



**FACULDADE HORIZONTINA**

**LUCAS ANDRÉ SARTOR**

**PROJETO DO PRODUTO DE UMA ESTEIRA ROLANTE  
METODOLOGICAMENTE DIMENSIONADO E ADEQUADO AO USO  
E AO MERCADO**

**HORIZONTINA**

**2016**

**FACULDADE HORIZONTALINA**  
**Curso de Engenharia Mecânica**

**LUCAS ANDRÉ SARTOR**

**PROJETO DO PRODUTO DE UMA ESTEIRA ROLANTE  
METODOLOGICAMENTE DIMENSIONADO E ADEQUADO AO USO  
E AO MERCADO**

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 Horizontalina.

ORIENTADOR: Jakson Bartz, especialista.

**HORIZONTALINA-RS**

**2016**



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

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“Projeto do Produto de uma Esteira Rolante Metodologicamente Dimensionado e Adequado ao uso e ao Mercado”**

**Elaborada por:**

**Lucas André Sartor**

**Aprovado em: 28/11/2016  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Especialista. Jackson Luis Bartz  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Ms. Sirnei Cesar Kach  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Ms. João Batista Soares Coelho  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**HORIZONTINA- RS  
2016**

## **DEDICATÓRIA**

Em um primeiro momento dedico este trabalho aos meus pais, que me inspiraram a compreender melhor os desafios que temos que enfrentar e visualizar o melhor caminho a ser trilhado, com valores e princípios que nos dão sustentação para sermos o mais justo possível.

Dedico de coração aos meus mestres que com competência e extraordinária capacidade buscaram sempre me auxiliar em todos os momentos e me proporcionaram muitas lições e desafios que contribuíram para a minha caminhada até aqui.

À minha irmã e minha namorada, que estiveram presentes de forma amorosa, especial e compreensiva para entender que o importante é caminhar juntos, acreditando que temos que enfrentar todos os desafios, e são eles que nos tornam mais fortes e nos motivam a nos desafiar mais cada vez mais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por, mais uma vez, me proporcionar esse momento de buscar novos conhecimentos, de ter me dado forças nos momentos mais desafiadores desta caminhada, e por me conceder a graça da vida.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, por eles terem passado a mim todos os ensinamentos e conhecimentos, sendo a base fundamental para essa caminhada; a minha irmã e minha namorada, que com muita paciência, compreenderam os momentos em que tiveram que me auxiliar nesta etapa, com tranquilidade e serenidade para superar as dificuldades.

À empresa John Deere do Brasil, que através de seus representantes, me incentivaram, me apoiaram e me auxiliaram, mais uma vez, na busca de novos conhecimentos.

Aos amigos e colegas pelas oportunidades de compartilhar conhecimentos e experiências, trocando ideias e sugestões que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho.

## RESUMO

Inúmeros são os fatores que influenciam a não fabricação correta do produto esteira rolante para sacaria dentro de pequenas indústrias no ramo de trabalho. Por ser um produto de domínio público, já há muito tempo sendo usado, tem suas características alteradas por cada fabricante, e não teve um correto estudo de projeto de produto que o atualizasse em adequações ao momento logístico e às normas de segurança. Ao se considerar a importância de seu uso, o mercado procura por equipamentos cada vez mais aptos a atender cada necessidade determinada por um dado processo. Com este intuito, o presente trabalho traz como principal objetivo desenvolver uma sequência objetiva para obter um projeto do produto metodologicamente dimensionado e adequado ao uso e ao mercado, trazendo consigo corrigir dimensionamentos empíricos e adquirir ao produto um sistema de deslocamento vertical com agilidade no processo. A partir desse modelo, desenvolveu-se o uma sequência de planejamento, análises e ações do ponto de vista de engenharia para configuração do equipamento, seguindo a metodologia de projeto do produto do autor Baxter. Com esses dados, desenvolveu-se uma esteira transportadora de sacaria, a qual foi desenhada e simulada eletronicamente por meio de um software, onde foi dimensionada visando ser um equipamento ágil, de fácil operação e capaz de ocupar um espaço que não o torne grande suficiente a dificultar o armazenamento e movimentação, além de movimentar sacos de soja por 05 metros, possibilitar elevá-los a uma altura regulável de até 3 metros, e possuir uma capacidade de carga 05 sacos simultaneamente onde os resultados se mostraram eficientes quando ao final do trabalho foi comparado com um produto já existente no mercado.

**Palavras-chave:** Esteira rolante. Componentes. Dimensionamento.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do Projeto Conceitual.....	12
Figura 2 - Conteúdos da especificação de oportunidades .....	13
Figura 3 - Fatores de Qualidade. ....	15
Figura 4 - Diagrama de desdobramento da função qualidade .....	16
Figura 5 - Matriz de conversão ou de relação .....	17
Figura 6 - Comparação com produtos concorrentes.....	18
Figura 7 - Classificação de maquinas de levantamento.....	21
Figura 8 - Matriz da qualidade .....	26
Figura 9 - Velocidade máxima recomendada em m/s .....	27
Figura 10 - Ângulos e distâncias para cálculo da capacidade do transportador .....	28
Figura 11 - Largura da correia de acordo com o plano e o ângulo de acomodação do material .....	29
Figura 12 - Fator de correção da capacidade de um transportador devido à inclinação ( $\lambda$ ).....	29
Figura 13 - Fator A – Tipo de serviço .....	30
Figura 14 - Fator B – Características do material.....	31
Figura 15 - Gráfico para a escolha da série de roletes.....	31
Figura 16 - Espaçamento entre os roletes.....	32
Figura 17 - Barra que sofre maior esforço.....	34
Figura 18 - Esquema de Momento da Esteira.....	35
Figura 19 - Sistema de Reboque.....	36
Figura 20 - Sistema fechado e pronto para transporte .....	37
Figura 21 - QFD do produto existente no mercado .....	40
Figura 22 - Matriz QFD Comparativo entre os produtos .....	41
Figura 23 - Matriz da qualidade para discussão dos pontos de melhoria .....	42
Figura 24 - Matriz da Qualidade do projeto de produto final.....	44
Figura 25 - Componentes da esteira transportadora .....	45
Figura 26 - Sistema de levantamento manual.....	45
Figura 27 - Esteira em respectivas dimensões.....	46

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Normas de Segurança e Ergonomia. ....	23
Quadro 2 - Normas referentes a máquinas de elevação e correias transportadoras .....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 TEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>4</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 PRINCÍPIOS DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1 FUNIL DE DECISÕES .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2 ETAPAS DO FUNIL DE DECISÕES .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.3 GERENCIAMENTO DAS ATIVIDADES DE PROJETO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.4 CONTROLE DE QUALIDADE DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO</b>	<b>10</b>
<b>2.1.5 METAS DE QUALIDADE .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 PROJETO CONCEITUAL .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.1 O PROCESSO DO PROJETO CONCEITUAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2 OBJETIVO DE PROJETO CONCEITUAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 PLANEJAMENTO DO PRODUTO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1 QUALIDADE DO PRODUTO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2.1 ETAPA 1. A CONVERSÃO DAS NECESSIDADES DO CONSUMIDOR .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.2.2 ETAPA 2. ANÁLISE DOS PRODUTOS CONCORRENTES.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 CONFIGURAÇÃO E PROJETO DETALHADO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4.1 ARQUITETURA DO PRODUTO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.2 MÁQUINAS DE ELEVAÇÃO E TRANSPORTE.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2.1 CLASSIFICAÇÕES DAS MAQUINAS E ELEVAÇÃO E TRANSPORTE.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.2.2 BENEFÍCIOS DE USO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.3 ESTEIRA TRANSPORTADORA .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.3.1 – COMPONENTES BÁSICOS .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5 NORMAS DE SEGURANÇA E ERGONOMIA .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	
<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>

<b>3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 PROJETO CONCEITUAL .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 PROJETO DETALHADO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 ANÁLISE DO PRODUTO DE AMOSTRA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5 REVISÃO E SUGESTÃO DE MELHORIA .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6 SUGESTÕES DO PROJETO DE PRODUTO .....</b>	<b>25</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 PROJETO CONCEITUAL .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.1 MATRIZ MORFOLÓGICA DO PROJETO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.2 MATRIZ DA QUALIDADE DO PROJETO.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 PROJETO TÉCNICO.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1 DIMENSIONAMENTO.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1.1 VELOCIDADE DA CORREIA .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1.2 CAPACIDADE VOLUMÉTRICA .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.1.3 CAPACIDADE DO TRANSPORTADOR .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.1.4 SELEÇÃO DE ROLETES .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.1.5 ESPAÇAMENTO ESTRE ROLETES.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.1.6 POTÊNCIA DE ACIONAMENTO .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.1.7 TENCIONAMENTO DA CORREIA.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.1.8 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.1.9 SISTEMA DE REBOQUE .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.1.10 SISTEMA ELÉTRICO.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 ANÁLISE DE ADEQUAÇÃO ÀS NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3.1 ANÁLISE DE RISCO .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4 COMPARATIVO DOS PRODUTOS.....</b>	<b>39</b>
<b>4.4.1 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO COMERCIAL .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4.3 MATRIZ DA QUALIDADE DO PRODUTO COMERCIAL .....</b>	<b>40</b>
<b>4.4.4 ANÁLISE DO PRODUTO PROJETADO E O PRODUTO COMERCIAL.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4.5 MATRIZ MORFOLOGICA DO PRODUTO PROJETADO X COMERCIAL</b>	<b>41</b>
<b>4.5 ANÁLISES DE RESULTADOS E SUGESTÕES DE MELHORIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>4.6 APRESENTAÇÃO DA SUGESTÃO DE PROJETO DE PRODUTO .....</b>	<b>43</b>
<b>4.6.1 MATRIZ MORFOLÓGICA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.6.2 MATRIZ DA QUALIDADE DO PROJETO DE PRODUTO FINAL.....</b>	<b>44</b>

<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE I - TABELA DE ANÁLISE MORFOLÓGICA .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE II - ANÁLISE DE RISCO.....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE III - MATRIZ MORFOLÓGICA DO PRODUTO COMERCIAL.....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE IV - MATRIZ MORFOLÓGICA COMPARANDO O PRODUTO PROJETADO X COMERCIAL .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE V - MATRIZ MORFOLÓGICA FINAL.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE VI - SISTEMA ELÉTRICO DA ESTEIRA ROL .....</b>	<b>55</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

Com a atual situação do competitivo mercado em que estamos inseridos, há grandes desafios com relação à logística de materiais, bem como a movimentação e transporte desses. Os equipamentos de elevação e transporte fazem grande diferença, pois, com o uso dos mesmos, se consegue reduzir tempo, o que possibilita transportar uma maior quantidade pelos mais variados locais.

A história de correias transportadoras começa na segunda metade do século XVII. Desde então, tem sido uma parte inevitável para transportes de materiais, sendo em 1795 um meio popular para transporte de materiais a granel. O sistema de correia transportadora e de trabalho era muito simples nos primeiros dias, possuíam uma cama de madeira lisa e um cinto que viajava sobre a cama de madeira. Logo, começaram a ser feitas de lona, couro ou borracha (TRATORAÇO, 2011).

Quando olhamos para o cenário de transporte de sacarias, nos deparamos com um ambiente cheio de possibilidades de melhorias, uma vez que ainda há locais onde o transporte de sacarias é feito manualmente, deixando de gerar mais lucros, além dos riscos à segurança das pessoas envolvidas no processo.

Com relação a ganhos concedidos pela utilização de um mecanismo de elevação de transporte, tem-se em mente o foco na segurança no ambiente de trabalho, fazendo com que o risco de acidentes de trabalho com funcionários fique reduzido. Juntamente com segurança na operação e produtividade, objetiva-se projetar uma esteira transportadora que efetue a locomoção de sacarias por uma distância de 5 metros, e uma elevação de até 3 metros, a fim de facilitar o processo anteriormente executado de maneira braçal, passando a função a uma máquina, reduzindo assim a fadiga do operador.

## **1.1 TEMA**

Tendo em mente que a indústria de esteiras rolantes para sacaria é um ramo amplo e diferenciado, o presente trabalho traz o desenvolvimento de uma sequência objetiva e metodológica, e o desenvolvimento de um projeto do produto de uma esteira rolante para sacaria com o adequado dimensionamento e adequação às normas

## **1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

O presente trabalho trará um projeto do produto que teve a base em Baxter, de uma esteira transportadora metodologicamente dimensionada conforme manual de dimensionamento e adequado ao uso e ao mercado com referências nas normas NR10, NR12 e NR31.

### **1.3 PROBLEMA DE PESQUISA**

Inúmeros são os fatores que influenciam a não fabricação correta do produto esteira rolante para sacaria dentro de pequenas indústrias no ramo de trabalho. Por ser um produto de domínio público, já há muito tempo sendo usado, tem suas características alteradas por cada fabricante, e não teve um correto estudo de projeto de produto que o atualizasse em adequações ao momento logístico e às normas de segurança.

### **1.4 OBJETIVO GERAL**

Tem-se como principal objetivo desenvolver uma sequência que permita obter um projeto do produto metodologicamente dimensionado e adequado ao uso e ao mercado, buscando corrigir falhas de dimensionamento e fornecendo ao produto um sistema de desolamento vertical com agilidade no processo.

### **1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

A partir do objetivo geral, surgiram os objetivos específicos que se seguem: Definir os dados necessários para elaboração do projeto; Verificação e adequação da esteira rolante para sacaria às normas NR10, NR12 e NR31; Comparação entre as soluções do produto dos concorrentes; Aplicação da metodologia de desenvolvimento do produto; Critérios de aprovação do protótipo.

### **1.6 JUSTIFICATIVA**

Pode se falar hoje com extrema preocupação das consequências de doenças provocadas por equipamentos de trabalho não adequados as normas ergonômicas e de segurança. Vê-se que as empresas devem buscar cada vez mais condições de trabalho seguras, pois é através destas ações que se obtém benefícios em favor de produtividade.

