

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

ERIC GABRIEL DE CARVALHO

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE SECADOR DE
GRÃOS TIPO CAVALETE POR SECADOR DE GRÃOS TIPO COLUNA**

**CASCABEL - PR
2018**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

ERIC GABRIEL DE CARVALHO

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE SECADOR DE
GRÃOS TIPO CAVALETE POR SECADOR DE GRÃOS TIPO COLUNA**

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

**Professor Orientador: Msc. Eliseu Avelino
Zanella Junior**

**CASCADEL - PR
2018**

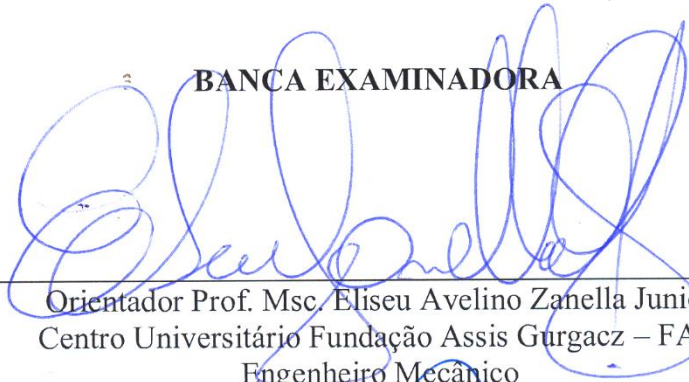
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

ERIC GABRIEL DE CARVALHO

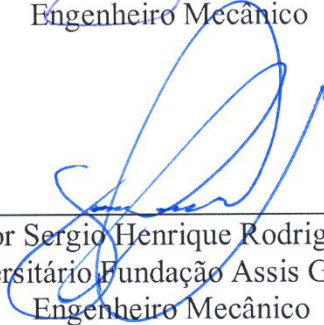
**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE SECADOR DE
GRÃOS TIPO CAVALETE POR SECADOR DE GRÃOS TIPO COLUNA**

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

BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. Msc. Eliseu Avelino Zanella Junior
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico

Cascavel – Pr, 03 de dezembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora de angústia, ao meu pai José, minha mãe Maria, minha esposa Kamila, aos meus irmãos e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela força divina em minha vida.

A minha esposa por entender minha ausência diária durante esta longa caminhada.

Ao Professor Msc. Eliseu Avelino Zanella Junior, pelos materiais disponibilizados, orientação, seu grande desprendimento em ajudar-nos e amizade sincera.

Aos amigos Carlos, Vinícius e Paulo pelo incentivo e grande ajuda com o fornecimento de material para a realização deste trabalho.

Agradeço as empresas Comil Silos e Secadores, Cargill Agrícola e Silobras Montagens Industriais, por sanarem todas as dúvidas e permitirem o uso de seus portfólios neste trabalho.

Agradeço ao meu ex-gestor José Maria Acassio pelo empenho em fornecer materiais e recursos para que esse trabalho fosse desenvolvido.

Agradeço a todos que de uma forma ou outra tiveram participação na evolução deste projeto.

CARVALHO, Eric Gabriel de. **Estudo de viabilidade para substituição de secador de grãos tipo cavalete por secador de grãos tipo coluna**. Orientador: Prof. Msc. Eliseu Avelino Zanella Junior, 2018. 70f. Monografia (Graduação) – FAG 2018.

RESUMO

Introdução: Diante da demanda percebida em nosso país, resta clara a necessidade em aumentar a produtividade de solos e sementes para que haja a possibilidade de suprir a necessidade da sociedade, considerando que a produção de alimentos se considera imprescindível para a sobrevivência e além disso, tal medida exige soluções ágeis. No entanto, os aspectos técnicos e teóricos estão diretamente relacionados com o bom desenvolvimento de um empreendimento, tendo em vista que o investimento no setor de processos busca, além dos demais propósitos pretendidos, o aumento da produtividade, suprimindo assim os avanços produtivos nas lavouras, e principalmente a crescente demanda de alimentos por parte da população. **Objetivo:** De acordo com o acima mencionado, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar uma comparação para viabilidade da substituição de secador de grãos tipo cavalete, por secador de grãos do tipo coluna, com o intuito de buscar uma maneira de aumentar a produtividade. **Metodologia:** Como método utilizado, comparou-se os dados históricos do equipamento CM 40 R-CAV já instalado, versus o equipamento CM 150 DR-COL, o qual pretende-se adquirir. Ademais, a fim de dar prosseguimento à pesquisa, será utilizada a comparação de dados técnicos e informações relevantes através dos catálogos obtidos com fornecedores de secadores de grãos, levantando-se custos operacionais, volumes processados, etc., a fim de obter-se os custos finais por tonelada, para que, por fim, se possa alcançar o resultado pretendido, qual seja, apontar o resultado econômico entre os secadores analisados. **Resultados:** Diante do exposto anteriormente, chegou-se a diferença de custo por tonelada entre os dois equipamentos de R\$ 20,74, gerando um Valor Líquido Presente (VPL) de R\$ 255.572,80 com Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 11%. Obteve-se ainda valores para Taxa Interna de Retorno (TIR) de 13,99%, Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) de 12,04%, Índice de Lucratividade (IL) de 1,41 e Taxa de Rentabilidade (TR%) de 41%. **Conclusão:** Todos os dados acima mencionados apontam que o projeto do referido estudo é viável, havendo acima de tudo uma redução de 73,30% no tempo de secagem.

Palavras chave: Comparação, secadores de grãos tipo cavalete, secador de grãos tipo coluna, capacidade de secagem, viabilidade econômica.

CARVALHO, Eric Gabriel de. **Viability study for substitution of dryer type easel by column type grain dryer**. Advisor: Teacher Msc. Eliseu Avelino Zanella Junior, 2018. 70s. Monography (Graduation) – FAG 2018.

ABSTRACT

Introduction: Faced with the perceived demand in our country, it is clear that there is a need to increase the productivity of soils and seeds so that there is the possibility of meeting the need of society, considering that food production is considered essential for survival and, this requires agile solutions. However, the technical and theoretical aspects are directly related to the good development of an enterprise, considering that the investment in the process sector seeks, in addition to the other intended purposes, the increase of productivity, thus supplying the productive advances in the plantations, and especially the growing demand for food by the population. **Objective:** According to the aforementioned, the main objective of this work is to compare the viability of the substitution of a grain dryer, by column dryer, with the aim of finding a way to increase productivity. **Methodology:** The historical data of the already installed CM 40 R-CAV equipment versus the CM 150 DR-COL equipment, which we intend to acquire, was compared. In addition, in order to continue the research, a comparison of technical data and relevant information through the catalogs obtained with suppliers of grain dryers will be used, raising operational costs, processed volumes, etc., in order to obtain the final costs per ton, so that, finally, the desired result can be achieved, that is, to indicate the economic result among the dryers analyzed. **Results:** In light of the above, the difference in cost per ton between the two equipments was R \$ 20.74, generating a Net Present Value (NPV) of R \$ 255,572.80 with a Minimum Attractiveness Rate (MAR) of 11%. Internal Rate of Return (IRR) of 13.99%, modified Internal Rate of Return (MIRR) of 12.04%, Profitability Index (PI) of 1.41 and Profitability Rate (PR) of 41%. **Conclusion:** All data mentioned above indicate that the design of this study is feasible, with above all a reduction of 73.30% in drying time.

Key words: Comparison, easel type grain dryers, column type grain dryer, drying capacity, economical viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Movimento do ar de secagem e da umidade do grão	22
Figura 2: Ventilação natural na secagem de grãos	28
Figura 3: Sistema de secagem estacionária	29
Figura 4: Secador com reaproveitamento do ar de resfriamento	30
Figura 5: Sistema de secagem com coluna inteira	31
Figura 6: Disposição das calhas no secador de cavalete	32
Figura 7: Disposição das calhas no secador de coluna	33
Figura 8: Fluxos de ar na secagem de grãos	34
Figura 9: Secador com fluxo de ar concorrente	35
Figura 10: Secador com fluxo de ar contraconcorrente	36
Figura 11: Secador com fluxo de ar cruzado	37
Figura 12: Secador com fluxo de ar misto	38
Figura 13: Diagrama de fluxo de caixa	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Rendimento da secagem em função da temperatura de secagem relativa e as características de cada tipo de grão	23
Tabela 2: Rendimento da secagem em função das umidades de entrada e saída do produto ...	24
Tabela 3: Rendimento da secagem em função da temperatura de secagem	25
Tabela 4: Rendimento da secagem em função da temperatura e umidade relativa do ar	25
Tabela 5: Poder calorífico das biomassas mais utilizadas	26
Tabela 6: Poder calorífico da lenha versus teor de umidade	27
Tabela 7: Fator de correção para capacidade efetiva	45
Tabela 8: Custos do investimento	57
Tabela 9: Custos fixos anuais	62
Tabela 10: Indicadores econômicos	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Fluxo de caixa líquido x anos	67
Gráfico 2: Fluxo de caixa corrigido x anos	69
Gráfico 3: Depreciação contábil	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Percentuais dos elementos químicos de alguns combustíveis	26
Quadro 2: Dados técnicos do secador CM 40 R-CAV com reaproveitamento	45
Quadro 3: Dados técnicos do secador CM 150 DR-COL com duplo reaproveitamento	46
Quadro 4: Horas de funcionamento compiladas, safra 2015 e safra 2016	47
Quadro 5: Volumes processados compilados, safra 2015 e safra 2016	48
Quadro 6: Horas homem trabalhadas compiladas, safra 2015 e safra 2016	49
Quadro 7: Informações referentes aos períodos da safra 2015 e safra 2016	50
Quadro 8: Custo unitário por m ³ e kg de lenha seca	51
Quadro 9: Custo total por m ³ e kg de lenha seca, secador CM 40 R-CAV	51
Quadro 10: Custo total por m ³ e kg de lenha seca, secador CM 150 DR-CAV	52
Quadro 11: Consumos e faturas pagas, mostrando o custo médio por kWh no período	52
Quadro 12: Custo elétrico no período do estudo, para secador CM 40 R-CAV	53
Quadro 13: Custo elétrico no período do estudo, para secador CM 150 DR-COL	54
Quadro 14: Custo elétrico no período do estudo, para secador CM 150 DR-COL	55
Quadro 15: Custo operacionais com mão de obra no período, para os dois equipamentos	56
Quadro 16: Custo total por tonelada processada para secador CM 40 R-CAV	58
Quadro 17: Custo total por tonelada processada para secador CM 150 DR-CAV	61
Quadro 18: Fluxo de caixa do investimento	63
Quadro 19: Fluxo de caixa corrigido pelo VPL	64
Quadro 20: Payback original	66
Quadro 21: Payback descontado	68

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Massa de água removida dos grãos	23
Equação 2: Valor Líquido Presente (VPL)	41
Equação 3: Taxa Interna de Retorno (TIR)	42
Equação 4: Índice de Lucratividade (IL)	42
Equação 5: Consumo elétrico específico	53
Equação 6: Volume total teórico	59
Equação 7: Rendimento do secador	59
Equação 8: Volume total processado	60
Equação 9: Horas de funcionamento com redução	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

b.u. — Base Úmida

CLT — Consolidação das Leis do Trabalho

CM — Comil

DR-COL — Duplo Reaproveitamento de Coluna

FAO — *Food and Agriculture Organization* (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)

GLP — Gás Liquefeito de Petróleo

IL — Índice de Lucratividade

kWh — Quilowatt Hora

ONU — Organização das Nações Unidas

R — Resfriamento

R-CAV — Reaproveitamento de Cavalete

RFB — Receita Federal do Brasil

S — Secagem

TIR — Taxa Interna de Retorno

TIRM — Taxa Interna de Retorno Modificada

TMA — Taxa Mínima de Atratividade

TR — Taxa de Reinvestimento

TR% — Taxa de Rentabilidade

VPL — Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	17
1.1.1 Objetivos Gerais	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	19
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 MÉTODO COMPARATIVO	21
2.2 SECAGEM DE GRÃOS.....	21
2.2.1 Rendimento de secagem	22
2.2.1.1 Produto	22
2.2.1.2 Umidade de entrada e saída dos grãos.....	23
2.2.1.3 Temperatura de secagem	24
2.2.1.4 Temperatura e umidade relativa do ar	25
2.2.1.5 Poder calorífico, composição química e umidade da biomassa	25
2.3 SISTEMAS DE SECAGEM	27
2.3.1 Secagem Natural.....	27
2.3.2 Secagem artificial	27
2.3.2.1 Ventilação natural.....	27
2.3.2.2 Ventilação artificial	28
2.4 OPERAÇÃO DE SECAGEM.....	28
2.4.1 Operação estacionária.....	28
2.4.2 Operação contínua	29
2.4.2.1 Com resfriamento	30
2.4.2.2 Com coluna inteira.....	30
2.5 SECADORES TIPO TORRE	32
2.5.1 Secador de cavalete	32
2.5.2 Secador de coluna.....	33
2.6 FLUXO DE AR.....	33
2.6.1 Fluxo concorrente	34

2.6.2 Fluxo contracorrente.....	35
2.6.3 Fluxo cruzado	36
2.6.4 Fluxo misto	37
2.7 CAPACIDADE DE SECAGEM.....	38
2.8 VIABILIDADE ECONÔMICA	39
2.8.1 Despesas	40
2.8.2 Fluxo de caixa.....	40
2.8.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	40
2.8.4 Valor Líquido Presente (VPL).....	41
2.8.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)	41
2.8.6 Índice de lucratividade (IL)	42
2.8.7 Payback original	43
2.8.8 Payback descontado.....	43
3 METODOLOGIA.....	44
3.1 SECADORES	44
3.2 PRODUTO	46
3.3 HORAS DE FUNCIONAMENTO	46
3.4 VOLUME DE SECAGEM	47
3.5 HORAS HOMEM TRABALHADAS	49
3.6 RELATÓRIO OPERACIONAL DE SECAGEM.....	50
3.7 BIOMASSA.....	50
3.8 ENERGIA ELÉTRICA.....	52
3.9 MÃO DE OBRA	54
3.10 INVESTIMENTO.....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1 TONELADA PROCESSADA.....	58
4.2 ECONOMIA ANUAL	61
4.3 DESPESAS.....	61
4.4 FLUXO DE CAIXA	62
4.5 VALOR LÍQUIDO PRESENTE (VPL).....	64
4.6 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	65
4.7 ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE (IL)	65
4.8 TAXA DE RENTABILIDADE (TR%)	65
4.9 PAYBACK ORIGINAL	66

4.10 PAYBACK DESCONTADO	67
4.11 DEPRECIAÇÃO	69
4.12 INDICADORES ECONÔMICOS	70
4.13 REDUÇÃO HORAS DE FUNCIONAMENTO	71
5 CONCLUSÃO.....	72
6 TRABALHOS FUTUROS.....	73
7 REFERÊNCIAS	74
8 ANEXOS	77
8.1 RELATÓRIO OPERACIONAL DE SECAGEM.....	77
8.2 CATÁLOGO SECADORES DE CAVALETE COMIL.....	78
8.3 CATÁLOGO SECADORES DE COLUNA COMIL	79

1 INTRODUÇÃO

A secagem é uma das práticas mais importantes no pós-colheita, tendo como principais motivos: reduzir o teor de umidade dos grãos até um nível seguro para armazenamento, permitir que os produtos possam ser estocados por um período maior de tempo, amenizar a proliferação de insetos e microrganismos, diminuir as perdas tanto no campo, quanto nas cooperativas. A secagem é o processo dentro das empresas beneficiadores que consomem maior quantidade de energia, fazendo com que os fabricantes de secadores desenvolvam equipamentos com menor consumo energético versus teor de água retirada dos produtos.

Equipamentos com maior capacidade de secagem podem ser a solução para a grande demanda de produtos vindos das lavouras, onde a tecnologia avança a passos largos dia após dia. Aumentando-se a capacidade, conseqüentemente se reduz o tempo de secagem, gerando economias com energia elétrica, consumo de biomassa, diminuindo os custos por tonelada processada.

Diante do exposto, resolveu-se estudar a viabilidade econômica para a substituição de um equipamento antigo, por um equipamento novo e moderno, a fim de tornar os negócios da empresa mais atrativos. Todas as considerações foram baseadas apenas nas capacidades de secagem dos dois secadores, embora na revisão bibliográfica tenham sido citados outros fatores pertinentes ao processo.

No desenvolvimento do estudo utilizou-se livros apanhados nas bibliotecas de algumas universidades de Cascavel-Pr, bem como alguns trabalhos acadêmicos publicados na internet. Foram utilizados durante o trabalho, dados históricos do equipamento antigo, e dados técnicos dos catálogos dos fabricantes.

1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.1.1 Objetivos Gerais

- Comparar viabilidade econômica entre o secador de grãos tipo cavalete de 40 t/h e o secador de grãos tipo coluna de 150 t/h.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Obter dados históricos do secador de grãos tipo cavalete de 40 t/h nos relatórios operacionais de secagem;
- Levantar informações relevantes dos catálogos obtidos com fornecedores do secador de grãos tipo cavalete de 40 t/h e o secador de grãos tipo coluna de 150 t/h;
- Comparar dados técnicos e informações obtidas nos catálogos e nos relatórios operacionais de secagem;
- Apresentar de forma sucinta e coerente os melhores resultados obtidos entre os secadores de grãos comparados, mostrando os custos por tonelada para cada equipamento;
- Apontar o resultado econômico entre os secadores.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o aumento crescente da população mundial há a necessidade de se produzir mais alimentos a cada dia. De acordo com Kinkartz da DW Brasil (2018), o planeta já abriga 7 bilhões de pessoas, e alimentar tal montante é possível, dizem os especialistas, no entanto, é necessário aumentar a produtividade de solos e sementes para que haja a possibilidade de superar a colocação acima mencionada e conseqüentemente suprir a necessidade da sociedade, considerando que a produção de alimentos abriga uma necessidade básica para a sobrevivência, bem como exige soluções ágeis para tanto.

