

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM PROJETO E PROCESSOS DE  
FABRICAÇÃO

Área de concentração: Projeto de Máquinas e  
Equipamentos

Dissertação de Mestrado

DESENVOLVIMENTO DE UMA ABASTECEDORA DE  
FERTILIZANTES DE ALTA VAZÃO

Marcio Howe

Passo Fundo



**UPF**

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETO E PROCESSOS DE**  
**FABRICAÇÃO - MESTRADO PROFISSIONAL**

**Marcio Howe**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA ABASTECEDORA DE**  
**FERTILIZANTES DE ALTA VAZÃO**

Passo Fundo

2020

**Marcio Howe**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA ABASTECEDORA DE  
FERTILIZANTES DE ALTA VAZÃO**

Orientador: Prof. Dr. Agenor Dias de Meira Junior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Passo Fundo

2020

CIP – Catalogação na Publicação

---

H855d Howe, Marcio  
Desenvolvimento de uma abastecedora de fertilizantes  
de alta vazão [recurso eletrônico] / Marcio Howe. – 2020.  
2.5 MB ; PDF.

Orientador: Prof. Dr. Agenor Dias de Meira Junior.  
Dissertação (Mestrado em Projeto e Processos de  
Fabricação) – Universidade de Passo Fundo, 2020.

1. Adubos e fertilizantes. 2. Agricultura – Tecnologia.  
3. Desenvolvimento de produtos. 4. Máquinas agrícolas.  
I. Meira Junior, Agenor Dias de, orientador. II. Título.

CDU: 631.3

Marcio Howe

**DESENVOLVIMENTO DE UMA ABASTECEDORA DE  
FERTILIZANTES DE ALTA VAZÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Data de aprovação: 07 de abril de 2020.

Os componentes da Banca examinadora abaixo aprovaram a Dissertação:

Professor Doutor Agenor Dias de Meira Junior  
Orientador

Professor Doutor Charles Leonardo Israel  
Universidade de Passo Fundo

Professor Doutor Gustavo Prates Mezzomo  
Universidade de Passo Fundo

Professor Doutor Jakerson Gevinsky  
IFRS

*Dedico este trabalho à minha esposa Jessica,  
aos meus sócios Armin e Mauricio, e a minha  
mãe Maria Rosa.*

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa Jessica pelo carinho, paciência, apoio e amor incondicional, nos momentos que lhe privei atenção para a realização deste trabalho.

À SLC Agrícola, em especial ao Luciano Bizzi e Paulo Roberto Carpenedo Junior, pela oportunidade e por acreditar neste desafio, orientando e contribuindo para a resolução da solução, inclusive disponibilizando a estrutura das Fazendas para os testes e validações.

Ao Engenheiro Roberto Thompson, pelos conselhos, orientações e participação no projeto.

Aos meus sócios, Armin e Mauricio, que suportaram os trabalhos quando estive ausente, bem como toda equipe da INW Soluções.

À Carlos Reuwsaat, pela contribuição e dedicação em todos os detalhes, e pelo companheirismo nos momentos que mais precisei.

Ao meu orientador Dr. Agenor Dias de Meira Junior, por não desistir e apoiar nos momentos finais.

À banca examinadora, composta pelos professores Dr. Agenor Dias de Meira Junior, Dr. Gustavo Prates Mezzomo e Dr. Charles Leonardo Israel, pelas contribuições e sugestões.

Aos meus colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Projetos e Processos de Fabricação, pelos conhecimentos compartilhados.

Enfim, agradeço a todos que, de certa forma, ajudaram na realização deste trabalho.