No entanto, as empresas precisam se tornar competitivas e é necessário que sejam adequadas às necessidades do mercado. Sabe-se que a produtividade e a qualidade estão interligados com o ambiente de trabalho e os equipamentos necessita atender as normas e adaptado ao funcionário, espaço em que estes passam a efetuar a atividade com conforto e eficiência.

Justifica-se então a vantagem de se ter uma esteira rolante para sacaria metodologicamente projetado e dimensionado dentro das normas NR10, NR12 e NR13, além de oferecermos um desenho detalhado do produto e oferecer um projeto competitivo no mercado.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Com o intuito de facilitar a compreensão do tema, destaca-se a seguir uma revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes e aplicáveis ao estudo em questão, para servir de base e nivelamento de conceitos para os interessados e envolvidos no projeto.

### 2.1 Princípios de desenvolvimento de novos produtos

No presente relatório, são apresentados subsídios referentes a temas relacionados ao desenvolvimento de novos projetos de produtos, bem como a identificação de fatores chaves para o bom desempenho do mesmo. (PAHL, FELDHUSEN e BEITZ. 2005)

Ao longo da história, o homem vem melhorando seus conhecimentos, buscando agir da melhor forma possível para atingir aos resultados planejados. Para construir o projeto de um novo produto, deve-se conviver com uma diversidade de ideias, exigências de mercado, bem como buscar conhecimentos que influenciam no processo de desenvolvimento e lançamento de um novo produto. (PAHL, FELDHUSEN e BEITZ. 2005)

Para Baxter (2003), diversos fatores determinam as diferença entre sucesso e fracasso no lançamento de novos produtos. Eles podem ser classificados em três grupos principais:

- **Orientação para o mercado:** considerado o fator mais importante, e provavelmente o mais óbvio, é o produto ter diferenciação em relação aos seus concorrentes no mercado, e apresentar aquelas características valorizadas pelos

consumidores, melhor qualidade e mais valor. Mas duas situações devem ser consideradas importantes:

1- Se a diferença em relação aos concorrentes for grande e se você pretende focalizar algum aspecto particular do produto, deve dirigi-lo para as necessidades de mercado;

2- se você consegue identificar apenas pequenas diferenças no novo produto, talvez seja melhor eliminá-lo durante a fase de desenvolvimento, pois há grande possibilidade de fracasso comercial. Outro fator que contribui é antecipar o lançamento de modo que chegue bem antes dos concorrentes ao mercado

- **Planejamento e especificação:** os produtos que eram submetidos a cuidadosos estudos de viabilidade técnica e econômica antes do desenvolvimento tinham 2,4 vezes mais chances de sucesso, em relação àqueles sem estudo de viabilidade. O estudo de viabilidade técnica deve abranger a disponibilidade de materiais, componentes, processos produtivos e mão-de-obra qualificada, que refere-se às necessidades de investimentos, custos e retorno de capital. Além disso, os produtos que eram bem especificados, em termos de funções, tamanhos, potências e outros aspectos, antes do desenvolvimento, tinham 3,3 vezes mais chances de sucesso, em relação aos que não tinham essas especificações.

- **Fatores internos à empresa:** mantendo-se a alta qualidade nas atividades técnicas ligadas ao desenvolvimento de novos produtos, as chances de sucesso são 2,8 vezes maiores. Quando as funções de marketing e vendas estão bem entrosadas com a equipe de desenvolvimento, as chances de sucesso são 2,3 vezes maiores. Quando se registra um grande nível de cooperação entre o pessoal técnico e de marketing dentro das empresas, as chances de sucesso do novo produto são 2,7 maiores em relação a outro sem essa harmonia.

Ainda Baxter (2003) cita, na atividade de desenvolvimento de novos produtos, a incerteza é alta na fase inicial. Não há uma ideia clara do que resultará, como vai ser feito, quanto custará e qual será o grau de aceitação dos consumidores. Como resultado, é necessário manter as apostas baixas. Assim, evita-se investir pesado até que os estágios preliminares do desenvolvimento tenham reduzido algumas dessas incertezas. Pode-se fazer um projeto preliminar, produzir alguns esboços ou modelos, estimar custos e conversar com

alguns consumidores. Se o produto se mostrar promissor nessa fase, pode-se aumentar o valor da aposta, por que o grau de incerteza foi reduzido.

### 2.1.1 Funil de decisões

De acordo com Baxter (2003), funil de decisão “é uma forma de visualizar as variações do risco e incertezas ao longo do processo de desenvolvimento do novo produto. É, em essência, um processo de tomada de decisões”.

O mesmo autor destaca também alternativas possíveis e as decisões durante a seleção de alternativas com a redução progressiva dos riscos com:

- **Estratégia de negócios:** em primeiro lugar, as empresas devem decidir se querem ou não inovar. Certamente, as empresas precisam inovar, porque são pressionadas pela concorrência e pela crescente obsolescência dos seus produtos, fazendo declinar suas vendas. Muito provavelmente inovarão, mas isso nem sempre acontece. Essa decisão de inovar ou não é muito arriscada e com grande grau de incerteza. A decisão de inovar pode implicar em investimentos consideráveis, e retorno incerto. Entretanto, uma decisão de não inovar pode decretar a sua exclusão do mercado, devido à competição de outras empresas mais agressivas em inovação.
- **Oportunidade de negócios:** se a empresa decidir a favor da inovação e colocá-la no plano estratégico, a próxima etapa é examinar toda as possíveis oportunidade de inovação. O objetivo é selecionar a melhor oportunidade possível. O enfoque deve ser mais amplo e sistemático. Deve-se primeiro estabelecer uma política de inovação para a empresa - que tipo de inovação é mais adequado para a empresa? A política de inovação deve estender-se para um conjunto de novos produtos, estabelecendo-se metas de médio e longo prazo. Um grupo de especialistas deve ocupar-se de alguns aspectos específicos da inovação. Uma atividade contínua, ao longo dos anos, dentro de uma estratégia definida. Estratégias estreitas tendem a ser mais arriscadas, em relação aquelas de mais largo espectro.
- **Projeto e desenvolvimento de produtos:** a decisão nesta fase envolve menores riscos e incertezas em relação às etapas anteriores (decisões sobre estratégia e oportunidades de inovação). Os riscos e as incertezas vão se reduzindo, à medida que se tomam decisões sobre a oportunidade específica para o desenvolvimento de novo

produto; os princípios de operação do novo produto (projeto conceitual); a configuração do produto (desenhos de apresentação e modelos); e, finalmente, o projeto detalhado para a produção.

Torna-se necessário salientar que o funil de decisões é um dos processos que auxilia na elaboração do projeto para um novo produto, e busca cada vez mais compreender o processo e identificação de falhas que possibilitam a melhoria do produto final. Deve-se ter em mente sempre um conhecimento maior do consumidor, suas necessidades, suas exigências e suas mudanças com relação aos seus novos padrões, e também quais são os planos dos nossos concorrentes, identificando os pontos fortes e fracos (BAXTER, 2003).

### 2.1.2 Etapas do funil de decisões

Conforme Baxter (2003) cita, o importante é compreender que nesse processo, os riscos de fracasso do novo produto são progressivamente reduzidos, à medida que se tomam decisões hierarquizadas. Isso se estende desde a identificação de uma necessidade estratégica de inovação, até o lançamento comercial do produto. Como esse é um processo complexo e longo, subdividi-lo em algumas etapas facilita o controle de qualidade do desenvolvimento. A necessidade de flexibilidade, entretanto, torna-se óbvia quando se consideram os diferentes aspectos de controle de qualidade.

Seguindo o autor o comprometimento financeiro geralmente é feito em quatro etapas:

- Avaliação inicial do produto;
- Projeto conceitual, configuração e projeto detalhado;
- Ferramentaria, montagem e embalagem;
- Produção plena do produto.

### 2.1.3 Gerenciamento das atividades de projeto

De acordo com Baxter (2003), a organização das atividades de projetos é sempre complexa. Atividades para o desenvolvimento de um produto pode ser classificada em três etapas

- A primeira começa assim que for dada a partida ao processo de desenvolvimento, explorando algumas ideias para o primeiro teste de mercado. Nessa etapa, o produto pode ser apresentado na forma mais simples, desenho de

apresentação, para ser mostrado a um pequeno número de potenciais consumidores ou vendedores. Se for aprovado, deve-se passar para a segunda etapa.

- A segunda etapa inclui a especificação da oportunidade, especificação do projeto e volta-se, então, para o projeto conceitual, para selecionar o melhor conceito.

- O conceito selecionado é submetido a um segundo teste de mercado, inicia a terceira etapa. Se o novo teste de mercado também for satisfatório, deverão ser iniciadas as atividades de configuração do produto. Nessa etapa é comum descobrir alternativas de projeto que não foram consideradas, ou promover alguma mudança técnica, envolvendo materiais e processos de fabricação. Isso pode levar ao retrocesso de uma ou duas etapas, para verificar a implicação dessa mudança. Se essa mudança afetar algum aspecto chave, é necessário retroceder para revisar a especificação de oportunidade. Isso, por sua vez, pode provocar revisão da especificação do projeto e do projeto conceitual. Chegando-se novamente a configuração do produto, pode-se selecionar aquela melhor, de acordo com as especificações do projeto e isso irá para o terceiro teste de mercado.

- Sendo aprovado, passa-se para os desenhos detalhados do produto e seus componentes, desenhos para fabricação e a construção do protótipo. A aprovação “oficial” desse protótipo encerra o processo de desenvolvimento do produto. É a “luz verde” para começar a produção e lançá-lo no mercado.

- Como se observa, as atividades de projeto não seguem uma linha reta, mas são marcada por avanços e retornos, pois uma decisão tomada numa determinada etapa pode afetar a alternativa anteriormente adotada. Essas reciclagens apresentam duas vantagens. Em primeiro lugar, melhoram o produto, por aproximação sucessiva. A cada reciclagem determinados detalhes podem ser resolvidos e o conceito vai ficando cada vez mais claro. Em segundo lugar, as reciclagens permitem enxergar certas oportunidades e problemas que tenham passado despercebidos. É muito tentador, quando surge alguma novidade durante o processo de desenvolvimento, incorporá-lo logo ao projeto, sem examinar todas as suas implicações. Fazendo-se uma revisão das etapas anteriores, podem-se analisar todas as implicações dessa nova ideia, evitando-se surpresas desagradáveis quando o produto já estiver na fase de lançamento.

#### 2.1.4 Controle de qualidade do desenvolvimento do produto

Toda vez que se identificar uma oportunidade para o desenvolvimento de um novo produto, algumas metas são fixadas. Um produto que é idealizado para ser mais barato que os competidores, tem metas de custo e preço. Um novo produto que é imaginado para funcionar melhor que os concorrentes, significa que tem metas funcionais. Até um produto que se destina a alcançar um concorrente mais inovador, precisa, ao menos, funcionar tão bem quanto este, sem acréscimos de custos. Assim, pode-se pensar em metas para novos produtos, embora com menos precisão e menos dados quantitativos, em relação a outros tipos de tarefas rotineiras (PAHL, FELDHUSEN e BEITZ. 2005)

Pahl, Feldhuen e Beitz (2005) comenta que analisando o funil de decisões percebemos que à medida que o desenvolvimento avança ao longo desse funil, o controle de qualidade pode se tornar mais específico, pois as características do produto vão se definindo melhor. Nas etapas finais, quando o novo produto assumir o seu aspecto físico, os controles de qualidade se assemelham aos métodos tradicionais das indústrias. O primeiro controle é exercido sobre as especificações de oportunidade, contendo as metas comerciais básicas para o novo produto. Quais são os aspectos diferenciadores desse novo produto, em relação aos concorrentes? Como os consumidores serão induzidos a preferir esse novo produto? Quais são as estimativas de custo e margem de lucro? Qual é o volume esperado de vendas, e qual é o retorno do investimento ao longo da vida desse produto no mercado?

A especificação do projeto deve ser um documento de consenso, refletindo os interesses de marketing, vendas, projeto e desenvolvimento e a engenharia de produção de empresa. Esse documento deve conter também o critério para se avaliar o sucesso comercial do produto. Sendo assim, torna-se o padrão referencial para a comparação de todas as alternativas geradas durante o desenvolvimento do projeto (BAXTER, 2003).

Desta forma, os conceitos, as configurações e os protótipos podem ser avaliados em relação a esse padrão, para se selecionar as melhores alternativas. A especificação do projeto deve ser melhorada quando se chega à configuração e ao projeto detalhado. Isso é feito usualmente por meio de uma técnica que procura antecipar e controlar as possíveis falhas futuras do produto (BAXTER, 2003).

Eventualmente, quando o desenvolvimento do produto chega à etapa de fabricação, a especificação do projeto deve ser convertida para especificação de controle do processo produtivo. Nesse caso devem ser determinados os pontos de controle de qualidade a serem realizados durante o processo de fabricação, que podem ser, na recepção da matéria prima,

montagem dos circuitos elétricos e assim por diante até a montagem final do produto (BAXTER, 2003).

#### 2.1.5 Metas de qualidade

As metas de qualidade começam com simples declarações de objetivos do negócio da empresa, tornam-se refinados nas metas técnicas de projeto e, por fim, são mais detalhadas nas especificações para produção. A meta de qualidade refere-se a alguma característica ligada à aparência ou função do novo produto. Ela pode ser especificada de duas maneiras:

1) exigências do consumidor, representando as características básicas que devem ser incluídas, para que o produto seja comercialmente viável, como nível máximo de poluição, requisitos de segurança, normas ou padrões técnicos industriais, conforto, estilo, duração entre outros;

2) através dos desejos. São características dos produtos que são desejáveis, para diferenciá-los de outros produtos concorrentes no mercado. Enquanto as exigências têm características básicas, que fazem funcionar o produto, os desejos pode ser considerado como características secundárias que adicionam valor ao produto. A lista dos desejos pode incluir tarefas de engenharia, desenho industrial e marketing. Os desejos de engenharia podem incluir a redução do número de componentes e, assim, simplificar a montagem e a manutenção. Os de desenho industrial, melhoria dos aspectos ergonômicos ou uso de materiais alternativos; e os de marketing, o acréscimo de acessórios, para aumentar a utilidade do produto. Os desejos na especificação do projeto podem ser vistos como indicações para o controle de qualidade. O número de desejos atendidos, durante o processo de desenvolvimento do projeto, pode ser uma medida do valor acrescido ao produto, acima e além dos requisitos essenciais das demandas (FILHO, 2009).