De acordo com dados das Nações Unidas do Brasil (ONU) no que tange ao desenvolvimento sustentável o representante da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) no Brasil, Alan Bojanic (...) debateu o protagonismo do agronegócio brasileiro pelo mundo, as estratégias para consolidar novos mercados e as soluções

para os problemas que atingem o setor, como infraestrutura, armazenamento, competitividade e logística.

O representante destacou o papel do Brasil na resposta à demanda global por alimentos. “Até 2024, 2027 temos certeza de que o Brasil estará produzindo 300 milhões de toneladas de grãos, o que é chave para nós que pensamos em segurança alimentar para a população de todo o planeta”, afirmou. Para Bojanic, o Brasil precisa exportar conhecimento, ser modelo de sustentabilidade e líder em empreendedorismo. Segundo o representante da FAO no Brasil, discutir o agronegócio neste momento é extremamente oportuno. “O agronegócio tem potencial para alimentar e gerar emprego para boa parte da população brasileira”.

Nesse sentido, aumentar a produtividade e investir em novas tecnologias nas lavouras, sem que haja um paralelo de investimento nas cooperativas e fábricas, como diz o ditado “é o mesmo que colocar a carroça na frente dos bois”. Tendo em vista que toda matéria prima extraída do campo necessita passar por beneficiamentos e processamentos antes de chegar a mesa do consumidor propriamente dito.

De acordo com a (ONU apud CARVALHO, 2016), para agricultura e alimentação, a depender do ritmo em que produção e consumo se encontram, será necessário ter um aumento de 60% na oferta de comida no mundo até 2050. Com uma expectativa de 9 bilhões de pessoas no mundo, o agronegócio precisará aumentar sua oferta de alimentos de modo a garantir a segurança alimentar. Do contrário, uma crise nesse sentido poderá levar pelo menos 100 milhões de pessoas diretamente para um quadro de fome no mundo. Com isso, é preciso que os produtores do agronegócio planejem desde já mudanças para os níveis de produção.

Ademais, e ainda de acordo com o posicionamento da ONU referente ao investimentos e aumento de produtividade, afirma-se que: “para suprir essa demanda, será necessário produzir mais de modo a alimentar mais pessoas. Por isso, uma das primeiras e mais importantes preocupações deve ser com o ganho em produtividade. Para que isso seja possível será necessário realizar investimentos cada vez mais volumosos e assertivos [...] o que se diz atualmente é que a produção deverá deixar de ser intensiva e precisará ser extensiva, com o máximo de sustentabilidade, de modo a garantir o aumento do volume de alimentos ofertados”.

Portanto e consoante ao acima exposto, o intuito e principal objetivo da presente pesquisa é de demonstrar aspectos técnicos e teóricos que possibilite o investimento no setor de processos a fim de se aumentar a produtividade, suprimindo assim os avanços produtivos nas lavouras, e principalmente a crescente demanda de alimentos por parte da população.

Entre os alvos primordiais de uma empresa, pode-se declarar com total clareza que o principal objetivo, antes de qualquer outro, é a obtenção de lucro. Segundo Perrow (1967), obter

lucro é o objetivo declarado, os objetivos operativos especificarão se a qualidade ou a quantidade é o que deve ser enfatizado, seja a curto prazo e com riscos, ou a longo prazo e estável. Porém para que isso ocorra é necessário um estudo minucioso sobre os passos que a empresa deve dar, e se os investimentos por ela pretendido serão rentáveis, tanto a curto, médio e longo prazo. Segundo Dolabela (1999), um bom negócio é fruto da identificação de uma oportunidade e seu posterior estudo de viabilidade, a fim de tomar uma decisão satisfatória que proporcione avanços na empresa e por outro lado, atenda o fim a que se pretende alcançar.

Em última análise, acredita-se que, o estudo apresentado é de suma importância para a sociedade em si, considerando que se refere ao aumento na produtividade de alimentos a qual está diretamente relacionada a uma das necessidades fundamentais do ser humano, qual seja: a segurança alimentar. E para o meio acadêmico como forma de analisar-se o comportamento dos diferentes tipos de equipamentos e necessidades dos indústrias agrícolas atuais.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Como realizar as análises comparativas dentro do aspecto da viabilidade econômica entre o secador de grãos tipo cavalete de 40 t/h e o secador de grãos tipo coluna de 150 t/h?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O referido estudo foi realizado em uma unidade de recebimento e armazenagem de cereais, situada na cidade de Corbélia, região Oeste do Paraná. Todos os dados que foram levantados, levaram em consideração informações inclusas nos relatórios operacionais de secagem (Anexo 8.1), sendo elas: horas de funcionamento, volume de biomassa utilizada, etc., além dos catálogos disponibilizados pelo fabricante dos equipamentos (Anexo 8.2 e 8.3).

Na empresa em questão, utiliza-se uma ferramenta de gestão (*model elevator*), na qual registra-se todas as informações referentes a cada processo, incluindo: volume processado nos períodos, horas homem trabalhadas dos funcionários envolvidos no processo e umidade média removida no processo.

Para análise do projeto utilizou-se como produto base milho à granel, como biomassa lenha do tipo eucalipto, e valores históricos com energia elétrica, obtendo os custos totais por tonelada processada.

É pertinente mencionar que parâmetros como: umidade relativa do ar de entrada, temperatura do ar ambiente, umidade de entrada e saída dos grãos, umidade da lenha,

velocidade do ar de secagem, entre alguns outros não foram levados em consideração para esse estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MÉTODO COMPARATIVO

A comparação ou método comparativo visa em confronta-se parâmetros ou dados obtidos, a fim de se obter os melhores ou piores resultados. Segundo (GONZALEZ apoud ALVES; SAHR., 2014), aborda a análise comparativa visando, encontrar igualdade e divergência, o que pode ser feito pelo uso da classificação, na qual as categorias devem ser mutuamente excludentes. O ato de comparar, tem por objetivo definir em suma a melhor escolha que poderemos tomar em relação ao que se está comparando.

Ainda, em concordância com GONZALEZ, (SARTORI apoud ALVES; SAHR, 2014) explica que é preciso estabelecer que uma coisa é claramente comparada a outra em algum aspecto (propriedades e características), e que se adota a melhor estratégia comparativa, ora realçando as similitudes e ora as diferenças. Logo, para ele “se comparar não tem uma razão de ser especial, um objetivo exclusivo (além do objetivo geral de explicar), então se pode afirmar que não existe em sentido próprio, uma metodologia da comparação, uma análise comparativa.”

Em complemento ao entendimento acima mencionado, (PANEBIANCO apoud ALVES; SAHR, 1994) defende dois tipos de comparação, a estatística e a histórica. A comparação estatística se limita a comparar hipóteses de alcance geral, suas causas e efeitos, bem como, a indicação de que as variações de uma determinam variações na outra. Já a comparação histórica tende a explicação genética das diversidades temporais confrontando com outros casos, ou seja, tendem a elaboração de hipóteses e controle destas, mediante a comparação de mecanismos causais temporalmente discretos.

2.2 SECAGEM DE GRÃOS

De acordo com (SILVA, 2000), a secagem é um dos vários passos do processamento dos produtos agrícolas com a finalidade de retirar parte da água contida neles.

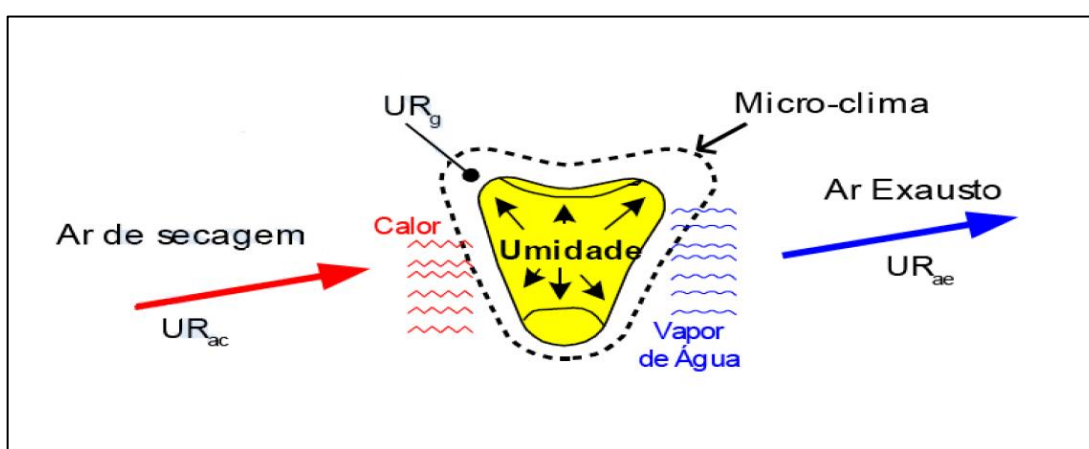
Em concordância (PUZZI apoud LIMA, 2014) diz que a secagem é a operação que tem por desígnio diminuir o teor de umidade do grão, porém até um nível adequado à sua estocagem por um período prolongado, sendo a principal operação no sentido de se obter um produto de boa qualidade.

Entende-se que é necessária a seleção de determinado equipamento para secagem dos grãos, porém que atenda a cultura (produto) que será secado, e a sua demanda, a fim de que

você possa atender seus clientes, e não perca parte do seu mercado para a concorrência. O processo de secagem envolve a retirada parcial da água do grão por transferência de calor do ar para o grão e, ao mesmo tempo, por fluxo de vapor de água do grão para o ar. A condição necessária para que o produto seja submetido ao fenômeno de secagem é que a pressão parcial de vapor de água da superfície do grão seja maior que a pressão parcial de vapor de ar.

A figura 1 mostra um esquema básico da forma como o processo de secagem acontece, onde o ar quente incide sobre o grão e vapor de água é retirado.

Figura 1: Movimento do ar de secagem e da umidade do grão.



Fonte: Silva (2005)

2.2.1 Rendimento de secagem

Segundo (WEBER, 1998), o rendimento de secagem está condicionado a determinados fatores, sendo eles, produtos a ser processado, umidade de entrada e saída do produto, temperatura de secagem, temperatura e umidade relativa do ar ambiente e biomassa utilizada na queima.

2.2.1.1 Produto

De acordo com (WEBER, 1998), o arroz é um produto muito sensível, fator que exige que as temperaturas máximas na massa de grãos esteja entre 55°C a 60°C, em contrapartida, produtos não tão sensíveis como, soja, milho e trigo, podem atingir temperatura de até 110°C.

Na tabela 1, mostra-se os rendimentos em relação ao produto e temperatura de secagem.

Tabela 1: Rendimento da secagem em função da temperatura de secagem relativa e as características de cada tipo de grão.

PRODUTO	TEMPERATURA DE SECAGEM	COEFICIENTE
Soja	110°C	1,00
Milho	110°C	0,75
Trigo	100°C	0,70
Sorgo	90°C	0,54
Aveia	70°C	0,38
Feijão	70°C	0,22
Arroz	60°C	0,29
Girassol	60°C	0,36
Canola	60°C	0,35
Gergelim	60°C	0,30

Fonte: Adaptado de Comil (2008)

2.2.1.2 Umidade de entrada e saída dos grãos

O teor de umidade incluso no produto é determinado por métodos diretos e indiretos. A quantidade de água, em massa, que deverá ser retirada de um certo produto pode ser encontrada segundo a equação 1, proposta por (RIBEIRO; VICARRI apud OLIVEIRA, 2005):

$$P_i = P_f \cdot \left(\frac{100 - U_f}{100 - U_i} \right) \quad (1)$$

Onde:

P_i = Peso inicial (kg)

P_f = Peso final (kg)

U_i = Umidade inicial (%)

U_f = Umidade final (%)

Quanto maior for a massa de água a ser retirada dos grãos, ou seja, o teor de umidade de entrada, maior será o tempo de secagem, o que fará que o rendimento do secador diminua.

Na tabela 2, têm-se os rendimentos em função das umidades de entrada e saída do produto do secador.

Tabela 2: Rendimento da secagem em função das umidades de entrada e saída do produto.

UMIDADE DE ENTRADA (%B.U.)	28	-	-	-	-	0,38	0,45	0,49	0,53	0,61	0,69
	27	-	-	-	-	0,40	0,48	0,52	0,57	0,66	0,75
	26	-	-	-	-	0,42	0,51	0,56	0,62	0,71	0,81
	25	-	-	-	-	0,45	0,54	0,60	0,67	0,78	0,89
	24	-	-	-	-	0,49	0,58	0,65	0,74	0,87	0,99
	23	-	-	-	-	0,54	0,63	0,72	0,84	0,97	1,13
	22	-	-	-	-	0,59	0,69	0,80	0,93	1,11	1,33
	21	-	-	-	0,50	0,66	0,77	0,90	1,08	1,30	1,58
	20	-	-	0,41	0,57	0,74	0,87	1,03	1,25	1,57	1,97
	19	-	0,31	0,46	0,65	0,84	1,03	1,22	1,47	1,93	-
	18	0,27	0,36	0,53	0,74	1,00	1,20	1,44	1,85	-	-
	17	0,32	0,43	0,62	0,85	1,17	1,42	1,8	-	-	-
	16	0,37	0,52	0,72	0,98	1,40	1,78	-	-	-	-
	15	0,42	0,60	0,84	1,14	1,75	-	-	-	-	-
	14	0,48	0,71	0,98	1,41	-	-	-	-	-	-
	13	0,56	0,84	1,20	-	-	-	-	-	-	-
	12	0,67	0,98	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
UMIDADE DE SAÍDA (%B.U.)											

Fonte: Consilos (2008)

2.2.1.3 Temperatura de secagem

Outro fator relativamente importante para o processo é a temperatura de secagem, sendo que este influencia diretamente no tempo de secagem. Segundo (WEBER, 1998) para determinar a temperatura ideal de secagem, deve-se respeitar os parâmetros técnicos relativos a cada tipo de produto e suas respectivas finalidades, levando em consideração o tempo que este ficará exposto aquela temperatura, administrando a secagem para que o produto não ultrapasse os teores de umidade almejados.

A tabela 3 mostra alguns rendimentos de secagem em função de algumas temperaturas de secagem.

Tabela 3: Rendimento da secagem em função da temperatura de secagem.

TEMPERATURA DE SECAGEM	COEFICIENTE
120°C/110°C	1,07
110°C/90°C	1,00
100°C/85°C	0,90
90°C/75°C	0,82
80°C/65°C	0,75
70°C/55°C	0,65
60°C/45°C	0,52
55°C/40°C	0,45

Fonte: Consilos (2006)

2.2.1.4 Temperatura e umidade relativa do ar

Esses indicadores podem atingir um ponto de equilíbrio, sendo que quanto maior a temperatura do ar e menor a umidade relativa dele, melhor será o rendimento na secagem, pois é óbvio que o ar de secagem estará mais seco.

A tabela 4 mostra alguns rendimentos de secagem, relacionando temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

Tabela 4: Rendimento da secagem em função da temperatura e umidade relativa do ar.

		TEMPERATURA AMBIENTE					
		5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
UMIDADE RELATIVA	50%	0,91	0,93	0,99	1,01	1,01	1,01
	60%	0,90	0,93	0,97	1,00	1,00	1,01
	70%	0,89	0,91	0,93	0,97	0,97	0,97
	80%	0,89	0,91	0,93	0,92	0,92	0,91
	90%	0,92	0,89	0,91	0,90	0,89	0,87

Fonte: Consilos (2006)

2.2.1.5 Poder calorífico, composição química e umidade da biomassa

(OLIVEIRA, 2010) cita que a qualidade da biomassa, como fonte energética para secagem é de extrema importância para a geração de energia de alto rendimento, baixo custo e elevada qualidade de secagem. As principais características que influenciam na queima as biomassas são, o poder calorífico, constituição química e umidade interna.

Na tabela 5 verifica-se o poder calorífico de diversas biomassas utilizadas na secagem de grãos, que nada mais é do que a capacidade que o combustível tende a liberar energia para o ar de secagem.

Tabela 5: Poder calorífico das biomassas mais utilizadas.

COMBUSTÍVEL	PODER CALORÍFICO
Lenha	2500 a 3500 kcal/kg
GLP	11000 kcal/kg
Gás natural	8680 a 9700 kcal/m ³
Etanol	5829 kcal/kg
Gasolina	10500 kcal/kg
Casca de arroz	3900 kcal/kg
Bagaço de cana	2200 a 3300 kcal/kg
Sabugo de Milho	3600 kcal/kg

Fonte: Adaptado de Comil (2008)

A composição química diz respeito ao conjunto de moléculas dos elementos químicos constituintes de uma certa substância.

O quadro 1 indica os percentuais dos elementos químicos que constituem alguns tipos de biomassa.

Quadro 1: Percentuais dos elementos químicos de alguns combustíveis.

ELEMENTOS	COMBUSTÍVEIS				
	Diesel	Carvão Vegetal	Lenha Seca	Casca de Arroz	Sabugo de Milho
Carbono (%)	86,0	74,5	50,2	41,0	46,6
Hidrogênio (%)	13,1	3,0	6,3	4,3	5,9
Oxigênio (%)	-	17,0	43,1	35,9	45,5
Enxofre (%)	0,9	0,5	-	-	-
Nitrogênio (%)	-	1,0	0,06	0,4	0,5
Cinza (%)	-	4,0	0,38	18,3	1,4

Fonte: Comil (2008)

O poder calorífico da biomassa pode ser afetado pelo teor de umidade nela contida, o que por sua vez, causa uma queda de rendimento no processo de secagem.

Na tabela 6 mostra-se os poderes caloríficos em relação à algumas umidades pré-determinadas, levando em consideração como combustível lenha do tipo eucalipto.

Tabela 6: Poder calorífico da lenha versus teor de umidade.

TEOR DE UMIDADE DA LENHA (%)	PODER CALORÍFICO (kcal/kg)
0	4750
10	4215
20	3680
30	3150
40	2615
50	2080
60	1550

Fonte: Comil (2008)

2.3 SISTEMAS DE SECAGEM

2.3.1 Secagem Natural

Neste sistema os grãos são secos, principalmente pela ação do sol e do vento ainda na própria lavoura, porém este tipo de secagem é mais utilizado em regiões subtropicais, fato viabilizado pelas condições climáticas, e investimentos quase inexistente.

