



Edinei José Kraemer

**SELEÇÃO DE UM SECADOR DE GRÃOS PARA A UNIDADE
DE RECEBIMENTO DA CAMERA EM VILA PITANGA - RS
UTILIZANDO A ETAPA DE PROJETO INFORMACIONAL**

Horizontina

2012

Edinei José Kraemer

**SELEÇÃO DE UM SECADOR DE GRÃOS PARA UNIDADE
DE RECEBIMENTO DA CAMERA EM VILA PITANGA - RS
UTILIZANDO A ETAPA DE PROJETO INFORMACIONAL**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Ricardo Ferreira Severo, Me.

Horizontina

2012

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Seleção de um secador de grãos para unidade de recebimento da CAMERA
em Vila Pitanga - RS utilizando a etapa de projeto informacional”**

Elaborada por:

Edinei José Kraemer

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: dd/mm/20aa
Pela Comissão Examinadora**

**Me. Ricardo Ferreira Severo
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Me. Cesar Antônio Mantovani
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Me. Anderson Dal Molin
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Prof. Me. Anderson Dal Molin
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica - FAHOR**

**Horizontina
2012**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Valdir e Ezilda Kraemer, namorada Aline Boeno e irmã Ediani que me apoiaram e mantiveram-se presentes durante toda caminhada, fazendo assim esse momento se tornar realidade.

AGRADECIMENTO.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que esse momento fosse possível.

Agradeço a minha família que me apoiou durante esse período ajudando a superar os obstáculos.

Agradeço a minha namorada Aline Boeno, que me acompanhou nas horas difíceis e soube entender e apoiar nos momentos que tive que me ausentar.

Agradeço aos meus amigos, em especial o Djeison, Matias e Gabriel que me apoiaram e caminharam juntos até esse momento e tornaram os momentos difíceis mais alegres.

Agradeço o meu orientador Ricardo Severo pelo envolvimento com o trabalho e orientação do mesmo.

Agradeço a todos os professores da FAHOR que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Agradeço a CAMERA em especial ao senhor Daniel Faber pela oportunidade e disponibilidade da realização desse trabalho.

“Se fui capaz de ver mais longe, é porque me apoiei em ombros de gigantes”.

(Isaac Newton)

RESUMO

Essa monografia apresenta a geração das especificações e seleção de um secador de grãos que atenda a demanda e requisitos do cliente na unidade de recebimento de grãos da CAMERA Vila Pitanga – RS. Para obtenção dos resultados realizou-se um levantamento de dados e necessidades junto à empresa e verificou-se os possíveis usuários do sistema para atender da melhor forma suas expectativas. Tendo como base uma metodologia confiável de projeto de produto, a monografia apresenta um levantamento bibliográfico sobre o assunto e a etapa do projeto informacional, onde através dela são levantadas as especificações do secador e seleção do mesmo. O resultado esperado é a seleção de um secador que atenda a maior parte das necessidades do cliente e requisitos do projeto podendo assim suprir da melhor forma a unidade de recebimento em questão.

Palavras - chave:

Geração das especificações - Seleção - Secador de grãos.

ABSTRACT

This monograph presents the specifications' generation and selection of a grain dryer that meets demand and customer requirements in the receiving grain CAMERA Vila Pitanga - RS. To obtain the results, we carried out a data and needs' survey from the company and it was pointed the potential users of the system in order to meet their expectations in the best way. Based on a reliable methodology for product design, the monograph presents a literature review on the subject and informational phase of the project, where it is raised through the specifications of the dryer and its own selection. The expected result is the selection of a dryer that meets most of the Client's needs and project requirements and can thus supply the best receiving unit in question.

Keywords:

Generation of specifications - Selection - grain dryer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Secador estacionário. Fonte: MILMAN, 2002 p.138.	4
Figura 2: Secador intermitente. Fonte: MILMAN, 2002 p.141.....	5
Figura 3: Fluxograma de uma unidade de recebimento. Fonte: MILMAN, 2002 p.146.	6
Figura 4: Secador contínuo. Fonte: MILMAN, 2002 p.147.	8
Figura 5: Modelo de Consenso. Fonte: CHAGAS, 2004 p.08.....	9
Figura 6: Projeto informacional. Fonte: CHAGAS, 2004 p.14.....	10
Figura 7: Projeto informacional.	12
Figura 8: Visão geral CAMERA - Vila Pitanga – RS. Fonte: CAMERA S.A.....	15
Figura 9: Local destinado a instalação do secador de grãos.	16
Figura 10: Fluxograma dos clientes ao longo do ciclo de vida.	17
Figura 11: Secador <i>Process Dryer</i> . Fonte: GSI Brasil.....	18
Figura 12: Secadores contínuos DR. Fonte: PAGÉ.....	19
Figura 13: Secador de grão pequeno porte. Fonte: Kepler Weber.	21
Figura 14: Secador de grão médio porte. Fonte: Kepler Weber.....	22
Figura 15: Atributos Gerais.....	26
Figura 16: Atributos específicos.....	27
Figura 17: Diagrama de Mudge.	27
Figura 18: QFD Matriz da Casa da Qualidade. Fonte QFD, 2012.	29
Figura 19: Secador de grão médio porte. Fonte: Kepler Weber.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos produtos com seus secadores mais adequados. Fonte: Adaptado de PARK, 2006 p.06.	4
Quadro 2 - Clientes ao longo do ciclo de vida.	17
Quadro 3 – Valoração dos requisitos dos clientes.	28
Quadro 4 – Hierarquização dos requisitos do projeto.	30
Quadro 5 – Especificações do projeto.	31
Quadro 6 – Quadro de seleção do secador de grãos.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações secador Secador Process Dryer.	19
Tabela 2 - Especificações dos secadores contínuo DR.....	20
Tabela 3 - Secadores de pequeno porte de torres de cavaletes.....	21
Tabela 4 - Secadores de pequeno porte de torre de coluna.....	22
Tabela 5 - Secador de médio porte de torre de cavalete.....	23
Tabela 6 - Secador de médio porte de torre de coluna.....	23
Tabela 7 - Volume do recebimento de grãos.....	32
Tabela 8 - Volume de processamento necessário	32
Tabela 9 - Secador de médio porte contínuo tipo coluna com fluxo cruzado.....	32
Tabela 10 - Secador de médio porte contínuo.	33
Tabela 11 - Secador de médio porte de torre de coluna.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 SECAGEM DE GRÃOS	3
2.2 SECADORES	3
2.3 TIPOS DE SECADORES GRANULARES.....	4
2.3.1 SECADOR ESTACIONÁRIO	4
2.3.2 SECADOR INTERMITENTE.....	5
2.3.3 SECADOR CONTÍNUO.....	7
2.4 PROJETO DE PRODUTO E SUAS ETAPAS	8
2.4.1 ETAPA INFORMACIONAL.....	10
3 METODOLOGIA	12
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	12
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	14
4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO	14
4.1.1 SECADORES EXISTENTES NO MERCADO.....	14
4.1.2 NORMAS PARA INSTALAÇÃO E SELEÇÃO DO SECADOR	14
4.1.3 VALOR MÁXIMO DO INVESTIMENTO	15
4.2 PROJETO INFORMACIONAL	15
4.2.1 CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	16
4.2.2 AVALIAÇÃO DAS MÁQUINAS EXISTENTES NO MERCADO	18
4.2.2.1. MODELO: <i>PROCESS DRYER - GSI</i>	18
4.2.2.2. SECADORES CONTÍNUOS DR – PAGÉ.....	19
4.2.2.3. SECADORES DE GRÃOS DE PEQUENO PORTE – KEPLER WEBER	20
4.2.2.4. SECADORES DE GRÃOS DE MÉDIO PORTE – KEPLER WEBER	22
4.2.3 NECESSIDADES DOS CLIENTES.....	24
4.2.4 DESDOBRAMENTO DAS NECESSIDADES EM REQUISITOS DO CLIENTE	24
4.2.5 DEFINIÇÕES DOS REQUISITOS DE PROJETO.....	25
4.2.6 VALORAÇÃO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES.....	27
4.2.7 HIERARQUIZAÇÃO DOS REQUISITOS DO PROJETO	28
4.2.8 DEFINIÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO	30
4.3 SELEÇÃO DO SECADOR DE GRÃOS.....	32
4.3.1 SECADOR SELECIONADO	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICE A	41

1. INTRODUÇÃO

Com unidades em diversos pontos do Rio Grande do Sul, a empresa CAMERA possui sua sede na cidade de Santa Rosa, região noroeste no Rio Grande do Sul. Atua do cultivo da semente até a transformação final e redistribuição dos produtos sob a forma de alimento e energia, com cerca de 1400 funcionários e atendendo a aproximadamente 28 mil clientes, com assistência, insumos, recebimento e comercialização da safra.

Devido à crescente demanda da produtividade de cereais da região, levanta-se a necessidade ampliar e melhorar as unidades de recebimento de grãos com o intuito de obter uma maior e melhor acomodação do produto recebido. Neste contexto, realizou-se um estudo na unidade de recebimento da CAMERA em Vila Pitanga - RS, para verificar possíveis necessidades de melhorias para atender à demanda e às condições dos produtos recebidos.

Segundo Barrella e Bragatto (2002), o conjunto de etapas necessárias para o correto acondicionamento de grãos no processo de armazenagem a granel deve seguir os seguintes processos: o processo de pré-limpeza, que consiste na retirada de impurezas existentes na massa de grãos, e a secagem convencional, onde os grãos são submetidos a correntes aquecidas de ar provenientes de geradores de calor, para só após esses processos ocorrer o armazenamento do mesmo.

Atualmente ocorre à necessidade do deslocamento do produto armazenado para as outras unidades, pois a unidade de recebimento não possui um secador de grãos, o que eleva o custo logístico, sobrecarrega as unidades que possuem secador de grãos e reduz a capacidade de armazenamento de toda empresa, que necessita assim escoar sua produção de forma instantânea.

Levando em conta essas questões, verificou-se a necessidade da implantação de um secador de grãos para unidade em estudo, propiciando assim condições mais favoráveis para a conservação da qualidade durante o tempo de armazenamento.

A pesquisa tem sua relevância tendo-se em vista que no Brasil cada vez mais os produtores estão voltados a gerar excedentes de produção para atender ao mercado mundial. De acordo com Carvalho (2007), a produção agrícola, especialmente de grãos, vem aumentando e se superando a cada safra. Diante dessa crescente necessidade do mercado e encontrando na unidade da CAMERA de Vila Pitanga – RS a questão problema anteriormente exposta, o trabalho visa o

aprimoramento do processo para atender da melhor forma às necessidades regionais de armazenamento de grãos da empresa.

Além disso, segundo Carrera (2008), o transporte é um dos grandes diferenciais na estratégia logística, pois é responsável por toda a movimentação dos produtos desde os fornecedores até o consumidor final. Logo, é considerado por especialistas como o principal responsável pelos aumentos dos custos dentro da organização.