## 2.2 Projeto Conceitual

Complementando de acordo com Baxter (2003), o projeto conceitual tem o objetivo de produzir princípios de projeto para o novo produto. Ele deve ser suficiente para satisfazer as exigências do consumidor e diferenciar o novo produto de outros produtos existentes no mercado. Além disso, deve se mostrar como o novo produto será feito para atingir os benefícios básicos. Portanto, é necessário que o benefício básico esteja bem definido e que se tenha a compreensão da necessidade do consumidor e dos produtos concorrentes.

### 2.2.1 O processo do Projeto Conceitual

Ainda citando Baxter (2003), existem dois segredos simples para sucesso do projeto conceitual:

- Primeiro: faça o possível para gerar o maior número possível de conceitos.
- Segundo: selecione o melhor deles. O projeto conceitual demanda muita criatividade.

Na figura 1 segue as etapas do projeto conceitual:

Figura 1 - Etapas do Projeto Conceitual

<b>Etapas</b>	<b>Metodologia criativa</b>	<b>Projeto conceitual</b>	<b>Resultados</b>	<b>Métodos de projeto</b>
1	Análise e definição do problema	Objetivos do projeto conceitual	Proposição do benefício básico, dentro das metas fixadas na especificação do projeto	Análise do espaço do problema
2	Geração de idéias sobre conceitos	Geração de conceitos possíveis	Geração de muitos conceitos	Análise das tarefas. Análise das funções do produto.
3	Seleção das idéias sobre conceitos	Seleção de conceito, de acordo com a especificação do projeto	Seleção do melhor conceito em comparação com as especificações do projeto	Matriz de seleção dos conceitos

**Fonte:** BAXTER. 2003

A figura 1 mostra as etapas da metodologia criativa, Ao lado há as etapas correspondentes do projeto conceitual, os resultados de cada etapa, e os métodos de projetos disponíveis.

### 2.2.2 Objetivo de projeto conceitual

Do ponto de vista de Baxter (2003), o objetivo do projeto conceitual pode variar bastante dependendo do tipo de produto. Isso se deve, em grande parte, aos diversos tipos de restrições colocadas às oportunidades de produto.

Baxter (2003) cita que, se for identificada a oportunidade de se produzir rapidamente uma versão de baixo custo de um produto já existente, não se faz necessário ficar formulando

conceitos inteiramente novos para o produto. Se, pelo contrário, todos os produtos da empresa não estiverem satisfazendo às necessidades do consumidor, então é necessário repensar a política de design adotada pela empresa.

O objetivo do projeto conceitual pode ser procurado definindo-se as fronteiras e o espaço do problema. Se o planejamento do problema for realizado com cuidado, todas as informações necessárias para orientar a definição do projeto já estarão disponíveis. Falta, então, arrumá-las no espaço do problema. Durante a fase de planejamento, a atenção deve ser concentrada principalmente nas necessidades do consumidor e, em menor grau, na viabilidade de fabricação do produto. Nessa fase, é necessário reexaminar as implicações do planejamento do produto no projeto conceitual e verificar se ele é sensível, significativo e útil. Assim, a análise do espaço do problema serve para verificar se o planejamento do produto foi bem feito (BAXTER, 2003).

Baxter (2003) lembra que o projeto conceitual se propõe a desenvolver as linhas básicas da forma e função do produto; visa produzir um conjunto de princípios funcionais e de estilo, derivado da proposta do benefício básico conforme mostra a figura 2.

Figura 2 - Conteúdos da especificação de oportunidades

Especificação de oportunidade		
Descrição da oportunidade	Justificativa da oportunidade	
<p>Preço</p> <p><b>Benefício básico</b></p> <p>Vantagens secundárias      Outras vantagens comerciais</p>	Aspectos financeiros	Aspectos não-financeiros

Fonte: Fonte: BAXTER. 2003

Se faz necessário verificar se o projeto conceitual está de acordo com a proposta de benefício básico. Naturalmente, o projeto conceitual não deve ser aprovado até que todas as pessoas envolvidas estejam convencidas de que o benefício básico esteja bem definido (BAXTER, 2003).

## 2.3 Planejamento do Produto

O planejamento do produto começa com a estratégia de desenvolvimento de produto da empresa e termina com as especificações de produção do novo produto, além de apresenta propostas dessa empresa para tornar a inovação de produtos em um negócio de sucesso. Descreve a posição relativa dos produtos da empresa no mercado e seleciona aqueles produtos que a empresa pretende inovar. Em resumo, estabelece as regras gerais para a inovação dos produtos (BAXTER, 2003).

### 2.3.1 Qualidade do Produto

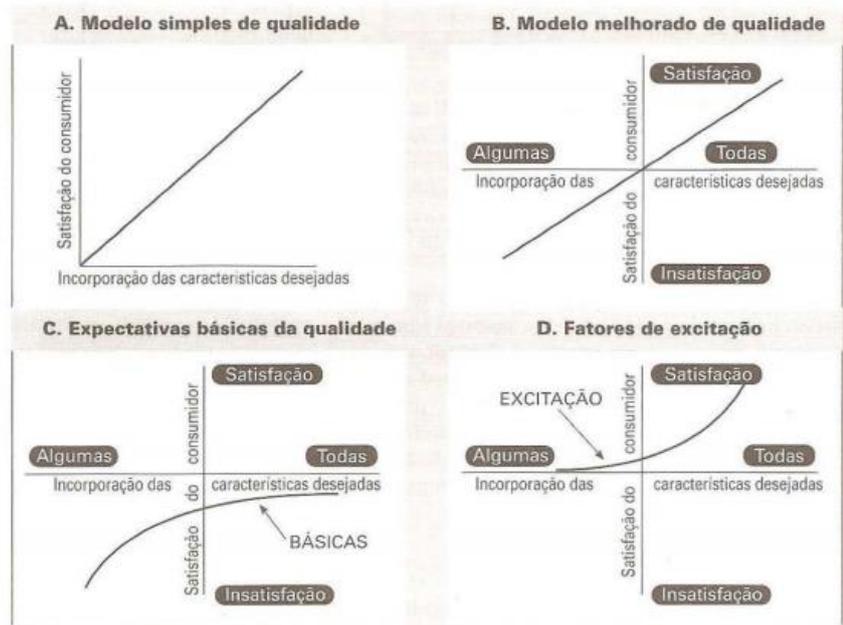
De acordo com Baxter (2003), a qualidade do produto tem muitos significados diferentes como:

- Adequação aos objetivos e resistência para suportar a faixa de operações especificada.
- Facilidade de fabricação e montagem com refugos abaixo dos níveis especificados.
- Tempo de funcionamento sem defeitos e facilidade de consertar quando se quebra.

Ainda citando Baxter (2003) todos esses aspectos são importantes para que o produto tenha sucesso e, como isso, devem ser considerados durante a especificação dos padrões de qualidade do novo produto.

Contudo, Baxter (2003) cita que se deve adotar uma postura mais abrangente para se definir a qualidade do produto, e considerar em primeiro lugar a percepção do consumidor sobre a qualidade desse. A figura 3 demonstra esses modelos.

Figura 3 - Fatores de Qualidade.

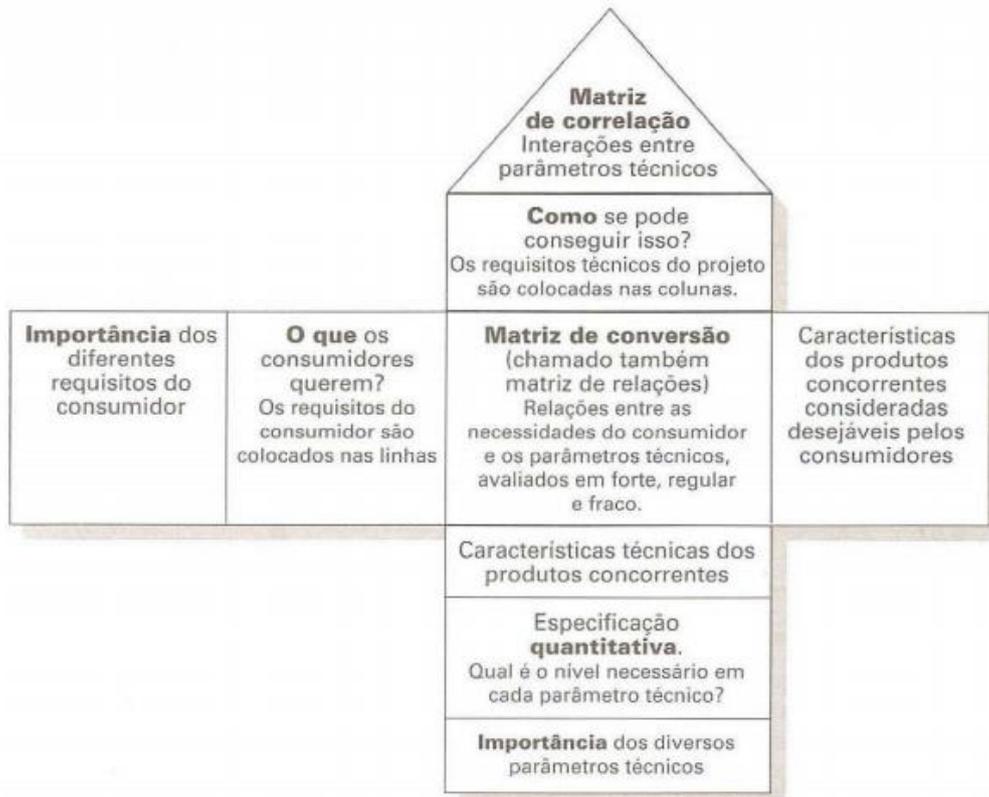


Fonte: BAXTER. 2003

### 2.3.2 Desdobramento da função qualidade

Para Baxter (2003), o desdobramento da função qualidade parte das necessidades do consumidor para convertê-las em parâmetros técnicos. A figura 4 apresenta o diagrama de desdobramento da função qualidade, conhecido também como a “casa da qualidade”.

Figura 4 - Diagrama de desdobramento da função qualidade



Fonte: BAXTER. 2003

Conforme Baxter (2003), pode-se observar a função qualidade em 4 estágios:

- Desenvolve-se uma matriz para converter as características desejadas pelos consumidores em atributos técnicos dos produtos;
- Os produtos existentes no mercado são analisados e ordenados quanto a satisfação dos consumidores e desempenho técnico;
- Faixam-se metas quantitativas para cada atributo técnico do produto;
- Essas metas são priorizadas, visando orientar os esforços do projeto.

No presente trabalho, apresenta-se duas das principais etapas:

#### 2.3.2.1 ETAPA 1. A conversão das necessidades do consumidor

Para Baxter (2003), o processo inicia-se listando todas as necessidades do consumidor e colocando-as nas linhas, a esquerda da matriz. Então as características técnicas

do produto, imprescindíveis para satisfazer a essa necessidade do consumidor são colocadas nas colunas, acima da matriz de conversão, já nos cruzamentos das linhas e colunas, avaliam-se com diversos parâmetros técnicos e relacionam com as necessidades do consumidor, tanto fatores que contribuem para satisfazer a necessidade do consumidor quanto fatores que prejudicam a necessidade do consumidor, como podem ver na figura 5 a abaixo:

Figura 5 - Matriz de conversão ou de relação

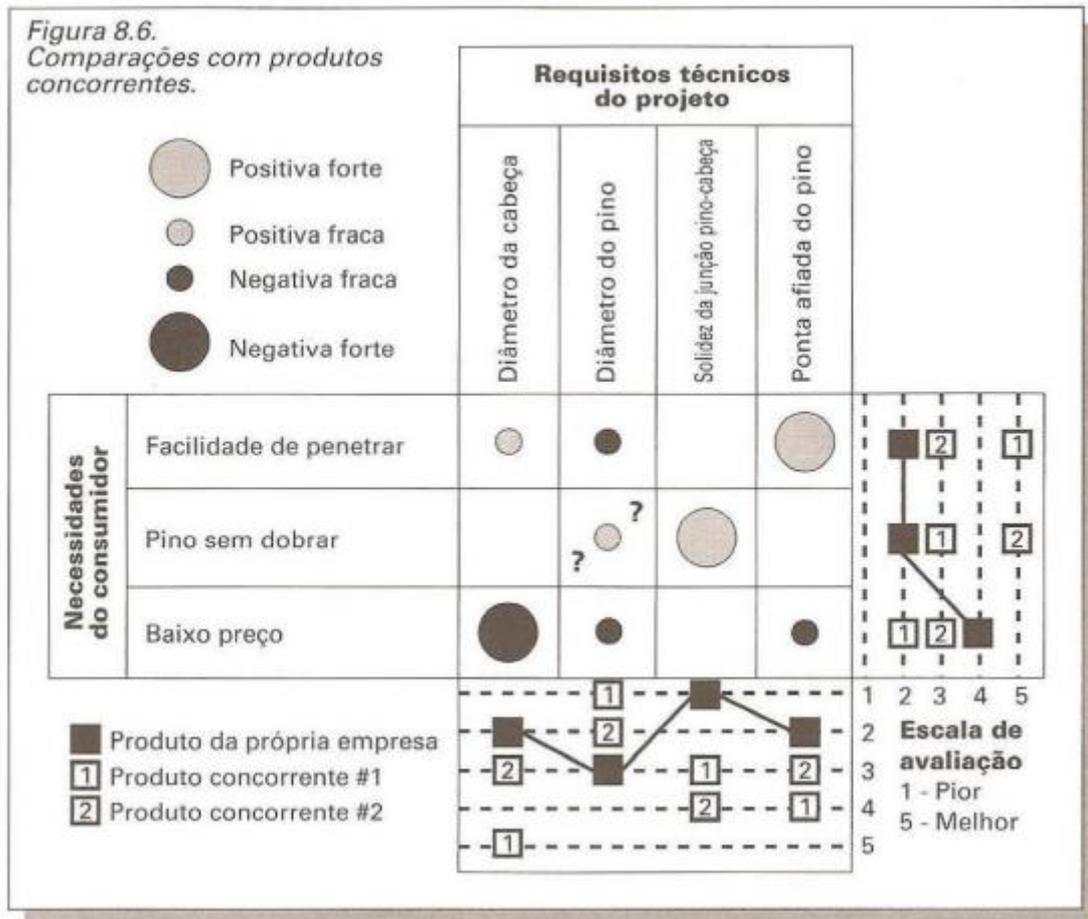
		Requisitos técnicos do projeto			
		Diâmetro da cabeça	Diâmetro do pino	Solidez da junção pino-cabeça	Ponta afiada do pino
Necessidades do consumidor	Facilidade de penetrar	○	●		⊙
	Pino sem dobrar		○	⊙	
	Baixo preço	●	●		●

Fonte: BAXTER. 2003

### 2.3.2.2 ETAPA 2. Análise dos produtos concorrentes

Segundo Baxter (2003) a análise de produtos concorrentes é realizada de duas maneiras no desdobramento da função qualidade. Primeiramente, os consumidores devem fazer uma avaliação dos produtos concorrentes, usando os requisitos dos consumidores. Posteriormente, a equipe de projeto avalia os produtos concorrentes de acordo com os requisitos técnicos do projeto conforme podemos ver na figura 6.