Segundo (CARVALHO, 2005) este sistema de secagem é mais utilizado em propriedades rurais pequenas, onde o volume de secagem é consideravelmente pequeno, mas este tipo de sistema não é aconselhável.

2.3.2 Secagem artificial

2.3.2.1 Ventilação natural

Difere-se da secagem natural, pois esta teve alguma interferência humana, tendo os grãos sido colhidos e esparramados sobre “terreiros” feitos de chão batido, asfalto, concreto, etc. A retirada da água dos grãos é realizada pela radiação solar e a entalpia do ar.

(SILVA, 2000) diz que este tipo de secagem apresenta desvantagens da dependência de fatores climáticos, que sendo desfavoráveis podem causar a deterioração dos grãos causados por microrganismos, depreciando o produto.

A figura 2 mostra uma camada espessa de grãos sob incidência de ventilação natural em terreiro.

Figura 2: Ventilação natural na secagem de grãos.



Fonte: Silva (2000)

2.3.2.2 Ventilação artificial

Este sistema tem como principal característica a insuflação do ar de secagem, seja ele aquecido ou não, através de ventiladores que podem ser axiais nos casos de secadores tipo torre, ou centrífugos caso a secagem seja realizada em silos ou armazéns.

(CARVALHO, 2005) fomenta que os altos custos para a aquisição, implantação e operacionalização de sistemas de secagem artificial, fazem com que esses sistemas sejam economicamente viáveis em cooperativas ou grandes propriedades, onde trabalha-se com grandes volumes de cereais, o que acaba barateando o processo.

2.4 OPERAÇÃO DE SECAGEM

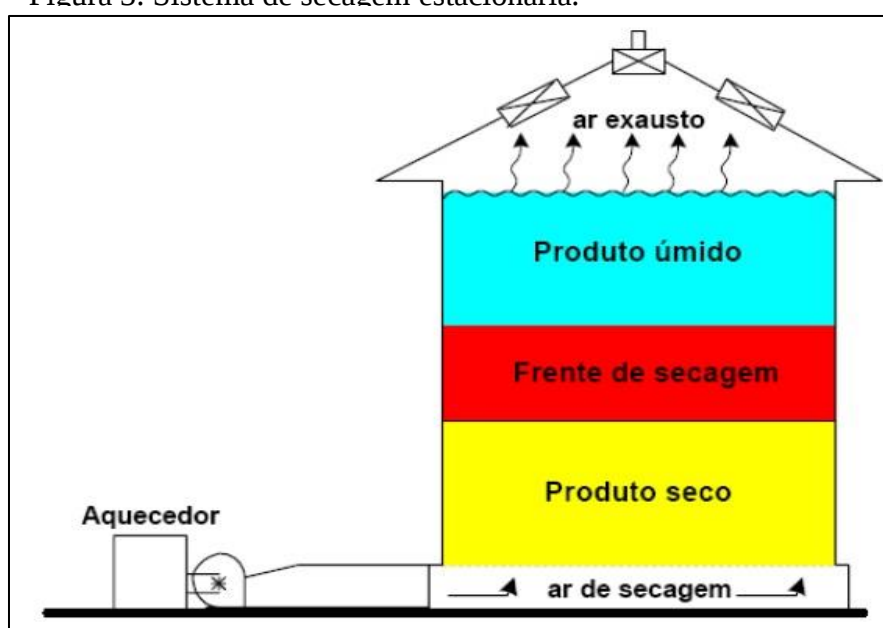
2.4.1 Operação estacionária

É uma operação de secagem que se caracteriza pelo fato de que um determinado volume de grãos entra na câmara de secagem e permanece estático até que a umidade final seja atingida. Só então esse volume de grãos sai da câmara de secagem e é substituído por outro.

De acordo com (CARVALHO, 2005) em muitos modelos estacionários, os grãos permanecem parados, porém existem secadores rotativos em que a massa de grãos é movimentada pela ação de aletas enquanto o fluxo de ar passa por eles arrastando o vapor de água evaporado.

A figura 3 exibe uma das técnicas utilizadas para operação de secagem estacionária, desta forma os grãos permanecem estáticos, enquanto o ar vai fluindo pela massa do produto arrastando a umidade do mesmo.

Figura 3: Sistema de secagem estacionária.



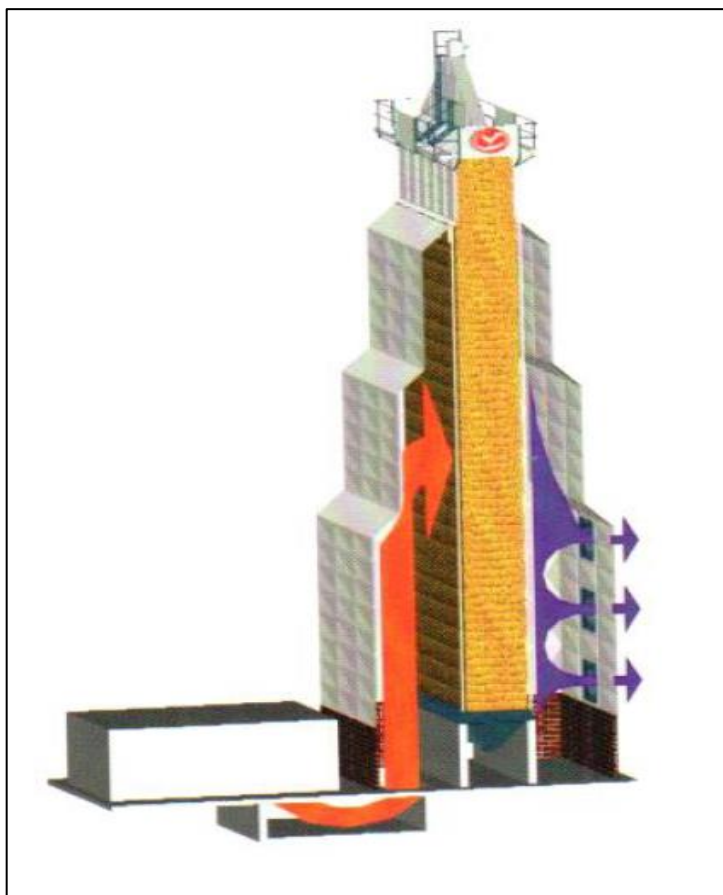
Fonte: Silva (2005)

2.4.2 Operação contínua

Nesta operação os grãos ficam constantemente sob influência do ar de secagem até que se atinja a temperatura desejada. As etapas são definidas em duas, onde a primeira a massa de grãos é atravessada por um fluxo de ar quente, e a segunda um fluxo de ar ambiente atravessa a massa de grãos, que em seguida segue para o armazenamento.

Segundo (SILVA, 2000) este tipo de operação exige um controle minucioso da velocidade de transporte dos grãos, tendo em vista que, essa velocidade será obtida dependendo do teor de umidade que os grãos estiverem. Já é notório que este tipo de operação é muito vantajoso para grãos com níveis baixos de umidade, ficando o sistema limitado apenas a capacidade do equipamento de secagem.

Figura 5: Sistema de secagem com coluna inteira.



Fonte: Comil (2018)

2.4.3 Operação intermitente

Esta operação é muito parecida com a contínua, porém caracteriza-se pelo fato de os grãos passarem mais de uma vez pela câmara de secagem, perdendo de 2 a 3 pontos percentuais no teor de umidade por passagem.

(SILVA, 2000) diz que quando o número de passagens dos grãos pelo secador é muito grande, a capacidade nominal do equipamento diminui proporcionalmente. No entanto, a recepção de grãos vindos da lavoura com teores de umidade relativamente altos inviabiliza qualquer processo dentro das cooperativas.

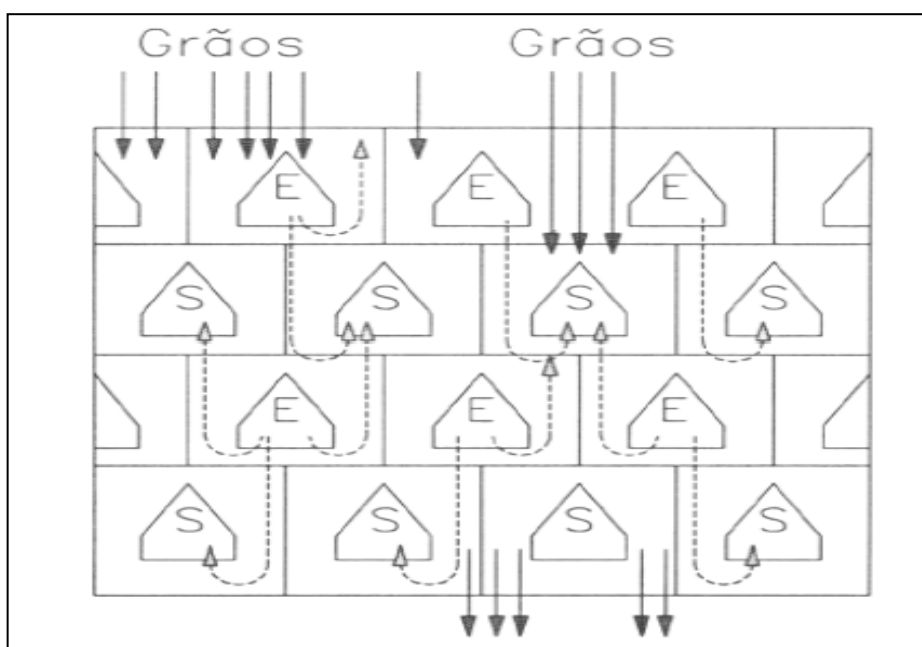
2.5 SECADORES TIPO TORRE

2.5.1 Secador de cavalete

Segundo (BIAGI et al. Apoud LIMA, 2014) e (BROOKER apoud LIMA, 2014) secadores de grãos do tipo cavalete são formados por uma série de calhas em forma de “V” invertido dispostas em linhas alternadas ou cruzadas dentro do corpo do secador, onde os grãos movem-se para baixo, sob a ação gravitacional e sobre as calhas invertidas. O ar de secagem entra numa linha de calhas e sai nas outras imediatamente adjacentes (superior ou inferior), desta maneira ao descenderem pelo corpo do secador, ora movimentam-se em sentido concorrente com o ar, ora em sentido contracorrente, resultando assim em uma secagem consideravelmente uniforme.

A figura 6 mostra a disposição das calhas para o secador de cavalete, indicando ainda o fluxo de grãos e do ar de secagem.

Figura 6: Disposição das calhas no secador de cavalete.



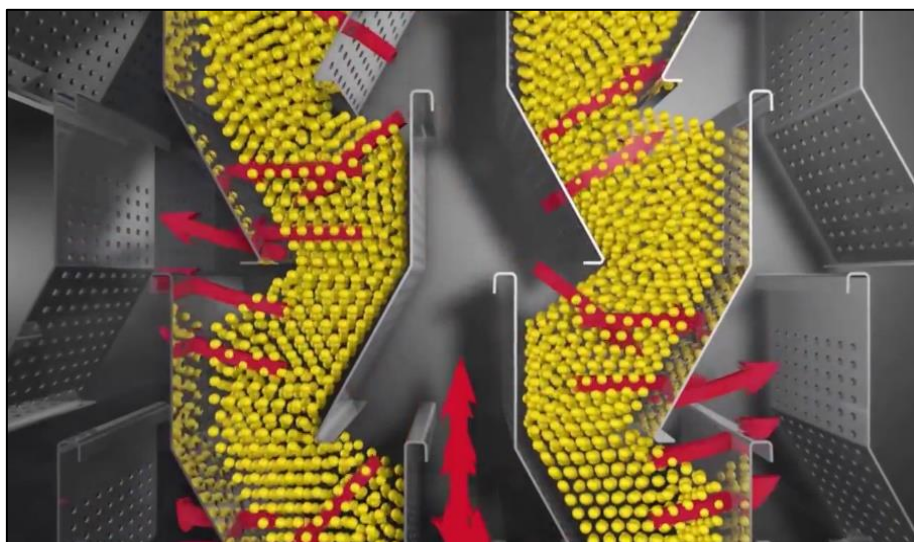
Fonte: Weber (2005)

2.5.2 Secador de coluna

Segundo (KEPLER WEBER, 2018) as colunas são calhas direcionadoras auto-limpantes que possibilitam a formação de uma coluna única de produto. A configuração das calhas do secador de coluna evita a queda de grãos durante a carga, o acúmulo de impurezas e consequentemente reduz riscos de incêndio. Possibilita secar produtos com até 4% de impurezas, além de proporcionar uma secagem mais homogênea e com boa eficiência energética.

A figura 7 exhibe a disposição das calhas para o secador de coluna, indicando ainda o fluxo de grãos e do ar de secagem.

Figura 7: Disposição das calhas no secador de coluna.



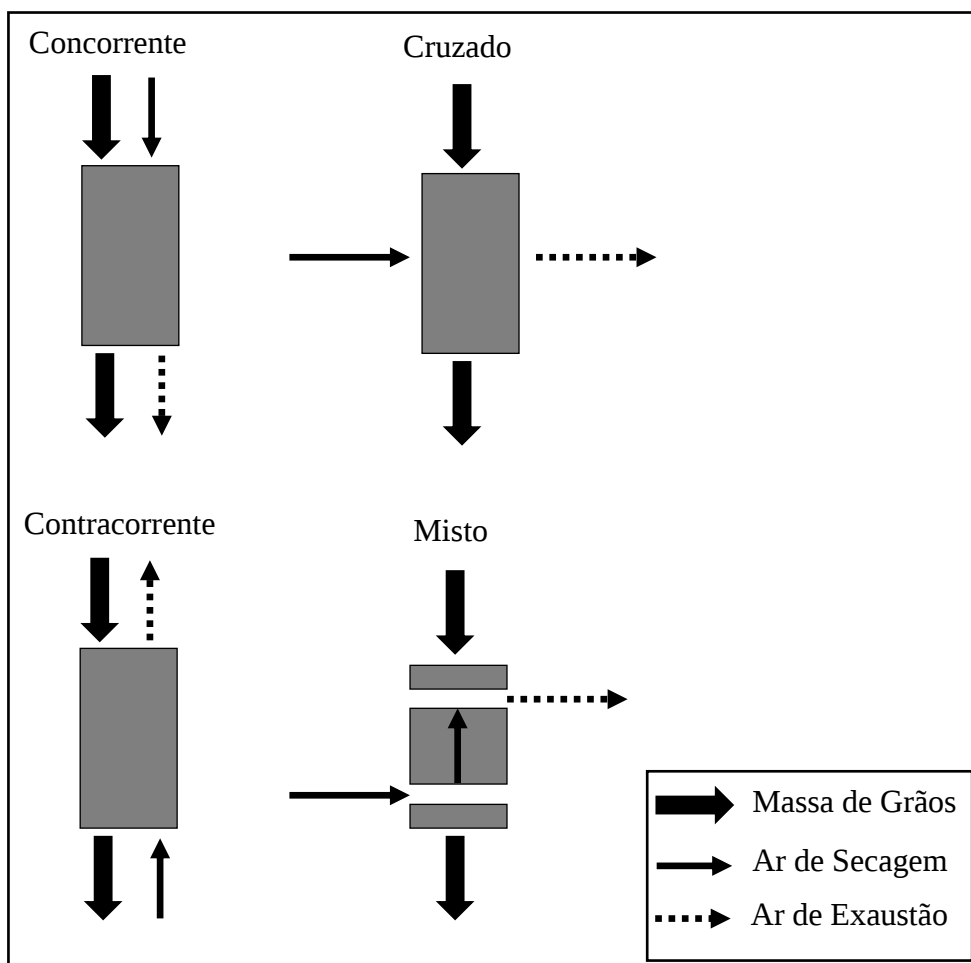
Fonte: Kepler Weber (2018)

2.6 FLUXO DE AR

O fluxo de ar e a maneira como ele incide sobre a massa de grãos é de suma importância para o processo de secagem. De acordo com (COSTA, 2007) o deslocamento do ar em relação ao deslocamento do material a secar, está compreendida em 4 (quatro) formas, sendo elas: concorrente, contracorrente, corrente cruzada, e por fim corrente mista.

A figura 8 mostra as 4 (quatro) maneiras distintas que o fluxo de ar pode incidir sobre a massa de grãos dentro da torre de secagem.

Figura 8: Fluxos de ar na secagem de grãos.



Fonte: Autor (2018)

2.6.1 Fluxo concorrente

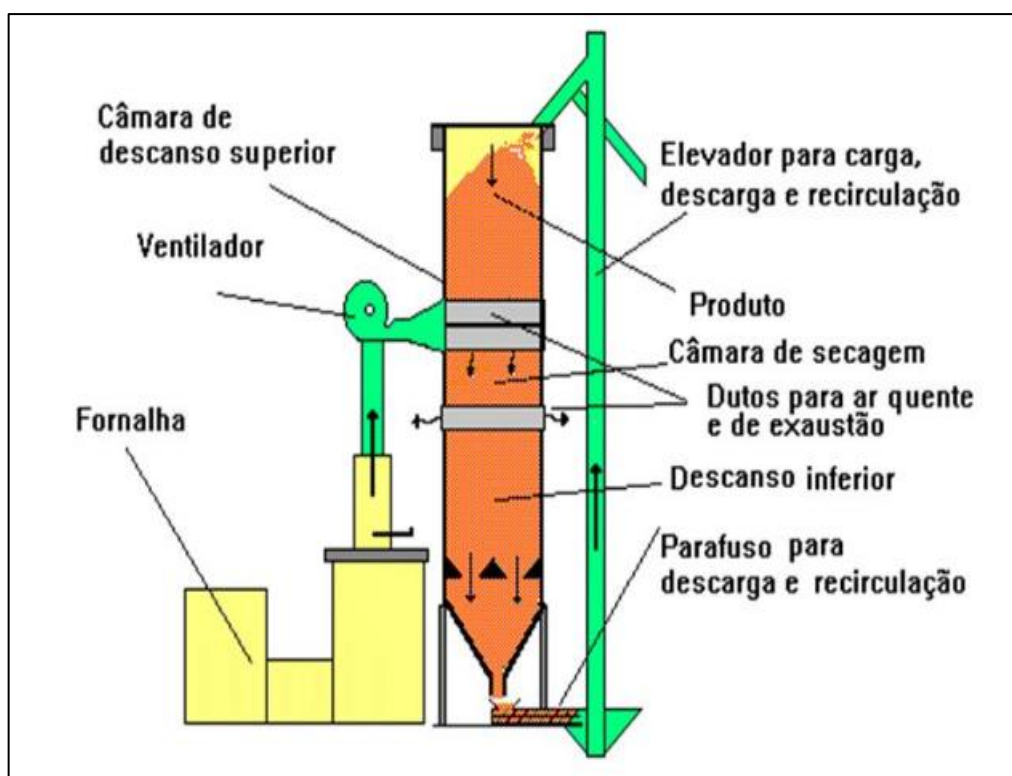
Neste tipo, o fluxo de ar e a massa de grãos deslocam-se na mesma direção, o que faz com que o ar na sua máxima temperatura, entre em contato com os grãos no seu maior teor de umidade.

