre sendo depositado no final do grelhado.

Figura 2 - Queimador de Cavaco com Grelha Móvel



Fonte: Rohden Termo (2018)

2.9 LENHA DE EUCALIPTO

De acordo com HIGA (2000), o gênero *Eucalypts* envolve mais de 600 espécies que estão adaptadas a diferentes climas e solos. Possuindo variadas utilidades com o seu plantio como: árvore ornamentais em parques e jardins, suas folhas usadas na extração de óleos e as flores para a produção de mel. Mas o uso mais comum desta biomassa é o aproveitamento da madeira como postes, construções rurais, produção de madeira serrada, geração de calor e papel e celulose.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

De acordo com Lakatos e Marconi (1991), nos diz que metodologia é um conjunto de atividades racionais e sistemáticas assim possibilitando alcançar o objetivo, com a definição das rotas a ser seguidas, evidenciando os erros e servindo de auxílio para as decisões do pesquisador.

Vale ressaltar que tão importante quanto a definição dos objetivos do trabalho, é a maneira como o mesmo foi desenvolvido. Estes sendo um dos motivos o qual aplicado a metodologia aplicada que será demonstrada nesse capítulo ressaltando os autores que serviram de base para um melhor desenvolvimento do estudo.

3.1.1 MATERIAIS

3.1.1.1 SOFTWARE

Foi utilizado o programa da Microsoft, o Excel na versão 2013 para tabulação de dados, cálculos envolvendo equações de análise de viabilidade de projetos e representação visual em forma de gráficos.

3.1.1.2 LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em uma empresa multinacional de processamento de cereais e proteínas situada no município de Toledo no estado do Paraná. O local da coleta de dados foi os secadores 5 e 6 no setor de secagem de grãos de soja com destino a extração de óleo, layout atual ilustrado no anexo 1.

3.1.2 MÉTODOS

3.1.2.1 CENÁRIO ATUAL

Atualmente nesta planta de secagem de grãos, possui uma capacidade máxima de secagem de 80 TON/hora de soja. Uma vez que a finalidade desse cereal seco é a extração de óleo de soja. A umidade requerida pelo processo dentro da empresa de estudo é na tolerância de 7% a 9 % na saída do secador.

Na planta de secagem há dois secadores, sendo seus números de 5 e 6. O fornecimento de calor para estes secadores é através de duas fornalhas, separadas e alimentadas de forma manual com lenha de eucalipto, com teor de umidade em torno de 45%. (Figura 3 e 4)

Figura 3 - Secador 5



Fonte: O autor (2018).

Figura 4 - Secador 6



Fonte: O autor (2018).

Utilizando o sistema SAP implantado na empresa, foram retirados relatórios de consumos de lenha dos últimos dois anos conforme gráfico 01

Gráfico 1 - Histórico de Consumo Secadores 5 e 6



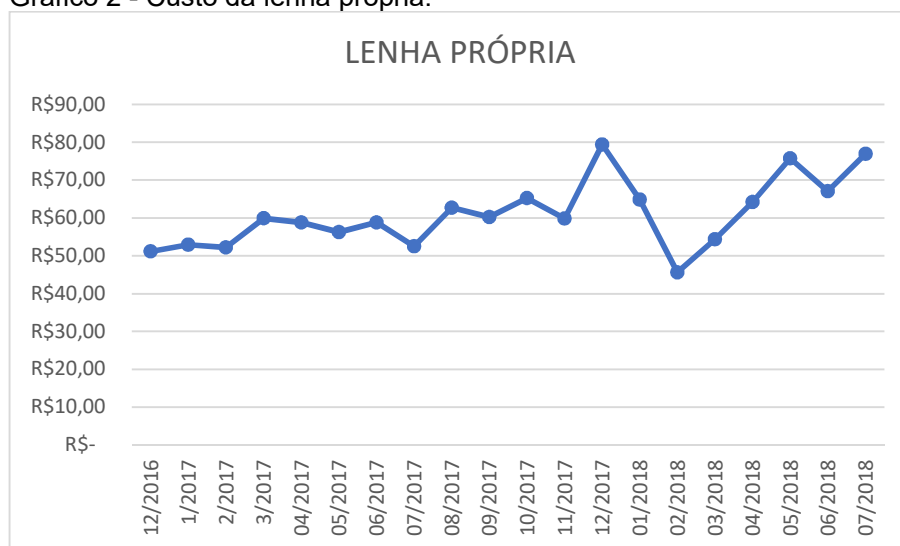
Fonte: O autor (2018).