*Sucesso não é o final, falhar não é fatal: é a coragem para continuar que conta.*

*Winston Churchill.*



## RESUMO

O agronegócio no Brasil representa uma disputa comercial acirrada entre os grandes produtores do mercado, principalmente na agricultura de escala. A busca pela eficiência e redução de custos demanda alta tecnologia no setor do agronegócio, e também aos fabricantes de máquinas e implementos da cadeia. Com janelas de cultura cada vez mais curtas, para assertividade na produção, cada minuto é importante. No Cerrado, grandes equipamentos de distribuição de fertilizantes granulados são empregados, como exemplo os autopropelidos de fabricação nacional ou importado, que podem ter alta tecnologia, entregando agilidade e valor agregado. Logo, exige-se um tempo de *setup* mínimo para atingir o máximo de horas produzidas/dia. Até 2017, a solução mais utilizada foi o “Canudo”, caracterizado como um equipamento para realizar o abastecimento de fertilizantes em plantadoras e distribuidores a lança. Porém, esse equipamento, demanda um tempo de operação incompatível com a eficiência atual dos distribuidores. Ao encontro do objetivo proposto, o desenvolvimento de um equipamento com maior capacidade de descarga, minimizou o tempo de *setup*, o qual, somando-se as manobras e o abastecimento de fertilizantes no distribuidor, atendeu as premissas, com uma série de requisitos de segurança, normas, confiabilidade, padronização e custo, pois são fatores que impactam no processo, entregando ganhos expressivos de hectares/hora aplicado, menor número de máquinas e operadores no processo, permitindo que os fertilizantes sejam aplicados no momento exato, sem prejuízo à cultura, além de redução no imobilizado das fazendas, entregando a eficácia desejada e, inclusive economia financeira para o cliente.

Palavras-chave: Canudo. Agricultura de escala. Cerrado. Autopropelidos. Agronomia. Fertilizantes

## ABSTRACT

Agribusiness in Brazil represents a fierce trade dispute between the major producers in the market, mainly in large scale agriculture. The search for efficiency and cost reduction demands high technology in the agribusiness sector, and also as the manufacturers of machines and implements in the chain. With culture windows increasingly shorter, for assertiveness in production, each minute is important. In the Cerrado, large equipment for the distribution of granulated fertilizers is used, for example the self-propelled products manufactured national or imported, that may have high technology, delivering agility and added value. Ergo, a minimum setup time is required to reach the maximum hours produced / day. Until 2017, the most used solution was the “Canudo”, characterized as an equipment to supply fertilizer in planters and distributors. However, this equipmen, demand an operating time incompatible with the current efficiency of the distributors. Meeting the proposed objective, the development of equipment with greater discharge capacity, minimized the *setup* time, which, figure up to the maneuvers and the supply of fertilizers at the distributor, comply with premises, with a series of safety requirements, standards, reliability, standardization and cost, as they are factors that impact the process, delivering significant gains of hectares / hour applied, fewer machines and operators in the process, allowing fertilizers that are applied at the right time, without harming the culture, as well as reducing the fixed assets of the farms, delivering the desired effectiveness and even financial savings to the customer.

Keywords: Canudo. Scale Agriculture. Cerrado. Self-Propelled. Agronomy. Fertilizers

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização das Unidades de Produção da SLC Agrícola .....	15
Figura 2 - Croqui de logística e abastecimento de fertilizantes.....	17
Figura 3 - Processo de abastecimento atual.....	17
Figura 4 - A matriz “casa da qualidade” proposta por Baxter.....	29
Figura 5 - Lista de tópicos típicos para uma especificação de projeto .....	31
Figura 6 - Etapas do processo de projeto .....	32
Figura 7 - Sequencia linear de eventos no desenvolvimento de produtos .....	33
Figura 8 - Representação PRODIP de Romano, 2003 .....	34
Figura 9 - Matriz morfológica no desenvolvimento de colhedora de café .....	36
Figura 10 - Procedimento geral para o desenvolvimento do projeto.....	38
Figura 11 - Constituição formal de uma lista de requisitos.....	40
Figura 12 - Etapas de trabalho da fase de concepção .....	41
Figura 13 - Combinação de princípios para atender a função global de uma colhedora .....	42
Figura 14 - Etapas de trabalho principais no anteprojeto.....	44
Figura 15 - Abastecedor de adubo Imavi .....	46
Figura 16 - “CANUDO 1300” .....	47
Figura 17 - Guindaste veicular na operação de abastecimento de fertilizantes.....	48
Figura 18 - Sistema para abastecimento da empresa Ray-Man.....	49
Figura 19 - Sistema de abastecimento com dala da empresa Ray-Man.....	49
Figura 20 - Equipamento da empresa Quickveyor abastecendo uma plantadora.....	50
Figura 21 - Sede da empresa INW SOLUÇÕES .....	56
Figura 22 - Abastecimento de fertilizantes com "Kanudo".....	57
Figura 23 - Matriz morfológica e princípios de funcionamento.....	62
Figura 24 - Ante projeto CN 30.0 SR AD.....	69
Figura 25 - Ensaio de torque na helicoide.....	70
Figura 26 - Vistas da caixa de carga com o tubo de descarga aberto .....	72
Figura 27 - Peças e componentes do protótipo.....	73
Figura 28 - Fluxograma de operação .....	74
Figura 29 - Montagem do protótipo.....	75