Segundo (PORTELLA; EICHELBERGER, 2001) secadores que usam fluxo de ar concorrente são elevadamente eficientes energeticamente, e tem grande capacidade de

secagem, porém os custos para construção são muito elevados e os riscos de incêndios são gigantescos devido ao uso de temperaturas mais altas.

A figura 9 indica todos os componentes do secador, inclusive o sentido do ar de secagem proveniente da fornalha, expondo o fluxo concorrente.

Figura 9: Secador com fluxo de ar concorrente.



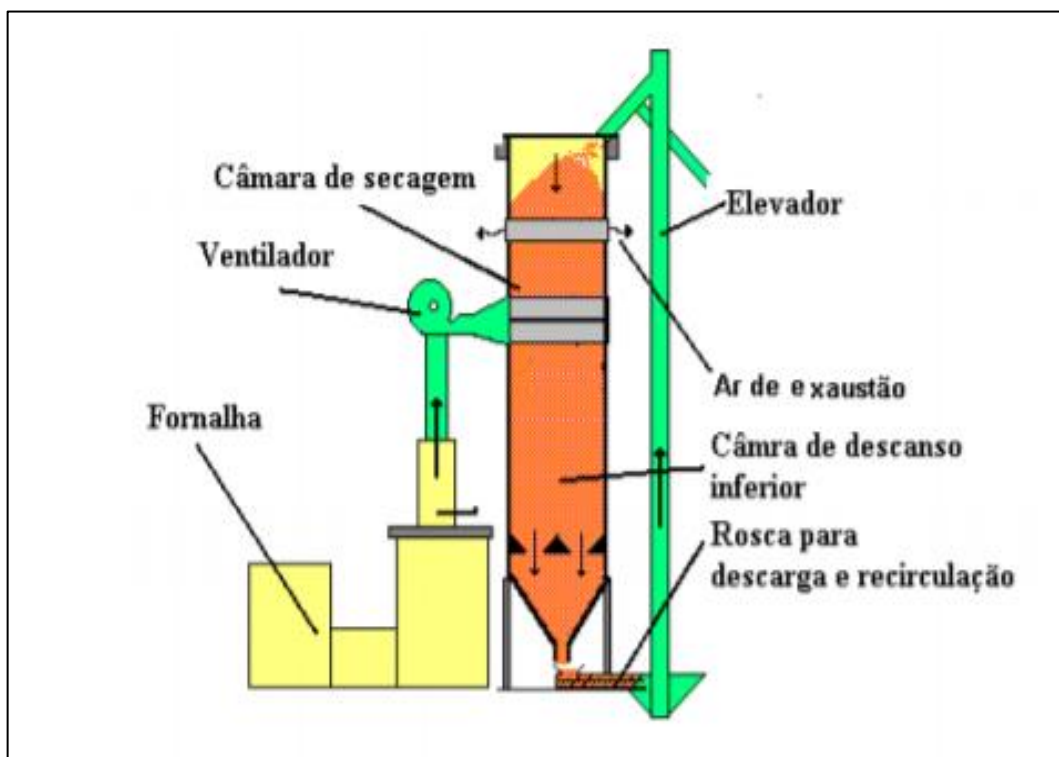
Fonte: Silva (2000)

2.6.2 Fluxo contracorrente

Neste tipo, o fluxo ar e a massa se grãos se deslocam em direções opostas, assim a medida que o ar se desloca pelo secador ele perde temperatura, e em contrapartida os grãos ganham temperatura. Como consequência, os grãos vão sair do secador com temperatura igual à do ar de secagem, e de acordo com (CARVALHO, 2005), para este caso não se deve usar temperaturas muito altas durante o processo de secagem de grãos com teores de umidade mais altos.

A figura 10 indica todos os componentes do secador, inclusive o sentido do ar de secagem proveniente da fornalha, expondo o fluxo contraconcorrente.

Figura 10: Secador com fluxo de ar contraconcorrente.



Fonte: Silva (2000)

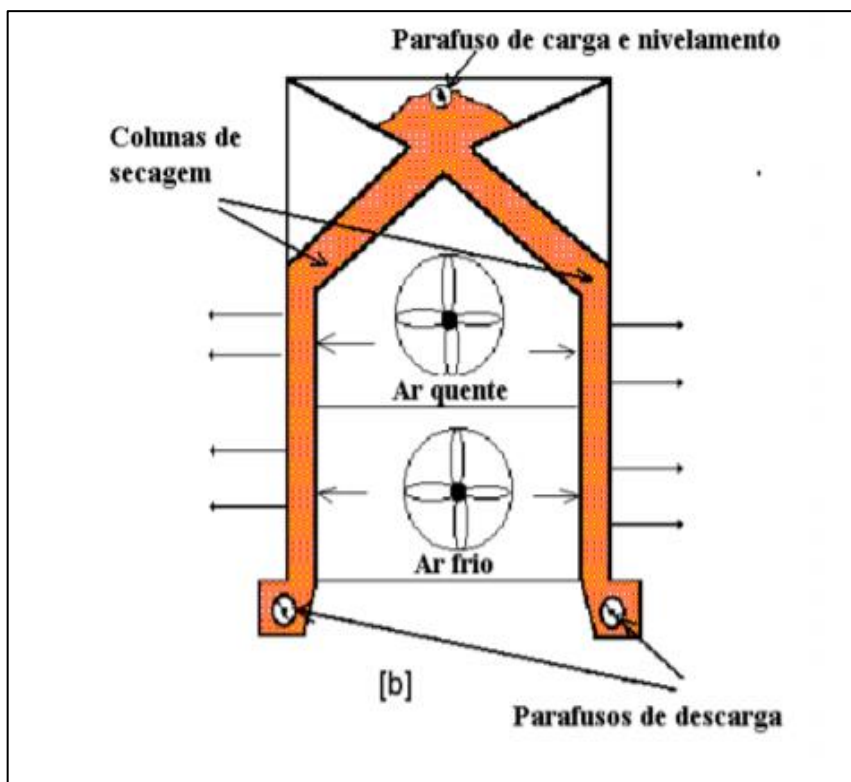
2.6.3 Fluxo cruzado

Neste tipo, o fluxo de ar de secagem incide perpendicularmente na massa de grão, ou seja, formando um ângulo de 90° . O fato de a camada de grãos serem bastante delgadas, esse tipo de fluxo de ar faz com que a massa de grãos sofra uma secagem não homogênea.

(CARVALHO, 2005) explica que caso não haja aletas defletoras internas, os grãos na interface de primeiro contato com o ar de secagem sofrerão uma supersecagem, e o oposto na interface de saída, também podendo ser chamada de subsecagem.

A figura 11 exemplifica um tipo de secador com fluxo de ar cruzado, identificando as colunas e câmaras de secagem.

Figura 11: Secador com fluxo de ar cruzado.



Fonte: Silva (2000)

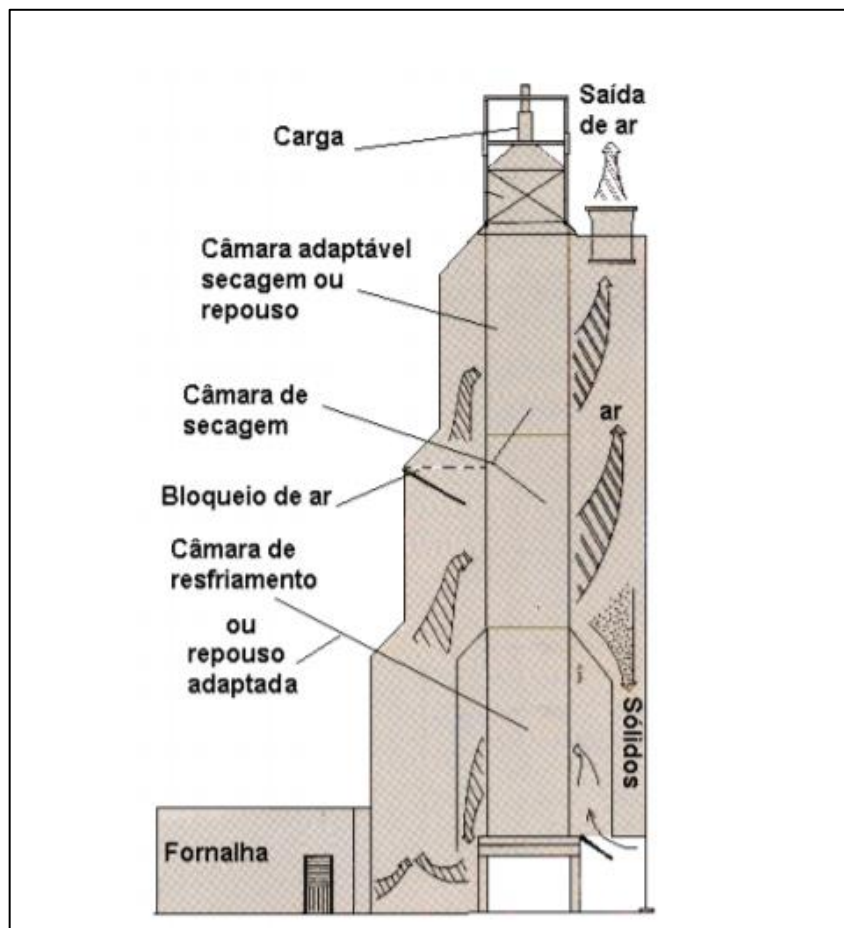
2.6.4 Fluxo misto

Este tipo de fluxo de ar é o mais difundido no Brasil atualmente, pois ele combina os 3 fluxos já existentes, diminuindo suas desvantagens e potencializando suas vantagens, ou seja, proporciona um grau de homogeneidade de secagem muito satisfatório.

Segundo (SILVA, 2000) o ar de secagem entra numa linha de calhas e sai na outra imediatamente adjacentes, superiores e inferiores. Portanto, ao descer pela torre de secagem os grãos são submetidos à ação do fluxo de ar no sentido concorrente, contracorrente e cruzado.

A figura 12 expõe o caminho percorrido pelo ar de secagem, mostrando que para o fluxo de ar misto ocorra é necessário que os ventiladores estejam posicionados na parte superior do equipamento, enquanto o ar quente entra pelo a parte inferior.

Figura 12: Secador com fluxo de ar misto.



Fonte: Silva (2000)

2.7 CAPACIDADE DE SECAGEM

Segundo (PORTELLA; EICHELBERGER, 2001), nas unidades armazenadoras que recebem produtos diretamente das lavouras ocorre aumento da demanda de serviços, principalmente alguns dias após o início da colheita, porque nesse período os grãos apresentam umidade mais elevada. Visando contornar o problema, algumas unidades limitam o recebimento a determinado nível de umidade, porém mesmo com essa limitação ainda haverá ocasiões em que a quantidade de produto úmido a receber será maior que a capacidade de secagem.

A capacidade de secagem tem sido o ponto crucial nas empresas recebedoras de grãos, visto que com o advento de novas tecnologias, seja em máquinas, ou na própria lavoura, um volume maior de grãos precisa ser beneficiado nessas empresas em um período cada vez menor de tempo.

Ainda como exposto acima, (PORTELLA; EICHELBERGER, 2001) explicam que para aumentar a capacidade de recebimento e secagem, deve-se planejar com acuidade o projeto de construção de unidade armazenadora, ou a ampliação das estruturas já existentes. Um bom planejamento prévio evita a necessidade de gastos futuros com alterações de layouts, aquisição de equipamentos, e evita perda de eficiência produtiva devido ao equipamento instalado não atender a demanda.

Por fim, (PORTELLA; EICHELBERGER, 2001) salientam que se a capacidade de secagem for insuficiente, é conveniente secar os grãos recebidos no início da safra, enquanto a demanda ainda é pequena, até a umidade ideal para armazenamento. Já quando a demanda aumenta muito acima da capacidade diária de secagem, pode-se secar parcialmente maior quantidade possível de grãos, estocando-os e fazendo-os retornar ao secador posteriormente. Esse método tem a desvantagem do custo adicional de movimentação dupla para a produção.

2.8 VIABILIDADE ECONÔMICA

Segundo (ZAGO et al., 2009) análise de viabilidade econômica e financeira integra o rol de atividades desenvolvidas pela engenharia econômica, que busca verificar quais são os benefícios esperados em certo investimento para colocá-los em comparação com os investimentos e custos associados ao mesmo, a fim de identificar a sua viabilidade de implementação.

De acordo com (DE FRANCISCO, 1998) um estudo de análise de investimentos compreende: um investimento a ser realizado; enumeração de alternativas viáveis; análise de cada alternativa; comparação das alternativas e; escolha da melhor alternativa.

(CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 1994) explica que a decisão da implementação de um projeto deve, altissonantemente, considerar: critérios econômicos (rentabilidade do investimento); critérios financeiros (disponibilidade de recursos) e critérios imponderáveis, que são fatores não conversíveis em dinheiro, como boa vontade de um fornecedor.

Em outras palavras cada empresa que deseja realizar o devido investimento, deve levantar dados e compará-los, e então expor a melhor alternativa para que o novo sistema seja

implementado, tendo em vista que também supra a necessidade produtiva pela qual foi escolhida.

2.8.1 Despesas

Com o intuito de melhor gerir as despesas e gastos da empresa, deve-se montar uma estrutura de custos, para que seja visível a forma como o negócio está se desenvolvendo.

Segundo (BRAGA apud OLIVEIRA, 2014) os custos fixos são gastos que não dependem do volume que vai ser processado, não tem variação, sendo contabilizadas sempre que houver produção, ou seja, se mantém constante em um determinado intervalo de tempo.

Para que os equipamentos tenham sua vida útil prolongada, é necessário que os reparos sejam feitos nos períodos determinados. Para (OCEPAR apud OLIVEIRA, 2014) os custos com reparos e manutenções de bens e instalações correspondem as despesas necessárias para conservação das, construções, instalações, máquinas e equipamentos.

Os custos variáveis, são despesas que ocorrem em função do volume que é processado, ou seja, representam os insumos utilizados no processo de produção.

As despesas totais deverão ser representadas pela soma dos custos fixos e variáveis.

2.8.2 Fluxo de caixa

De acordo com (KASSAI et. al., 2000) os métodos quantitativos são aplicados com base em fluxos operacionais líquidos de caixa e seu dimensionamento é considerado como o aspecto mais importante da decisão. A representatividade dos resultados de um investimento é bastante dependente do rigor e confiabilidade com que os fluxos de caixa são estimados.

O principal argumento de avaliarem-se os resultados com base no fluxo de caixa, e não nos aspectos econômicos da empresa, é revelar a real capacidade da empresa em recuperar o capital investido e investi-lo novamente.

2.8.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Para (KASSAI et. al., 2000), fazer uma análise financeira de um projeto, é necessário que se defina uma taxa mínima de atratividade (TMA) como fonte de comparação em relação ao investimento que se pretende efetuar. Sendo assim, entende-se por Taxa Mínima de Atratividade (TMA) a taxa mínima a ser atingida em determinado projeto, caso contrário, o mesmo deverá ser rejeitado.

2.8.4 Valor Líquido Presente (VPL)

Segundo (KASSAI et. al., 2000) o valor líquido presente é uma ferramenta muito utilizada e sofisticada para que se possam avaliar propostas de investimento de capital, refletindo também a riqueza em valores monetários do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas e saídas de caixa, descontados por uma determinada taxa.

O VPL pode ser calculado utilizando-se planilha de Excel, ou também a equação 2 descrita abaixo:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Onde:

VPL = Valor líquido presente (R\$)

Σ = Somatória (adm)

FC = Fluxo de caixa líquido (R\$)

i = Taxa mínima de atratividade (%)

t = Período (anos)

n = Vida útil do projeto (anos)

O investimento é considerado atraente, apenas se o valor obtido no VPL for maior ou igual a zero.

2.8.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

De acordo com (KASSAI et. al., 2000) é uma das maneiras mais sofisticadas e satisfatórias de se avaliar propostas de investimentos de capital. Tem o principal intuito de igual as entradas e saídas de caixa, em outras palavras, produzir um VPL igual a zero.

Calcula-se também a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), que segundo (KASSAI, 2000) é uma versão melhorada do TIR, eliminando alguns problemas matemáticos

de múltiplas raízes, e taxas de financiamento e reinvestimento divergentes da realidade do mercado.

O TIR pode ser calculado via planilha de Excel, ou ainda manualmente através da equação 3 mostrada a seguir:

$$TIR = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (3)$$

Onde:

TIR = Taxa interna de retorno (%)

Σ = Somatória (adm)

FC_j = Fluxo de caixa líquido no momento j (R\$)

i = Taxa mínima de atratividade (%)

n = Duração do projeto (anos)

É considerado atraente todo investimento que apresente um TIR maior ou igual a TMA.