Com estes valores listados, foi feito um levantamento do custo desta lenha em metro, que atualmente vem de origem das florestas de reflorestamento da própria

empresa. Vale ressaltar que para a lenha em metro a produção é integralmente feita pela equipe da empresa, não necessitando a compra externa.

No gráfico podemos analisar o histórico de custos da lenha em metro para a empresa.

Gráfico 2 - Custo da lenha própria.



Fonte: O autor (2018).

Como a proposta de alteração do sistema de queima de biomassa passará a utilizar o cavaco de eucalipto, foram realizados levantamentos dos históricos dos preços dos mesmos. Quando tratar-se de cavaco de eucalipto, deve-se lembrar que atualmente a empresa produz seu próprio cavaco e eventualmente na falta de produção própria, acaba se obrigando a comprar de empresas terceirizadas.

Para se obter o cavaco é realizado a picagem do mesmo que é padronizado dentro da empresa nas seguintes dimensões 3cmx5cmx1cm. A figura 5 pode-se observar o equipamento que faz a produção do cavado interno.

Em visita in loco a equipe de realiza este trabalho de picagem do eucalipto, segue um padrão através da velocidade da esteira de entrada do picador e que também a umidade deste cavaco gerado fica em torno de 35% a 40 %. A figura 6 mostra todos os equipamentos utilizados na picagem da biomassa.

Figura 5 – Entrada de lenha no picador



Fonte: O autor (2018).

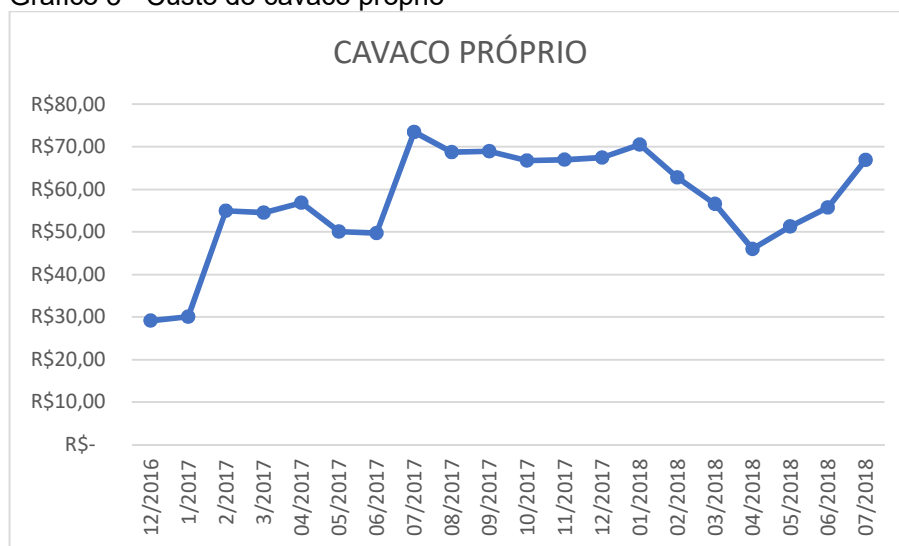
Figura 6 - Equipamentos para picagem de lenha



Fonte: O autor (2018).