Neste sentido, o objetivo geral é gerar as especificações para a seleção de um secador de grãos adequado ao volume e tipo de produto recebido na unidade da CAMERA em Vila Pitanga – RS. As especificações trarão os quesitos a serem verificados para seleção e escolha do mesmo. Ao optar pela compra, considera-se que a unidade contará com maior agilidade no processo, uma redução dos custos de logística, mão de obra e a ampliação da capacidade de armazenamento dos produtos. O trabalho ainda oportunizará um maior conhecimento técnico sobre o assunto em estudo e uma metodologia confiável para geração das especificações para compra do produto, o que justifica sua realização.

Já os objetivos específicos são: verificar os produtos existentes no mercado, identificar as normas para instalação e seleção do secador de grãos, definir o valor máximo de investimento, definir ciclo de vida do produto. Em seguida, realizar a análise dos sistemas similares existentes, identificar as necessidades dos clientes, estabelecer os requisitos dos clientes e de projeto, valorar os requisitos dos clientes, hierarquizar os requisitos de projeto e definir as especificações do projeto; para, por fim, selecionar um secador adequado à unidade de recebimento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SECAGEM DE GRÃOS

Com a abertura do mercado brasileiro inicia-se uma forte concorrência para os grãos, exigindo assim uma maior qualidade e produtividade. Isso demanda uma colheita, armazenamento e expedição com altos níveis de qualidade, e obriga todos os setores a seguirem o mesmo padrão.

Para esse processo ocorrer, a secagem é de fundamental importância, pois permite uma antecipação da colheita, um armazenamento por períodos mais longos sem perigo de deterioração do produto, além de impedir o desenvolvimento de microorganismos, insetos e minimizar a perda do produto no campo.

Para Silva, Afonso e Donzelles (2000), a secagem é uma das etapas que tem por finalidade retirar parte da água contida, deixando a semente a um nível tal que o produto fique em equilíbrio com o ar ambiente, o que preserva a aparência, as qualidades nutritivas e a viabilidade como semente.

2.2 SECADORES

Conforme Park (2006), o secador de grãos é um equipamento destinado à secagem de produtos que trabalhar com ar aquecido ou com o ar em temperatura ambiente. Atualmente no mercado são disponibilizados diversos tipos de secadores, cada um atendendo a diferentes necessidades de processos e produtos.

Na maioria das vezes, secagem ocorre com a passagem de ar que transfere calor ao grão e ao mesmo tempo extrai a umidade. Os principais sistemas de secagem contam com secadores mecânicos onde o produto transita em bateladas ou de forma contínua para retirada da umidade (MILMAN, 2002).

Durante a secagem devem-se tomar alguns cuidados para não comprometer a qualidade do grão. Para que a qualidade não seja comprometida, o processo deve ser realizado de maneira com que os grãos não atinjam temperaturas maiores que os valores determinados pelo fabricante. Esses valores podem mudar em função do produto a ser secado. Outro fator que deve ser observado é a taxa de remoção da umidade, a qual não pode ser muito elevada, pois pode causar *stress* no grão, gerando fissuras e quebras (MILMAN, 2002).

Segundo Park (2006), para correta escolha de um secador são necessárias várias informações como conhecimento sobre o comportamento de cada secador, a

adequação de cada produto ao processo e conhecimentos sobre as características do produto a ser secado. No Quadro 1 visualiza-se os tipos de secadores e os produtos para os quais cada um é mais apropriado.

Secador	Produtos							
	Filme	Granulares	Lama	Líquido	Lodo/ pasta	Pasta compactada	Pré- formados	Sólido fibroso
Agitado		x	x	x	x			
Bandeja	x	x			x	x	x	x
Com ar Circulado		x					x	x
Esteira	x	x	x		x	x	x	
Fluidizado		x			x		x	x
Pneumático		x			x		x	x
Rotativo Direto		x						x
Rotativo Indireto		x				x		x
Spray			x	x	x			
Tambor	x		x	x	x			

Quadro 1 - Relação dos produtos com seus secadores mais adequados. Fonte: Adaptado de PARK, 2006 p.06.

2.3 TIPOS DE SECADORES GRANULARES

2.3.1 Secador estacionário

O secador estacionário geralmente, segundo Milman (2002), é um silo com a chapa do fundo perfurada, onde através dela é insuflado ar quente, e o produto secado permanece em repouso durante o processo. Na Figura 1 é apresentado um exemplo de um secador estacionário.

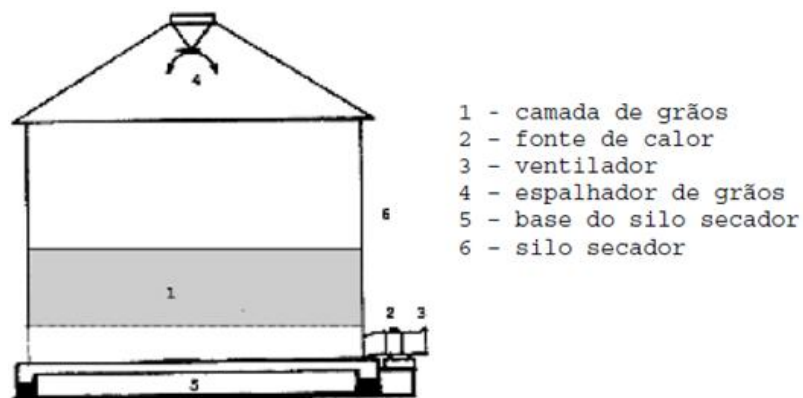


Figura 1: Secador estacionário. Fonte: MILMAN, 2002 p.138.

O sistema estacionário segundo Milman (2002) é o único sistema no mercado que pode usar ar não aquecido para secagem de grãos, contudo esse processo é muito lento e possui um baixo fluxo operacional com elevadas possibilidades de desenvolvimento de microorganismos durante o processo de secagem. O grau de umidade final do grão dependerá da umidade e temperatura relativa do ar no momento da secagem e do fluxo de ar utilizado.

Milman (2002) afirma ainda que a secagem estacionária possui alguns pontos negativos a serem analisados na sua escolha. Destacam-se os gradientes de umidade nos grãos após o termino da secagem e as diferenças na qualidade final. Além dos pontos negativos, destacam-se seus pontos positivos, que correspondem a uma elevada versatilidade, um baixo custo operacional e baixo investimento inicial, pois o produto pode ser armazenado no próprio silo secador.

2.3.2 Secador intermitente

Weber (2005) considera que a secagem dos grãos pelo sistema intermitente se dá quando os grãos passam mais de uma vez pelo secador devido à elevada umidade dos mesmos, geralmente acima de 22%. Os secadores intermitentes trabalham com a ação do ar aquecido na câmara de secagem em intervalos regulares, trazendo assim uniformidade e rapidez na secagem das sementes. Esse tipo de secador seca as sementes com ar aquecido durante alguns intervalos regulares de tempo, o que possibilita redistribuição da umidade. O ar atinge uma temperatura de 70 a 80° C e mantém a semente a uma temperatura de 40 a 43° C. A Figura 2 demonstra um exemplo de secador intermitente.

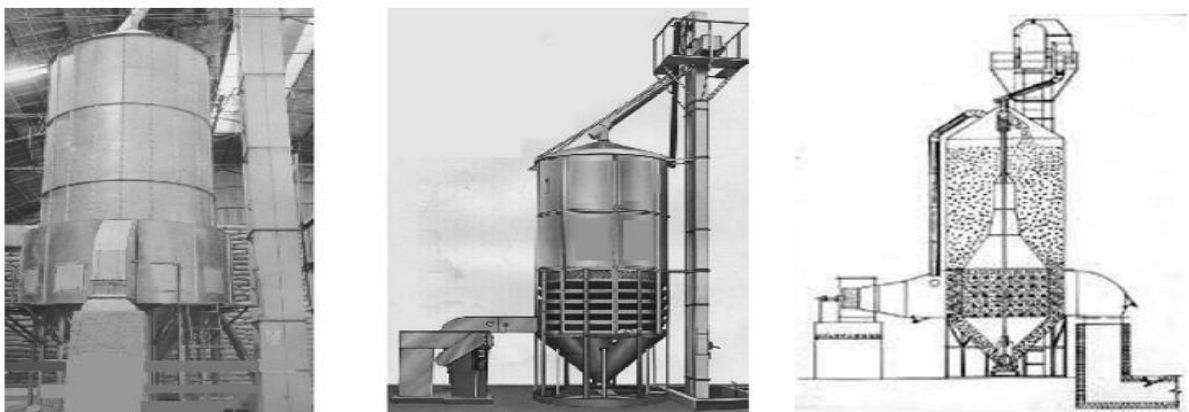


Figura 2: Secador intermitente. Fonte: MILMAN, 2002 p.141.

A temperatura de secagem recomendada, conforme destacado por Milman (2002), normalmente não pode ser superior a 115° C e inferior a 70° C, o sistema permite obter bons resultados comparados ao estacionário. O secador é recomendado para secagem de arroz, pois oferece um aumento crescente da temperatura, tornando assim a operação mais branda com menores prejuízos físico-químicos e biológicos aos grãos.

2.3.2.1 Partes de um secador intermitente

Na Figura 3, pode-se visualizar um fluxograma contendo todos os equipamentos necessários para uma unidade de recebimento de grãos e o correto posicionamento do secador perante os outros processos.

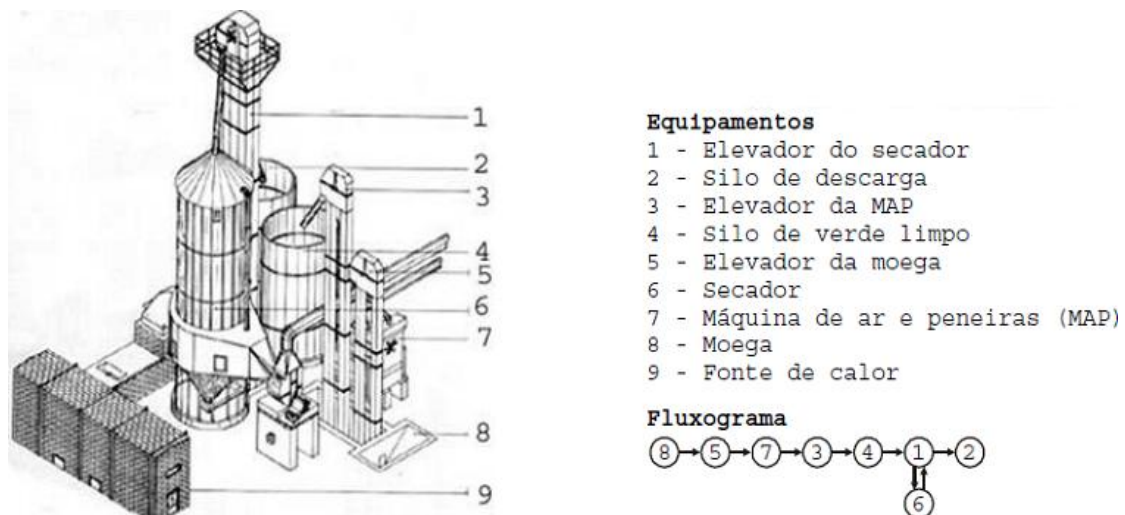


Figura 3: Fluxograma de uma unidade de recebimento. Fonte: MILMAN, 2002 p.146.