2.8.6 Índice de lucratividade (IL)

O índice de lucratividade (IL) ou de rentabilidade foi criado para permitir a classificação de projetos em função do retorno. O resultado do valor presente do fluxo é dividido pelo seu respectivo desembolso inicial, propiciando um valor relativo comparável com diferentes projetos de diferentes vidas úteis. A fórmula geral do método é mostrada a seguir na equação 4.

$$IL = \sum_{j=1}^n \frac{\frac{P_j}{(1+i)^j}}{DI} \quad (4)$$

Onde:

IL = Índice de lucratividade (adm)

P_j = Fluxo de caixa líquido no momento j (R\$)

Σ = Somatória (adm)

i = Taxa mínima de atratividade (%)

n = Duração do projeto (anos)

DI = Desembolso Inicial (R\$)

Um $IL = 1$ representa a obtenção da taxa mínima de retorno exigida durante o período de vida útil do projeto. Seriam aceitos os projetos com $IL > 1$.

2.8.7 Payback original

O *payback* original, ou prazo de recuperação do capital, é encontrado somando-se os valores dos fluxos de caixa negativos com os valores dos fluxos de caixa positivos, até que a soma resulte em zero, em outras palavras é quando os valores de caixa anulam os valores do investimento.

2.8.8 Payback descontado

O *payback* descontado é o período necessário para se recuperar o capital investido, porém diferentemente do *payback* original, os valores dos fluxos de caixa são corrigidos de acordo com a TMA. Este tipo de *payback* é mais refinado e proporciona uma análise mais elaborada em relação ao investimento.

3 METODOLOGIA

Os instrumentos utilizados no desenvolvimento deste trabalho caracterizam-se pelas pesquisas bibliográfica, documental e explicativa, e ainda, englobam os artigos de revista e internet, além de vários outros meios e técnicas de pesquisa direta e indireta. Define GIL (2002, p. 44) que, a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Ademais, será utilizado como método de pesquisa, o estudo de caso que é considerado um tipo de análise qualitativa, o qual tem como característica contribuir para que haja maior compreensão dos fenômenos individuais, que englobam os secadores de grãos. Para GIL (2002, p. 54) o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

3.1 SECADORES

O estudo buscou informações relevantes quanto ao equipamento que está em operação atualmente, ou seja, um secador da marca COMIL, modelo CM 40 R-CAV com reaproveitamento do ar de secagem. As informações foram retiradas parte dos relatórios operacionais de secagem, parte do catálogo fornecido pelo fabricante, e ainda, parte retirada em campo.

Como já é sabido, o estudo analisará a viabilidade da substituição do equipamento citado acima, por um outro equipamento de maior capacidade de secagem, sendo ele, um secador da marca COMIL, modelo CM 150 DR-COL com duplo reaproveitamento do ar de secagem. As informações referentes a esse equipamento foram retiradas de forma integral do catálogo fornecido pelo fabricante, já que não temos histórico de secagem sobre esse modelo de equipamento. Os fabricantes estimam a vida útil desses equipamentos em torno de 20 anos, desde que as manutenções e reparos sejam realizados periodicamente.

Identifica-se que as capacidades nominais dos secadores CM 40 R-CAV e CM 150 DR-COL, são respectivamente 40 t/h e 150 t/h. No entanto, de acordo com (WEBER, 2005) a característica biológica de cada produto a ser processado afeta diretamente a capacidade de secagem.

Na tabela 7 tem-se o fator de correção para cálculo da capacidade efetiva de secagem, para quatro tipos de produtos, inclusive o que iremos abordar no estudo.

Tabela 7: Fator de correção para capacidade efetiva.

PRODUTO	FATOR DE CORREÇÃO
Soja / Trigo	1,00
Milho	0,75
Arroz	0,70

Fonte: Comil (2008)

A secagem dos cereais pode acontecer de duas maneiras distintas, sendo a primeira com resfriamento, onde 2/3 (dois terços) da torre de secagem é utilizada para aquecer os grãos e 1/3 (um terço) é utilizado para resfriamento, e é esta maneira que o catálogo fornece os valores de capacidade de secagem.

A segunda maneira é por coluna inteira, onde toda a torre de secagem é utilizada para aquecer os grãos, portanto, há um ganho na eficiência e faz-se necessário a aplicação de um fator de correção de 1,3 sobre o valor da capacidade efetiva.

Nos quadros 2 e 3 são mostradas as informações referentes aos dois equipamentos que estão sendo comparados no estudo, já devidamente aplicados os fatores de correção para os mesmos.

Quadro 2: Dados técnicos do secador CM 40 R-CAV com reaproveitamento.

CARACTERÍSTICAS		DADOS TÉCNICOS
Modelo	Reaproveitamento	CM 40 R-CAV
Capacidade de secagem soja/trigo (t/h)	Com resfriamento	40
	Coluna inteira	52
Capacidade de secagem milho (t/h)	Com resfriamento	30
	Coluna inteira	39
Capacidade de secagem arroz (t/h)	Com resfriamento	28
	Coluna inteira	36,5
Capacidade estática (m ³)	-	79
Capacidade estática (t)	-	59,25
Vazão dos ventiladores (m ³ /h)	-	100.000
Potência dos ventiladores (cv)	-	3 x 15
Potência de descarga (cv)	-	2
Consumo de lenha (kg/h)	-	740
Quantidade de calor (kcal/h x 10 ³)	-	2.073

Fonte: Adaptado Comil (2018)

Quadro 3: Dados técnicos do secador CM 150 DR-COL com duplo reaproveitamento.

CARACTERÍSTICAS		DADOS TÉCNICOS
Modelo	Duplo reaproveitamento	CM 150 DR-COL
Capacidade de secagem soja/trigo (t/h)	Com resfriamento	150
	Coluna inteira	195
Capacidade de secagem milho (t/h)	Com resfriamento	112
	Coluna inteira	146
Capacidade de secagem arroz (t/h)	Com resfriamento	105
	Coluna inteira	136
Capacidade estática (m ³)	-	262
Capacidade estática (t)	-	196,5
Vazão dos ventiladores (m ³ /h)	-	270.000
Potência dos ventiladores (cv)	-	4 X 25
Potência de descarga (cv)	-	1,5
Consumo de lenha (kg/h)	-	2.411
Quantidade de calor (kcal/h x 10 ³)	-	6750

Fonte: Adaptado de Comil (2018)

3.2 PRODUTO

A empresa na qual o estudo foi realizado processam apenas dois produtos (soja e milho), sendo que, para as análises realizadas sobre o processo, definiu-se que a melhor cultura seria o milho, pois devido a época do ano na qual é cultivada, o volume de produto que passa pelo processo de secagem é relativamente maior em relação a soja. Os dados retirados dos relatórios operacionais de secagem compreenderam os períodos de 04/06/2015 à 21/08/2015 (safra 2015), e 25/05/2016 à 22/08/2016 (safra 2016).

3.3 HORAS DE FUNCIONAMENTO

As horas de funcionamento foram compiladas através dos dados informados nos campos de horas trabalhadas nos relatórios operacionais de secagem. Essas horas são utilizadas para controlar as paradas do equipamento para limpeza, porém, se somarmos todas essas horas, obter-se-á o tempo que o equipamento ficou em funcionamento.

Para o período de 04/06/2015 à 21/08/2015 (safra 2015) foram registradas 1.032 horas de funcionamento, e para o período de 25/05/2016 à 22/08/2016 (safra 2016), foram contabilizadas 1.384 horas de funcionamento, totalizando 2.416 horas.

As horas compiladas podem ser observadas no quadro 4, as quais estão divididas por períodos de safra 2015 e 2016.

Quadro 4: Horas de funcionamento compiladas, safra 2015 e safra 2016.

HORAS COMPILADAS	
2015	2016
71	92
76	66
76	69
90	93
102	77
93	53
50	102
102	109
91	114
106	100
98	95
77	88
	64
	77
	100
	85
1.032	1.384

Fonte: Autor (2018)

3.4 VOLUME DE SECAGEM

Os volumes processados foram retirados da ferramenta de gestão online “*model elevator*”, e em seguida foram planilhadas em ordem de produção, conforme com o quadro 5. Para o período de 04/06/2015 à 21/08/2015 (safra 2015) foi de 10.020 toneladas, e para o período de 25/05/2016 à 22/08/2016 (safra 2016) foi de 8.820 toneladas, somando-se o total de 18.840 toneladas totais. A fim de se saber o total produzido por safra, é necessário utilizar a

média aritmética obtida nas duas safras $[(10.020 + 8.820) / 2]$, que totalizará um volume anual total de 9.420 toneladas.

Quadro 5: Volumes processados compilados, safra 2015 e safra 2016.

VOLUMES COMPILADOS			
2015		2016	
60	120	180	100
60	120	180	200
120	60	120	150
120	60	200	150
120	120	200	150
120	120	200	200
120	60	200	100
120	180	100	150
60	180	100	180
60	120	100	200
120	180	100	150
120	180	100	150
60	180	100	200
120	240	100	150
120	240	100	200
120	240	200	150
180	240	100	200
180	240	100	150
180	240	100	100
180	240	100	100
240	300	100	200
240	300	100	150
240	300	100	150
240	300	100	150
240	240	100	150
240	240	150	100
180	240	200	100
180	120	200	200
180	120	200	150
120	60	200	210
10.020		8.820	

Fonte: Autor (2018)

3.5 HORAS HOMEM TRABALHADAS

As horas homem trabalhadas totais foram retiradas da ferramenta de gestão online “*model elevator*”, e em seguida foram planilhadas em ordem de produção, da forma como se mostra no quadro 6. Para o período de 04/06/2015 à 21/08/2015 (safra 2015) foi de 2.666,40 horas, e para o período de 25/05/2016 à 22/08/2016 (safra 2016) foi de 4.338 horas, somando-se o total de 7.004,40 horas totais.

Quadro 6: Horas homem trabalhadas compiladas, safra 2015 e safra 2016.

HHT'S COMPILADAS			
2015		2016	
34,15	30,30	75,25	67,00
22,45	35,45	89,00	66,50
36,45	17,30	93,25	82,75
32,30	18,45	61,00	78,25
29,15	32,45	91,00	64,50
30,30	31,30	77,00	63,75
32,30	17,45	87,25	97,00
31,15	45,45	88,75	82,75
19,15	46,30	96,50	72,50
21,15	35,15	91,50	72,00
33,15	46,15	76,25	51,50
30,15	47,15	82,25	43,25
20,30	44,45	93,50	34,75
33,30	73,15	69,00	70,00
29,45	72,15	92,50	56,75
33,00	73,45	91,00	59,50
46,15	75,15	74,75	51,50
43,15	73,45	81,25	72,75
48,15	72,45	85,75	32,25
44,30	68,15	56,50	73,25
61,15	72,15	36,50	62,75
60,45	69,45	83,00	81,00
61,15	68,45	69,50	65,50
60,00	68,15	87,00	84,00
62,15	61,15	83,25	52,25
63,15	58,45	97,00	51,25
45,45	56,45	84,25	34,75
43,30	30,30	75,75	92,25
41,50	29,15	73,50	66,00
33,30	16,15	56,25	56,50
2.666,40		4.338,00	

Fonte: Autor (2018)

3.6 RELATÓRIO OPERACIONAL DE SECAGEM

Todas as informações contidas nos relatórios de secagem, e na ferramenta de gestão “*model elevator*” compiladas anteriormente, foram inseridas em uma planilha, a fim de facilitar a visualização e os cálculos dos custos.

A quadro 7 traz todas essas informações de forma clara e sucinta, sendo necessárias todas elas para chegarmos ao resultado do estudo.

Quadro 7: Informações referentes aos períodos da safra 2015 e safra 2016.

RELATÓRIO DE SECAGEM		
Produto	Milho	
Período dos relatórios	04/06/15	21/08/15
Horas de funcionamento (h)	1.032	
Volume processado (t)	10.020	
Horas homem trabalhada (h)	2.666,40	
Consumo de biomassa (m³)	1.277,50	
Produto	Milho	
Período dos relatórios	25/05/16	22/08/16
Horas de funcionamento (h)	1.384	
Volume processado (t)	8.820	
Horas homem trabalhada (h)	4.338,00	
Consumo de biomassa (m³)	1.500,00	

Fonte: Autor (2018)

3.7 BIOMASSA

O volume total de biomassa utilizada para o presente estudo foi obtido através dos boletins de secagem operacional, somados dia a dia.

No quadro 8, pode-se verificar informações relevantes para cálculos futuros, sendo elas: massa específica da lenha, custo unitário por m³, e custo unitário por kg.

Quadro 8: Custo unitário por m³ e kg de lenha seca.

CUSTO DE BIOMASSA POR M³	
Classificação	Lenha seca
Espécie	Eucalipto
Umidade (%)	12,00
Poder calorífico (kcal/kg)	3.680,0
Massa específica (kg/m³)	400
Custo unitário por m³ (r\$)	65,00
Custo unitário por kg (r\$)	0,16

Fonte: Autor (2018)

Os consumos de lenha para o secador CM 40 R-CAV, foram registrados nos relatórios operacionais de secagem no período de 04/06/2015 à 21/08/2015 (safra 2015) foi de 1.277,50 m³, e no período de 25/05/2016 à 22/08/2016 (safra 2016) foi de 1.500 m³, somando no período total analisado o montante de 2.777,50 m³.

A quadro 9 mostra o custo de biomassa para o secador CM 40 R-CAV, mostrando o consumo total em m³ e kg, e o valor monetário pago pelo mesmo que é de R\$ 180.537,50.

Quadro 9: Custo total por m³ e kg de lenha seca, secador CM 40 R-CAV.

CUSTO COM BIOMASSA	
Consumo total no período (m³)	2.777,50
Consumo total no período (kg)	1.111.000
CUSTO TOTAL NO PERÍODO (R\$)	180.537,50

Fonte: Autor (2018)

De acordo com o catálogo do fabricante do equipamento, o consumo de lenha estimado para o secador CM 150 DR-COL é de 2.411 kg/h. Sabendo que, o tempo total de funcionamento para o secador CM 40 R-CAV é de 2.416 horas, e ainda que a massa específica da lenha seca é de aproximadamente 400 kg/m³, este equipamento terá um consumo total de 14.542,44 m³.

No quadro 10, verifica-se o custo de biomassa para o secador CM 150 DR-COL, expondo o consumo total em kg e m³, e o valor monetário pago pelo mesmo que é de R\$ 946.558,60.

Quadro 10: Custo total por m³ e kg de lenha seca, secador CM 150 DR-CAV.

CUSTO COM BIOMASSA	
Consumo total no período (kg)	5.824.976
Consumo total no período (m ³)	14.562,44
CUSTO TOTAL NO PERÍODO (R\$)	946.558,60

Fonte: Autor (2018)

3.8 ENERGIA ELÉTRICA

Os custos com energia elétrica foram obtidos através do cálculo das potências dos equipamentos envolvidos ao longo do processo, dentre eles: elevadores de canecas, roscas helicoidais, eclusas rotativas de descarga do secador, ventiladores de exaustão, etc.

Antes de calcular as potências consumidas por cada equipamento, necessita-se saber o custo pago por cada kWh, desta forma se relacionou os consumos nos meses delimitados pelo período do estudo, juntamente com os valores pagos nas faturas, obtendo-se assim o custo médio aproximado por kWh, que ficou aproximadamente R\$ 0,76.

O quadro 11 mostra a relação entre os consumos, os valores pagos em cada fatura de cada mês do período do estudo, e por fim o custo médio unitário por kWh.

Quadro 11: Consumos e faturas pagas, mostrando o custo médio por kWh no período.

CUSTO ELÉTRICO POR KWH				
MÊS	PONTA	FORA PONTA	VALOR FATURA	CUSTO UNITÁRIO
Junho/2015	1.687	10.836	10.537,02	0,84
Julho/2015	2.851	24.216	23.096,24	0,85
Agosto/2015	3.362	25.276	23.548,80	0,82
Junho/2016	2.320	19.549	16.005,38	0,73
Julho/2016	3.010	30.591	20.764,89	0,62
Agosto/2016	3.815	28.283	22.492,21	0,70
CUSTO MÉDIO DO KWH (R\$)				0,76

Fonte: Autor (2018)

Os custos com energia para o secador CM 40 R-CAV foram obtidos através das potências retiradas de cada motor através das plaquetas informativas. Isso se fez necessário, pois devido à idade avançada do equipamento, é muito provável que algumas adaptações tenham sido feitas, e assim as informações contidas nos catálogos não refletem a realidade. O custo total de energia elétrica que este equipamento teve no período foi de R\$ 118.203,16.

O consumo elétrico específico de cada motor em kWh, foi obtido através da equação 5:

$$C_{esp} = \frac{P(cv) \cdot 0,736}{\eta(\%)} \cdot 100 \quad (5)$$

Onde:

C_{esp} = Consumo específico (kWh)

P = Potência do motor (cv)

η = Rendimento do motor (%)

No quadro 12 pode-se ver as informações de cada motor, os consumos de cada um deles, a quantidade de equipamentos no processo, e no final o valor monetário despendido para as horas totais de funcionamento, que são 2.416 horas.

Quadro 12: Custo elétrico no período do estudo, para secador CM 40 R-CAV.

CUSTO ENERGIA ELÉTRICA								
	MOTOR ECLUSAS ROTATIVAS		MOTOR ROSCA HELICOÍDAL		MOTOR EXAUSTÃO		MOTOR ELEVADOR RODIZÍO	
Marca	WEG		WEG		WEG		WEG	
Modelo	FH52307		112M		132M		160M	
Tensão (v)	220	380	220	380	380	440	380	440
Corrente nominal (a)	6,47	3,80	19,90	11,50	21,50	18,30	35,30	30,50
Rotação (rpm)	1.720		1.740		1.760		3.530	
Potência (kW/cv)	1,5	2,0	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	25,0
Rendimento (%)	78,00		89,70		91,70		91,50	
Quantidade	1		1		3		1	
Consumo (kwh/h)	1,89		6,15		36,12		20,11	
Consumo total no período (kWh/h)	4.559,43		14.867,69		87.260,55		48.584,04	
Custo total (R\$)	3.470,94		11.318,28		66.428,54		36.985,41	
CUSTO ELÉTRICO NO PERÍODO (R\$)					118.203,16			

Fonte: Autor (2018)

Os custos com energia elétrica para o secador CM 150 DR-COL foram estimados levando-se em conta os dados informados pelo catálogo do fabricante. Todos os motores foram também selecionados e planilhados para facilitar a demonstração das informações.