Figura 30 - Protótipo instalado em base rodoviária.....	76
Figura 31 - Depósito da patente e pedido de PCT .....	77
Figura 32 - Tempo de prato ligado e desligado de um distribuidor com dois modelos de abastecimento.....	79
Figura 33 - Produtividade de um distribuidor por hora e mês com dois tipos de abastecimento .....	80
Figura 34 - Consumo de combustível (1) “Canudão” e (3) “Canudo” .....	81
Figura 35 - Vantagens comparando o processo com “Canudão” e “Canudo” no abastecimento .....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variantes no processo de cobertura com fertilizantes .....	18
Tabela 2 - Etapas do projeto conceitual são semelhantes àquelas da metodologia criativa ....	26
Tabela 3 - Características de cada produto por fabricante .....	52
Tabela 4 - Lista de requisitos do projeto utilizando Pahl e Beitz (2011). Legenda R/D, significam R para Requisitos e D, para Desejos .....	58
Tabela 5 - Estruturação da função utilizando Pahl e Beitz (2011) .....	60
Tabela 6 - Aspectos qualitativos utilizando Pahl e Beitz (2011).....	65
Tabela 7 - Matriz morfológica das possíveis soluções utilizando Pahl e Beitz (2011) .....	66
Tabela 8 - Proposta de combinações e combinações escolhidas .....	67
Tabela 9 - Concepções aprovadas para o ante projeto .....	68
Tabela 10 - Valores para produção e 2000 hc/dia com “Canudão” e “Canudo” .....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB	Companhia nacional de abastecimento
CMT	Capacidade máxima de tração
CUP	Convenção União de Paris
CV	Cavalo Vapor
DI	Desenho Industrial
HP	<i>Horse Power</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Kcl	Cloreto De Potássio
LPI	Lei da Propriedade Intelectual
MU	Modelo de Utilidade
N	Nitrogênio
NePID	Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos
NPD	Desenvolvimento De Novos Produtos
NPK	Nitrogênio, Fósforo E Potássio
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
P	Fósforo
PCT	Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes
PDP	Processo De Desenvolvimento De Produtos
PI	Patente de Invenção
PME	Pequena E Médias Empresa
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PRODip	Processo de Desenvolvimento Integrado
PU	Primer Poliuretano
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
Ton	Tonelada
WIPO	Biblioteca Digital de Propriedade Intelectual

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Contexto (materiais e métodos).....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Objetivos .....</b>	<b>20</b>
1.3.1 Objetivos gerais .....	20
1.3.2 Objetivos específicos .....	20
<b>1.4 Estrutura da pesquisa.....</b>	<b>20</b>
<b>1.5 Delimitação da pesquisa .....</b>	<b>21</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Desenvolvimento de novos produtos e estratégias .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Metodologias de projeto de produtos.....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Metodologia de Baxter.....	25
2.2.2 Metodologia de Back .....	34
2.2.3 Metodologia de Pahl e Beitz .....	37
<b>2.3 Equipamentos existentes no mercado .....</b>	<b>45</b>
2.3.1 Fabricante Imavi.....	46
2.3.2 Fabricante INW Soluções .....	47
2.3.3 Fabricante TKA Guindastes.....	48
2.3.4 Fabricante Ray-Man .....	48
2.3.5 Fabricante Quickveyor.....	50
<b>2.4 Características principais dos equipamentos estudados .....</b>	<b>51</b>
<b>3 PATENTES.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Estado da arte .....</b>	<b>53</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Especificações do produto desenvolvido .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2 Projeto conceitual e combinações de solução.....</b>	<b>60</b>
<b>4.3 Combinação escolhida .....</b>	<b>67</b>
<b>4.4 Ante projeto .....</b>	<b>69</b>
<b>5 CONCEPÇÃO .....</b>	<b>72</b>