De acordo com Milman (2002), as principais partes de um secador intermitente são:

- Câmara de repouso: onde os grãos se encontram em repouso antes da câmara de secagem sob a ação do ar aquecido;
- Câmara de secagem: onde os grãos recebem o ar aquecido. Pode ser de cavalete, bandeja ou chapa perfurada;
- Sistema de carga e descarga: é o conjunto onde regula a carga e descarga do grão e faz com que ele flua uniformemente, pode ser de válvulas rotativas, bandejas;

- Sistema de movimentação e aquecimento do ar: é o conjunto que permite o aquecimento do ar na fornalha, faz parte desse sistema o ventilador, os registros de ar, as curvas e revestimento;
- Estrutura de sustentação: é a parte responsável pela estabilidade do secador.

2.3.3 Secador contínuo

Os secadores contínuos, para Milman (2002), são constituídos por uma estrutura de no mínimo duas câmeras, geralmente possuem uma de secagem e a outra de resfriamento, podendo ter uma intermediária que é neutra e localiza-se entre as outras duas câmeras. Nesse sistema os grãos ingressam úmidos na primeira câmera entram em contato com o ar quente e secam, após são enviado à segunda câmera onde são resfriados, isso ocorre de forma ininterrupta.

Os secadores de fluxo contínuo, segundo Park (2007), se subdividem em vários grupos de acordo com o modo de escoamento. Eles podem ser de fluxo concorrente, fluxo contracorrente, fluxo cruzado e em cascata. Abaixo estão especificadas as suas diferenças:

- Secadores de fluxo concorrente: o ar e grãos fluem na mesma direção;
- Secadores de fluxo cruzado: caracterizam-se pela passagem de ar perpendicular a uma camada de grãos que se move entre chapas perfuradas;
- Secadores de fluxo cruzado: são mais simples e se caracterizam pelo fluxo cruzado de ar, segundo Stevens e Thompson *apud* Park (2007) a maior desvantagem é a falta de uniformidade no processo;
- Secadores de cascata: são constituídos por uma série de calhas invertidas em forma de “V”, dispostas em linhas alternadas dentro do secador aonde por meio da gravidade os grãos vão se movendo para saída do secador. Seu custo inicial é alto.

Na Figura 4, um exemplo de um secador contínuo.

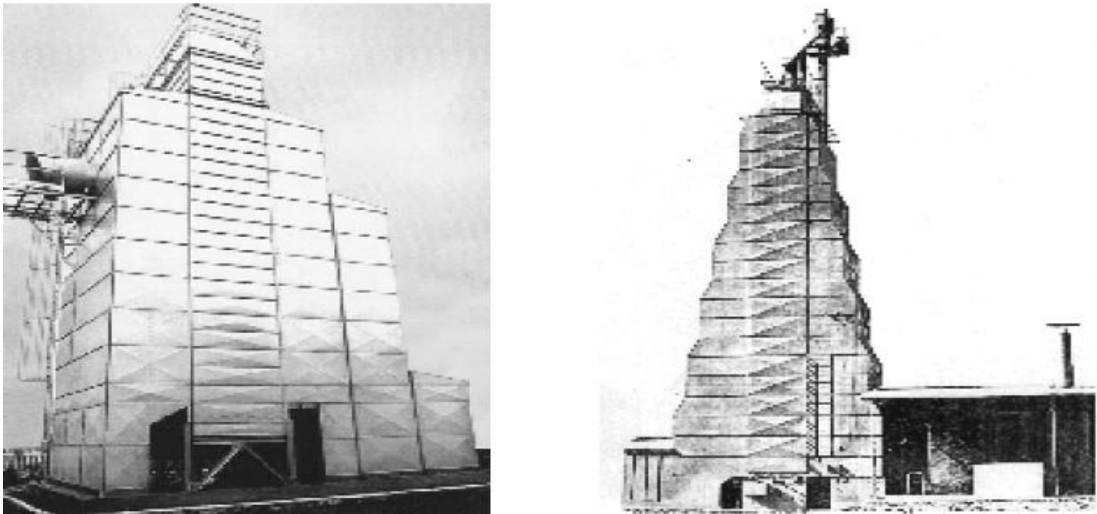


Figura 4: Secador contínuo. Fonte: MILMAN, 2002 p.147.

2.4 PROJETO DE PRODUTO E SUAS ETAPAS

O modelo de metodologia de produto é composto segundo Romano (2003), basicamente por três etapas que englobam todo o ciclo de vida do produto.

As etapas seguidas são:

- O pré-desenvolvimento, que engloba os estudos do mercado e o plano de viabilidade;
- O desenvolvimento, que engloba o projeto do produto, o processo e a produção;
- O Pós – desenvolvimento, que acontece o acompanhamento e descarte do produto.

As formas de obtenção dos resultados para o desenvolvimento de um projeto são amplas e muitas abordam de forma abstrata o todo. Neste sentido Fonseca (2000) destaca que o processo deve seguir uma sistemática composta de etapas que possuem todos os passos até a obtenção das especificações do projeto.

O projeto normalmente envolve as quatro fases dispostas no modelo consensual. Estão descritas abaixo todas as fases do processo:

- Projeto informacional;
- Projeto conceitual;
- Projeto preliminar;
- Projeto detalhado.

Na primeira fase do projeto, segundo Ogliari (1999), as informações do mercado são gradualmente transformadas em especificações para o seu projeto, esse processo define-se como o Projeto Informacional.

Na segunda fase do projeto inicia-se o projeto conceitual, visa-se desenvolver e selecionar os princípios de solução que melhor virão a atender às especificações do projeto.

Na fase seguinte, a partir da concepção do produto definida nas fases anteriores, estabelece-se o projeto preliminar formando assim o arranjo físico do produto com leiaute e funções principais e auxiliares.

O término do projeto se dá na fase do projeto detalhado, onde são incorporadas as informações necessárias para a produção do produto. Na Figura 5, pode-se observar o modelo do consenso.

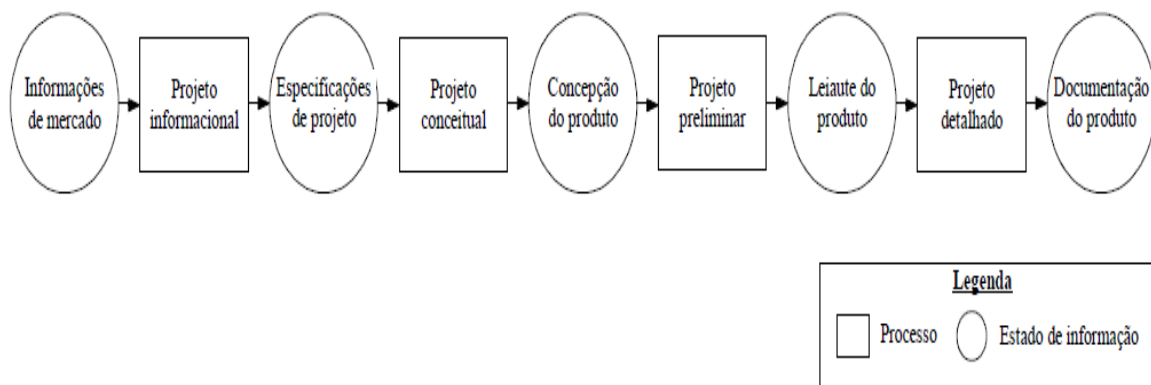


Figura 5: Modelo de Consenso. Fonte: CHAGAS, 2004 p.08.

Ao término de cada fase há um ganho de informações e uma formação cada vez mais concreta do modelo final do produto. Isso melhora as informações para a fase seguinte.

As informações coletadas e resultantes de cada etapa são avaliadas, as consideradas mais adequadas são utilizadas na próxima fase do projeto e as informações rejeitadas são reavaliadas e podem dar seqüência ou não à estrutura do projeto. Todas as fases possuem metodologias específicas e ferramentas de apoio.

2.4.1 Etapa informacional

Corresponde segundo Fonseca (2000) ao levantamento das informações dos usuários relativas aos problemas existentes com a fase atual e a formulação das especificações para a nova fase.

Nessa fase do projeto busca-se a familiarização com os problemas e as informações técnicas e econômicas. Essas informações vão servir para identificar as necessidades dos clientes, estabelecerem seus requisitos, estabelecer os requisitos do projeto, hierarquizar os requisitos do projeto e estabelecer as especificações do mesmo.

Conforme Fonseca (2000), na Figura 6 as etapas do projeto informacional.

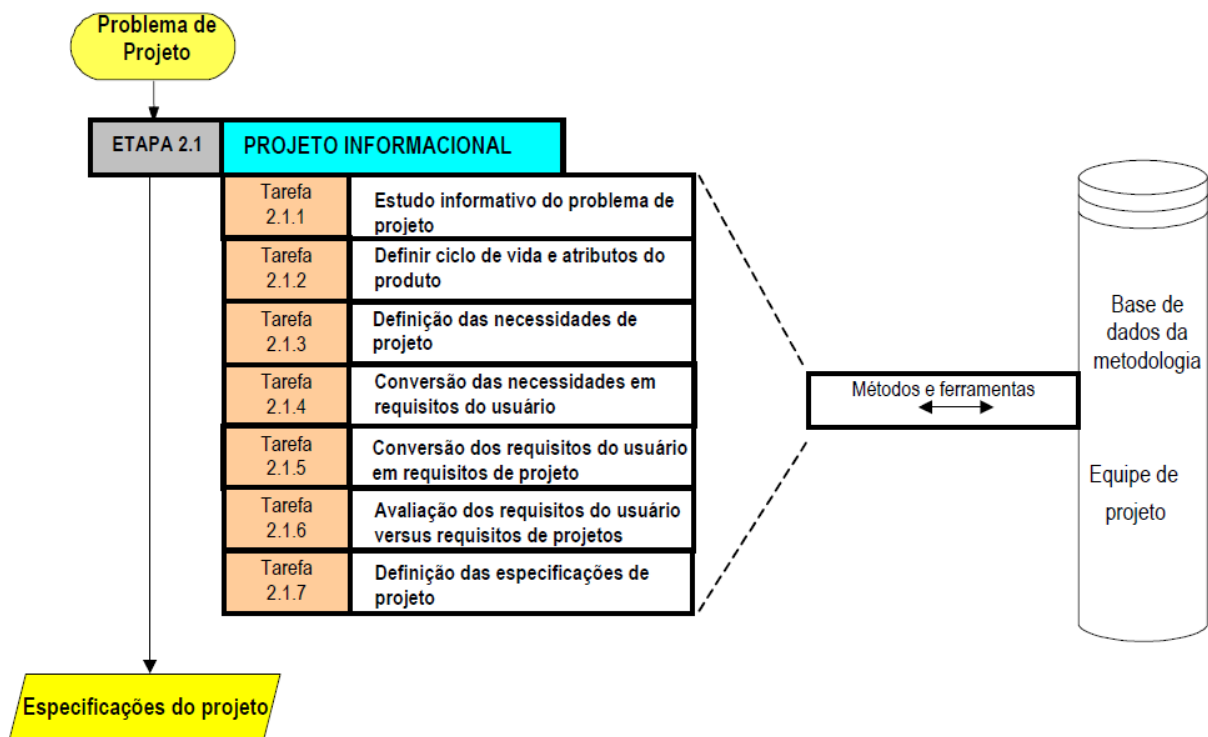


Figura 6: Projeto informacional. Fonte: CHAGAS, 2004 p.14.