A equação para o cálculo do consumo específico, bem como para obter-se os custos finais foram os mesmo para o secador CM 40 R-CAV, inclusive usa-se o mesmo custo unitário por kWh devido a comparação ser entre a capacidade dos equipamentos, medindo assim, como se eles estivessem trabalhando no mesmo período de tempo. O custo total que o equipamento teria se estivesse em funcionamento seria de aproximadamente R\$ 202.320,51.

No quadro 13 verifica-se as informações de cada motor, os consumos de cada um deles, a quantidade de equipamentos no processo, e no final o valor monetário despendido para as horas totais de funcionamento, que são 2.416 horas.

Quadro 13: Custo elétrico no período do estudo, para secador CM 150 DR-COL.

CUSTO ELÉTRICO						
MOTORES	QTD.	POT. (CV)	REND. (%)	CONS. (KWH)	CONS. TOTAL (KWH)	CUSTO TOTAL (R\$)
Exaustão (ventiladores)	4	25	91,5	80,44	194.336,17	147.941,63
Eclusas rotativas	1	1,5	89,5	1,23	2.980,18	2.268,71
Rosca helicoidal	1	10	89,5	8,22	19.867,89	151.24,76
Elevador (Rodizio)	1	25	91,5	20,11	48.584,04	36.985,41
CUSTO ELÉTRICO NO PERÍODO (R\$)					202.320,51	

Fonte: Autor (2018)

3.9 MÃO DE OBRA

Os custos com mão de obra dentro de qualquer empresa representam a maior parte das despesas, o que muitas vezes inviabiliza o negócio. Isso se dá devido, não somente aos salários despendidos, mas principalmente aos altos encargos que as empresas precisam pagar para manter esses funcionários atendendo a todas as leis trabalhistas da CLT.

Não diferente, na empresa citada no referido estudo, tem-se alguns colaboradores envolvidos no processo de secagem, desta forma houve a necessidade de se conhecer os custos que giram em torno desses funcionários.

Ao levantar tais informações, verificou-se que haviam 6 funcionários no cargo de operador III, com salário médio em torno de R\$ 1.500,00. Verificou-se ainda que, haviam 3

funcionários no cargo de líder de turno, com salário médio em torno de R\$ 2.100,00, lembrando que a empresa em época de safra funciona em regime de 3 turnos. As horas trabalhadas em um mês correspondem ao valor de 200 horas.

No quadro 14 pode-se visualizar os salários, as alíquotas de encargos pagos pela empresa, as quantidades de funcionários contratados, os auxílios pagos aos funcionários, e por fim o custo horário que este funcionário representa para a companhia.

Quadro 14: Custo elétrico no período do estudo, para secador CM 150 DR-COL.

CUSTO FUNCIONÁRIOS POR HORA			
		OPERADOR III	LÍDER DE TURNO
Salário-base (R\$)		1.500,00	2.100,00
Quantidade de funcionários		6	3
Horas trabalhadas por mês (horas/mês)		200	200
	ALÍQUOTA (%)	CUSTO OPERADOR III (R\$)	CUSTO LÍDER DE TURNO (R\$)
Salário-base total	-	9.000,00	6.300,00
FGTS salário	8,00	720,00	504,00
Férias	8,34	750,60	525,42
Auxílio refeição	-	0,00	1830,00
Auxílio alimentação	-	0,00	495,00
Plano de saúde	-	0,00	600,00
Outros benefícios	-	0,00	0,00
1/3 férias	2,78	250,20	175,14
13º salário	8,34	750,60	525,42
FGTS férias	8,00	60,05	42,03
FGTS 1/3 férias	8,00	20,02	14,01
FGTS 13º salário	8,00	60,05	42,03
Aviso prévio (provisão)	8,34	750,60	525,42
FGTS aviso prévio (provisão)	8,00	60,05	42,03
Multa FGTS (provisão)	2,00	180,00	126,00
CUSTO TOTAL POR MÊS (R\$)		12.602,16	11.746,51
CUSTO TOTAL POR HORA (R\$)		63,01	58,73

Fonte: Autor (2018)

Obteve-se os custos horários com mão de obra no valor de R\$ 63,01 para operadores III e R\$ 58,73 para líderes de turno. Para se determinar os custos totais com mão de obra no período

do estudo, levou-se em consideração as horas homem trabalhadas que foram anteriormente compiladas e correspondem as horas totais das pessoas envolvidas no processo, somando um total de 7.004,40 horas. Como o intuito do estudo é analisarmos as capacidades dos equipamentos, e ainda mantendo o mesmo contingente de funcionários, considerou-se as mesmas horas homem trabalhadas para os dois secadores.

Vale esclarecer que, os custos horários obtidos não serão considerados de forma integral, uma vez que os líderes de turnos ficam em transição entre os demais processos existentes dentro da empresa, estando disponíveis no mesmo apenas 25% (1/4) de uma hora. Já os operadores III desprendem de 100% de sua jornada de trabalho em função do processo de secagem. Com essas informações, definiu-se o custo total por hora no valor de R\$ 77,69, e ainda, conhecendo as horas homens totais trabalhadas, apontou-se o custo total com operação no período no valor de R\$ 544.199,43.

O quadro 15 indica o custo total com mão de obra utilizada durante o período de secagem abordada no estudo.

Quadro 15: Custo operacionais com mão de obra no período, para os dois equipamentos.

CUSTO OPERAÇÃO			
	CUSTO TOTAL POR HORA (R\$/h)	TEMPO NO PROCESSO (%)	CUSTO REAL POR HORA (R\$/h)
Operador III	63,01	100	63,01
Líder de turno	58,73	25	14,68
CUSTO TOTAL POR HORA (R\$/h)			77,69
Total horas homem trabalhadas no período (h)			7.004,40
CUSTO TOTAL COM OPERAÇÃO NO PERÍODO (R\$)			544.199,43

Fonte: Autor (2018)

3.10 INVESTIMENTO

Como exposto ao longo do estudo, o equipamento que deverá ser adquirido é um secador da marca COMIL, modelo CM 150 DR-COL, e fôrnilha correspondente ao secador. Os valores referentes aos equipamentos foram levantados junto ao setor comercial da empresa Comil secadores, sediada na cidade de Cascavel-Pr. Já os custos com a instalação do novo sistema

foram obtidos junto a empresa Silobras Industria de Montagem, sediada na cidade Cascavel-Pr, e nestes estão inclusos: mão de obra, diárias com guindastes e munks, retirada do sistema antigo, e outros custos operacionais.

A tabela 8 mostra os valores dos equipamentos, e da instalação, obtidos junto aos fornecedores, onde o valor total do investimento chegou a R\$ 1.249.818,73.

Tabela 8: Custos do investimento.

DESCRIÇÃO	VALOR
Secador CM 150 DR-COL	R\$ 632.473,41
Fornalha à lenha	R\$ 117.345,52
Custo de instalação	R\$ 500.000,00
TOTAL	R\$ 1.249.818,73

Fonte: Autor (2018)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 TONELADA PROCESSADA

A fim se obter o custo por tonelada processada foi preciso somar todos os custos envolvidos no processo de secagem, ou seja, custo com biomassa, custo com energia elétrica e custo com mão de obra (operação), que somados, chegaram ao valor de R\$842.940,09, para o secador CM 40 R-CAV.

Os volumes processados foram compilados anteriormente, e para o período do estudo somaram-se um total de 18.840 toneladas. Dividindo os custos totais pelo volume processado chega-se ao custo de R\$ 44,74 por tonelada processada.

No quadro 16 pode-se verificar os valores planilhados, e o custo total por tonelada processada.

Quadro 16: Custo total por tonelada processada para secador CM 40 R-CAV.

CUSTO DO PROCESSO POR TONELADA PROCESSADA	
Custo elétrico no período (R\$)	118.203,16
Custo com biomassa no período (R\$)	180.537,50
Custo operacional no período (R\$)	544.199,43
Toneladas totais processadas no período (t)	18.840
CUSTO TOTAL POR TONELADA (R\$/t)	44,74

Fonte: Autor (2018)

Para se definir o custo total por tonelada para o secador CM 150 DR-COL, é necessário identificar o rendimento de secagem para o secador CM 40 R-CAV, uma vez que as tabelas de rendimentos fornecidas pelo fabricante mostra de forma muito genérica, isto é, apenas um padrão de produto com determinada umidade, sendo que, no estudo realizado, produtos com um gradiente elevado de umidades foram processados, e também produtos com características biológicas. Outros fatores implicantes na determinação do rendimento são: temperatura do ar ambiente, umidade relativa do ar, umidade da biomassa, etc.

Com o intuito de descobrir o rendimento de secagem do secador CM 40 R-CAV, calculou-se o volume total que deveria ser processado no período, utilizando a equação 6, e ainda de acordo com a capacidade efetiva do equipamento para redução de 18% b.u. para 13%

b.u., levando-se em consideração as horas totais de funcionamento no período que foram de 2.416 horas, e como mostrado no quadro 2, a capacidade efetiva do equipamento de 39 toneladas por hora para secagem de milho em sistema com coluna inteira, chega-se ao volume total teórico, que nada mais é o volume que deveria ser processado, no total de 94.224 toneladas, conforme mostrado abaixo:

$$V_{T_t} = V_{T_r} \cdot H_f \quad (6)$$

Onde:

V_{T_t} = Volume total teórico (t)

V_{T_r} = Volume total real (t)

H_f = Horas de funcionamento (h)

Como mostrado no quadro 5, o volume total processado no período foi de 18.840 toneladas (10.020 + 8.820). Então, chegou-se ao rendimento do secador CM 40 R-CAV no período do estudo, dividindo-se o volume total processado pelo volume total teórico, utilizando-se a equação 7, ao rendimento de 19,99%, porém utilizamos o valor aproximado de 20%.

$$\eta_s = \frac{V_{T_p}}{V_{T_t}} \cdot 100 \quad (7)$$

Onde:

η_s = Rendimento do secador (%)

V_{T_p} = Volume total processado (t)

V_{T_t} = Volume total teórico (t)

Com o rendimento do secador CM 40 R-CAV definido, basta aplicá-lo ao volume total teórico para o secador CM 150 DR-COL, e então identifica-se qual seria o volume total processado se o mesmo estivesse em operação no período do estudo.

Conforme o quadro 3, a capacidade efetiva para o secador CM 150 DR-COL é de 146 toneladas por hora, considerando o mesmo sistema utilizado para o secador CM 40 R-CAV, ou seja, secagem de milho com sistema de coluna inteira. Como avaliamos para o mesmo período, foram utilizados os mesmos totais de horas de funcionamento no total de 2.416 horas. Com

base na equação 5 mencionada anteriormente, calculou-se o volume total teórico para o secador CM 150 DR-COL, que totalizou o montante de 352.736 toneladas.

Com o auxílio da equação 8, aplicamos o rendimento de secagem encontrado para o secador CM 40 R-CAV que foi de 20% ou 0,20, e assim obteve-se o volume total que seria processado no período do estudo, levando-se em consideração todos os parâmetros envolvidos no processo, sendo um volume total de aproximadamente 70.547 toneladas.

$$V_{Tp} = V_{Tt} \cdot \eta_s \quad (8)$$

Onde:

V_{Tp} = Volume total processado (t)

V_{Tt} = Volume total teórico (t)

η_s = Rendimento do secador (%)

A fim de se calcular o custo por tonelada processada, foram somados todos os custos envolvidos no processo, lembrando que, custos com mão de obra seriam os mesmos para os dois equipamentos, porém, os custos com energia elétrica, e com biomassa seriam diferentes, e todos eles somaram um valor total de R\$ 1.693.078,54, para o secador CM 150 DR-COL.

Dividindo-se os custos totais pelo volume total processado encontrado para este equipamento que foi de 70.547 toneladas, chega-se ao custo de R\$ 24,00 por tonelada processada.

No quadro 17 verifica-se os valores planilhados, e o custo total por tonelada processada para o secador CM 150 DR-COL.

Quadro 17: Custo total por tonelada processada para secador CM 150 DR-CAV.

CUSTO DO PROCESSO POR TONELADA PROCESSADA	
Custo elétrico no período (R\$)	202.320,51
Custo com biomassa no período (R\$)	946.558,60
Custo operacional no período (R\$)	544.199,43
Toneladas totais processadas no período (t)	70.547
CUSTO TOTAL POR TONELADA (R\$/t)	24,00

Fonte: Autor (2018)

4.2 ECONOMIA ANUAL

Como evidenciou-se, os custos totais por toneladas foram de R\$ 44,74 para o secador CM 40 R-CAV, e de R\$ 24,00 para o secador CM 150 DR-COL. Calculando, encontra-se a diferença de R\$ 20,74 por tonelada processada.

Como abordado, o volume processado no período foi de 18.440 toneladas, porém, este montante corresponde a soma de duas safras, ou seja, 2 (dois) anos. Para fins de viabilidade, precisou-se conhecer a produção anual, desta forma apenas dividimos a produção já conhecida por 2, chegando ao valor de 9.420 toneladas de produção ao ano.

Portanto, com a diferença de R\$ 20,74 por tonelada processada, e a produção anual de 9.420 toneladas, chega-se a uma economia total de aproximadamente R\$ 195.370,00 por ano.

4.3 DESPESAS

Para fins de cálculo de retorno de investimento, faz-se necessário identificar as despesas que o secador CM 150 DR-COL terá ao longo da sua vida útil, ou seja, custos fixos e variáveis. Os cálculos aqui mostrados serão obtidos com base em uma produção média anual de 9.420 toneladas de milho.

Os custos fixos compreendem valores que não dependem da produção, como: salários, manutenções, etc. Os valores com salários não serão computados, pois o mesmo quadro de funcionários será utilizado, igualando assim esse custo entre os dois equipamentos. Já os reparos e manutenções, como não havia um controle preciso para o equipamento que será

substituído, decidiu-se utilizar a alíquota de 1% sobre os valores dos equipamentos, lembrando que o secador e a fôrnalha tiveram um custo de, respectivamente, R\$ 632.473,41 e R\$ 117.345,52, assim o custo fixo anual com manutenção e reparo será de aproximadamente R\$ 7.498,19.

Na tabela 9 verifica-se os custos fixos anuais com manutenção do equipamento expressos de forma mais clara, e a forma como foram calculadas.

Tabela 9: Custos fixos anuais.

ESPECIFICAÇÃO	QTDE.	CUSTO	ALÍQUOTA (%)	MANUTENÇÃO	
Secador CM 150 DR-COL	1	R\$ 632.473,41	1	R\$	6.324,73
Fôrnalha a lenha	1	R\$ 117.345,52	1	R\$	1.173,46
TOTAL				R\$	7.498,19

Fonte: Autor (2018)

Os custos variáveis são despesas que surgem de acordo com o volume processado pelo equipamento, porém não foram contabilizados os custos com energia elétrica e custo com biomassa, pois na diferença por tonelada de R\$ 20,74 calculada no item 4.1, já foram contemplados para os dois equipamentos estudados todos os custos variáveis. Sendo assim os custos totais serão apenas custos com manutenções ao longo dos anos, totalizando R\$ 7.498,19 anuais.

4.4 FLUXO DE CAIXA

O fabricante do equipamento estipula que a vida útil do equipamento para operação é de 20 anos. Foram considerados para os cálculos do fluxo de caixa o valor total do investimento, as receitas ou “entradas” geradas pela substituição, despesas ou “saídas” com manutenções, e ainda foi incrementado um valor residual ou sucata de 10% no ano 20.

O quadro 18 mostra o fluxo de caixa ano a ano e todos os valores referentes ao investimento, gerando um fluxo de caixa líquido.

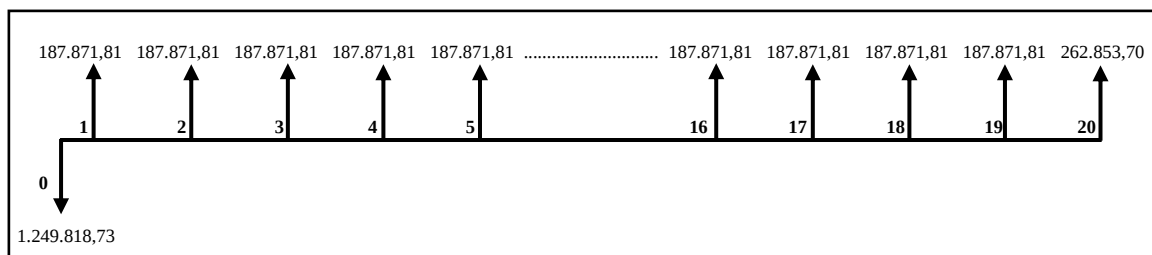
Quadro 18: Fluxo de caixa do investimento.

ANO	INVESTIMENTO	RECEITAS	DESPESAS	FLUXO DE CAIXA LÍQUIDO
0	-1.249.818,73			-1.249.818,73
1		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
2		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
3		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
4		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
5		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
6		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
7		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
8		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
9		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
10		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
11		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
12		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
13		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
14		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
15		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
16		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
17		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
18		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
19		195.370,00	-7.498,19	187.871,81
20	74.981,89	195.370,00	-7.498,19	262.853,70

Fonte: Autor (2018)

Na figura 13 pode-se visualizar de forma mais simplificada o fluxo de caixa líquido.

Figura 13: Diagrama de fluxo de caixa.