<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE A – Folder comercial Canudão 30.0 SR, capa.....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE B – Folder comercial Canudão 30.0 SR, verso.....</b>	<b>89</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, com seu amplo limite territorial, possui aptidão agrícola para a produção das mais variadas culturas, aliada as variáveis climáticas favoráveis, agronômicas, econômicas e sociais. Esses fatores mencionados, relacionados às necessidades de produção e consumo nacionais e internacionais, resultam em forte peso na balança comercial nacional. Para a safra 2018/19, por exemplo, a área plantada de grãos no Brasil, está estimada em 60.028 mil hectares. A perspectiva é de aumento de 2,1% em relação à temporada passada, que equivale a um acréscimo de 1.307,2 mil hectares, influenciado pelo incremento nas áreas de milho, algodão e soja (CONAB, 2017).

Os grandes produtores agrícolas estão presentes, especialmente, na região Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, onde a agricultura de escala aparece. Neste cenário, uma cultura bem-sucedida, dependerá de uma sincronização assertiva entre a escolha da cultivar, fator climático, padronização de processos e alta tecnologia nos maquinários. Com janelas de produção pré-determinadas e cada vez mais curtas, no caso em tela, a fertilidade do solo tem papel fundamental.

O método mais utilizado para distribuir os fertilizantes, atualmente, nessas regiões, é a aplicação a lanço, de forma segregada, com grandes equipamentos espalhadores, os quais são aplicados no solo em épocas diferentes, podendo ser intercalados, diferentemente de outras regiões do Brasil, onde o “NPK” é disponibilizado ao sulco, no momento de plantio da semente, quase em sua totalidade para a safra. Os fertilizantes podem ser secos e/ou granulados, e os principais são: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e o Cloreto de Potássio (KCL).

Na agricultura, o processo de cultivo não se resume a conjunto Trator/Plantadora, Distribuidores, Pulverizadores e Colhedoras. Todo o processo agrícola, não só em áreas de agricultura de escala, mas principalmente nela, demandam alto investimento e dimensionamento em máquinas e implementos para realizar a logística e abastecimento dos insumos, sejam eles, sementes, fertilizantes, defensivos, água, além de consumíveis, como combustível e lubrificantes, que devem atender as grandes máquinas no campo. Caso o dimensionamento não esteja correto, ou seja, sub ou superdimensionado, implicará na perda operacional por ociosidade ou gargalos.

Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de uma abastecedora de fertilizantes de alta vazão, considerando de forma global, o processo do usuário, contemplando, ainda, a

identificação das necessidades operacionais do processo de logística e abastecimento de fertilizantes nas fazendas com agricultura de escala, com características qualitativas e quantitativas.

### 1.1 Contexto (materiais e métodos)

O trabalho em questão iniciou com a demanda da empresa SLC Agrícola, com sede em Porto Alegre/RS, que possui as suas unidades produtoras distribuídas pelo cerrado brasileiro, conforme demonstrado na Figura 1.

*Figura 1 - Localização das Unidades de Produção da SLC Agrícola*



*Fonte: SLC AGRÍCOLA, 2018*

De acordo com a mencionada figura, 14 (quatorze) Unidades produtivas localizam-se seis estados do Cerrado: Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Bahia e Piauí. Segundo informação, encontrada na página eletrônica da empresa SLC Agrícola, a

diversificação da localização de suas propriedades, minimizam os potenciais riscos climáticos e a incidência de pragas e doenças.

No sítio eletrônico da empresa, também é possível obter o dado de que essa possui 16 Unidades de Produção estrategicamente localizadas em 6 estados brasileiros que totalizaram 404.479 hectares no ano-safra 2017/18 – sendo 230.164 de soja, 95.124 de algodão, 76.839 de milho e 2.352 de outras culturas, tais como trigo, milho primeira safra, milho semente e cana-de-açúcar (SLC AGRÍCOLA).