Conforme Fonseca (2000) a fase do projeto informacional deve conter as seguintes etapas:

1ª Etapa: Ocorre o estudo informativo e análise do problema de projeto, onde revisa-se as informações prévias e busca-se informações necessárias ao trabalho.

2ª Etapa: Deve-se definir ciclo de vida e atributos do produto. No ciclo de vida apresenta-se a definição dos clientes internos, intermediários e externos envolvidos ou associados a cada fase do ciclo de vida.

3ª Etapa: Busca-se a definição das necessidades de projeto com o levantamento das necessidades para cada fase do ciclo de vida do produto. Este levantamento pode ser feito através de questionários.

4ª Etapa: Realiza-se a conversão das necessidades dos clientes em requisitos do usuário e verifica-se quais os requisitos serão prováveis funções do produto.

5ª Etapa: Inicia-se a conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto através de expressões mensuráveis.

6ª Etapa: Ocorre a avaliação dos requisitos de usuário versus requisitos de projeto com a aplicação da casa da qualidade e hierarquização dos requisitos de projetos.

7ª Etapa: Define-se as especificações de projeto e compara-se os requisitos de projetos com o problema de projeto.

Após decorridas as sete etapas encerra-se a fase informacional.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Visando gerar as especificações do secador de maneira confiável, buscou-se na metodologia de projeto de produto uma saída para satisfazer à demanda da unidade e a satisfação do cliente.

O presente trabalho baseia-se apenas na fase informacional que estabelece as especificações do projeto, voltando-se as necessidades e requisitos do cliente. De acordo com Romano (2003) a partir dos requisitos dos clientes são definidos os requisitos do projeto, definindo assim os atributos funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, entre outros.

Para chegar à seleção do secador as seguintes etapas serão seguidas:

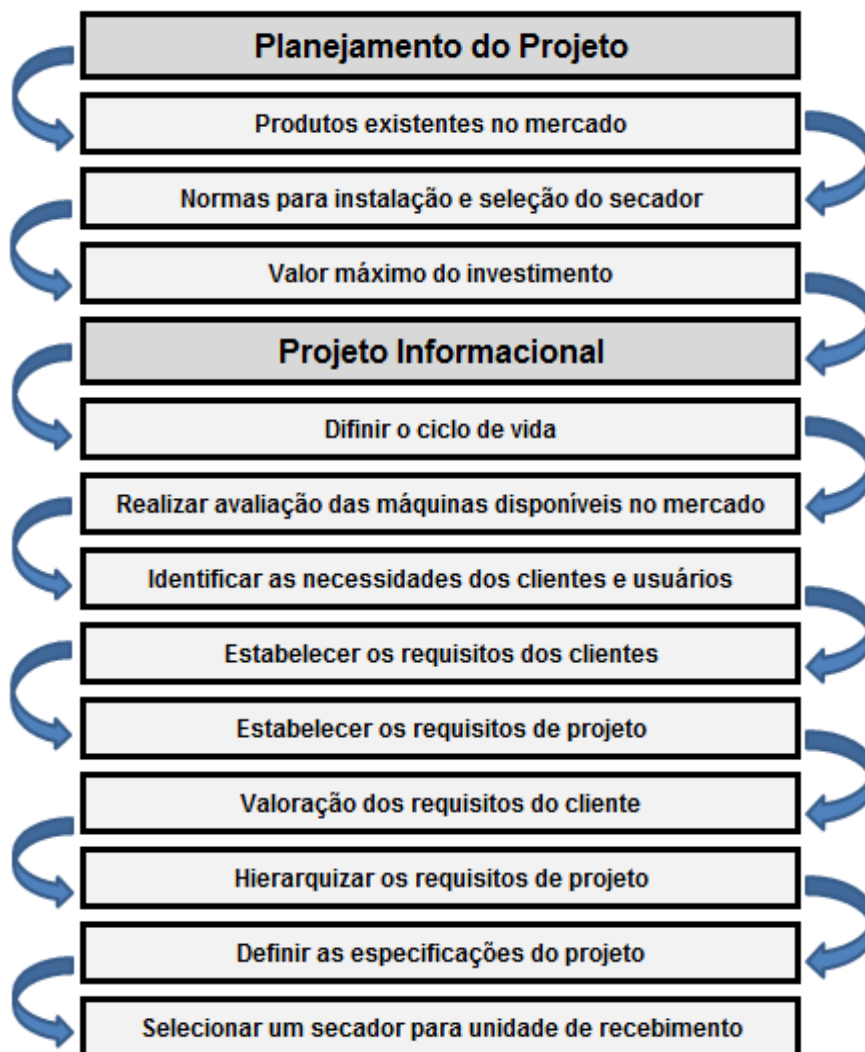


Figura 7: Projeto informacional.

As etapas seguidas na Figura 7 são a base para o desenvolvimento e execução das fases para geração das especificações do projeto e seleção do secador, na seqüência os passos de forma detalhada:

- Verificar os tipos de secadores existentes no mercado que podem atender as necessidades da unidade de recebimento;
- Verificar as normas e legislações existentes para seleção e instalação do equipamento;
- Verificar junto à unidade de recebimento o valor máximo de investimento aceitável na seleção do secador;
- Identificar o ciclo de vida do produto, dividindo-o nos três tipos de clientes, os internos, os intermediários e os externos;
- Realizar a avaliação das máquinas disponíveis no mercado, onde serão levantados alguns produtos e suas respectivas capacidades;
- Identificar as necessidades dos clientes e usuários, que será realizado através de uma entrevista com intuito de identificar as principais necessidades que o cliente possui com relação às expectativas do secador;
- Estabelecer os requisitos do cliente onde serão identificadas suas necessidades baseando-se nas fases do ciclo de vida;
- Estabelecer os requisitos do projeto, onde buscando identificar os requisitos fundamentais;
- Realizar a valoração das especificações do cliente através do diagrama de Mudge;
- Hierarquizar as especificações do projeto através da matriz QFD;
- Definir as especificações do projeto e compará-las com os secadores disponíveis no mercado;
- Selecionar um secador para unidade de recebimento a partir das especificações geradas no projeto informacional.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

O planejamento do projeto vai ser responsável pela verificação dos produtos existentes no mercado, verificação das normas que devem ser seguidas e o valor máximo estipulado para o investimento. A finalidade do planejamento do projeto é criar um plano que possa ser utilizado para guiar tanto a execução quanto a seleção final do secador.

4.1.1 Secadores existentes no mercado

Os secadores existentes no mercado adequados ao volume e tipo de grãos processados na unidade foram selecionados e levaram em conta três das principais marcas comercializadas no mercado brasileiro. Dessas três marcas selecionaram-se secadores contínuos e intermitentes com diferentes portes e formas de processamento. Os equipamentos selecionados estão citados abaixo:

- Modelo: *process dryer* – GSI;
- Secadores Contínuos DR – PAGÉ;
- Secadores de grãos – Pequeno porte – Kepler Weber;
- Secadores de grãos – Médio porte – Kepler Weber.

4.1.2 Normas para instalação e seleção do secador

As normas citadas na seqüência deverão ser levadas em conta na escolha e instalação do equipamento na unidade de recebimento. Elas estabelecem as medidas de segurança para a proteção contra incêndios e explosão em silos e atendem o que esta previsto no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico:

- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- NBR 10897 – Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiro automático;
- NBR IEC 60079-14 – Atmosferas explosivas – parte 14;
- NR 10 – Instalações elétricas;
- NR 33 – Trabalho em espaço confinado;
- ABNT NBR 11163:1990 - Secadores para grãos vegetais – Terminologia;

- ABNT NBR 11164:1990 – Secadores intermitentes e contínuos, para grãos vegetais e seus componentes – Terminologia.

4.1.3 Valor máximo do investimento

Levando em consideração a solicitação do cliente definiu-se como valor de investimento máximo o valor de R\$ 200.000,00. Esse valor também será utilizado como base para a seleção do secador de grãos no projeto informacional.

4.2 PROJETO INFORMACIONAL

Para realizar a seqüência do projeto, iniciado assim a fase informacional, foram levantadas algumas informações da situação atual.

Na Figura 8 temos uma visão geral da empresa CAMERA situada em Vila Pitanga – RS. Conforme o processo atual, o produto é recebido no ponto 1, onde passa pela moega, máquina de pré-limpeza e é destinado através de correias transportadoras e elevadores até os silos do ponto 2 para o armazenamento.



Figura 8: Visão geral CAMERA - Vila Pitanga – RS. Fonte: CAMERA S.A.

A unidade conta também com um ponto propício para instalação de um secador de grãos (que está localizado no ponto 3), sendo uma área de 100,8 m² com dimensões de 5,60 m x 18 m e pode ser utilizada para instalação do mesmo. Essa área pode ser melhor visualizada na Figura 9. Este local está atualmente sem

utilização e esta localizado entre os processos de limpeza e armazenagem do produto que é o ponto mais adequado para instalação do mesmo.



Figura 9: Local destinado a instalação do secador de grãos.

Outras informações importantes repassadas foram à capacidade máxima de armazenamento que atualmente esta em 150 mil sacos (aproximadamente 9000 toneladas), divididos em dois silos de 45 mil e dois de 30 mil sacos e os produtos recebidos que são soja, milho e trigo, grãos cultivados na região.

Também verificou-se o volume máximo que a unidade recebe diariamente. O volume gira em torno de 25 mil sacos de milho, 15 mil sacos de soja e 10 mil sacos de trigo durante a época de safra dos mesmos, esse dados foram coletados para a posterior seleção do equipamento.

4.2.1 Ciclo de vida do produto

O desempenho ambiental de produtos e processos se tornou um problema chave onde as empresas estão investindo para minimizar seus efeitos no meio ambiente, As companhias estão considerando vantajoso explorar caminhos que não mais enfoquem as tecnologias de “fim de tudo”, e sim, utilizem meios e estratégias para prevenção da poluição e sistemas de gerenciamento ambiental. Uma ferramenta para atingir esses patamares é a análise do o ciclo de vida dos produtos a serem comprados. As principais vantagens dessa concepção são a redução de custos posteriores com tratamentos, melhorias na imagem da empresa perante a sociedade e diminuição de autuações de multas pelos órgãos ambientais.

O trabalho levará em conta o ciclo de vida para a escolha do melhor equipamento para secagem de grãos, comparando assim os produtos disponíveis no mercado com os impactos ambientais e seu ciclo de vida.

O ciclo de vida do produto é composto por três tipos de clientes: os internos, os intermediários e os externos. A primeira tarefa é identificar os clientes ao longo do ciclo de vida. No Quadro 2 é exposto o ciclo de vida do secador de grãos e suas fases.

Fases do ciclo de vida	Clientes ao longo do ciclo de vida		
	Internos	Intermediários	Externos
Venda			Empresa terceira
Montagem		Empresa terceira	
Operação	CAMERA		
Manutenção	CAMERA		
Descarte	CAMERA		
Reciclagem			Empresa terceira

Quadro 2 - Clientes ao longo do ciclo de vida.