Diariamente são entregues 6 carretas carregadas de cavaco de eucalipto contendo cada uma 100m³ de cavaco para a unidade fabril. O volume é elevado pois dentro da empresa as três caldeiras são alimentadas por este cavaco. Também foi realizado um levantamento com os históricos de preços do cavaco produzido pela equipe da empresa conforme gráfico 03 abaixo.

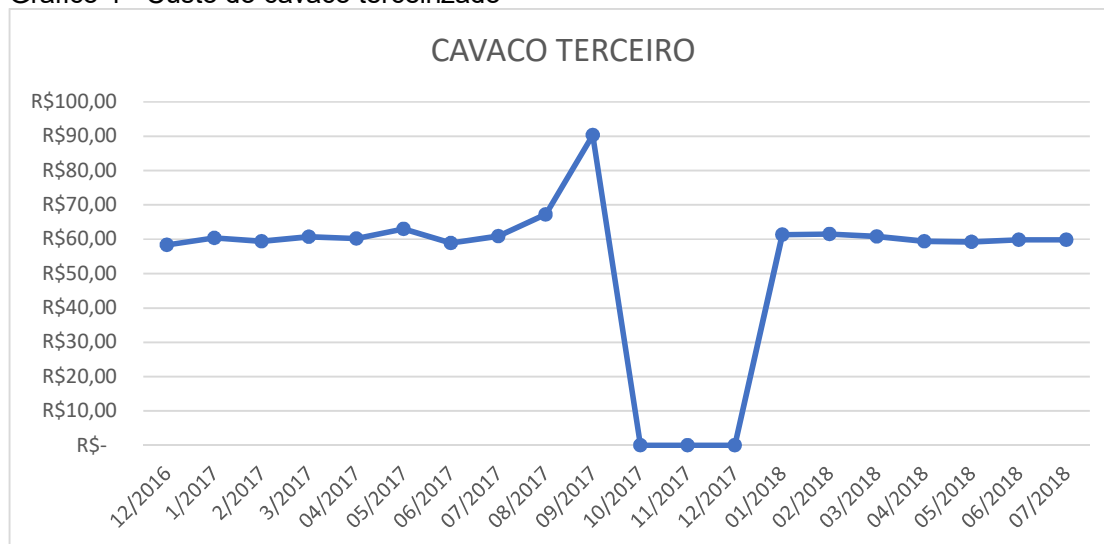
Gráfico 3 - Custo do cavaco próprio



Fonte: O autor (2018).

Diante do fato do consumo da empresa ser elevado, na maioria dos meses é preciso comprar cavaco produzido de empresas terceirizadas. Foram realizados levantamentos de valores dos deste cavaco terceirizado e pode ser observado no gráfico 04 abaixo.