Figura 6 - Comparação com produtos concorrentes.



Fonte: BAXTER. 2003

## 2.4 Configuração e projeto detalhado

Conforme cita Baxter (2003), a configuração do projeto começa com o conceito escolhido e termina com o protótipo completamente desenvolvido e testado. Ele compreende quatro fases:

- Geração de ideias, explorando-se todas as formas possíveis de fabricar o produto. Melhor ideia, em comparação;
- Seleção das ideias, escolhendo-se a melhor ideia, em comparação com as especificações de projeto;
- Análise das possibilidades de falhas e seus efeitos, para levantar os possíveis pontos de falha do produto;
- Construção e teste do protótipo, para aprovar ou rejeitar o projeto.

Essas fases não ocorrem ordenadas dessa maneira. Elas podem aparecer entrelaçadas entre si e, em outros casos, é necessário retroceder para melhorar um aspecto que já foi examinado anteriormente ou avançar para conferir certos aspectos do desenvolvimento. A análise de falhas pode ser antecipada para ajudar na seleção de ideias. É necessário, também, imaginar algum protótipo durante a geração de ideias. O importante é que, nessas interações, o projeto se torne cada vez mais satisfatório (BAXTER, 2003).

Ao final do processo de configuração, devem-se tomar decisões sobre arquitetura do produto, a forma e função de cada componente, processo de montagem e os tipos de materiais e processo de manufatura a serem usados na produção. Tudo isso deve estar contido no memorial descritivo do projeto, desenhos técnicos e protótipos, assim como a análise de falhas e resultados dos testes com os protótipos (BAXTER, 2003).

O projeto detalhado trabalha em cima desses resultados da configuração, determinando como o produto será produzido. Isso envolve decisões de fabricar, produzir na empresa ou comprar componentes terceirizados. Para cada componente, deve haver uma descrição do processo produtivo, as ferramentas a serem utilizadas e os materiais empregados. Ao final do projeto deve existir um conjunto completo de especificação do produto, que são instruções para fabricação do produto, derivadas da especificação do projeto. Quando a especificação do projeto apresenta metas para o desempenho e aparência do produto, a especificação do produto deverá detalhá-lo em desenhos técnicos e procedimentos para o controle de qualidade, a fim de conferir se essas metas serão alcançadas durante a produção (BAXTER, 2003).

#### 2.4.1 Arquitetura do produto

Segundo Baxter (2003), um produto pode ser descrito em termos funcionais ou físicos. Os elementos funcionais são aqueles que executam operações ou transformações, contribuindo para o desempenho global do produto. Os elementos físicos de um projeto são constituídos pelas peças, componentes e subconjuntos que exercem as funções do produto, esses elementos físicos vão se tornando mais definidos com o avanço do projeto. Os elementos físicos podem ser organizados em diversos blocos. Cada bloco é composto de certo conjunto de componentes que executam algumas funções do produto.

A arquitetura do produto é o estudo das interações entre esses blocos e arranjos físicos constituindo a configuração do produto, e é classificada em modular e integrada. A

arquitetura modular é aquela em que os blocos são arranjados em módulos com os seguintes procedimentos:

- Cada módulo exerce um ou alguns elementos funcionais de forma completa, não exigem funções compartilhadas entre dois ou mais módulos;
- As interações entre os blocos são bem definidas e geralmente são fundamentais para a realização da função principal do produto (BAXTER, 2003).

No ponto de vista de Baxter (2003), uma grande vantagem da arquitetura modular é a possibilidade de se padronizar os blocos. Isso se torna possível quando cada bloco exerce apenas um elemento funcional ou um pequeno conjunto dos mesmos. Dessa forma, o mesmo bloco poderia ser utilizado em vários modelos do produto. A variação desses modelos poderia ser conseguida com diferentes combinações entre os blocos. A padronização permite, à empresa, produzir os blocos em maior número, reduzindo os custos de produção, ao mesmo tempo, que mantém flexibilidade para usá-los em diversos modelos de produto. Essa padronização pode beneficiar também os fornecedores, que passam a fabricar peças e componentes padronizados que podem ser vendidos para diversas empresas montadoras.

A gerência do projeto é diferente para a arquitetura modular e integrada. A modular exige um cuidadoso planejamento na fase de definição do sistema e subsistemas do produto, até se chegar a definição dos blocos. Daí para frente, o desenvolvimento de cada bloco pode ser atribuído a uma equipe diferente de projeto. A coordenação do projeto deve acompanhar o desenvolvimento desses blocos, para que o mesmo se realize dentro dos prazos, custos e qualidades previstas. A arquitetura integrada pode exigir menos planejamento e especificações durante a fase de projeto do sistema, mas a coordenação durante o projeto detalhado é mais trabalhoso, exigindo vários tipos de decisões e solução de conflitos durante o projeto. Dificilmente existem produtos completamente modulados ou completamente integrados. A maioria deles combina aspectos da arquitetura modular com a integrada (BAXTER, 2003).

#### 2.4.2 Máquinas de elevação e transporte

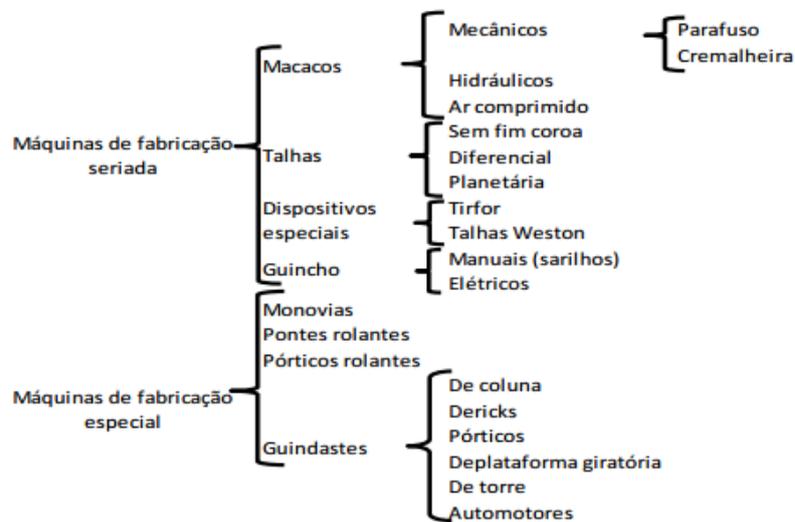
Segundo Rudenko (1976), máquinas de elevação e transporte são partes integrantes do equipamento mecânico de toda a empresa industrial moderna e equipam um grupo de aparelhos de ação rápida e eficaz projetados com mecanismos próprios de elevação ou para elevação e movimentação de cargas. Além disso, são projetadas para carregar mercadorias a distancias relativamente curtas usualmente limitada a dezenas e centenas de metros para

assegurar uma constante transferência de carga entre dois ou vários pontos ligados pelas atividades comuns

#### 2.4.2.1 Classificações das Maquinas e Elevação e Transporte

Segundo Brasil (1985), máquinas de elevação e transporte são classificadas conforme a finalidade de sua fabricação, como podemos observar na imagem abaixo, algumas se enquadram no tipo de fabricação seriada e outras no projeto especial:

Figura 7 - Classificação de máquinas de levantamento.



Fonte: BRASIL. 1985.

Brasil (1985) também cita que os equipamentos podem ser conceituados da seguinte forma:

- Macacos: destinados a elevações de pequenas cargas a pequenas alturas.
- Talhas: são essencialmente para suspensão e movimentação de cargas
- Dispositivos especiais: Possuem a mesma finalidade da talha, porém alternando seus sistemas.
- Guinchos: destina-se a elevação ou arrasto de cargas a grandes alturas ou distancias

- Pontes rolantes: possui uma estrutura horizontal em ponte que permite o movimento transversal.
- Guindastes: têm com finalidade o transporte e içamentos de cargas onde tem como peça básica um guincho.

#### 2.4.2.2 *Benefícios de uso*

Para Passos (2011), o benefício principal do uso de máquinas de elevação e transporte é a redução do custo da mão de obra, que na utilização dos equipamentos se libera os funcionários para outras atividades dentro da empresa. Com o aumento da capacidade produtiva, juntamente com o uso dos equipamentos, se tem uma intensificação no fornecimento de matérias primas permitindo uma maior rapidez na chegada dos materiais até a linha de produção. Neste contexto, há melhoria nas condições de trabalhos, devido à segurança e redução da fadiga dos funcionários.

#### 2.4.3 Esteira transportadora

Sistemas transportadores, segundo Rudenko (1976), são mecanismos destinados ao transporte de grânéis e volumes em percursos horizontais, verticais ou inclinados, fazendo curvas ou não e com posição de operação fixa. São formados por um leito, onde o material desliza em um sistema de correias ou corrente sem-fim acionado por tambores ou polias. São utilizados onde haja grande fluxo de material a ser transportado em percursos fixos.

Entre os sistemas transportadores estão às correias transportadoras, que equipamentos de ampla aplicação, podem ser de correia, fita ou de tela metálica, utilizadas geralmente para grandes quantidades de material. As fitas metálicas podem ser feitas de aço carbono, aço inoxidável e aço revestido por borracha. Nas esteiras o ângulo máximo de inclinação é função das características do material (entre 20 e 35°) (RUDENKO, 1976).

##### 2.4.3.1 – *Componentes Básicos*

Conforme Faço (1995), os componentes da esteira transportadora são divididos conforme abaixo:

- Correias transportadoras – Tendo como parte principal do transportador por estar em contato direto com o material transportado;

- Acionamento – O acionamento geralmente é feito através de tambores onde são peças motrizes que impulsionam a correia a deslizar pelos roletes;
- Roletes – São conjuntos de rolos cilíndricos que efetuam rotação através de seu próprio eixo e são instalados a dar suporte a movimentação da correia e guia-la na direção de trabalho.

## 2.5 Normas de segurança e ergonomia

Temos que levar em consideração a normas de segurança e ergonomia para adequar o produto ao mercado e evitar que o funcionário se machuque ocasionando afastamento ou até mesmo morte

Com isso segue as respectivas normas analisadas e onde podemos encontrá-las:

Quadro 1 – Normas de Segurança e Ergonomia.

Normas	Descrição	Fonte
NR10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade	Guia trabalhista (2016)
NR12	Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos	Guia trabalhista (2016)
NR31	Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura.	Guia trabalhista (2016)

Fonte:

Autor

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Métodos e Técnicas Utilizados**

Para realizar o projeto da correia transportadora foi seguido a metodologia do projeto do produto segundo Baxter (2003), e dividido o processo em etapas, iniciando com o projeto conceitual através da matriz morfológica e uma matriz da qualidade após o projeto detalhado, sendo seguidamente aplicada uma análise do produto de amostra do mercado, empregada a matriz morfológica e a matriz da qualidade, seguido pela adequação às normas e, então, por último, feita uma revisão e sugestões de melhorias do projeto realizado.

### **3.2 Projeto conceitual**

Primeiramente, para o desenvolvimento do projeto conceitual, elaborou-se uma matriz morfológica, analisando os componentes do projeto esteira rolante dentro de suas respectivas normas e requisitos, e como será desenvolvido esses componentes.

Posteriormente, foi elaborada uma matriz da qualidade colocando-se as necessidades do cliente juntamente com os requisitos técnicos do projeto esteira rolante, e dado notas de forte, médio, ou fraco para cada tópico.

### **3.3 Projeto detalhado**

Para realizar o projeto da correia transportadora, é necessária a divisão em etapas conforme Baxter, sendo o modo de funcionamento em que iria operar a esteira a primeira, depois a pesquisa de componentes, o dimensionamento deles, e o desenho em si, para o qual é utilizado o *software SolidWorks*.

Depois de decidido o modo de funcionamento da esteira, iniciou-se a realização do desenho Dessa maneira, tornam-se visíveis as necessidades de dimensionamento e de materiais necessários a serem pesquisados.

### **3.4 Análise do produto de amostra**

Para a realização da análise comparativa entre o produto esteira rolante projetado e o produto comercial, aplicou-se uma matriz morfológica e uma matriz da qualidade, levantando quais os pontos fortes e fracos de cada projeto visando às adequações às normas. Analisar os

pontos fortes e pontos fracos nos permite reconhecer quais as melhorias a serem realizadas, bem como colocar no mercado um produto competitivo e de qualidade. Com esse propósito, é necessário que se tenha um controle rígido com relação a ações corretivas ou revisão dos pontos fracos encontrados nas análises.