Na Figura 10 temos um fluxograma dos clientes ao longo do ciclo de vida que expressa de forma clara todo o ciclo do produto ao longo da sua vida.



Figura 10: Fluxograma dos clientes ao longo do ciclo de vida.

4.2.2 Avaliação das máquinas existentes no mercado

A pesquisa foi realizada em sites da internet com o intuito de verificar os principais fornecedores de secadores de grãos. A partir deste levantamento, obtiveram-se as principais características e componentes de cada secador, através dos catálogos técnicos dos produtos.

Todos os modelos comercializados no Brasil possuem características semelhantes, distinguindo-se apenas em acessórios, funcionamento e capacidade. A seguir estão representadas algumas empresas fornecedoras de secadores que provavelmente irão atender às necessidades do projeto.

4.2.2.1. Modelo: *process dryer* - GSI

Este secador da Figura 11 possui um sistema de secagem contínuo tipo coluna com fluxo cruzado e é projetado para gerar baixa emissão de partículas poluentes, baixo nível de ruído e menor consumo de energia por tonelada seca.



Figura 11: Secador *Process Dryer*. Fonte: GSI Brasil.

O equipamento possui coluna de grãos de 280 mm efetuando assim com rapidez a primeira etapa da secagem, sistema intercambiador de grãos, câmara de secagem com ambiente pressurizado, escadas e plataformas para melhor segurança do operador e ventilador de ar quente e frio.

Na Tabela 1 pode-se observar as especificações do Especificações secador *Process Dryer*.

Tabela 1
Especificações secador *Process Dryer*.

Modelo	Fornalha	Consumo de lenha (m ³ /h)	Soja 18% 14% AR (t/h)	Milho 18% 14% AR (t/h)	Milho 24% 14% AR (t/h)
C202	FD1300	0,6	18,8	13,1	5,3
C302	FD1300	0,9	28,1	19,7	7,9
C303	FD2000	1,4	42,2	29,5	11,8
C304	FD3000	1,8	56,3	39,4	15,8
C404	FD4000	2,8	75	52,5	21
C504	FD5000	3	93,8	65,6	26,3
C505	FD6000	3,8	112,5	78,8	31,5
C605	FD7500	4,6	135	94,5	37,8
C705	FD8500	5,3	157,5	110,3	44,1

Fonte: Adaptado de GSI Brasil.

4.2.2.2. Secadores contínuos DR – PAGÉ

O Secador contínuo, que pode ser visualizado na Figura 12 foi cuidadosamente desenvolvido obedecendo a critérios indispensáveis. Traz consigo um elevado desempenho, eficiência e facilidade de operação.



Figura 12: Secadores contínuos DR. Fonte: PAGÉ.

Possui uma construção metálica com chapa galvanizada e seu corpo principal é constituído de câmara de secagem e de resfriamento. O ar atravessa a camada de grãos duas vezes, promovendo a secagem e resfriamento respectivamente. Na Tabela 2 pode-se visualizar as especificações do secador de grãos PAGÉ.

Tabela 2
Especificações dos secadores contínuos DR.

Modelo	Produção nominal (t/h)	Carga estática		Pot. Ventilador (cv)	Mesa basculante	Descarga Mecânica	Pot. Descarga (cv)
		0,60 t/m ³	0,75 t/m ³				
SCC 20	20	19	26	1 x 15	1 x 1,5	1 x 1,0	2
SCC 25	25	20,5	28	1 x 20	1 x 1,5	1 x 1,0	2
SCC 30	30	23,5	32,5	1 x 25	1 x 1,5	1 x 1,0	3
SCC 40	40	30,5	41,5	1 x 30	1 x 1,5	1 x 1,0	4
SCC 50	50	41	56	2 x 20	1 x 1,5	1 x 2,0	7,5
SCC 60	60	48,5	66	2 x 25	1 x 1,5	1 x 2,0	7,5
SCC 70	70	55,5	76	2 x 30	1 x 1,5	1 x 2,0	7,5
SCC 80	80	58	79,5	2 x 40	1 x 1,5	1 x 2,0	7,5
SCC 100	100	74,5	101,5	3 x 30	1 x 1,5	1 x 2,0	10
SCC 125	125	87,5	119,5	3 x 40	1 x 1,5	1 x 2,0	15
SCC 150	150	109,5	149,5	4 x 40	1 x 2,0	1 x 2,0	15
SCC 200	200	131	179	5 x 40	1 x 2,0	1 x 2,0	20

Fonte: Adaptado de PAGÉ.

O secador trabalha com dois regimes, para cereal com índices de umidade baixos, ele opera em regime contínuo, enquanto para índices de umidade mais elevados opera em regime intermitente.

4.2.2.3. Secadores de Grãos de pequeno porte – Kepler Weber

Os secadores de pequeno porte apresentam capacidades que variam entre 10 e 30 t/h. Possuem a possibilidade de escolha entre secadores de torre de coluna e torre de cavalete e a escolha entre secagem com resfriamento ou sem. A secagem ocorre em 70 % da torre e no restante 30 %, ocorre o resfriamento do produto.

Os secadores possuem um sistema de reaproveitamento de ar, onde o ar que sai do resfriamento do produto é reaproveitado na secagem economizando assim energia. Na Figura 13, um exemplo de um secador de pequeno porte da Kepler Weber.



Figura 13: Secador de grão pequeno porte. Fonte: Kepler Weber.

Na Tabela 3 são demonstradas as especificações do secador de cavalete de pequeno porte da Kepler Weber.

Tabela 3
Secadores de pequeno porte de torres de cavaletes.

Modelo	Capacidade (t/h)		Capacidade estática (m ³)	Vazão de ar (m ³ /h)	Potência do ventilador (kcal/h)	Energia necessária (kcal/h)	Consumo de combustível (kg/h)		
	Soja	Milho					Lenha	Diesel	Gás GLP
KW 10	10	8	21	31.000	1 x 10	580.000	207	59	46
KW 20	20	15	42	48.000	1 x 15	890.000	318	90	71
KW 30	30	23	55	72.000	1 x 25	1.330.000	475	135	106

Fonte: Adaptado de Kepler Weber.

Já na Tabela 4, observam-se as especificações do secador de coluna de pequeno porte da Kepler Weber.

Tabela 4
Secadores de pequeno porte de torre de coluna.

Modelo	Torre de Coluna								
	Capacidade (t/h)		Capacidade estática (m ³)	Vazão de ar (m ³ /h)	Potência do ventilador (kcal/h)	Energia necessária (kcal/h)	Consumo de combustível (kg/h)		
	Soja	Milho					Lenha	Diesel	Gás GLP
KW 10	10	8	15	31.000	1 x 10	580.000	207	59	46
KW 20	20	15	29	63.500	1 x 20	1.180.000	421	120	94
KW 30	30	23	37	85.000	1 x 30	1.570.000	561	159	125

Fonte: Adaptado de Kepler Weber.

4.2.2.4. Secadores de grãos de médio porte – Kepler Weber

Os secadores de médio porte da Kepler Weber apresentam capacidade entre 40 e 100 t/h, com possibilidade de torres de secagem de colunas e cavaletes.

Os secadores de coluna possuem calhas que direcionam o produto para uma única calha, são auto-limpastes, evitam acúmulo de sujidades e secam produtos com até 4 % de impurezas. Proporcionam secagem homogênea e boa eficiência energética.

Na Figura 14, um exemplo de um secador de pequeno porte da Kepler Weber.



Figura 14: Secador de grão médio porte. Fonte: Kepler Weber.

Os secadores de cavaletes possuem dutos em forma de “v” invertido, permitindo uma elevada eficácia energética e alta capacidade estática. Os mesmos são indicados para produtos com até 1% de impurezas.

Possuem também a escolha de secagem com ou sem resfriamento, em coluna inteira recirculada. Também possuem um sistema de reaproveitamento de ar, onde o ar que sai do resfriamento do produto é reaproveitado na secagem, reduzindo assim os custos. Eles são destinados a cooperativas, empresas e produtores de médio porte.

Nas Tabela 5 e 6 pode-se observar as especificações dos secadores de médio porte da Kepler Weber, divididos entre secadores de cavalete e de coluna.

Tabela 5
Secador de médio porte de torre de cavalete.

Torre de Cavalete									
Modelo	Capacidade (t/h)		Capacidade estática (m ³)	Vazão de ar (m ³ /h)	Potência do ventilador (kcal/h)	Energia necessária (kcal/h)	Consumo de combustível (kg/h)		
	Soja	Milho					Lenha	Diesel	Gás GLP
KW 40	52	93	89	91.000	2 x 15	2.380.000	850	241	189
KW 60	78	59	116	142.000	2 x 25	3.660.000	1307	370	290
KW 80	104	78	156	184.500	3 x 20	4.750.000	1696	480	337
KW 100	130	98	189	249.000	3 x 30	6.260.000	2271	644	505

Fonte: Adaptado de Kepler Weber.

Tabela 6
Secador de médio porte de torre de coluna.

Torre de Colunas									
Modelo	Capacidade (t/h)		Capacidade estática (m ³)	Vazão de ar (m ³ /h)	Potência do ventilador (kcal/h)	Energia necessária (kcal/h)	Consumo de combustível (kg/h)		
	Soja	Milho					Lenha	Diesel	Gás GLP
KW 40	52	39	62	123.000	2 x 20	3.220.000	1150	326	256
KW 60	78	59	79	166.000	2 x 30	4.280.000	1529	433	340
KW 80	104	78	106	213.000	3 x 25	5.490.000	1961	556	436
KW 100	130	98	125	283.500	3 x 40	7.240.000	2586	733	575

Fonte: Adaptado de Kepler Weber.

4.2.3 Necessidades dos clientes

Para geração das especificações do secador de grãos, foi necessário conhecer a realidade do cliente. Foram realizadas entrevistas com os operadores e o gerente da unidade de recebimento onde, através de uma entrevista (Apêndice A) no dia 28 de maio de 2012, foi possível verificar os requisitos dos clientes, bem como as características da empresa, levando em conta a capacidade e produtos armazenados. As principais necessidades identificadas são:

- O equipamento deverá ser operado apenas com 1 operador;
- Deverá operar a lenha e se possível possuir fontes alternativas de energia;
- Possuir dimensões máximas de 5,6 x 18 m para atender as dimensões reservadas para um secador na unidade;
- Deverá processar todos os produtos recebidos na unidade que são milho, soja e trigo;
- Deverá trabalhar com um baixo nível de poluição, pois esta localizado próximo a residências;
- Deverá ter um baixo custo de manutenção durante sua vida útil;
- Deverá estar dentro do valor estabelecido no escopo do projeto;
- Deverá possuir qualidade e durabilidade durante a sua vida útil;
- Deverá ter baixo índice de manutenção durante sua operação;
- Deverá ter fácil instalação e manutenção;
- Deverá ter capacidade de processar 25 mil sacos por dia;
- Deverá oferecer segurança;
- Deverá possuir baixo custo de reciclagem.

4.2.4 Desdobramento das necessidades em requisitos do cliente

Através da identificação das necessidades dos clientes, buscou-se levantar os requisitos dos clientes de cada fase do ciclo de vida.