O dimensionamento de mecanização é elaborado a partir de métricas e históricos, visando atender o tempo das janelas de produção.

Existem outros grupos agrícolas que podem ser comparados com a empresa acima, como Amaggi, Bom Futuro, TS Agro, além de outros grandes produtores individuais, ambos localizados no Cerrado brasileiro.

O problema em questão foi apresentado pela equipe de dimensionamento de mecanização agrícola da SLC Agrícola, a qual relatou que os equipamentos de distribuição a lanço, apresentam tempo de espera considerável aguardando o abastecimento de fertilizantes.

A Figura 2 ilustra o croqui de funcionamento do processo de logística e abastecimento de fertilizantes nas unidades produtoras. Para a logística são utilizados caminhões comerciais, com implementos rodoviários do tipo caçambas basculantes, por possuírem capacidade de carga e velocidade de movimentação aceitáveis, não sendo utilizados tratores com reboques, devido as longas distâncias percorridas entre a sede da fazenda e os talhões a serem cultivados.

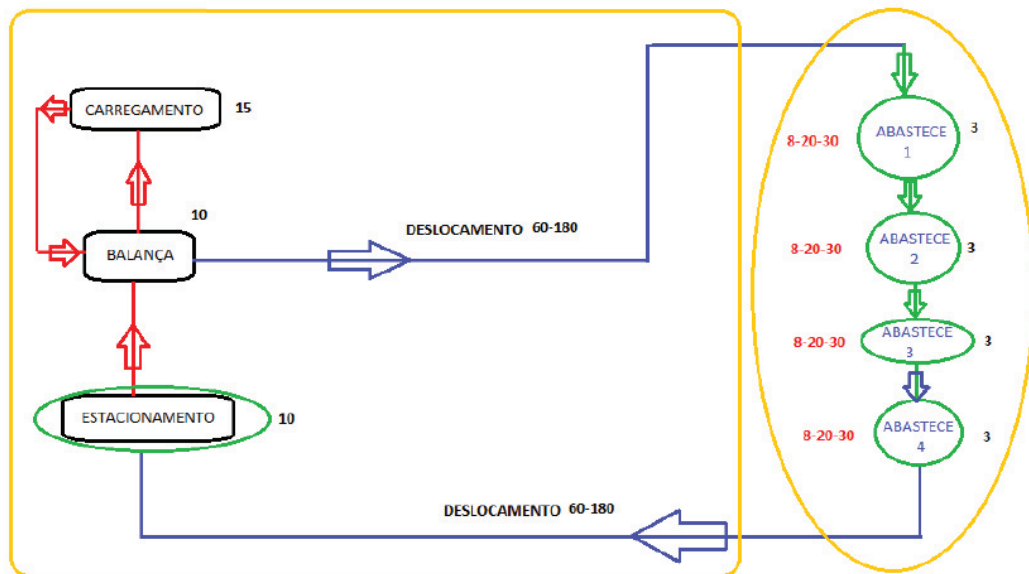
Cabe frisar que fazendas de escalas recebem, quase todos os fertilizantes, à granel, e os estocam em “bacias”, estas sendo depósitos horizontais, construídos no chão, com paredes em 3 lados, geralmente em madeira, e cobertos por uma lona, após serem estocados.

De acordo com o fluxo, apresentado no lado esquerdo da figura 2, pode-se observar que, já na sede da fazenda, o implemento rodoviário aguarda no estacionamento, autorização para seguir à balança. Da balança, o implemento segue para o carregamento, realizado por uma máquina carregadeira, e, após, retorna à balança, para controle e medição da massa carregada.

Após o controle realizado pela balança, de acordo com o fluxo observado no lado direito da figura, inicia-se a logística do produto até a área que deve ser entregue o fertilizante, que em seguida, realizará o processo de abastecimento dos equipamentos distribuidores, consistente na manipulação do fertilizante da caçamba basculante, para o silo do equipamento distribuidor.