Fonte: Kassai (2018)

4.5 VALOR LÍQUIDO PRESENTE (VPL)

A avaliação de viabilidade do projeto é possível calculando-se o valor presente líquido (VPL), porém é necessário subtrair os valores do fluxo de caixa principal utilizando a taxa mínima de atratividade (TMA) de 11% a.a., valor esse utilizado pela empresa no cenário atual do presente estudo. Nosso VPL ao longo do projeto foi de R\$ 255.572,80, viabilizando nosso projeto segundo (KASSAI, 2000) que diz que o projeto é viável se o VPL apresentar valor maior ou igual a zero.

O quadro 19 mostra o fluxo de caixa líquido corrigido ano a ano pelo VPL ajustado de acordo com a nossa TMA.

Quadro 19: Fluxo de caixa corrigido pelo VPL.

ANO	INVESTIMENTO	FLUXO DE CAIXA LÍQUIDO	FLUXO DE CAIXA CORRIGIDO
0	-1.249.818,73	-R\$ 1.249.818,73	-R\$ 1.249.818,73
1		R\$ 187.872,61	R\$ 169.254,60
2		R\$ 187.872,61	R\$ 152.481,62
3		R\$ 187.872,61	R\$ 137.370,83
4		R\$ 187.872,61	R\$ 123.757,51
5		R\$ 187.872,61	R\$ 111.493,25
6		R\$ 187.872,61	R\$ 100.444,37
7		R\$ 187.872,61	R\$ 90.490,42
8		R\$ 187.872,61	R\$ 81.522,90
9		R\$ 187.872,61	R\$ 73.444,06
10		R\$ 187.872,61	R\$ 66.165,82
11		R\$ 187.872,61	R\$ 59.608,84
12		R\$ 187.872,61	R\$ 53.701,66
13		R\$ 187.872,61	R\$ 48.379,88
14		R\$ 187.872,61	R\$ 43.585,47
15		R\$ 187.872,61	R\$ 39.266,19
16		R\$ 187.872,61	R\$ 35.374,95
17		R\$ 187.872,61	R\$ 31.869,32
18		R\$ 187.872,61	R\$ 28.711,10
19		R\$ 187.872,61	R\$ 25.865,86
20	74.981,89	R\$ 262.854,50	R\$ 32.602,87
VPL ACUMULADO		R\$ 255.572,80	

Fonte: Autor (2018)

4.6 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Com a Taxa mínima de atratividade (TMA) definida em 11%, calculou-se a Taxa Interna de Retorno (TIR), que segundo (KASSAI, 2000) precisa resultar em um percentual maior ou igual a nossa TMA. Para facilitar o cálculo foi realizado por meio de planilha do Excel, e o resultado da TIR para o presente projeto, foi de 13,99%.

Foi necessário calcular a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), pois o método tradicional não leva em consideração os valores presentes ao longo do futuro. Para que esse cálculo seja realizado consideraremos que a taxa de reinvestimento (TR), ou seja, o percentual do lucro que será aplicado igual ao TMA de 11%, fator que nos permite chegar a um resultado de TIRM de 12,04%, assim viabilizando nosso projeto.

Vale ressaltar que em comparação a taxa básica de juros SELIC que no cenário atual do país gira em torno de 6,50%, os valores encontrados para TIR e MTIR são atraentes. O histórico da SELIC mostra que essa taxa já esteve na casa dos 14%, então neste caso específico seria mais viável investir o dinheiro no tesouro direto. Esse tipo de análise mostra a importância de um estudo mais aprofundado do cenário atual do país.

4.7 ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE (IL)

Esse índice mostra a aceitação ou rejeição do projeto estudado. O valor do índice é obtido com a relação entre o fluxo de caixa líquido corrigido total (positivo), que nesse estudo somou R\$ 1.760.964,34, e o fluxo de caixa líquido corrigido total (negativo) que foi de R\$ 1.249.818,73. O resultado da relação entre os positivos e negativos foi de 1,41, sendo que o projeto será atraente de investimento se o IL for maior ou igual a 1,00. Então esse índice comprova a viabilidade do projeto.

4.8 TAXA DE RENTABILIDADE (TR%)

Essa taxa reflete o retorno de investimento em termos relativos, ou seja, porcentagem. Encontra-se o resultado para a taxa de rentabilidade (TR%), subtraindo 1 do índice de lucratividade, desta forma chega-se a TR% de 41%.

4.9 PAYBACK ORIGINAL

Com o *payback* original calculou-se o ano exato em que os fluxos de caixa negativos (investimento) e os fluxos de caixa positivos (retorno) se igualaram, para tal tem-se que o retorno acontecerá no 7º (sétimo) ano, mais precisamente com 7,35 anos.

No quadro 20 observa-se os valores descontados ano a ano, e o momento exato que a soma resulta em zero.

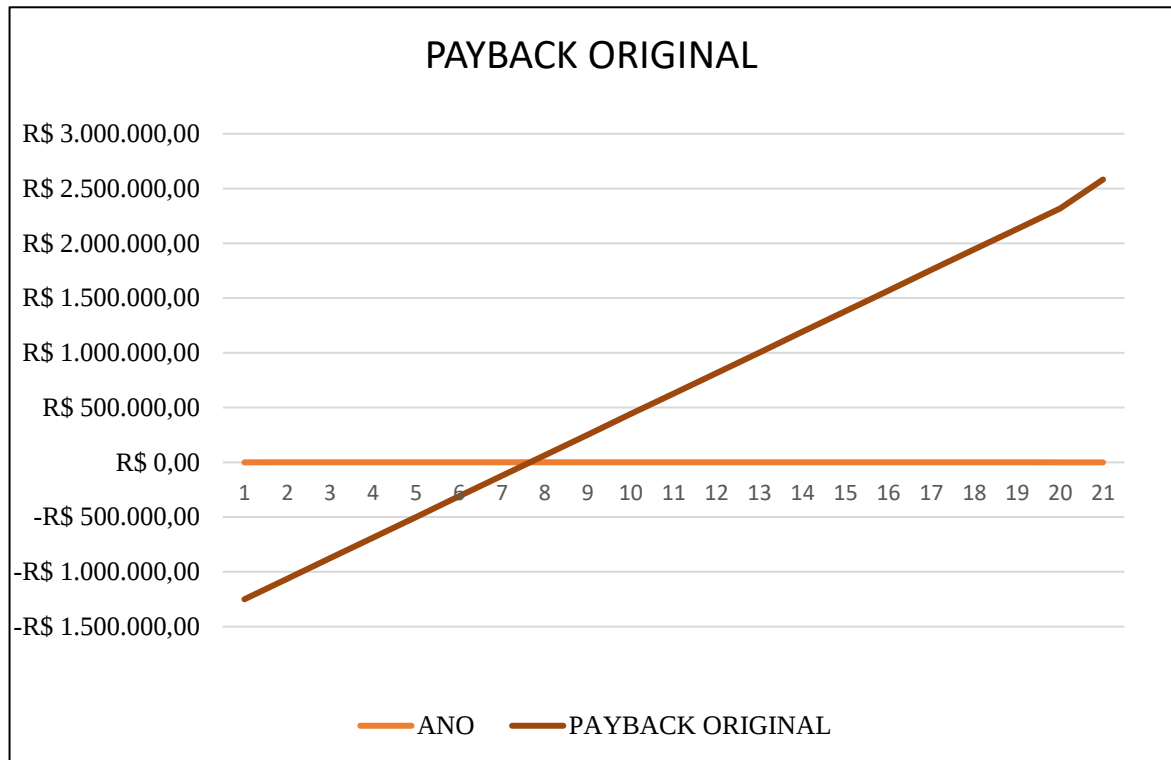
Quadro 20: Payback original.

ANO	INVESTIMENTO	FLUXO DE CAIXA LÍQUIDO	PAYBACK ORIGINAL
0	-1.249.818,73	-R\$ 1.249.818,73	-R\$ 1.249.818,73
1		R\$ 187.872,61	-R\$ 1.061.946,12
2		R\$ 187.872,61	-R\$ 874.073,51
3		R\$ 187.872,61	-R\$ 686.200,90
4		R\$ 187.872,61	-R\$ 498.328,29
5		R\$ 187.872,61	-R\$ 310.455,68
6		R\$ 187.872,61	-R\$ 122.583,07
7		R\$ 187.872,61	R\$ 65.289,54
8		R\$ 187.872,61	R\$ 253.162,15
9		R\$ 187.872,61	R\$ 441.034,76
10		R\$ 187.872,61	R\$ 628.907,37
11		R\$ 187.872,61	R\$ 816.779,98
12		R\$ 187.872,61	R\$ 1.004.652,59
13		R\$ 187.872,61	R\$ 1.192.525,20
14		R\$ 187.872,61	R\$ 1.380.397,81
15		R\$ 187.872,61	R\$ 1.568.270,42
16		R\$ 187.872,61	R\$ 1.756.143,03
17		R\$ 187.872,61	R\$ 1.944.015,64
18		R\$ 187.872,61	R\$ 2.131.888,25
19		R\$ 187.872,61	R\$ 2.319.760,86
20	74.981,89	R\$ 262.854,50	R\$ 2.582.615,36

Fonte: Autor (2018)

No Gráfico 1 pode-se ver a distribuição dos valores ao longo do tempo.

Gráfico 1: Fluxo de caixa líquido x anos.



Fonte: Autor (2018)

4.10 PAYBACK DESCONTADO

A fim de obter-se o período mais preciso do retorno do investimento, considera-se o *payback* descontado, que funciona de forma idêntica ao original, porém com os valores de fluxo de caixa ajustados pela TMA de 11%. Neste tipo de *payback*, nota-se que o investimento se igualará ao retorno no 13º (décimo terceiro) ano, ou mais precisamente em 13 anos e 5 meses.

O quadro 21 aponta o período exato em que o investimento atinge o ponto zero, além dos valores corrigidos descontados ano a ano.

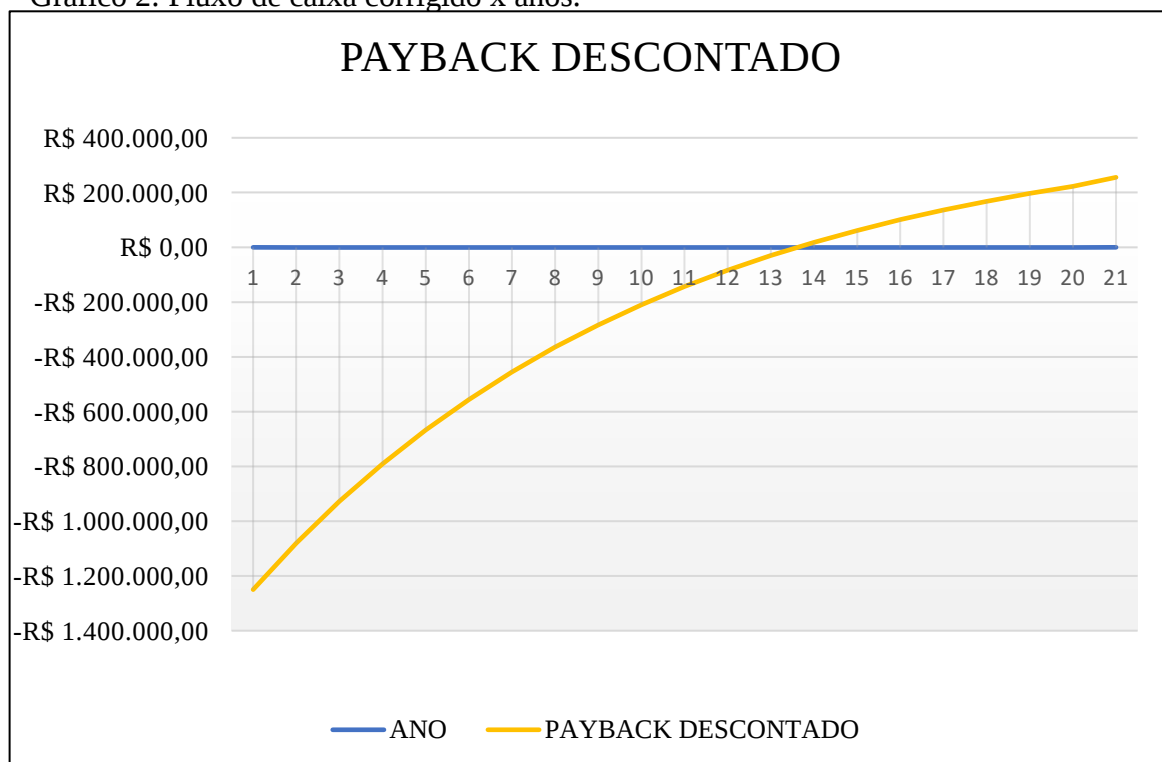
Quadro 21: Payback descontado.

ANO	INVESTIMENTO	FLUXO DE CAIXA CORRIGIDO	PAYBACK DESCONTADO
0	-1.249.818,73	-R\$ 1.249.818,73	-R\$ 1.249.818,73
1		R\$ 169.254,60	-R\$ 1.080.564,13
2		R\$ 152.481,62	-R\$ 928.082,50
3		R\$ 137.370,83	-R\$ 790.711,67
4		R\$ 123.757,51	-R\$ 666.954,16
5		R\$ 111.493,25	-R\$ 555.460,91
6		R\$ 100.444,37	-R\$ 455.016,54
7		R\$ 90.490,42	-R\$ 364.526,12
8		R\$ 81.522,90	-R\$ 283.003,22
9		R\$ 73.444,06	-R\$ 209.559,16
10		R\$ 66.165,82	-R\$ 143.393,34
11		R\$ 59.608,84	-R\$ 83.784,50
12		R\$ 53.701,66	-R\$ 30.082,84
13		R\$ 48.379,88	R\$ 18.297,04
14		R\$ 43.585,47	R\$ 61.882,51
15		R\$ 39.266,19	R\$ 101.148,71
16		R\$ 35.374,95	R\$ 136.523,65
17		R\$ 31.869,32	R\$ 168.392,98
18		R\$ 28.711,10	R\$ 197.104,08
19		R\$ 25.865,86	R\$ 222.969,93
20	74.981,89	R\$ 32.602,87	R\$ 255.572,80

Fonte: Autor (2018)

No Gráfico 2 pode-se ver a distribuição dos valores ao longo do tempo.

Gráfico 2: Fluxo de caixa corrigido x anos.



Fonte: Autor (2018)

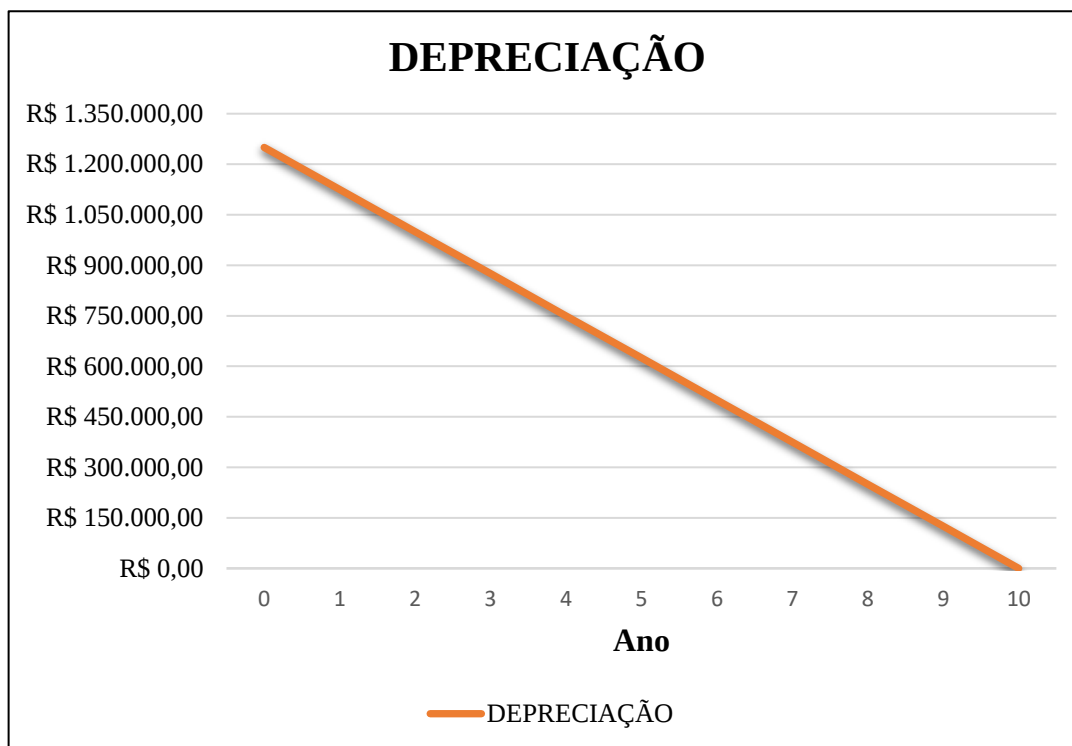
4.11 DEPRECIAÇÃO

A depreciação é um indicador importantíssimo que mostra o quando o equipamento vai perdendo seu valor ao longo dos anos, utilizaremos o método de depreciação fiscal.

Como mencionado anteriormente, o fabricante estima a vida útil de operação em 20 anos, porém para fins contábeis essa vida útil é informada pela Receita Federal do Brasil (RFB). Segundo o anexo III da normativa nº 1.700 da RFB, “aparelhos e dispositivos, mesmo aquecidos eletricamente, para tratamento de matérias por meio de operações que impliquem mudança de temperatura, tais como aquecimento, cozimento, torrefação, destilação, retificação, esterilização, pasteurização, estufagem, secagem, evaporação, vaporização, condensação ou arrefecimento, exceto os de uso doméstico; aquecedores de água não elétricos, de aquecimento instantâneo ou de acumulação”, o prazo de vida útil é de 10 anos, e a taxa anual de depreciação é de 10% ao ano.

No gráfico 3 pode-se analisar a curva de depreciação do equipamento ao longo da vida útil contábil.

Gráfico 3: Depreciação fiscal.



Fonte: Autor (2018)

4.12 INDICADORES ECONÔMICOS

Na tabela 10 mostra-se de maneira ordenada todos os indicadores econômicos calculados ao longo do trabalho, para que possam ser analisados de forma mais eficiente.