Baseado nas afirmações anteriores, o projeto da geração das especificações busca aplicar a metodologia proposta, com o objetivo de delimitar os requisitos do cliente visando assim a melhor delimitação das necessidades que o projeto de produto deve possuir.

O estudo das respostas dos questionários permitiu que fossem levantadas as necessidades do cliente. O estudo e o desdobramento dessas declarações de

necessidades permitiram o estabelecimento dos requisitos dos clientes, conforme demonstra o Quadro 2.

O estudo e a caracterização dos requisitos dos clientes foram os primeiros procedimentos adotados no estabelecimento dos requisitos do projeto. Para tanto, cada um dos requisitos do cliente listados no Quadro 2 foi analisado até que os seus atributos principais fossem identificados ou, então, que alguma característica intrínseca fosse encontrada. A lista dos atributos dos requisitos do cliente resulta dessa análise que também permite um melhor entendimento de cada um dos requisitos.

Cliente/ Fase do ciclo de vida	Requisitos dos clientes
Venda	1- Estar dentro do valor estabelecido
	2- Possuir qualidade
	3- Ter elevada durabilidade
Montagem	4- Fácil instalação
	5- Tamanho máximo de 5,6 x 18m
Operação	6- Oferecer segurança
	7- Possuir boa resistência ao desgaste
	8- Alto rendimento
	9- Capacidade de processar 25 mil sacos /dia
	10- Baixa emissão de poluentes
	11- Processar milho, soja e trigo
	12- Necessidade de 1 operador
13- Secador a lenha	
Manutenção	14- Baixo índice de manutenção
	15- Manutenção de baixo custo
	16- Fácil manutenção
Descarte	17- Produtos não agressivos ao meio ambiente
Reciclagem	18- Possuir baixo custo de reciclagem

Quadro 2 – Requisitos dos Clientes conforme proposta de Fonseca (2000).

4.2.5 Definições dos requisitos de projeto

O conhecimento adquirido através do estudo e da caracterização dos requisitos do cliente permitiu que eles fossem confrontados, um a um, com a classificação dos requisitos de projeto estabelecidas. O último nível da classificação utilizada serviu

como lista de verificação, o que facilitou a conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto, auxiliando também na geração de uma lista ampla, na qual se procurou a inclusão de requisitos pertinentes em todas as instâncias consideradas na classificação.

Com o resultado dessa comparação sistemática, foram obtidos 17 requisitos de projeto. Embora os requisitos assim obtidos possam estar completos, eles foram analisados, conforme o proposto, para que a lista final tivesse as características desejáveis em uma especificação de projeto. Todavia, todos os requisitos listados no Quadro 2 são desejáveis, razão pela qual foram considerados.

Através da Figura 15 é possível verificar os atributos gerais do projeto de produto, visto que os mesmos são desmembrados através das especificações necessárias de cada aspecto do projeto de produto, assim visando às completas necessidades do projeto do secador.

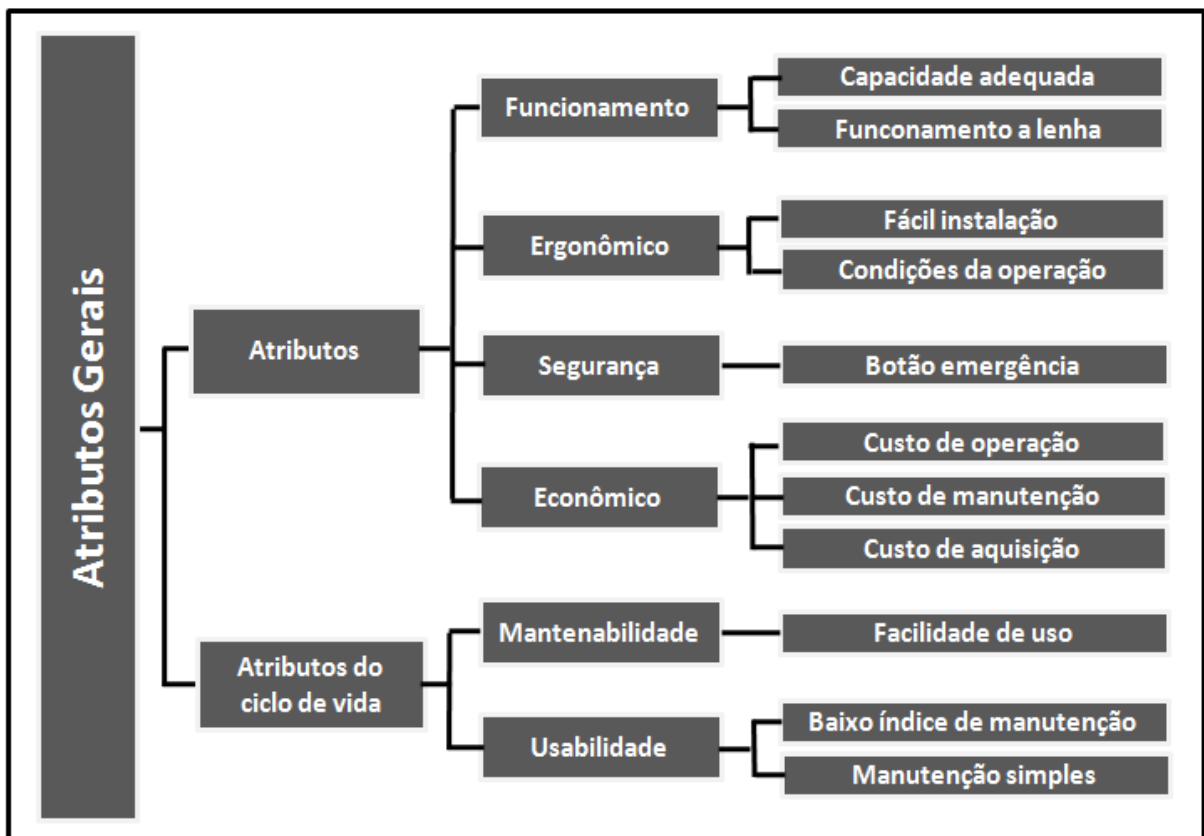


Figura 15: Atributos Gerais.

Na Figura 16 é possível verificar os atributos específicos do equipamento que estão especificados através do fluxograma.

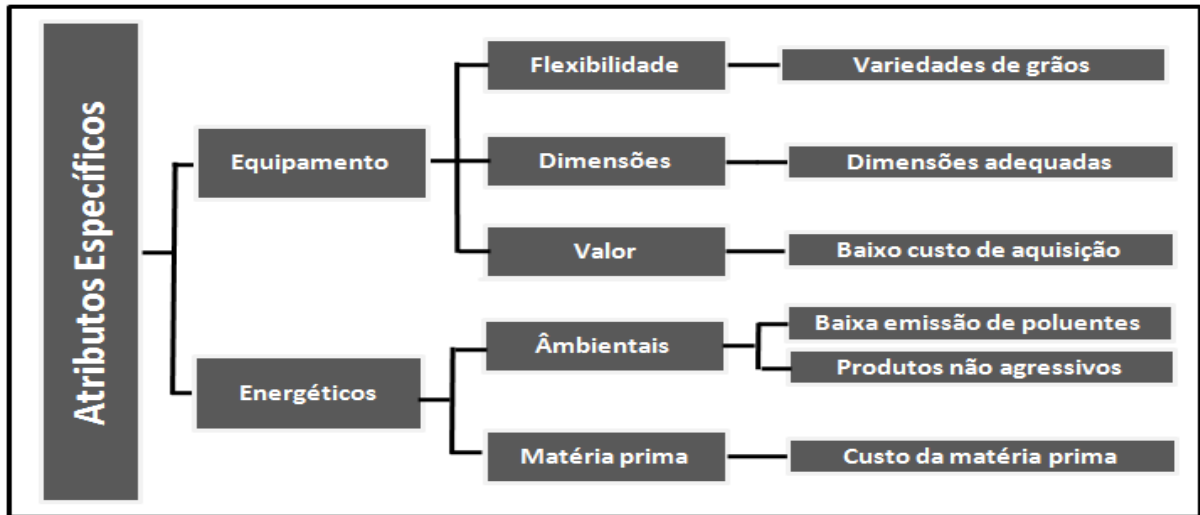


Figura 16: Atributos específicos.

4.2.6 Valoração dos requisitos dos clientes

A avaliação do grau de importância relativa das funções do produto é realizada com a aplicação do diagrama de Mudge conforme apresentado na Figura 17. Esta avaliação é obtida através da comparação direta entre duas funções, de modo a avaliar qual destas é mais importante. Esta comparação proporcionará respostas gerando em consideração o grau de importância da necessidade da função no projeto de produto a ser desenvolvido.

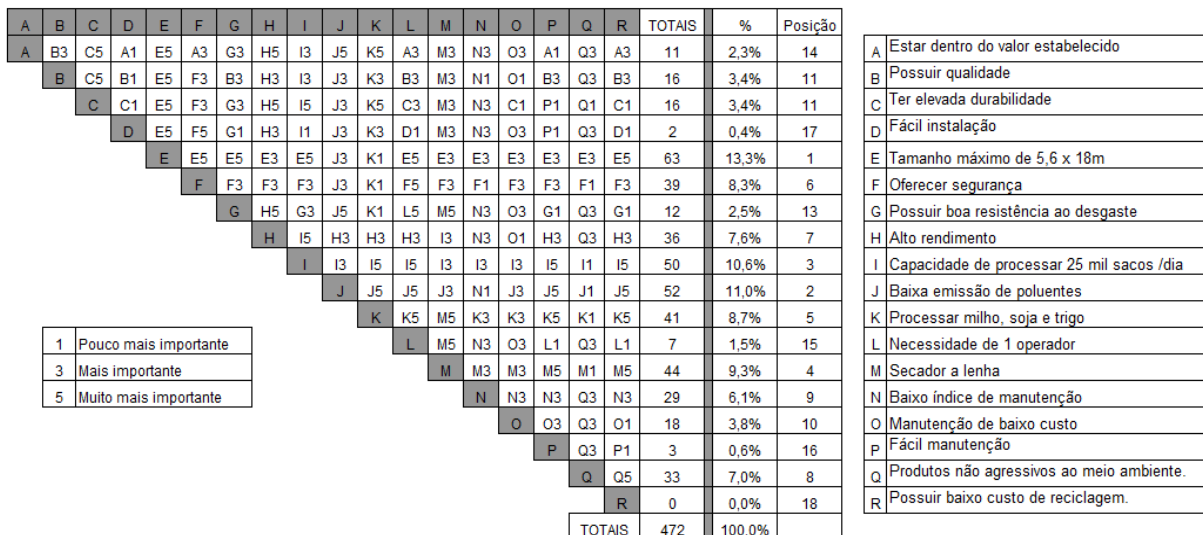


Figura 17: Diagrama de Mudge.

Através das propostas acima aplicadas, foi possível delimitar aspectos fundamentais no processo de projeto de produto, e os valores atribuídos aos requisitos dos clientes foram levados a uma escala de mais fácil compreensão. Procurou-se agrupar uniformemente os requisitos dentro das classes. Os dezoito tópicos foram analisados criteriosamente, assim buscando encontrar os mais importantes no projeto de produto a ser desenvolvido. No Quadro 3 estão expressos os requisitos dos clientes em ordem de importância levando em conta a classificação gerada no Diagrama de Mudge.