Para se ter conhecimento de como o trabalho está sendo desenvolvido, é necessária a obtenção de informações, as quais são comparadas com o plano de implantação, e feita a verificação de se as submetas estão sendo alcançadas para tomar medidas corretivas.

### **3.5 Revisão e sugestão de melhoria**

Com o produto analisado e revisto, serão levantados os pontos mais críticos do projeto através de uma matriz da qualidade, e proposição de melhorias para sua adequação.

Ao identificar os pontos críticos, busca-se um meio de corrigir, observando as características funcionais, praticidade e analisando o produto com um todo, buscando o máximo de informações possíveis, pois é quando se tem a oportunidade de se perguntar quais modificações serão necessárias para solucionar os pontos a serem melhorados; onde os pequenos detalhes poderão mudar radicalmente a melhoria do produto final. A especificação e solução mais adequada e a busca constante para tomar a melhor decisão deve ser responsabilidade profissional, bem como a postura e o comprometimento de se fazer um produto sem falhas.

### **3.6 Sugestões do projeto de produto**

Neste tópico será apresentada a sugestão das melhorias do projeto de produto para que se torne um produto mais competitivo no mercado.

Todas as especialidades do projeto devem ser trabalhadas juntas, o que requer uma empresa de engenharia em design ou aquelas que, cada uma dentro de suas especialidades, trabalhem juntas no mesmo projeto, afinadas, sob a coordenação do gerente do projeto. Deve-se ter em mente que ao desenvolver o projeto, não tem-se tempo para improvisos, visto que um projeto com deficiência em qualquer aspecto, mercadológico, estrutural, logístico, e legal pode acarretar em grandes prejuízos.

Podemos dizer que em cada etapa do processo do projeto deve-se dar ênfase aos detalhes desse, o que pode ser modificado para definir um produto final diferenciado, com qualidade e competitivo no mercado.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Projeto Conceitual

#### 4.1.1 Matriz Morfológica do Projeto

Desenvolveu-se uma matriz morfológica em que analisaram-se os seguintes componentes e seus respectivos subcomponentes para melhor estudo do produto e para adequação às normas, conforme mostra Apêndice I.

#### 4.1.2 Matriz da qualidade do projeto

Desenvolveu-se uma matriz da qualidade para fazer a conversão das necessidades do consumidor em requisitos técnicos do produto, aplicando-se um processo sistemático. Seguidamente, o processo inicia-se listando todas as necessidades do consumidor e colocando-as nas linhas, à esquerda da matriz e as características técnicas do produto; imprescindíveis para satisfazer as necessidades do consumidor são colocados na coluna acima da matriz de conversão.

Figura 8 - Matriz da qualidade

		Requisitos Técnicos do Projeto				
		Atende as Normas	Dimensionado Conforme Manual	Alimentação	Sistema de Inclinação	Sistema de Reboque
Necessidade do Consumidor	Ser de Facil Operação			◆	◆	
	Ser Seguro	●		●	●	
	Uso Versatil				●	●
	Ter Boa capacidade de carga	●	●			
	Velocidade da Esteira	●	●			

Fonte: Autor

Cita-se na figura 8 o requisito necessário para o projeto da esteirara transportador se mostrar efetivo e seguro com as respectivas notas de forte médio e fraco.

## 4.2 Projeto técnico

### 4.2.1 Dimensionamento

Inicia-se o dimensionamento do projeto para atender os requisitos citados no quadro 1, surgem as necessidades de informações mais detalhadas de como devem ser dimensionados e estruturados os componentes, como, por exemplo, as dimensões dos roletes, características da correia, potência necessária do motor, e dimensionamento da estrutura da esteira.

#### 4.2.1.1 Velocidade da correia

Segundo Faço (1995), a velocidade da correia ( $V$ ) é função das características do material a ser transportado e da largura da correia. As velocidades aqui apresentadas são referências para uso geral e não são absolutas. Para material seco e fino, uma velocidade elevada pode causar muita poeira. Para material pesado e de grande granulometria ou com partículas pontiagudas, uma velocidade elevada pode causar muito desgaste nas calhas de descarga.

Figura 9 - Velocidade máxima recomendada em m/s

Correias alimentadoras com granéis finos, não abrasivos ou pouco abrasivos, colocadas nas saídas de silos ou moegas.....	0,2 a 0,5
Correias com "trippers" tracionados pela própria correia.....	2,0
Correias de transportadores móveis.....	0,5 a 1,0
Correias descarregadas por desviadores.....	0,5 a 1,0
Correias transportando pacotes.....	0,2 a 1,0
Correias coletoras.....	0,2 a 0,5
Correias transportando toras de madeira.....	0,5

Fonte: FAÇO. 1995

Escolheu-se a velocidade de 1m/s devido a ser uma correia transportadora de sacaria que esta dentro dos paramento conforme a figura 9 demonstra.

#### 4.2.1.2 Capacidade volumétrica

De acordo com Faço (1995), capacidades volumétricas de um transportador horizontal a uma velocidade de 1,0 m/s, considerando-se uma distância padrão (dp) do material à borda da correia, sendo:

$$dp = 0,055 * B + 0,9$$

$$C = Ctabela * V * K$$

Onde:

dp: distância padrão do material à borda da correia (pol).

B: largura da correia (pol).

C: capacidade volumétrica de um transportador a uma velocidade V em m/s (t/m<sup>3</sup>).

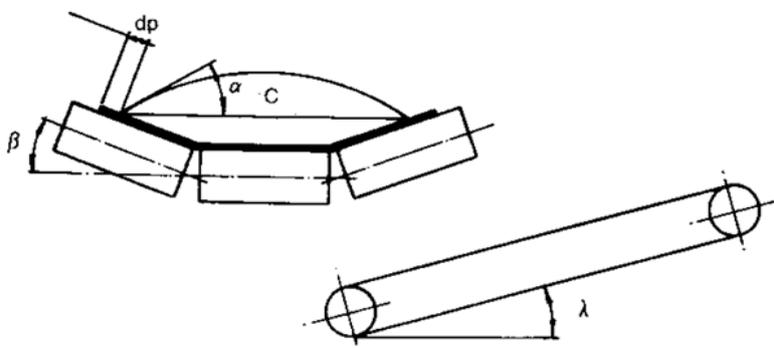
Ctabela: capacidade volumétrica de um transportador a uma velocidade de V= 1 m/s (t/m<sup>3</sup>).

V: Velocidade de um transportador (m/s).

K: Fator de correção da capacidade de um transportador devido à inclinação ( $\lambda$ ) do mesmo.

Entre a figura 10, 11 e 12 se retira dados para o cálculo da capacidade do transportador que será citado 4.2.1.3.

Figura 10 - Ângulos e distâncias para cálculo da capacidade do transportador



Fonte: FAÇO, 1995.

Figura 11 - Largura da correia de acordo com o plano e o ângulo de acomodação do material

Rolos		Ângulo de Acomodação do Material ( $\alpha$ )	Largura da Correia											
			18"	20"	24"	30"	36"	42"	48"	54"	60"	72"	84"	
Planos $\beta = 0^\circ$		0°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		5°	4	7	10	17	25	35	44	59	74	108	153	
		10°	10	16	25	40	59	82	100	140	174	254	369	
		15°	15	26	39	63	93	129	163	219	272	397	569	
		20°	21	35	52	85	125	173	218	293	365	532	777	
		25°	26	44	66	107	156	219	266	371	461	673	948	
		30°	32	53	80	130	192	265	334	449	559	815	1021	

Fonte: FAÇO. 1995.

Figura 12 - Fator de correção da capacidade de um transportador devido à inclinação ( $\lambda$ )

$\lambda$	0°	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	21°	22°	23°	24°
K	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81	0,78	0,76	0,73	0,71

Fonte: FAÇO. 1995.

Onde a figura 10 faz um desmostrativo de angulos, a figura 11 demostra a largura da correia de acordo com a acomodação do material que será transportado e a figura 12 demostra o fator de correção devido a sua inclinação.

#### 4.2.1.3 Capacidade do transportador

Segundo Faço (1995), a capacidade (Q) de um transportador é a função da área de sua secção transversal, de velocidade da correia (V) e do peso específico do material transportado. A capacidade de carga (Q), ou simplesmente capacidade, é obtida através de:

$$Q = C \cdot y$$

Onde:

Q: capacidade de carga (t/h).

C: capacidade volumétrica a uma velocidade V (m/s) - (m<sup>3</sup>/h).

Y: peso específico do material (t/m<sup>3</sup>).

Sendo assim, de acordo com a tabela de velocidade máxima recomendada, a velocidade dos transportadores de pacotes deve ficar entre 0,2 e 1 m/s. Portanto, opta-se por utilizar 1 m/s. Com uma largura de 500mm, ela terá capacidade de transportar um saco de soja por metro de correia.

Assim:  $3600 \text{ s} * 1 \text{ saco de soja} = 3600 \text{ sacos de soja por hora}$ , multiplicados por 60kg, temos 216000kg de soja transportados por hora.

De acordo com a figura 12 fator de correção da capacidade de um transportador devido a inclinação, se a esteira tiver uma inclinação de 24 graus, deve se multiplicar pelo fator  $K = 0,71$ , ficando com uma capacidade de 153360kg por hora de produto transportado.

#### 4.2.1.4 Seleção de roletes

De acordo com Faço (1995), para escolher o tipo de rolete mais indicado para o serviço, deve-se calcular o fator de aplicação:

$$C = A * B$$

Fator A: tipo de serviço.

Fator B: características do material.

Figura 13 - Fator A – Tipo de serviço

**Fator A — Tipo de Serviço** **Tab. 1-07**

Regime de Trabalho h/dia	Tipo de Instalação	Peso do Material t/m <sup>3</sup>	Fator A
até 6	Operação intermitente	< 1,6	6
6 a 9	Instalação provisória	< 1,6	6
6 a 9	Todas instalações	1,6 a 1,8	12
6 a 9	Todas instalações	> 1,8	15
10 a 16	Todas instalações	< 1,6	15
10 a 16	Todas instalações	1,6 a 1,8	12
10 a 16	Todas instalações	> 1,8	15
16 a 24	Todas instalações	—	15

Fonte: FAÇO. 1995.

Na figura 13 foi escolhido o fator A, como se trata de um capacidade de 1,6 toneladas optou-se por todas as instalações resultando em um fator de 12.

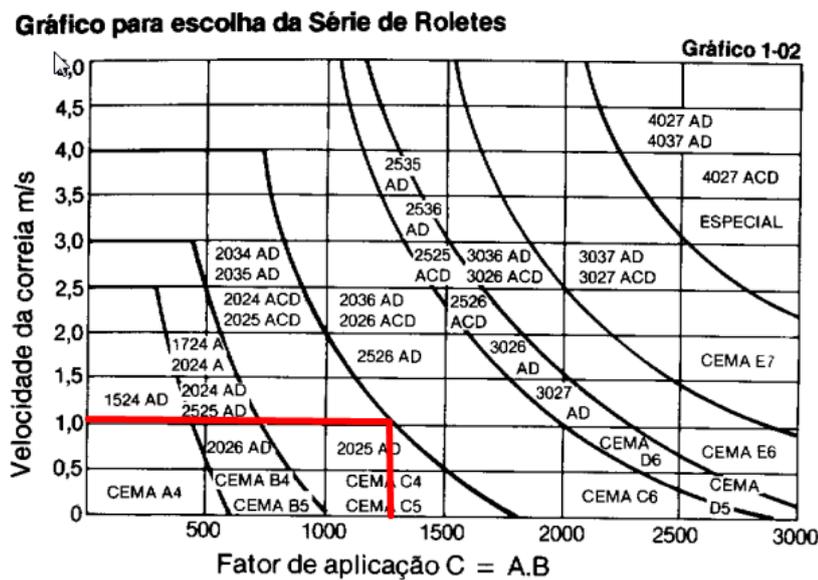
Figura 14 - Fator B – Características do material

Tamanho Máx. de Pedacos (pol)	Peso do material $\text{t/m}^3$						
	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2
4"	24	36	48	60	72	84	96
6"	32	48	64	80	96	112	128
8"	40	60	80	100	120	140	160
10"	48	72	96	120	144	168	192
12"	56	84	112	140	168	196	224
14"	64	96	128	160	192	224	256
16"	72	108	144	180	216	252	288
18"	80	120	160	200	240	280	320

Fonte: FAÇO. 1995.

Na figura 14 foi escolhido o fator B, como se trata de um capacidade de 1,6 toneladas optou-se por ser materiais de 6" opstous por um fator de 64.

Figura 15 - Gráfico para a escolha da série de roletes



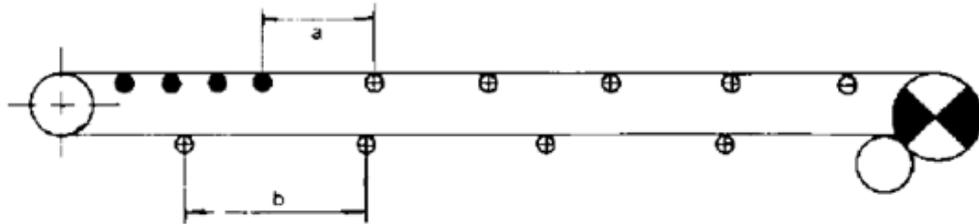
Fonte: FAÇO. 1995.

Na figura 15 resulta-se os calculos entre o fator A e fator B em que gerou um resultado que esta entre 2015 AD encolhendo um rolete de carga

#### 4.2.1.5 Espaçamento entre roletes

O Espaçamento necessário entre os roletes dependem da largura da correia e do peso específico do material, como mostra a figura 16 abaixo.

Figura 16 - Espaçamento entre os roletes



Largura da Correia (B)	Espaçamento A dos Roletes de Carga			Espaçamento B dos Roletes de Retorno
	Peso Específico do Material ( $t/m^3$ )			
	0,8	1,6	2,4	
16"	1,50 m	1,50 m	1,35 m	3,0 m
20"	1,50 m	1,20 m	1,20 m	
24"	1,35 m	1,20 m	1,20 m	
30"	1,35 m	1,20 m	1,20 m	
36"	1,35 m	1,20 m	1,05 m	
42"	1,35 m	1,00 m	0,90 m	
54"	1,20 m	1,00 m	0,90 m	
60"	1,20 m	1,00 m	0,90 m	
72"	1,20 m	0,90 m	0,90 m	
84"	1,00 m	0,75 m	0,75 m	
96"	1,00 m	0,75 m	0,60 m	

Fonte: FAÇO. 1995.