Gráfico 4 - Custo do cavaco terceirizado

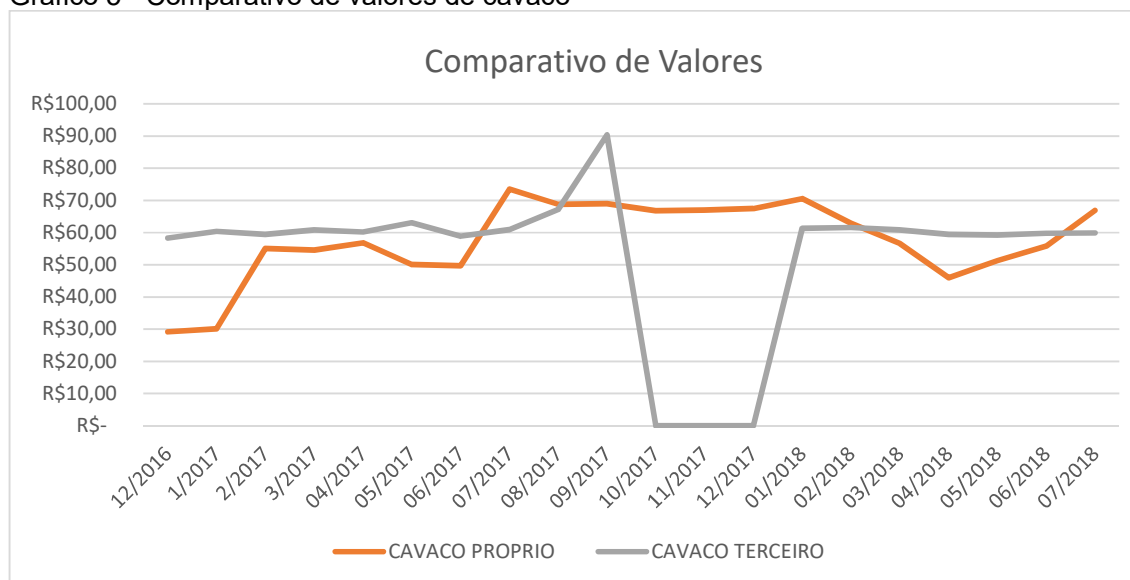


Fonte: O autor (2018).

** Os meses que o custo foi zero é por que não foi necessário comprar cavaco externo.

Para uma análise dos valores de cavaco próprio e terceirizado, foi mesclado os gráficos e demonstrado abaixo, o comparativo de valores.

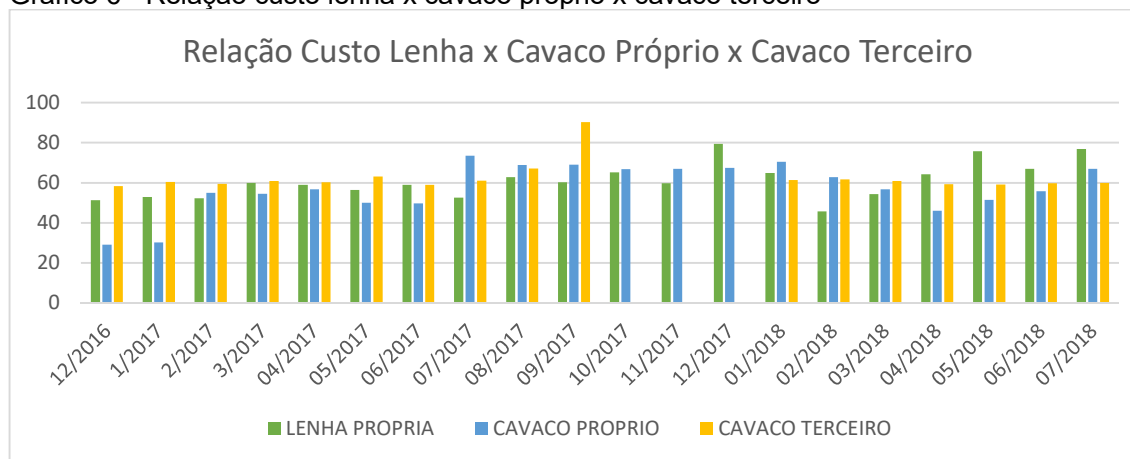
Gráfico 5 - Comparativo de valores de cavaco



Fonte: O autor (2018).

Para-se ter uma visão mais abrangente dos custos com a biomassa e o quanto isso varia de acordo com o tempo, foi criado um gráfico relacionando esses três custos, lenha, cavaco externo e cavaco próprio, conforme gráfico XX abaixo.

Gráfico 6 - Relação custo lenha x cavaco próprio x cavaco terceiro



Fonte: O autor (2018).

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1.1 CÁLCULO DA MÃO DE OBRA

Para os cálculos posteriores foi necessário definir as variáveis listadas abaixo. Para maior veracidade dos cálculos e sua confiabilidade da viabilidade, os dados foram repassados pela empresa. Para o correto funcionamento do sistema atual de queima de biomassa, são necessárias 4 pessoas por turno, como essa planta trabalha 3 turnos consecutivos, resulta-se em 12 pessoas em todo processo de trabalho. O custo mensal de cada funcionário hoje é de R\$3.200,00 para fins de cálculos. Já contabilizado os impostos, 13º salário.