Hierarquização	Percentual (%)	Requisitos dos clientes
1	13,3%	Tamanho máximo de 5,6 x 18m
2	11%	Baixa emissão de poluentes
3	10,6%	Capacidade de processar 25 mil sacos /dia
4	9,3%	Secador a lenha
5	8,7%	Processar milho, soja e trigo
6	8,3%	Ofereça segurança
7	7,6%	Alto rendimento
8	7%	Produtos não agressivos ao meio ambiente
9	6,1%	Baixo índice de manutenção
10	3,8%	Manutenção de baixo custo
11	3,4%	Possuir qualidade
12	3,4%	Ter elevada durabilidade
13	2,5%	Possuir boa resistência ao desgaste
14	2,3%	Estar dentro do valor estabelecido
15	1,5%	Necessidade de 1 operador
16	0,6%	Fácil manutenção
17	0,4%	Fácil instalação
18	0%	Possuir baixo custo de reciclagem

Quadro 3 – Valoração dos requisitos dos clientes.

4.2.7 Hierarquização dos requisitos do projeto

Este processo é possível através do sistema QFD, que é um método sistemático de projetar a qualidade de um produto ou serviço onde pode-se expressar assim as necessidades do cliente e transformá-las em características do produto.

Tomando por base o conceito acima, procurou-se desenvolver a matriz da casa da qualidade da Figura 18, onde é possível observar os relacionamentos entre os requisitos dos clientes e os requisitos de projeto.

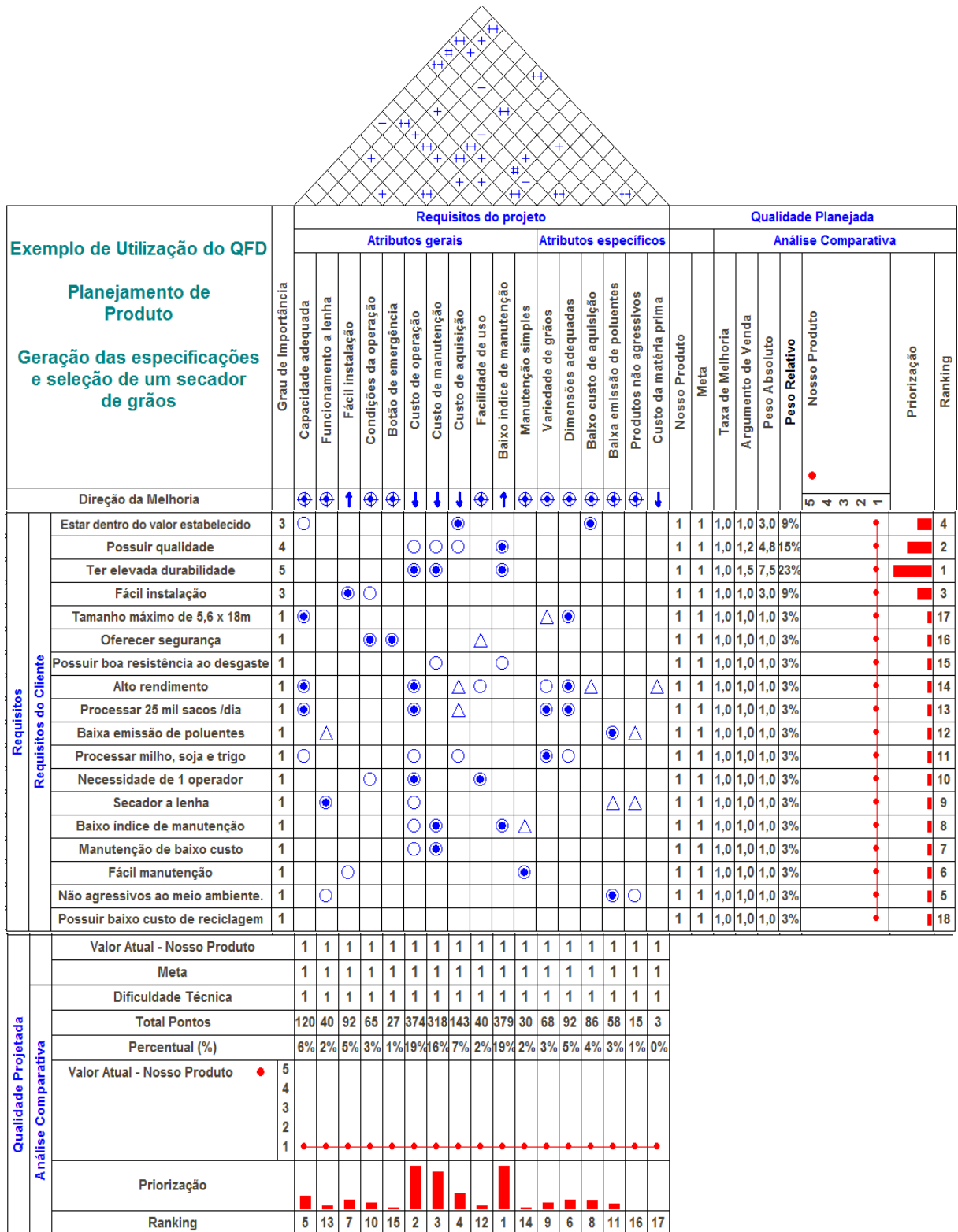


Figura 18: QFD Matriz da Casa da Qualidade. Fonte QFD, 2012.

No Quadro 4 temos a hierarquização dos requisitos do projeto, onde os mesmos foram postados em ordem decrescente.

Hierarquização	Percentual (%)	Requisitos do projeto
1	19%	Baixo índice de manutenção
2	19%	Custo de operação
3	16%	Custo de manutenção
4	7%	Custo de aquisição
5	6%	Capacidade adequada
6	5%	Dimensões adequadas
7	5%	Fácil instalação
8	4%	Baixo custo de aquisição
9	3%	Variedade de grãos
10	3%	Condições da operação
11	3%	Baixa emissão de poluentes
12	2%	Facilidade de uso
13	2%	Funcionamento a lenha
14	2%	Manutenção simples
15	1%	Botão de emergência
16	1%	Produtos não agressivos
17	0%	Custo da matéria prima

Quadro 4 – Hierarquização dos requisitos do projeto.

4.2.8 Definição das especificações do projeto

As especificações do projeto são o referencial das principais características que o produto selecionado deve possuir. Essa parte do projeto permite a comparação das alternativas geradas com o valor meta, forma de avaliação e os aspectos indesejados.

As especificações do projeto foram geradas levando-se em conta três pontos, as atribuições de co-relação a cada requisito, as avaliações desses valores e as considerações de aspectos indesejados. Essas especificações foram apresentadas de acordo com os requisitos do produto descritos no decorrer do projeto.

No Quadro 5, se postam as especificações do projeto, em ordem de importância, levando em conta a matriz QFD.

Requisito	Valor meta	Forma de avaliação	Aspectos indesejados
Baixo índice de manutenção	1	Análise dos secadores do mercado	Elevadas paradas e quebras do equipamento
Custo de operação	1	Análise dos secadores do mercado	Elevado custo da operação do equipamento
Custo de manutenção	1	Análise dos secadores do mercado	Itens para reposição caros ou distantes
Custo de aquisição	1	Análise dos preços e propostas	Selecionar um secador com custo de aquisição elevado
Capacidade adequada	Processar 25 mil sacos /dia	Análise dos secadores do mercado	Não atender a demanda da unidade de recebimento
Dimensões adequadas	Tamanho máximo de 5,6 x 18 m	Análise dos secadores do mercado	Não possuir espaço para instalação
Fácil instalação	1	Análise dos secadores do mercado	Acidente com operadores
Baixo custo de aquisição	Valor máximo R\$200.000,00	Análise dos secadores do mercado	Passar do valor estipulado
Variedade de grãos	Processar milho / soja / trigo	Análise dos secadores do mercado	Não atender a demanda de recebimento da unidade
Condições da operação	1100 mm	Análise dos secadores do mercado	Infringir legislação
Baixa emissão de poluentes	1	Análise dos secadores do mercado	Infringir legislação
Facilidade de uso	1	Análise dos secadores do mercado	Dificuldade de operação / regulagem
Funcionamento a lenha	1	Análise dos secadores do mercado	Não possuir matéria prima
Manutenção simples	1	Análise dos secadores do mercado	Dificuldade na manutenção
Botão de emergência	1	Análise dos secadores do mercado	Infringir legislação
Produtos não agressivos	1	Análise dos secadores do mercado	Infringir legislação
Custo da matéria prima	1	Análise dos secadores do mercado	Elevado custo da matéria prima

Quadro 5 – Especificações do projeto.

4.3 SELEÇÃO DO SECADOR DE GRÃOS

A seleção do secador baseou-se nas especificações do projeto geradas na fase informacional. Para dar início a escolha, foram selecionados três modelos de secadores como base nos volumes máximos de recebimento, conforme a Tabela 7.

Tabela 7
Volume do recebimento de grãos.

Produto	Soja	Milho	Trigo
Volume máximo diário	900 t	1500 t	600 t

Levou-se em conta o volume máximo diário de cada grão dividido em dois turnos de trabalho de 8,8 horas. Através desse cálculo, chegou-se a uma capacidade necessária por hora expressa na Tabela 8. Com base nesses resultados selecionaram-se os secadores das Tabelas 9, 10, 11.

Tabela 8
Volume de processamento necessário.

Produto	Soja	Milho	Trigo
Volume processado em 17,6 horas (2 turnos)	51,13 t/h	85,22 t/h	34,09 t/h

Na Tabela 9 as especificações do modelo C605 da marca GSI. É um secador contínuo tipo coluna com fluxo cruzado.

Tabela 9
Secador de médio porte contínuo tipo coluna com fluxo cruzado.

Modelo	Fornalha	Consumo de lenha (m ³ /h)	Soja 18% 14% AR (t/h)	Milho 18% 14% AR (t/h)
C605	FD7500	4,6	135	94,5

Fonte: Adaptado de GSI Brasil.

Na Tabela 10, podem-se visualizar as especificações do modelo SCC 100 da marca PAGÉ. Trata-se de um secador contínuo.

Tabela 10
Secador de médio porte contínuo.

Modelo	Produção nominal (t/h)	Carga estática		Pot. Ventilador (cv)	Mesa basculante	Descarga Mecânica	Pot. Descarga (cv)
		0,60 t/m ³	0,75 t/m ³				
SCC 100	100	74,5	101,5	3 x 30	1 x 1,5	1 x 2,0	10

Fonte: Adaptado de PAGÉ.

Na Tabela 11, são apresentadas as especificações do modelo KW 100 da marca Kepler Weber. Trata-se de um secador de torre de Colunas.

Tabela 11
Secador de médio porte de torre de coluna.