Optou-se por um espaçamento de 1.20 m devido a largura da correia e sua capacidade transportador que esta em 1.6 toneladas

#### 4.2.1.6 Potência de acionamento

Segundo Faço (1995), o acionamento da correia é feito por um único tambor (acionamento simples) ou por dois tambores (acionamento duplo). Normalmente se usa o acionamento simples, que é constituído por um motor elétrico que, através de um redutor, movimenta o tambor de acionamento. O acionamento duplo é usado nos transportadores de tensões elevadas, constituído por dois tambores movidos por dois conjuntos de acionamento simples independentes. Em ambos os casos pode-se usar, ou não, tambores de abraçamento, o

que aumenta o arco de contato entre a correia e o tambor de acionamento, diminuindo as tensões na correia e evitando seu escorregamento.

A potência de um transportador é composta de quatro grandes parcelas:

- A necessária para vencer as forças de inércia dos roletes, tambores e correia, isto é, para movimentar o transportador vazio.
- A necessária para o deslocamento horizontal do material.
- A necessária para o deslocamento vertical do material, existente nos transportadores em aclive ou declive.
- A necessária para vencer o atrito de acessórios, tais como raspadores, limpadores, guias laterais; para acelerar o material, etc.

A potência efetiva necessária para o transporte do material é calculada pela fórmula:

$$Ne = V \times (Nv + Ng) + \frac{Q}{100} \times (N1 \pm Nh)$$

Onde, de acordo com o manual da FAÇO (1995), encontramos os seguintes valores

Ne: Potência total efetiva (HP)

Nv: Potência para acionar o transportador vazio a uma velocidade de 1 m/s = 0,35HP

N1: Potência para deslocar 100 t/h de material na horizontal = 0,5 HP

Nh: Potência para elevar ou descer 100 t/h de material de uma altura (H) = 1,2HP

Ng: Potência para vencer o atrito das guias laterais = 0

Onde:

V = 1 m/s

Nv = 0,35 HP

N1 = 0,50 HP

Ng = 0 HP

Nh = 1,2 HP

Aplicando na fórmula,  $Ne = 2,05$  HP, utilizando um coeficiente de segurança de 2, temos uma potência necessária igual a 4 HP

#### 4.2.1.7 Tencionamento da correia

Com a potência efetiva podemos obter a tensão efetiva na correia, que é a força tangencial que movimenta a correia, através da equação:

$$Te = \frac{75 \times Ne}{V}$$

Onde: Te = Tensão efetiva (Kgf).

Ne = Potência efetiva (HP).

V = Velocidade da correia (m/s).

Temos: Ne = 4 HP

V = 1 m/s

Assim, o tencionamento necessário (Te) é de 300kgf.

#### 4.2.1.8 Dimensionamento estrutural

Para a questão de dimensionamento estrutural, foi identificada a barra que sofre mais tensão na situação mais crítica. Esta barra seria a que sustenta a elevação da carga, e a situação seria em um ângulo de elevação baixo, como mostra a figura 17.

Figura 17 - Barra que sofre maior esforço



**Fonte:** Autor

Normalmente, a esteira trabalharia em um ângulo menor de inclinação da barra destacada em azul na imagem, mas, para obter a possibilidade de operação em qualquer altura de elevação, dimensiona-se o material para trabalhar na pior situação.

Para o dimensionamento da estrutura desta correia transportadora, é utilizado da fórmula descrita por Beer e Johnston (1995):

$$M = I/C * \sigma_m,$$

Onde:

$M$  = Momento fletor, dado por  $M = F \cdot d$ ;

$I$  = Momento de inércia, que é relativa à área de seção do material;

$C$  = Metade da dimensão à que se está efetuando a força;

$\sigma_m$  = Tensão máxima do material.

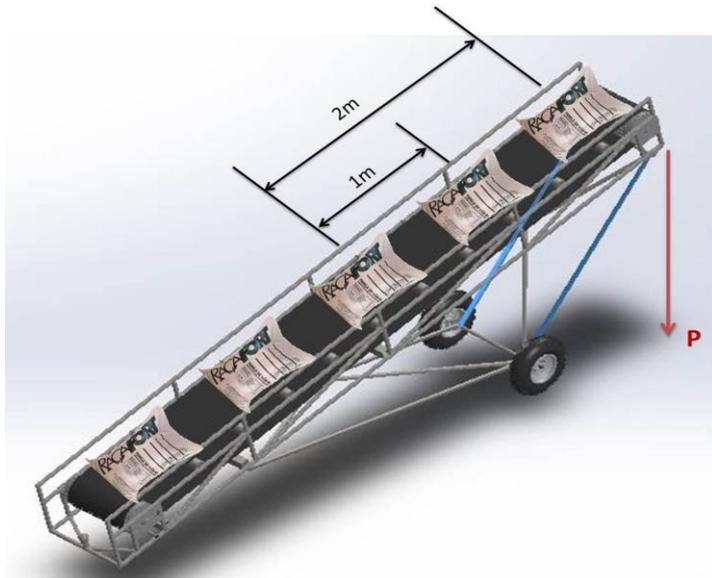
$M$  = Momento fletor, dado por  $M = F \cdot d$

$C$  = Metade da dimensão à que se está efetuando a força:  $C = H/2 = 0,025m$

$\sigma_m$  = Tensão máxima do material, para o aço 1020 = 380MPA

O carregamento máximo para o equipamento é de 5 sacos de soja, de 60Kg cada, sendo que dois deles influenciam na barra que está sendo estudada, um situado a um metro da articulação, e o outro a dois, ou seja,  $M = 600N \cdot 1m + 600N \cdot 2m$ , resultando em um momento  $M = 1800Nm$ , como mostra a figura abaixo.

Figura 18 - Esquema de Momento da Esteira



Fonte: Autor

Contudo, sobre este peso de 1800N é aplicado um coeficiente 2 e, também deve ser considerado que ele sustentado pelas 3 barras (duas de elevação e o apoio entre elas), então,

este valor é multiplicado por 2 e dividido por 3, resultando em um valor de momento para se aplica na fórmula de 1200N, portanto aplicando os seguintes coeficientes na formula obten-se:

$$I = M * C / \sigma m$$

$$I = 7,89 * 10^{-8} m^4$$

Este valor é o momento de inércia exigido esse sistema, e para atingi-lo, foi escolhido um tubo quadrado de 50mm de lado e 3mm de espessura, que, através da fórmula para este perfil:  $I = (H^4 - h^4)/12$ , nos da um valor de  $I = 1,14 * 10^{-7}$ , o qual é mais que o suficiente para a sustentação do peso.

#### 4.2.1.9 Sistema de reboque

Devido à necessidade de movimentação da esteira transportadora por grandes distâncias, o grupo analisou o sistema e optou por projetar um meio para auxiliar no transporte, proporcionando ao técnico responsável pelo transporte comodidade.

Por meio do método de *brainstorm*, o grupo definiu que o sistema de transporte seria composto por um cambão e um dispositivo de encaixe, o qual seria possível adaptar em veículos populares para realização do transporte.

Sendo preciso que a correia transportadora esteja apoiada no solo para realização do descarregamento de materiais, não pode ser colocado um módulo de encaixe fêmea. Sendo assim, foi projetado o sistema com módulo do tipo macho conforme a figura 7. Por isso, é necessário um adaptador para encaixar no veículo e na correia transportadora no momento da realização do deslocamento do conjunto.

Figura 19 - Sistema de Reboque



**Fonte:** Autor

Outro ponto que foi levantado foi a necessidade de se obter um sistema compacto para realização do transporte, devido por motivos de facilidade e segurança, uma vez que a esteira estaria muito instável devido a sua altura e pequena largura.

Figura 20 - Sistema fechado e pronto para transporte



**Fonte:** Autor

Chegou-se à conclusão que o sistema iria necessitar estar totalmente paralelo ao solo, necessitando de um subsistema que iria realizar a regulagem da altura. Esse sistema seria o responsável por realizar o fechamento completo da esteira e deixar a correia transportadora na posição de transporte, conforme mostra a Figura 20.

#### *4.2.1.10 Sistema Elétrico*

Se mostrou-se extremamente importante a criação de um sistema elétrico para a esteira rolante devido a questão de segurança, como se pode ver no Apêndice 6.

Descreve-se o funcionamento do sistema elétrico:

Q1 – Disjuntor da força para evitarmos possíveis danos por curtos circuitos

Q2 – Disjuntor do Comando novamente para evitarmos danos por curto circuito

K1 e K2 – Contatos com um contato auxiliar (13 e 14)

RT1 – Relé térmico de sobrecarga para evitar-se a queima do motor

S1 – Botoeira de Emergência para desligamento da máquina do lado do motor

S2 – Botoeira de Emergência do lado oposto do Motor

S3 – Botoeira Ligar

S4 – Botoeira do Reverso

M1 – Motor Elétrico Monofásico

Observando-se que haverá um painel elétrico juntamente com o motor e o mesmo será composto por uma tomada monofásica Steck, em que o cliente terá que possuir uma extensão para conectar a esteira rolante. Teremos também duas botoeiras de emergência uma juntamente ao motor e a outro do lado oposto ao motor. Composta também por uma chave reversora para inverter o fluxo da esteira podendo assim utiliza-la para carga e descargas de sacaria.

#### 4.3 Análise de adequação às normas de segurança no trabalho

O presente projeto deve atender às normas técnicas para garantir o desempenho dos equipamentos de transporte e elevação de carga juntamente com o dimensionamento do projeto. Todo o projeto e fabricação devem seguir as normas citadas na tabela 3, assim como critérios e cálculos que estabeleçam as condições necessárias para o projeto.

Seguindo os conceitos de máquinas de elevação e transportes, as referências adotadas para dimensionamento deste trabalho seguiram critérios da CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association), que são descritos no Manual dos Transportadores Contínuos da FAÇO (Fábrica de Aço Paulista S.A.).

Quadro 2 - Normas referentes a máquinas de elevação e correias transportadoras

Normas	Descrição
NR10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
NR12	Segurança no trabalho em maquinas e equipamentos
NR31	Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração aquicultura.
NBR8400	Cálculo de equipamento para levantamento e movimentação de cargas
NBR8011	Transportadores contínuos - Transportadores de correia - Cálculo da capacidade
NBR8205	Transportadores contínuos — Transportadores de correia — Cálculo de força e potência

Fonte: Autor

Para complementação dos dimensionamentos e para que o produto esteja adequado ao mercado, baseou-se em normas, as quais podem ser encontradas na tabela 3.

#### 4.3.1 Análise de risco

O Apêndice 2 relata uma análise de risco com levantamento das principais possibilidades de acidentes que podem-se ter efetuando a função com a esteira rolante.

### **4.4 Comparativo dos produtos**

Optou-se por fazer o comparativo do presente projeto com um produto comercial da empresa TORSOL do modelo Esteira transportadora móvel, por motivo de ser um produto comercial bem visto no mercado e por sua semelhança com o protótipo apresentado nesse trabalho.

#### 4.4.1 Características do produto comercial

- Estrutura treliçada
- Comprimento de 6 a 12 metros
- Montada sobre rodas aro 8 e 13
- Protetor de sacas nas laterais
- Apoio traseiro com rodas maciças, com haste para movimentação
- Roletes de cargas com buchas
- Guias laterais nas correias
- Tambor de acionamento raiado
- Acionamento: Motoredutor elétrico, monofásico ou trifásico
- Levante manual com catraca ou elétrica
- Correia Taliscada 20”
- Chave elétrica reversora para carga e descarga
- Velocidade da correia 0,75 m/s
- 4.4.2 Matriz Morfológica Produto Comercial

Optou-se por fazer uma matriz morfológica do produto comercial levantando seus dados e fazendo observações de seu projeto no modo como foi fabricado (APÊNDICE 3).

Com a matriz morfológica concluída na tabela 5 conseguimos verificar suas principais componentes e subcomponentes e se estão dentro dos que é solicitado no presente trabalho citado no quadro 1

#### 4.4.3 Matriz da Qualidade do Produto Comercial

Após a verificação das características do produto existente no mercado tomou-se a decisão de criar uma matriz da qualidade para analisarmos as necessidades do consumidor juntamente com seus requisitos técnicos.