Uma vez que instalado esse sistema automático de alimentação de 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 deverá somente operar da sala de comando. Essa redução de postos de trabalho nos traz um número significativo para a viabilidade do projeto. Gerando uma redução de gastos anual com funcionários de R\$ 345.600,00.

4.1.2 CONSUMO PROPOSTO PARA OS QUEIMADORES

De acordo com a empresa Rohdem Termo, fabricante dos queimadores com grelha móvel, a somatória do consumo dos queimadores RTI 5.0 e RTI 1.8 totalizam 5175 m³/ano de cavaco consumido.

Comparando o consumo de lenha anual atual x consumo proposto com os dois queimadores, chegamos ao resultado de redução de consumo de biomassa no valor de R\$172.025,92 ao ano. Utilizando os valores médios de custo da lenha de 59,18 R\$/metro estéreo e o custo do cavaco em R\$ 65,49 R\$/m³.

4.1.3 ORÇAMENTOS PARA INVESTIMENTO

Para a instalação deste sistema, foi realizado orçamentos nas áreas de mecânica, elétrica e civil. Resultando em R\$ 1.520.000,00 o custo total de instalação deste projeto. Projeto de instalação no anexo 1, com vista superior e cortes laterais da instalação. Sendo rateado esse valor conforme tabelas 02 e 03.

Tabela 1 - Orçamento área de mecânica

Orçamento da área de mecânica			
Componentes do Conjunto	Preço Unitário	Quant	Total Parcial
Queimador de cavacos RTI 5.0	R\$ 358.000,00	1	R\$ 358.000,00
Queimador RTI 1.8	R\$ 203.000,00	1	R\$ 203.000,00
Descarregador de fundo	R\$ 48.800,00	1	R\$ 48.800,00
Correia de descarga	R\$ 29.000,00	1	R\$ 29.000,00
Correia elevatória	R\$ 63.000,00	1	R\$ 63.000,00
Peneira Rotativa	R\$ 27.600,00	1	R\$ 27.600,00
Válvula direcional	R\$ 7.600,00	1	R\$ 7.600,00
Correia transferência	R\$ 74.000,00	1	R\$ 74.000,00
Painel de comando e CCM	R\$ 53.000,00	1	R\$ 53.000,00
Instalação e Montagem	R\$ 62.000,00	1	R\$ 62.000,00
TOTAL DOS EQUIPAMENTOS			R\$ 926.000,00

Fonte: O autor (2018).

Tabela 2 - Orçamento área civil e elétrica

Orçamento área civil e elétrica	
Obras civis para instalação	R\$ 396.300,00
Instalação elétrica, interligação dos equipamentos aos painéis de comando	R\$ 197.734,00

Fonte: O autor (2018).

4.1.4 VIABILIDADE DO PROJETO

Para analisarmos a viabilidade do projeto em questão, utilizaremos técnicas abordadas em livros renomados, onde por meio de equações, podemos ter um parâmetro para uma possível conclusão do assunto referente.

Com o cálculo de redução de consumo de pessoas e biomassa, resultamos no valor anual de R\$ 517.625,92, com este valor podemos demonstrar o fluxo de caixa deste projeto. Para o cálculo de viabilidade econômica, utilizaremos o período de análise em 10 anos. Assim conforme tabela 03, o fluxo de caixa do projeto.