Torre de Colunas									
Modelo	Capacidade e (t/h)		Capacidade estática (m ³)	Vazão de ar (m ³ /h)	Potência do ventilador (kcal/h)	Energia necessária (kcal/h)	Consumo de combustível (kg/h)		
	Soja	Milho					Lenha	Diesel	Gás GLP
KW 100	130	98	125	283.500	3 x 40	7.240.000	2586	733	575

Fonte: Adaptado de Kepler Weber.

Dando seqüência à seleção, verificou-se quais especificações do projeto cada secador selecionado atende. No Quadro 6 apresenta-se a comparação dos três secadores com as especificações.

(continua)

Requisito	Kepler Weber Torre de Colunas KW 100	PAGÉ Secadores Contínuo/ intermitente SCC 100	GSI Contínuo tipo coluna com fluxo cruzado C605
Baixo índice de manutenção	Possui baixo índice de manutenção	Possui baixo índice de manutenção	Possui baixo índice de manutenção
Custo de operação	Valor não informado - Boa eficiência energética reaproveitamento do ar que sai do resfriamento com redução de custos	Valor não informado - Elevado desempenho e eficiência / baixo consumo de energia	Valor não informado - Menor consumo de energia por tonelada seca / rapidez a primeira etapa da secagem

(continua)

Custo de manutenção	Valor não informado – Possuem assistência técnica em todo território brasileiro	Valor não informado - Fabricado em chapa galvanizada, evita a oxidação e garante maior durabilidade, resultando em uma redução no custo de manutenção / Possuem assistência técnica em todo território brasileiro	Valor não informado - Possui assistência técnica em todo território brasileiro
Custo de aquisição	Valor não informado	Valor não informado	Valor não informado
Capacidade adequada	Milho 130 t/h, Soja 98 t/h	Capacidade de 100 t/h	Soja 18% 14% AR 135 t/h - Milho 18% 14% AR 94,5t/h
Dimensões adequadas	Valor não informado	6,982 m x 18, 939m	Valor não informado
Fácil instalação	Possui fácil instalação	Possui fácil instalação	Possui fácil instalação
Baixo custo de aquisição	Valor não informado	Valor não informado	Valor não informado
Variedade de grãos	Milho, soja, trigo	Milho, soja, trigo	Milho, soja, trigo
Condições da operação	Escada de acesso interno e externo que atendem as normas de segurança, com pisos anti derrapantes, rodapé, guarda – corpo trava queda e plataformas intermediárias.	Não informado	Escadas e plataformas para melhor segurança do operador
Baixa emissão de poluentes	Baixa emissão de material particulado no ambiente com captadores de partículas que são coletadas através de um ciclone	Não informado	É projetado para produzir baixa emissão de partículas poluentes / baixo nível de ruído
Facilidade de uso	Oferece capacitação técnica	Oferece capacitação técnica	Oferece capacitação técnica
Funcionamento a lenha	Operação a lenha / diesel / gás GLP	Operação a lenha	Operação a lenha
Manutenção simples	Possui assistência técnica e rede de distribuição em todo território brasileiro	Possui assistência técnica e rede de distribuição em todo território brasileiro	A assistência Técnica e Pós-Venda da GSI são oferecidas em todas as regiões do Brasil
Botão de emergência	Possui botão de emergência / alarme de segurança	Possui botão de emergência	Possui botão de emergência
Produtos não agressivos	Não agressivos ao meio ambiente	Não agressivos ao meio ambiente	Não agressivos ao meio ambiente

(conclusão)

Custo da matéria prima	R\$ 298,38/h	Valor não informado	R\$ 207,00/h
------------------------	--------------	---------------------	--------------

Quadro 6 – Quadro de seleção do secador de grãos.

4.3.1 Secador selecionado

Com base no Quadro 6 optou-se pela escolha do secador Kepler Weber Torre de Colunas KW 100, pois ele melhor atende as especificações do projeto perante os outros secadores de grãos. Na seqüência, as principais especificações e na Figura 19 do modelo da Kepler Weber de Torre de Colunas KW 100 (KEPLER WEBER, 2012):



Figura 19: Secador de grão médio porte. Fonte: Kepler Weber.

Torre de Secagem: É constituída por um conjunto de painéis modulares em aço que seguem a norma NBR 7008, possui colunas perpendiculares ao escoamento de grãos que oferece alto desempenho no fluxo de ar e homogeneidade na secagem, fluxo de ar do tipo misto garantindo assim secagem mais eficiente, com menor choque térmico e menor quebra do grão.

Torre de Colunas: São calhas direcionadoras auto-limpantes, possibilitando a formação de uma coluna única de produto e secar produtos com até 4% de impurezas com homogeneidade e com boa eficiência energética.

Ventiladores: Possuem ventiladores axiais em hélice de alumínio fundido, e são dimensionados de acordo com as normas internacionais: AMCA 210/74 (determinação de performance) e AMCA 300/67 (determinação de ruído).

Captação de partículas: O sistema é composto de uma série de aletas que direcionam as partículas para as paredes onde são coletadas por um ciclone auxiliar esse sistema permite ajustar a eficiência do sistema de acordo com as condições ambientais e do produto.

Fluxo de ar: O ar de saída do resfriamento é reutilizado na secagem da câmara superior, utilizando a energia absorvida durante o resfriamento, o que resulta em uma considerável economia de energia e potência dos ventiladores.

Escadas e Plataformas: Possui escadas de acesso interno e externo, atendendo às normas de segurança: pisos com rodapé, guarda-corpo, peitoril, trava-quedas e plataformas de descanso.

Quadro de comando: O sistema possibilita um controle preciso da temperatura do ar de secagem e da descarga do produto, grande economia de energia, melhor aproveitamento da capacidade de secagem, redução de riscos de incêndio e evita erros de operação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez decorridas as etapas do projeto, seguidas conforme uma sólida e confiável metodologia, foi possível selecionar a concepção mais plausível às necessidades de trabalho junto a empresa de recebimento de grãos da CAMERA situada em Vila Pitanga - RS.

O desenvolvimento do trabalho baseou-se nos requisitos do cliente, requisitos do projeto e com base na revisão da literatura, que trouxe informações importantes para a seleção do equipamento. Através das pesquisas obteve-se um conhecimento dos produtos disponíveis no mercado, suas características e também definiram-se as principais necessidades do cliente. Essas informações foram de fundamental importância para a correta seleção do secador, visando apresentar a melhor proposta para atender a forma mais adequada às necessidades do mesmo.

As ferramentas utilizadas nas etapas de desenvolvimento de projeto promoveram a adequada definição das necessidades, bem como os requisitos dos clientes, e trouxeram à seleção da concepção mais adequada às necessidades, eliminando a escolha inadequada por preferência do autor.

Chegando ao final e apresentando a seleção do secador pode-se concluir que os objetivos foram alcançados, tanto os práticos como os teóricos, pois os conhecimentos adquiridos nas várias áreas da engenharia mecânica foram aplicados e a seleção do equipamento adequado à unidade foi realizado.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A fim de dar seqüência a esse trabalho, sugerem-se os seguintes trabalhos futuros:

- Levantamento dos custos operacionais logísticos do processo atual;
- Levantamento dos custos operacionais do secador de torre de colunas KW 100;
- Avaliação da viabilidade da instalação do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRELLA, W.D.; BRAGATTO, S.A. **Otimização do Sistema de Armazenamento de Grãos:** Um estudo de caso. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2001_TR21_0163.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2012.

CAMERA S.A. (2012). **Casas CAMERA.** Disponível em: <<http://www.camera.ind.br/agricultura/casas.php>>. Acesso em: 01 maio 2012.

CARVALHO, S.M. **Produtividade agrícola e cidades pequenas.** Disponível em: <http://www.dge.uem.br/semana/eixo4/trabalho_3.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2012.

CARRERA, A.M. **A competitividade através da estratégia logística.** Disponível em: <http://www.ogerente.com.br/img_artigos/logistica/artigo_logistica_marcelo_carreira.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2012.

CHAGAS, P.M.G. **Sistematização da avaliação do processo de projeto de produtos utilizando Gates.** Tese (Mestre em Engenharia), UFSC, Florianópolis, 2004.

FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de elaboração das especificações de projetos industriais e sua implementação computacional.** Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), UFSC, Florianópolis, 2000.

GSI Brasil (2012). **Process.** Disponível em: <http://www.gsibrasil.ind.br/produtos/index.php?areas_id=26&produtos_categorias_id=19&id=104>. Acesso em: 01 maio 2012.

KEPLER WEBER (2012). **Secadores.** Disponível em: <[_____. \(2012\). **Secadores de grãos.** Disponível em: <<http://www.kepler.com.br/view/pt/prodCategoria.aspx?idSegmento=1&idCategoria=5>>. Acesso em: 01 maio 2012.](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:nA3WfWDGQ24J:www.kepler.com.br/view/download.aspx?tabela%3DDDW_LITERATURA%255C%26arquivo%3DLiteraturas_6_file.pdf+20897+-+cat+secadores+port&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEsJvPLPj9QB331uYLobB7kjWcmdYD0o04GAXRZx96hfcAdEBnlz0Kr1XqYS3D-I-FSgj6SWzNfNalqzfWIV9zWBz0D2mM8-1ldbQ-QAljHz0RA2XSgGF8VacZVkmheQAniLVMqwu&sig=AHIEtbQLVFz7AZ26miPKq3FtjBaw6cL99g>>. Acesso em: 01 maio 2012.</p>
</div>
<div data-bbox=)

MILMAN, J.M. **Equipamentos para pré- processamento de grãos.** Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPEL, 2002.

OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetados.** Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), UFSC, Florianópolis, 1999.

PAGE (2012). **Secadores Contínuo DR.** Disponível em: <<http://www.indpage.com.br/?cha=cat&idpro=14&id=5&men=2&idioma=por>>. Acesso em: 01 maio 2012.

PARK, J.K. et al. **Conceitos de processos e equipamentos de secagem**. 2007. Dissertação - Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/concproceqsec_07.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2012.

_____. **Seleção de processos e equipamentos de secagem**. 2006. Palestra - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/selprcequipsec.pdf>>. Acesso em: 4 mar. 2012.

QFD, software versão 1.1 – FREE. Disponível em: www.qfd.com.br. Acesso em : 12 de outubro de 2012.

ROMANO, N. L. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), UFSC, Florianópolis, 2003.

SILVA, S.J.; AFONSO, L.D.A.; DONZELLES, L.M.S. **Secagem e Secadores**. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/defers/docentes/mauricio/pdf/Zocoler/cap5.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2012.

WEBER, A.E. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. Panambi: Salles, 2005.

APÊNDICE A

Para identificação das reais necessidades da empresa objeto de estudo, foi realizada uma entrevista junto aos operadores e gerente da unidade de recebimento de grãos de Vila Pitanga – RS. A entrevista foi composta pelas seguintes perguntas, e os resultados foram utilizados para o direcionamento do projeto.

Qual é o valor máximo do investimento?

Qual é a capacidade que o equipamento deve possuir?

Quais são os tipos de produtos que o equipamento deve processar?

Qual é o nível de poluição aceitável para o equipamento operar na região instalada?

Quais são as principais preocupações após a instalação do equipamento?

Quais as dimensões que o equipamento deve possuir?

Que tipo de combustível o equipamento deve utilizar?

Quais os outros requisitos desejáveis para o equipamento?