Figura 21 - QFD do produto existente no mercado

		Requisitos Técnicos do Produto Comercial				
		Atende as Normas	Dimensionado Conforme Manual	Alimentação	Sistema de Inclinação	Sistema de Reboque
Necessidade do Consumidor	Ser de Fácil Operação			●		
	Ser Seguro	◆		●	●	
	Uso Versátil				●	◆
	Ter Boa capacidade de carga		◆			
	Velocidade da Esteira	◆	◆			

**Fonte:** Autor

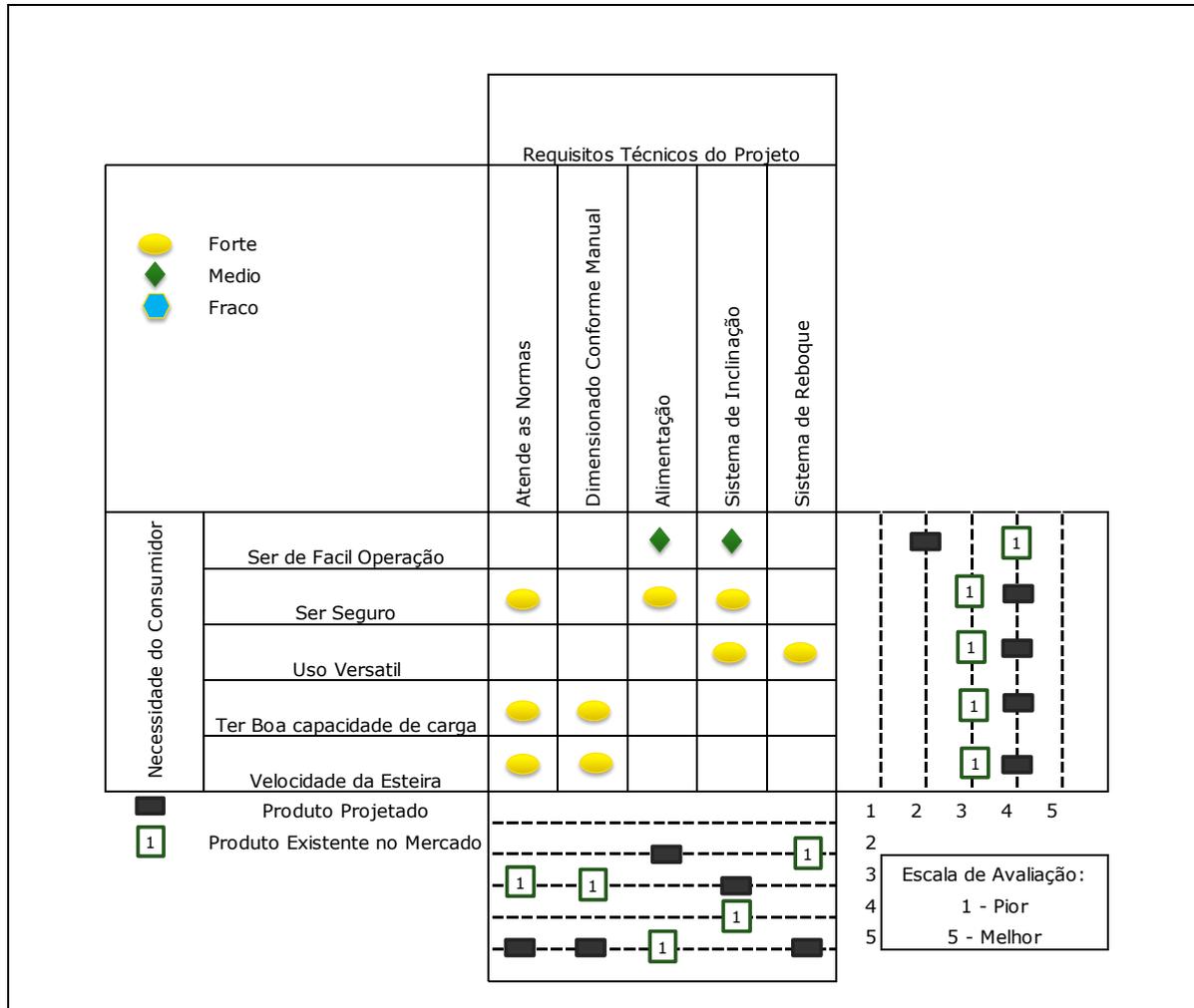
Com a matriz da qualidade do produto comercial concluída deu-se notas como forte, médio e fraco comparando com a matriz da qualidade citado na figura 6.

#### 4.4.4 Análise do produto Projetado e o Produto Comercial

Com as análises feitas no quadro 2 e figura 22, foi criada uma análise do produto desenvolvido com o produto já existente no mercado, então citou-se o produto comercial de

Quadro1 e assim como o produto projetado em quadrado preto. As avaliações foram feitas de 1 (pior) a 5 (Melhor).

Figura 22 - Matriz QFD Comparativo entre os produtos



Fonte: Autor

Com isso levantou-se dados onde o produto comercial se mostram mais efetivos e dados onde o produto projetado se mostram mais efetivos.

#### 4.4.5 Matriz morfologica do produto projetado X comercial

Para ser melhor analisado onde cada produto tem sua diferença criou-se uma matriz

Com essa análise podemos partir para as sugestões de melhorias para resultar um produto eficiente e que esteja dentro das normas de segurança e ergonomia citadas na tabela 3 e adequado ao mercado

### 4.5 Análises de resultados e sugestões de melhorias

Com as comparações feitas acima tem-se um resultado esperado do produto projetado, em que o mesmo atenderia o mercado e se mostraria competitivo devido seguir as normas e ser projetado através dos ensinamentos passados durante o curso.

Como sugestões para o projeto existente no mercado, os pontos considerados medianos que sugerem as seguintes melhorias apresentadas na matriz QFD seguem abaixo:

Figura 23 - Matriz da qualidade para discussão dos pontos de melhoria

		Requisitos Técnicos do Produto Comercial				
		Atende as Normas	Dimensionado Conforme Manual	Alimentação	Sistema de Inclinação	Sistema de Reboque
Necessidade do Consumidor	Ser de Facil Operação			●		
	Ser Seguro	◆		●	●	
	Uso Versatil				●	◆
	Ter Boa capacidade de carga		◆			
	Velocidade da Esteira	◆	◆			

**Fonte:** Autor

- Pode-se elaborar uma melhor segurança para o equipamento adequando-o as NR12 o que melhoraria a visão do cliente
- Sua capacidade de carga poderia ser recalculada conforme o presente projeto apresentou acima
- Velocidade da esteira poderia ser mais efetiva onde a mesma funciona a 0,75 m/s em quando a projetada funciona a 1 m/s a aumentando conforme foi calculado no projeto acima.

- A proteção para sacaria deveria ser mais efetiva devido a apresentar pontos que não favorece a proteção dos funcionários
- O sistema de rodizio deveria possuir uma trava em cada Pneu para evitar movimentação durante o trabalho

Porém, há pontos positivos apresentados no produto comercial, como:

- A alimentação do produto se torna boa devido a ser monofásica ou trifásica e por possuir sistema reverso o que facilita a descarga e a carga de material
- Seu sistema de inclinação se torna efetivo por ser elétrico ou manual o que o torna seguro

#### **4.6 Apresentação da sugestão de projeto de produto**

Depois de feitas as análises dos comparativos citados nos títulos acima, se propôs apresentar as sugestões de melhoria do projeto de produto, onde para aguentar esse peso, foi escolhido um tubo quadrado, de lado 50mm e 3mm de parede, do aço SAE 1020, e um motor com 4 HP de potência para elevar a carga.

Segue abaixo as características da esteira transportadora de sacaria:

- Estrutura treliçada dimensionada conforme manual suportando uma carga de até 1,6 t
- Comprimento de 5 metros devido à escolha para lugares menores o que a torna mais versátil
- Protetor de sacas nas laterais e proteção na parte dos roletes evitando o contato do funcionário com o equipamento
- Roletes de cargas com buchas
- Acionamento: Motor elétrico, monofásico.
- Levante manual com catraca
- Chave elétrica reversora para carga e descarga
- Velocidade da correia 1,0 m/s

##### **4.6.1 Matriz Morfológica**

No Apêndice 4, a matriz morfológica do produto final com suas devidas melhorias

#### 4.6.2 Matriz da Qualidade do Projeto de Produto final

Na figura 24 segue a matriz da qualidade apresentando o resultado final do presente projeto:

Figura 24 - Matriz da Qualidade do projeto de produto final

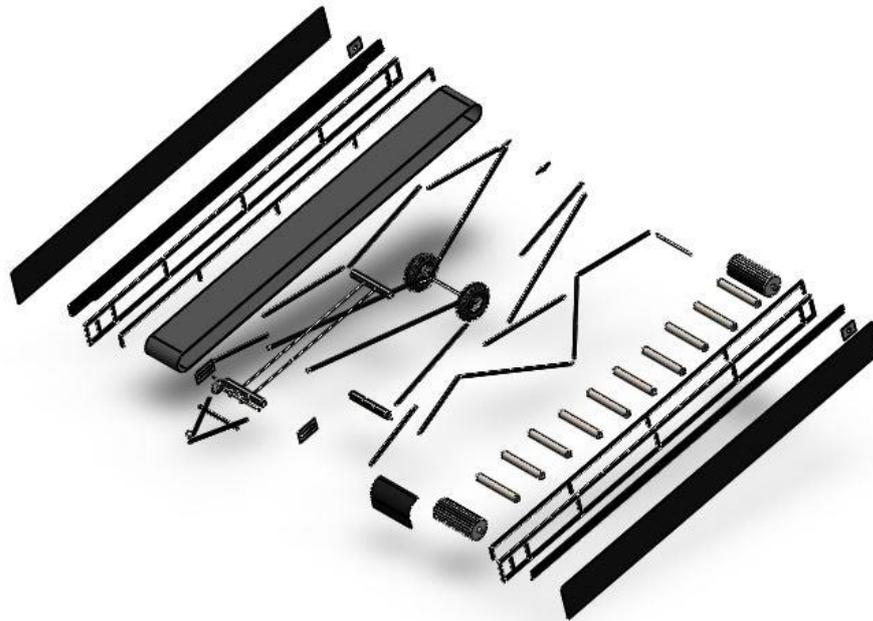
		Requisitos Técnicos do Projeto				
		Atende as Normas	Dimensionado Conforme Manual	Alimentação	Sistema de Inclinação	Sistema de Reboque
Necessidade do Consumidor	Ser de Facil Operação			◆	◆	
	Ser Seguro	●		●	●	
	Uso Versatil				●	●
	Ter Boa capacidade de carga	●	●			
	Velocidade da Esteira	●	●			

Fonte: Autor

#### 4.6.3 – Desenho técnico do projeto de produto

Por tanto se conclui que este projeto mostrou-se mais adequado ao mercado devido a sua adequação dentro das normas e seu dimensionamento dentro do manual de transportadores de correias, pois apresentou ser mais produtivo devido ao aumento da velocidade da correia de 0,75 m/s para 1 m/s e mesmo assim conseguimos aumentar sua segurança o adequando a NR12 colocando uma proteção lateral para evitarmos contato do funcionário juntamente ao roletes e a esteira e disponibilizando duas botoeiras de emergência uma em cada canto da máquina, evitando assim possíveis acidentes.

Figura 25 - Componentes da esteira transportadora



**Fonte:** Autor

Na figura 25 apresentou-se os compontes desmontados na esteira tranportador para melhor entendimento de seus componentes e subcomponentes, onde podemos ver os roletes a esteira tranportador suas estrutura e os demas subcomponente.

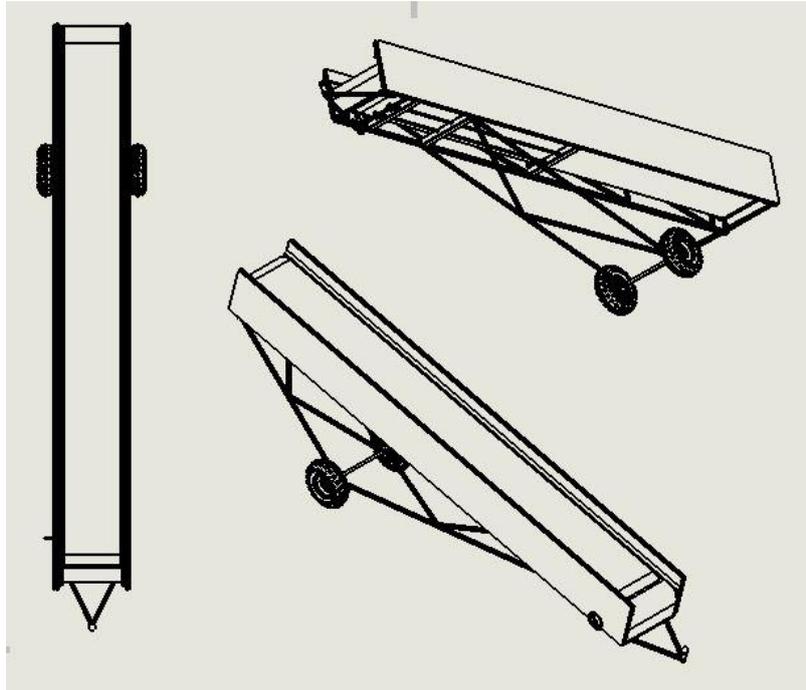
Figura 26 - Sistema de levantamento manual



**Fonte:** Autor

Na figura 26 podemos ver o sistema de levantamento da esteira até atingir os 3 metros proposto pelo projeto.

Figura 27 - Esteira em respectivas dimensões



**Fonte:** Autor

Na figura 27 podemos visualizar o projeto da esteira transportador em suas respectivas dimensões técnicas.

## 5 CONCLUSÃO

A correia transportadora é certamente muito funcional em vários setores, não apenas no transporte de sacarias, mas também na área da construção, podendo-se transportar os materiais (areia, brita, cimento) até o local da construção.

A esteira transportadora projetada neste trabalho visa movimentar sacaria por 5 metros, efetuando uma elevação de altura regulável, de até 3 metros, sendo possível uma carga de até 5 sacos juntos em cima da esteira. Para aguentar esse peso, foi escolhido um tubo quadrado, de lado 50mm e 3mm de parede, do aço SAE 1020, e um motor com 4 HP de potência para elevar a carga.

Com isso, se atingiu o objetivo de projetar um produto de esteira rolante metodologicamente dimensionado e adequado ao mercado, pois o produto se mostrou satisfatório em quesitos de segurança e produtividade atendendo as normas NR10 NR12 e NR31, conseguindo corrigir dimenssionamentos impiricos comparando-o com um produto comercial que não estava adequado ao mercado pois não estava adequado a NR12.

Desta forma, conclui-se que todos os objetivos propostos forma atingidos, sendo que com o estudo também foi possível colocar em prática conceitos aprendidos durante o período de curso, auxiliando o produto estudado. Por fim, cabe ressaltar que esse trabalho engloba varia áreas de estudo da engenharia mecânica, como projeto do produto, resistência dos materiais, máquinas de elevação e transporte, e elementos de máquinas, servindo de base para estudos futuros e aperfeiçoamento de técnicas utilizadas.

## REFERÊNCIAS

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2ed. São Paulo: Edgard Blucher. 2003.

BEER, F.P.; JOHNSTON, R.E. **Resistência dos Materiais**. 3ed. São Paulo; 1995.

BRASIL, H. V. **Máquinas de Levantamento**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A. 1985.