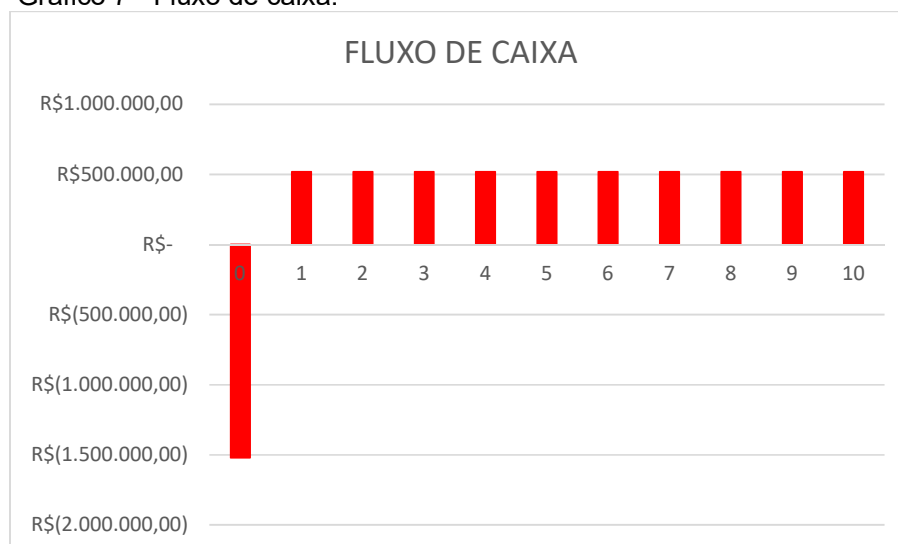
Tabela 3 - Fluxo de caixa.

ANO	FLUXO DE CAIXA
0	-R\$ 1.520.034,00
1	R\$ 517.625,92
2	R\$ 517.625,92
3	R\$ 517.625,92
4	R\$ 517.625,92
5	R\$ 517.625,92
6	R\$ 517.625,92
7	R\$ 517.625,92
8	R\$ 517.625,92
9	R\$ 517.625,92
10	R\$ 517.625,92

Fonte: O autor (2018).

Graficamente, podemos demonstrar o fluxo de caixa desta forma conforme gráfico 07.

Gráfico 7 - Fluxo de caixa.



Fonte: O autor (2018).

Na empresa em questão, utiliza-se o valor de TMA (Taxa Mínima de Atratividade) de 14,28%, sendo assim utilizaremos este valor para aprovação do projeto.

Seguindo o procedimento de análise, podemos calcular o VPL (Valor Presente Líquido), trazendo o valor investimento e retorno para os dias atuais. De acordo com a tabela 04.