Tabela 10: Indicadores econômicos.

DESCRIÇÃO	VALORES
Valor do Investimento	R\$ 1.249.818,73
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	11% a.a.
Valor Líquido Presente (VPL)	R\$ 255.572,80
Taxa Interna de Retorno (TIR)	13,99%
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	12,04%
Índice de Lucratividade (IL)	1,41
Taxa de Rentabilidade (TR%)	41%
<i>Payback</i> Original	7,35 anos
<i>Payback</i> Descontado	13 anos e 5 meses
Depreciação Contábil	10% a.a.

Fonte: Autor (2018)

4.13 REDUÇÃO HORAS DE FUNCIONAMENTO

Houve uma redução considerável nas horas de funcionamento entre os dois equipamentos, se consideramos apenas a média anual de 9.420 toneladas processadas, valor esse alcançado devido as diferenças de capacidade de secagem por hora.

Chegou-se que o secador CM 150 DR-COL produzirá aproximadamente 70.547 toneladas em duas safras, considerando as mesmas horas de funcionamento e rendimento de secagem do secador CM 40 R-CAV, que é respectivamente 2416 horas e 20%. As horas de funcionamento para volume processado 18.840 toneladas para o equipamento novo, foi corrigido por uma regra de três simples, apenas estimando um tempo aproximado. Utilizou-se a equação 9 abaixo, que nos permitiu chegar a aproximadamente 645 horas de funcionamento para o secador CM 150 DR-COL, uma redução de aproximadamente 73,30%.

$$\frac{H_f}{x} = \frac{V_t}{V_p} \quad (9)$$

Onde:

H_f = Horas de funcionamento (h)

V_t = Volume Total (t)

V_p = Volume processado (t)

x = Horas de funcionamento com redução (h)

5 CONCLUSÃO

O trabalho proposto acima permitiu que análises de custos operacionais com secagem de grãos, fornecessem dados suficientes para analisar-se a viabilidade de substituição de equipamentos de diferentes capacidades. O volume de grãos processados, a qualidade final do produto, custos operacionais e administrativos, e tempo total de processo são de suma importância para que o sistema seja realmente rentável, que nesse caso estudado ficaria em 41%.

Desta forma, com o referido trabalho pretendeu-se expor o processo de secagem de forma ampla, identificando os equipamentos, tempo de secagem, custos no processo, rendimento de secagem do sistema de secagem, e ainda a diferença de custos entre os equipamentos. Parâmetros referentes a umidade da biomassa, temperatura do ar ambiente e umidade relativa do ar, não foram utilizados.

Os resultados encontrados neste trabalho foram satisfatórios no tocante ao que pretendia-se analisar. Com a substituição dos equipamentos geráramos uma economia de R\$ 20,74 por tonelada processado, e uma redução de 73,30% no tempo total de secagem, lembrando que o volume processado médio no ano foi de 9.420 toneladas.

As análises econômicas entre os equipamentos apontaram a viabilidade para substituição dos mesmos, nos dando um Valor Líquido Presente (VPL) de R\$ 255.572,80 ao longo dos 20 anos, a uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 11% a.a., nos dando uma Taxa Interna de Retorno Tradicional e Modificada, de 13,99% e 12,04%, respectivamente. O *payback* original ficou em 7,35 anos, porém o *payback* descontado mostrou que o retorno aconteceria após 13 anos e 5 meses do investimento.

Por fim, mesmo com os indicadores econômicos mostrando a viabilidade do projeto de substituição, vale ressaltar que esses valores se tornariam mais atraentes na realidade, pois os se fazer uma projeção futura do volume de grãos que a empresa receberia, o fluxo de caixa líquido seria maior, aumentando nossa Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), e consequentemente reduzindo o *payback* descontado.

6 TRABALHOS FUTUROS

- Análise de eficiência energética para secagem de milho com fornalha a lenha do tipo eucalipto com diferentes teores de umidades;
- Análise de eficiência energética para substituição de fornalha a lenha por outro sistema de queima de biomassa;
- Análise de eficiência energia para secagem de milho com valores de umidade relativa do ar, temperatura do ar ambiente e umidade de entrada e saída dos grãos pré-definidas;
- Viabilidade econômica para automatização de fornalha abastecida a lenha;
- Realizar estudo de viabilidade econômica levando em consideração a variação das receitas e das despesas ao longo dos anos.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, Tanize Tomazi; SAHR, Cicilian Luiza Lowen. **O método comparativo em estudos regionais**. 2014. 17 p. Artigo (Pós graduação em geografia)- Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015. 6. Disponível em: <<http://educem.uem.br/ojs/index.php/Geoinga/article/viewFile/25505/15102>>. Acesso em: 22.05.2018.

BIAGI, J. D.; BERTOL, R.; CARNEIRO, M. C. (2002). **Secagem de grãos para unidades centrais de armazenamento**. Organizado por: Irineu Lorini; Lincoln Hiroshi Miike; Vildes Maria Scussel. Armazenagem de Grãos. 1 ed., Campinas: Instituto Bio Geneziz (IBG), v. 1, p. 289-308.

BROOKER, D. B. (1961). **Pressure patterns in grain drying systems established by numerical methods**. Transaction of the ASAE.:72-74.

CARVALHO, Nelson Moreira de. **A secagem de sementes**. 2. ed. Jaboticabal-SP: Funep, 2005. 184 p.

CARVALHO, Vicente. ITS GROUP. Gestão, Negócios. **Gestão do agronegócio: como atender à demanda por alimentos no futuro?**. 2016. Disponível em: <<http://gestão do agronegócio: como atender à demanda por alimentos no futuro?>>. Acesso em: 24.04.2018.

CASAROTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

COMIL. **Informativo técnico – secadores de grãos Comil**, Cascavel-Pr. Versão 2008

CONSILOS. **Treinamento em operação e manutenção em equipamentos**. Cascavel-Pr: Consilos, 2006. 40 p.

COSTA, Enio Cruz da. **Secagem industrial**. 1. ed. São Paulo-SP: Blucher, 2007. 177 p.

DE FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1988.

DOLABELA, Fernando. **O segredo de Luísa**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.

FAO destaca papel do Brasil na resposta à demanda global por alimentos. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fao-destaca-papel-do-brasil-na-resposta-a-demanda-global-por-alimentos/>>. Acesso em: 24.04.2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4º Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GONZALEZ, R. S. **O método comparativo e a ciência política**. Revista de Estudos e Pesquisas sobre as Américas, Brasília, v. 2, n.1, p. 01-12, jan.-jun. 2008.

KASSAI, José Roberto et al. **Retorno de Investimento**: Abordagem matemática e contábil de lucro empresarial. 2. ed. São Paulo-SP: Atlas S.A., 2000. 256 p.

KINKARTZ, Sabine. **Crescimento populacional e o desafio da alimentação**. 2011. Disponível em: <<http://www.dw.com/pt-br/crescimento-populacional-e-o-desafio-da-alimentacao/a-15486766>>. Acesso em: 24.04.2018.

LIMA, Rodolfo França de. **Modelagem matemática do escoamento de grãos de soja em um secador com fluxo misto usando o método dos elementos discretos**. 2014. 87 f. Artigo (Mestrado em Modelagem Matemática)- UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2014. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2159>>. Acesso em: 22.05.2018.

OLIVEIRA, Vanderley de. **Avaliação energética e econômica de grãos utilizando secador de coluna com caldeira aquatubular**. Dissertação de Mestrado. Cascavel, PR: UNIOESTE, 2014. 83 p.

PANEBIANCO, A. Comparación y Explicación. In: SARTORI, G; MORLINO, L. (Org.). **La comparación en las ciencias sociales**. Madrid: Alianza Editorial, 1994. p. 81-104.

PERROW, Charles. **A análise de objetivos em organizações complexas**. Op. cit., p.855., 1967.

PORTELLA, José Antônio; EICHELBERGER, Luiz. **Secagem de grãos**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2001. 194 p.

PUZZI, D. (1986). **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Instituto Campineiro de Engenharia Agrícola. Campinas – SP.

RFB - Receita Federal do Brasil. Instrução Normativa Secretaria da Receita Federal nº 1700, de 14 de março de 2017. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=compilado&idAto=81268#1706802>. Acesso em: 08.10.2018.

SARTORI, G. Comparación y método comparativo. In: SARTORI, G.; MORLINO, L. (Org.). **La comparación en las ciencias sociales**. Madrid: Alianza, 1994. p. 29-50.

SECADORES de grãos. 2018. Disponível em: <<http://www.comil.com.br/ptb/produtos/secadores>>. Acesso em: 28.09.2018.

SILVA, Luiz Cesar da. **Secagem de grãos**: Artigo publicado na revista: Grãos Brasil - da semente ao consumo. Alegre-ES: Agais, 2005. 5 p. Disponível em: <http://www.agais.com/manuscript/ag0405_secagem.pdf>. Acesso em: 18.09.2018.

SILVA, Juarez de Souza e. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 1. ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2000. 502 p.

WEBER, E. A. **Armazenagem agrícola**. Porto Alegre, RS: Kepler Weber Industrial, 1998. 400 p.

WEBER, E. A. **Excelência em beneficiamento e armazenamento de grãos**. Canoas, RS: Editora Salles, 2005. 586p.

WEBER, Kepler. **Secadores KW dryer**. 2018. Disponível em: <http://www.kepler.com.br/armazenagem/trading/secador_kw_dryer>. Acesso em: 26.09.2018.

ZAGO, Camila Avozani; WEISE, Andreas Dittmar; HORNBURG, Ricardo André. **A Importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas**. 2009. 15 p. Artigo (Congresso de Administração)- Convibra, [S.l.], 2009. Disponível em: <http://www.convibra.org/2009/artigos/142_0.pdf>. Acesso em: 22.05.2018.

8 ANEXOS

8.1 RELATÓRIO OPERACIONAL DE SECAGEM

[illegible]

8.2 CATÁLOGO SECADORES DE CAVALETE COMIL

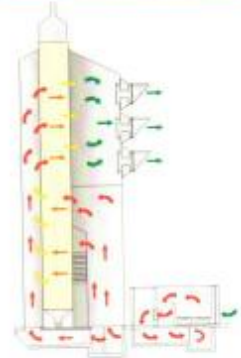
SOLUÇÕES EM SECAGEM

SECADOR DE CAVALETE

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Duplo reaproveitamento - DR

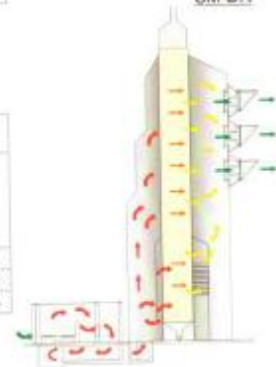
MODELO	CAPAC. SECAGEM			CAP. ESTATICA		VENTILADOR		POTÊNCIA DESCARGA CV	CONSUMO KG/H	QUANT. CALOR (KCAL/H x 10 ³)	DIMENSÕES		
	ALTURA (M)	MILHO	TRIGO	M ²	TON.	VAZÃO M ³ /H	POTÊNCIA CV				LARGURA (M)	COMPRIMENTO (M)	ALTURA (M)
CM 20 DR-CAV	20	15	14	45,8	34	37000	1x12,5 cv	1,5	375	1050	3,24	6,97	14,7
CM 30 DR-CAV	30	23	21	66,8	50,1	56250	1 x 20 cv	1,5	563	1575	3,78	7,5	17,14
CM 40 DR-CAV	40	30	28	94,3	70,7	75000	1 x 25 cv	1,5	750	2100	4,86	8,59	18,42



CM-DR

Reaproveitamento - R

MODELO	CAPAC. SECAGEM			CAP. ESTATICA		VENTILADOR		POTÊNCIA DESCARGA CV	CONSUMO KG/H	QUANT. CALOR (KCAL/H x 10 ³)	DIMENSÕES		
	ALTURA (M)	MILHO	TRIGO	M ²	TON.	VAZÃO M ³ /H	POTÊNCIA CV				LARGURA (M)	COMPRIMENTO (M)	ALTURA (M)
CM 20 DR-CAV	20	15	14	38,3	28,7	30000	1x12,5 cv	1,5	370	1037	3,28	5,65	11,66
CM 30 DR-CAV	30	23	21	64,5	46,1	75000	1 x 20 cv	1,5	555	1555	3,78	5,65	13,26
CM 40 DR-CAV	40	30	28	79	59,3	100000	1 x 25 cv	1,5	740	2073	3,78	5,65	17,96



CM-R

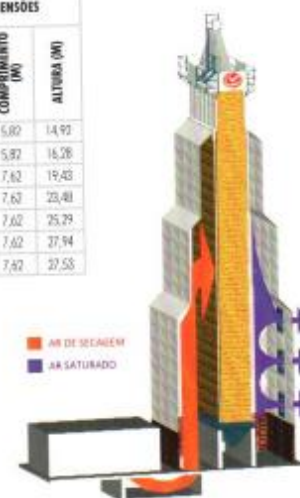
SOLUÇÕES EM SECAGEM

SECADOR DE ARROZ

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

MODELO	CAPAC. SECAGEM - (CARGAS/DIA)				CAP. ESTATICA		VENTILADOR		CONSUMO KG/H	QUANT. CALOR (KCAL/H x 10 ³)	DIMENSÕES		
	19% - 13%	22% - 13%	25% - 13%	28% - 13%	M ²	TON. P. E.O.B	VAZÃO M ³ /H	POTÊNCIA CV 60Hz			LARGURA (M)	COMPRIMENTO (M)	ALTURA (M)
CM 500 A	4	3	2,4	2	44	26,4	60000	1 x 20cv/1120	246	690	3,24	5,82	14,92
CM 750 A	4	3	2,4	2	63,7	38,22	90000	1 x 30cv/1250	370	1035	4,32	5,92	16,26
CM 1000 A	4	3	2,4	2	82,8	49,68	120000	2 x 20cv/1120	493	1380	4,32	7,62	19,43
CM 1500 A	4	3	2,4	2	129	77,4	180000	2 x 30cv/1250	739	2070	5,4	7,62	23,48
CM 2000 A	4	3	2,4	2	160	96	240000	3 x 30cv/1250	986	2760	6,48	7,62	25,79
CM 2250 A	4	3	2,4	2	190,8	114,48	270000	3 x 30cv/1250	1109	3105	6,48	7,62	27,94
CM 3000 A	4	3	2,4	2	261,3	156,78	360000	4 x 30cv/1250	1479	4140	6,64	7,62	27,55

Parâmetros de cálculo			
	Colana	Cavalete	Arroz
Secagem (umidade)	18% para 13%	18% para 13%	-
Temperatura ambiente	20°C	20°C	20°C
Umidade Relativa	60%	60%	60%
Pressão Atmosférica	717mmHg	717mmHg	717mmHg
Peso Específico	0,786m3	0,786m3	0,802m3
Temp. Máxima de Irradiação	4%	1%	1%
Temperatura de Secagem	110°C	110°C	>17% a: 60°C <17-18% a: 60°C <18% a: 55°C
PCI Linha	2800kcal/kg	2800kcal/kg	2800kcal/kg
PCI Circul	-	-	3300kcal/kg
Regime de Secagem	-	-	24h



8.3 CATÁLOGO SECADORES DE COLUNA COMIL

SOLUÇÕES EM SECAGEM

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS | SECADORES DE COLUNA

Duplo reaproveitamento - DR

MODELO	CAPAC. SECAGEM (T/H)			CAP. ESTÁTICA		VENTILADOR		POTÊNCIA DESCARGA CV	CONSUMO KG/H	QUANT. CALOR (KCAL/H X 10 ³)	DIMENSÕES		
	SOJA	MILHO	TRIGO	M ³	TON. (0,75T/M ³)	VAZÃO M ³ /H	POTÊNCIA CV				LARGURA (M)	COMPRIMENTO (M)	ALTURA (M)
CM 40 DR-COL	40	30	28	83,9	62,9	72000	1 x 25 cv	1,5	643	1800	4,65	7,65	16,8
CM 60 DR-COL	60	45	42	104,9	78,6	108000	2 x 20 cv	1,5	964	2700	4,65	7,65	20,46
CM 80 DR-COL	80	60	56	146,9	110,2	144000	2 x 25 cv	1,5	1296	3600	6,15	8,65	21,41
CM 100 DR-COL	100	75	70	174,8	131,1	180000	3 x 20 cv	1,5	1607	4500	6,15	8,65	25,07
CM 125 DR-COL	125	94	87	227,1	170,3	225000	3 x 25 cv	1,5	2009	5625	7,65	9,65	26,02
CM 150 DR-COL	150	112	105	262	196,5	270000	4 x 25 cv	1,5	2411	6750	7,65	9,65	29,67



Reaproveitamento - R

MODELO	CAPAC. SECAGEM			CAP. ESTÁTICA		VENTILADOR		POTÊNCIA DESCARGA CV	CONSUMO KG/H	QUANT. CALOR (KCAL/H X 10 ³)	DIMENSÕES		
	ALTURA (M)	MILHO	TRIGO	M ³	TON.	VAZÃO M ³ /H	POTÊNCIA CV				LARGURA (M)	COMPRIMENTO (M)	ALTURA (M)
CM 40 DR-COL	40	30	28	83,9	62,9	96000	2 x 15 cv	1,5	714	2000	4,65	7,65	16,8
CM 60 DR-COL	60	45	42	104,9	78,6	144000	2 x 25 cv	1,5	1071	3000	4,65	7,65	20,46
CM 80 DR-COL	80	60	56	146,9	110,2	192000	3 x 20 cv	1,5	1429	4000	6,15	8,65	21,41
CM 100 DR-COL	100	75	70	174,8	131,1	240000	4 x 20 cv	1,5	1786	5000	6,15	8,65	25,07
CM 125 DR-COL	125	94	87	227,1	170,3	300000	4 x 25 cv	1,5	2232	6250	7,65	9,65	26,02
CM 150 DR-COL	150	112	105	262	196,5	360000	5 x 25 cv	1,5	2679	7500	7,65	9,65	29,67