FAÇO. **Manual de Transportadores de Correias**. 4ed. 1995. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAv5MAA/manual-transportadores-correia-faco>>. Acesso em: 02 out. 2016.

GUIA TRABALHISTA. **Norma regulamentadora NR10**. 2016. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>>. Acesso em 16.out.2016

GUIA TRABALHISTA. **Norma regulamentadora NR12**. 2016. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12.htm>>. Acesso em 16.out.2016

GUIA TRABALHISTA. **Norma regulamentadora NR31**. 2016. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr31.htm>>. Acesso em 16.out.2016

PASSOS, L.C. **Apostila: Técnicas de instalação, operação, manutenção, testes e inspeção: pontes rolantes, guindastes giratórios e acessórios de movimentação de cargas**. Make Engenharia, Assessoria e Desenvolvimento. 2011.

RUDENKO, N.; PLAZA, J. **Máquinas de elevação e transporte**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

TORSOL. **Linha de Produto**. s.d. Disponível em: <<http://www.torsolmetal.com.br/detalhesproduto/Esteira-Transportadora-Movel/31>>. Acesso em: 15.out.2016

PAHL, G; FELDHUSEN, J; BEITZ, W. **Projéto na Engenharia**. 6°ed. São Paulo: Edgar Blucher. 2005.

FILHO, A. N. B. **Projeto e Desenvolvimento de Produtos**. 1ed. São Paulo: Atlas. 2009.

RUDENKO, N. **Máquinas de Elevação e Transporte**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, Editora S.A. Tradutor: João Plaza. 1976.

TRATORAÇO. (2011). **Histórias das correias transportadoras**. Disponível em: <<http://www.tratoraco.com.br/home/conteudo/3314/2710/Historia-das-Correias-Transportadoras>> Acesso em: 28.Agosto.2016.

**APÊNDICES**

### APÊNDICE I - Tabela de análise morfológica

Análise Morfológica Produto				
Componentes	Normas	Subcomponentes	Requisitos	Projeto Conceitual
Alimentação	NBR8205	Motor Elétrico (acionamento Simples)	Força necessária para fazer a movimentação da esteira com peso de 1,6 t	Dimensionado para 1 tambor (acionamento simples) constituído por um motor elétrico
	NR10	Segurança	Possuir duas Botões de segurança	Possui duas Botões de segurança, uma de cada lado da esteira
Sistemas de Movimentação	NBR8011	Tencionamento da Esteira	Tensão Necessário	Tensionada Conforme Manual de dimensionamento atendendo o Requisito Chegando a 300kgf
		Roletes	De cargas com Buchas	Selecionado conforme manual de dimensionamento - Rolete de carga com Bucha
Levantamento e Movimentação de Cargas	NBR84000	Estrutura	Resistir ao peso de 1,6 t	Dimensionado na pior situação, onde se mostra mais que satisfatório - Treliçada
	NR12	Reboque	Aguentar o esforço da movimentação através de um rebocador ou similar	Acoplamento e desacoplamento facéis
	NR12	Rodizio	Possuir duas travas de segurança	Elaborada com duas travas de segurança para evitar movimentação da maquina durante o turno de trabalho
Proteção de queda da sacaria	NR12	Proteções Laterais	Evitar a queda da sacaria	Possui Proteção entre a estrutura protegendo o funcionario de colocar so dedos entre os roletes e a esteira
Segurança e Ergonomia	NR12	Sistema de fechamento e levantamento da Esteira	Atender as normas de segurança e ergonomia	Sistema de movimentação adequado a norma

Fonte: Autor.

## APÊNDICE II - Análise de risco

Parte	Descrição do Risco	Especificação	Dano: Efetivo ou de potencial Lesão	Requisito da Norma	Prevenção	Exposição	Probabilidade	Gravidade	RPN	Prioridade
Sistemas de Movimentação	Risco do funcionario subir em cima da maquina com ela ligada	A movimentação da Sacaria é realizada através de uma esteira rolante com probabilidade dos sacos ficarem presos não chegando no fim da esteira	Fraturas/Traumatismo/Morte	NR12/NR10	Treinamento do funcionario/Botão de emergencia	4	3	6	72	Alta
	Risco do funcionario subir em cima da maquina com ela ligada	Realização da Manutenção	Fraturas/Traumatismo/Morte	NR10/NR12	Botão de Emergencia	2	2	5	20	Média
Alimentação	Possivel Choque Eletrico	Fios em maus estados	Morte	NR10	Especificações relativas à proteção contra choques eletricos	3	3	6	54	Alta
Levantamento e Movimentação de Cargas	Risco da Estrutura ceder	Erro de Dimensionamento	Fraturas/Traumatismo/Morte	NBR8011	Dimensionado Conforme manual/Fator de Segurança	4	2	6	48	Alta
	Movimentação da esteira durante o periodo de trabalho	A esteira possivelmente pode efetuar a movimentação durante o periodo de trabalho devido aos rodizios	Contusões	NR12	Conter travas de segurança nos rodizios	4	3	4	48	Média
Barras Protetoras da queda da Sacaria	Queda da Sacaria	Possivel queda da Sacaria em algum funcionario que estiver transitando por perto	Contusões/Fraturas	NR12	Dimensionado e contruido de forma a evitar quedas/Treinar funcionarios a não transitar por baixo na esteira	4	3	4	48	Média
Ergonomia	Mau posicionamento	Podendo haver o mau posicionamento por parte do funcionario na hora de retirar a saca da esteira	Contusões/Fraturas	NR12	Dimensionado para ter mais de uma regulagem	4	3	5	60	Média

**Fonte:** Autor.

### APÊNDICE III - Matriz morfológica do produto comercial

Análise Morfológica Produto Comercial				
Componentes	Normas	Subcomponentes	Atende	Observações Sob o Projeto atual
Alimentação	NBR8205/ NR10	Motor Elétrico (Monofásico ou trifásico)	Não especificado	Não especificado mencionado se possui botoeiras de segurança em ambos os lados da Esteira
Sistemas de Movimentação	NBR8011	Esteira	Taliscada 20"	Atende a necessidade
		Roletes	De cargas com Buchas	Atende a necessidade
Levantamento e Movimentação de Cargas	NBR84000	Estrutura	Treliçada	Estrutura de acordo com as normas
	NR12	Reboque	Não possui	Não especificado se possui sistema de reboque
	NR12	Rodizio	Aro 8 e 13	Não especificado se possui travas de segurança conforme a NR12
Proteção de queda da sacaria	NR31	Proteções Laterais	Possui	Não demonstra ter proteção contra a esteira e contra os roletes conforme especificado na NR12
Segurança e Ergonomia	NR12	Sistema de fechamento e levantamento da Esteira	Levante Manual ou elétrico	Eficiente

**Fonte:** Autor.

### APÊNDICE IV - Matriz Morfológica comparando o Produto Projetado X Comercial

Análise Morfológica Produto Projetado X Produto Comercial				
Componentes	Normas	Subcomponentes	Produto Projetado	Produto Comercial
Alimentação	NBR8205	Motor Elétrico (Monofásico ou trifásico)	Dimensionado para 1 tambor (acionamento simples) constituído por um motor elétrico	Motor Elétrico Monofásico ou trifásico
	NR10	Segurança	Possui duas Botoeiras de segurança, uma de cada lado da esteira	Não especificado
Sistemas de Movimentação	NBR8011	Tencionamento da Esteira	Tensionada Conforme Manual de dimensionamento atendendo o Requisito Chegando a 300kgf	Atende a necessidade
		Roletes	Selecionado conforme manual de dimensionamento - Rolete de carga com Bucha	De cargas com Buchas
Levantamento e Movimentação de Cargas	NBR84000	Estrutura	Dimensionado na pior situação, onde se mostra mais que satisfatório - Treliçada	Treliçada
	NR12	Reboque	Acoplamento e desacoplamento facéis	Não especificado se possui sistema de reboque
	NR12	Rodizio	Elebaroda com duas travas de segurança para evitar movimentação da máquina durante o turno de trabalho	Não especificado se possui travas de segurança conforme a NR12
Proteção de queda da sacaria	NR31	Proteções Laterais	Possui Proteção entre a estrutura protegendo o funcionário de colocar os dedos entre os roletes e a esteira	Não demonstra ter proteção contra a esteira e contra os roletes conforme especificado na NR12
Segurança e Ergonomia	NR12	Sistema de fechamento e levantamento da Esteira	Sistema de movimentação adequado a norma	Se torna eficiente por ser elétrico

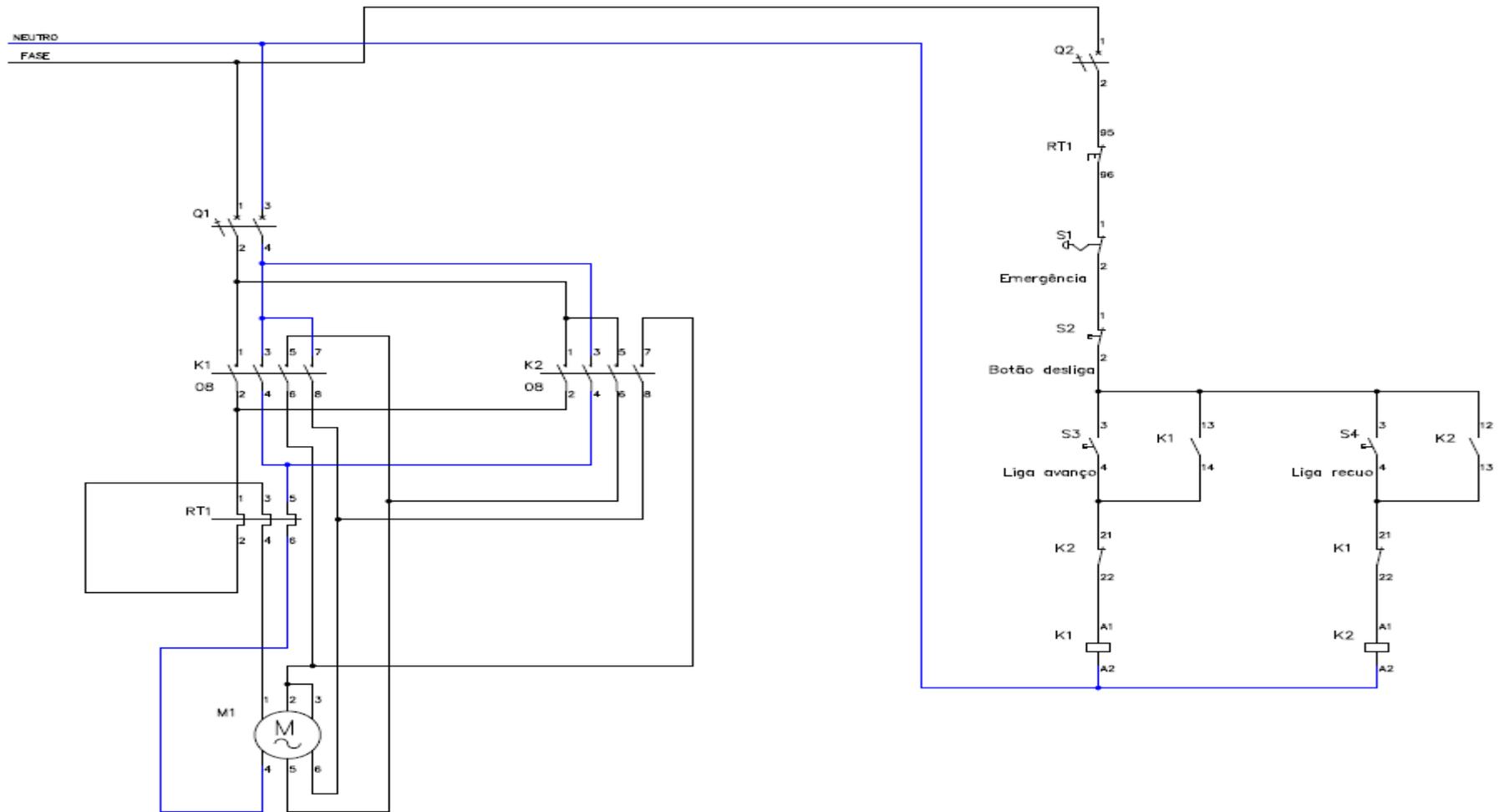
Fonte: Autor.

### APÊNDICE V - Matriz morfológica final

Análise Morfológica Produto				
Componentes	Normas	Subcomponentes	Requisitos	Projeto Conceitual
Alimentação	NBR8205	Motor Elétrico (acionamento Simples)	Força necessária para fazer a movimentação da esteira com peso de 1,6 t	Dimensionado para 1 tambor (acionamento simples) constituído por um motor elétrico
	NR10	Segurança	Possuir duas Botoeiras de segurança	Possui duas Botoeiras de segurança, uma de cada lado da esteira
Sistemas de Movimentação	NBR8011	Tencionamento da Esteira	Tensão Necessário	Tensionada Conforme Manual de dimensionamento atendendo o Requisito Chegando a 300kgf
		Roletes	De cargas com Buchas	Selecionado conforme manual de dimensionamento - Rolete de carga com Bucha
Levantamento e Movimentação de Cargas	NBR84000	Estrutura	Resistir ao peso de 1,6 t	Dimensionado na pior situação, onde se mostra mais que satisfatório - Treliçada
	NR12	Reboque	Aguentar o esforço da movimentação através de um rebocador ou similar	Acoplamento e desacoplamento facéis
	NR12	Rodizio	Possuir duas travas de segurança	Elebaroda com duas travas de segurança para evitar movimentação da maquina durante o turno de trabalho
Proteção de queda da sacaria	NR12	Proteções Laterais	Evitar a queda da sacaria	Possui Proteção entre a estrutura protegendo o funcionario de colocar so dedos entre os roletes e a esteira
Segurança e Ergonomia	NR12	Sistema de fechamento e levantamento da Esteira	Atender as normas de segurança e ergonomia	Sistema de movimentação adequado a norma

Fonte: Autor.

## Apêndice VI - Sistema Elétrico da Esteira Rol



Fonte: Autor