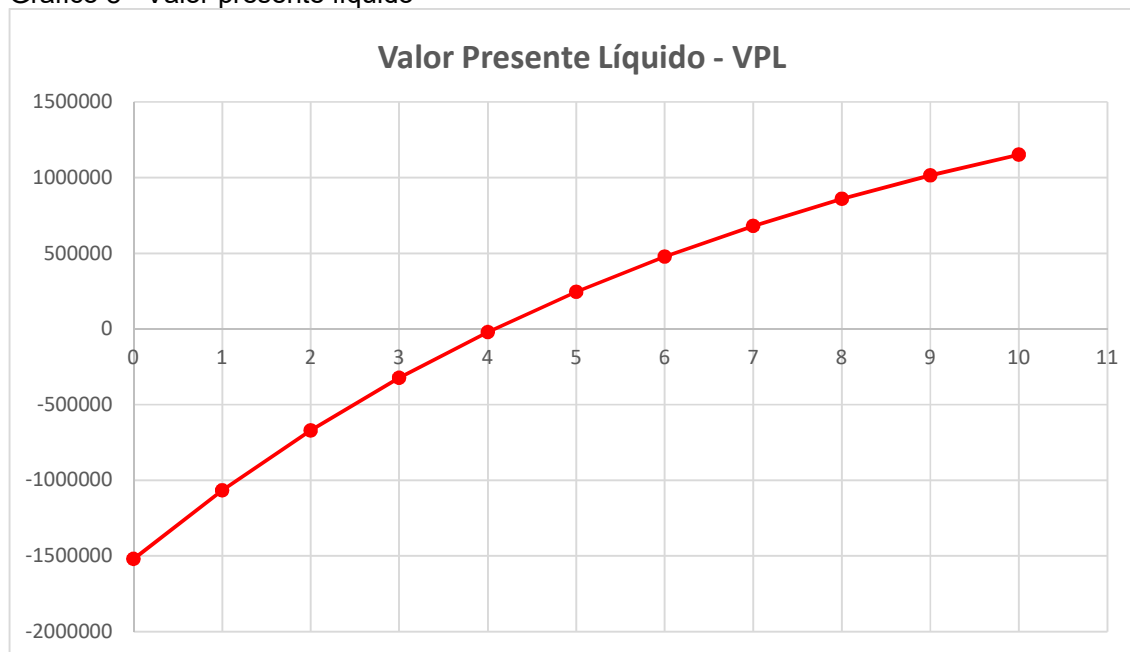
Tabela 4 - Valor presente líquido

ANO	FLUXO DE CAIXA	VPL ANO
0	-R\$ 1.520.034,00	-R\$ 1.520.034,00
1	R\$ 517.625,92	-R\$ 1.067.088,67
2	R\$ 517.625,92	-R\$ 670.741,69
3	R\$ 517.625,92	-R\$ 323.920,75
4	R\$ 517.625,92	-R\$ 20.437,24
5	R\$ 517.625,92	R\$ 245.124,10
6	R\$ 517.625,92	R\$ 477.501,89
7	R\$ 517.625,92	R\$ 680.842,63
8	R\$ 517.625,92	R\$ 858.774,67
9	R\$ 517.625,92	R\$ 1.014.472,99
10	R\$ 517.625,92	R\$ 1.150.715,84

Fonte: O autor (2018).

Graficamente podendo ser representa conforme o gráfico 09.

Gráfico 8 - Valor presente líquido



Fonte: O autor (2018).

Ao calcular o VPL acumulado, utilizando a TMA da empresa, chegamos ao valor de R\$1.150.715,84. Lembrando que para o projeto ser economicamente viável pela ótica do VPL, ela precisa ser maior que 0.

O próximo passo para a análise é o TIR (Taxa Interna de Retorno), uma vez que para a viabilidade do projeto, o TIR deve ser superior a TMA e se caso for menor deve-se rejeitar o projeto. Ao calcular o TIR na planilha do Excel, utiliza-se o fluxo de caixa descrito na tabela 03. Assim chegamos em um valor de 31,9203%.

Quando calculamos o MTIR (Taxa Interna de Retorno Modificada) que de acordo com CAVALCANTE, 2018, é para estabelecer o retorno de um investimento que contemple a aplicação dos fluxos excedentes por uma taxa de aplicação. Em nosso caso o MTIR calculado foi de 21%, sendo maior que o TMA, exercendo aspecto positivo para a viabilidade.

Outro método bastante utilizado e simplório é o payback simples, uma vez que só necessita utilizar-se o investimento anual dividido pelo ganho anual. Em nosso projeto atingimos o payback simples de 3 anos. Mas para complementar este cálculo, foi realizado o payback descontado, que este sim, nos passa uma imagem mais precisa do retorno do investimento, pois utiliza-se o VPL para os cálculos. No payback

descontado, foi atingido a idade mínima para o projeto pagar o investimento na previsão de 4 anos e 1 mês.

CAPÍTULO 5

5.1 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo, possibilitou uma análise de viabilidade econômica para modernização de um sistema de queima de biomassa voltado a secagem de grãos. Pois este processo sendo muito presente nas indústrias do país ainda são antiquados e rústicos, havendo uma grande possibilidade de melhorias nas eficiências e diminuição de custos na secagem de grãos. Com estudos nesse setor podemos ampliar o conhecimento sobre os processos de secagem de grãos com níveis de custo mais baixos.

Sendo assim o conceito principal deste estudo foi a redução no consumo de biomassa utilizada para a secagem de grãos e juntamente a redução do quadro de pessoas para a operação do sistema.

De modo geral percebe-se que o custo de secagem de grãos está relacionado diretamente ao sistema de queima de biomassa, mas o que se mostra expressivo dentro destes sistemas, é a quantidade de pessoas relacionadas para a operação, aliado a eficiência baixa das fornalhas, assim elevando o consumo de biomassa necessária.

Considerando as informações obtidas e apresentadas nos cálculos e pesquisas, esse estudo de viabilidade econômica, ficou evidente que a substituição e modernização do sistema de queima de biomassa na secagem de grãos é economicamente viável. Pois obtendo o valor de payback descontado de 4 anos e 1 mês, juntamente com um valor significativo de TIR de 31,92% e MTIR na casa dos 21%.

Com a aplicação de tecnologias percebemos além da questão de redução de consumo de biomassa e quadro de funcionários, uma estabilidade maior da temperatura do ar fornecido a secagem de grãos, melhorando a qualidade do cereal e redução de riscos de incêndio no secador. Temos que ressaltar a importância com os colaboradores, uma vez que instalado este sistema, haverá uma redução de passivo trabalhista, resultante do esforço físico executado atualmente pelos funcionários do setor ao alimentar a fornalha.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- Análise do rendimento térmico do queimador com variação de umidade do cavaco;
- Análise do rendimento de queima do cavaco alterando suas dimensões.
- Comparativo de eficiência entre queimadores de cavaco com grelha móvel e grelha fixa;
- Análise de mercado na região oeste para instalação do sistema de queima de cavaco na secagem de grãos;

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14653-4 – Avaliação de bens Parte 4: Empreendimentos**. 2002.

CASEMG. **Secagem de Grãos**. Disponível em: <<http://www.casemg.gov.br/index.php/servicos/secagem-de-graos/>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

CAVALCANTE, Francisco; ZEPPELINI, Paulo. **Taxa interna de retorno modificada (MTIR)**. Disponível em: <<http://www.cavalcanteassociados.com.br/article.php?id=237>>. Acesso em: 29 set. 2018.

DALPASQUALE, Valdecir Antoninho. **Secagem de Grãos**. 2012. Disponível em: <<http://secarmazena.com.br/2012/12/secagem-de-graos/>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

DIEFENTHÄLER, C. E., **Fluxo de Ar na Colheitadeira MF5650 para Diminuição da Umidade Durante a Colheita de Cereais (Soja)**, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi – RS

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Milho e Sorgo, **Sistema de Produção**, Versão Eletrônica, 7ª edição 2011. Disponível em: ; acessado em 20/08/2015

FERRARI FILHO, E. **Métodos e temperaturas de secagem sobre a qualidade físico química e microbiológica de grãos de milho no armazenamento, tese de mestrado**, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

HIGA, Rosana Clara Victoria; MORA, Rosana Clara Victoria; HIGA, Antonio Rioyei. **Plantio de Eucalipto na Pequena Propriedade Rural**. Curitiba: EMPRAPA FLORESTAS, 2000. 3 p. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/doc54_000fjvb9ypm02wyiv80sq98yq0mwtukuk.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.

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.

KON, Anita. **A modernização tecnológica brasileira e o ajustamento dos recursos humanos**. Oct./Dec. 1991; vol.31; 5-15.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

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**. Botucatu, 2010.

NOGUEIRA, L.A.H. et al., **Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações**, Brasília: ANEEL, 2000; 144p.

PIMENTEL, M. A. G.; FONSECA, M. J. O. – **Sistema de Produção Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, 2011.

RÊGO, Ricardo Bordcaux; PAULO, Goret Pereira; SPRINTZER, Ilda Maria de Paiva Almeida. **Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos**. [S.l.]: FGV, 2008. 95 p. v. 1.

SILVA, Luís César da. **Secagem de Grãos**. 2005. Disponível em: <http://agais.com/manuscript/ag0405_secagem.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2018

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil**, 2008, 560p.

UNFRIED, L. C E YOSHI, C. V. H, **Sustentabilidade no Abate e Processamento de Aves**, 2012.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. **Projetos**. [S.l.]: Atlas, 2008. 130 p. v. 1.

ANEXO 1