Na figura, observa-se, ainda, o tempo médio consumido por cada etapa do processo.

Figura 2 - Croqui de logística e abastecimento de fertilizantes



Fonte: Do autor

A figura 3 ilustra o abastecimento de um equipamento de distribuição de fertilizantes, o qual recebe o fertilizante para realizar a cobertura no solo a lanço. Na figura, observa-se, ainda, o sistema tradicionalmente e atualmente empregado nas fazendas para o abastecimento, o qual é realizado por meio do “Kanudo”.

Figura 3 - Processo de abastecimento atual



Fonte: Do autor.

O “Kanudo” é instalado na parte traseira da caçamba basculantes, fixada no veículo destinado para essa atividade, e é acionado por circuito hidráulico, sendo que a fonte de energia é a própria Tomada de força do caminhão. O equipamento é dotado de tubo com roscas helicoidais com acionamento hidráulico, com um tubo vertical, um tubo horizontal giratório, que permitirá o seu posicionamento em cima do distribuidor. Conforme o “Kanudo” abastece o distribuidor, há o basculamento da caçamba.

A operação acima ilustrada, chama atenção dos gerentes de mecanização e coordenadores de lavoura, pois, em alguns casos, o tempo em que o distribuidor fica em operação, acaba sendo menor que o tempo que ele fica parado, aguardando o seu carregamento. Esse tempo, corresponde a um ciclo de operação. Logo, cada ciclo de operação contempla uma abastecida e um processo de distribuição.

Assim, considerando os dados constantes na Tabela 1, evidencia-se o fato de que o tempo de ciclo corresponde ao somatório do tempo em que o distribuidor ficou com os pratos ligados e o tempo de abastecimento.

No lado direito da tabela indica-se os tempos (em minutos) dos ciclos de operação, para as diferentes vazões, e os diferentes produtos aplicados. Porém, pode-se observar que, embora a taxa de cobertura aumente, o tempo do abastecimento não se altera, ou seja, se mantém fixo.

De forma exemplificativa, utilizando-se os dados da tabela, nota-se que quando a taxa de cobertura é de 600 kg por hectare (variante da área aplicada que vai receber o fertilizante), utilizando-se um equipamento com capacidade de carga de 5 toneladas (variável quantitativa referente a caixa de carga do Distribuidor), o tempo de aplicação é de 8 minutos. Esse tempo, acrescido ao tempo de abastecimento, de 15 minutos, resulta em um ciclo de 23 minutos. Logo, o distribuidor permanece parado, aguardando abastecimento, por tempo quase igual ao de uma aplicação.

*Tabela 1 - Variantes no processo de cobertura com fertilizantes*

Equipamento:	Hercules	Taxa de cobertura		
Capac. De carga:	5 Ton	100 kg/ha	200 kg/ha	600 kg/há
*Tempo de aplicação (minutos)		30	20	8
Tempo de abastecimento (minutos)		15	15	15
Tempo de um ciclo: (minutos)		45	35	23
Fertilizante		N	Kcl	P

Fonte: *Do autor*

O problema caracteriza-se principalmente, no tempo de abastecimento, que é fixo, limitando a produtividade do distribuidor, pois o tempo de aplicação é variável, de acordo com o tipo de fertilizante utilizado, sendo necessária a redução do tempo de *setup* que contempla o tempo de manobra do distribuidor, abertura do tubo do “Kanudo”, mais o tempo de rosca que é o abastecimento do fertilizante.

A diminuição desse tempo (*setup*), permite que o distribuidor permaneça por maior período em aplicação, ou seja, com os pratos ligados por mais tempo, resultando em uma maior quantidade de hectares por hora aplicado.

## 1.2 Justificativa

Os modelos de negócio escalável, oferecem maior retorno sobre o capital investido, logo, investimentos tecnológicos são parte fundamental para trazer vantagem competitiva, refletindo em expansão de faturamento, geração de caixa operacional, lucro líquido e geração de caixa livre, mantendo o endividamento em patamares confortáveis (PAVINATO, 2018). A tecnologia vem para produzir mais ou gastar menos, ou seja, só há dois caminhos a seguir na operação agrícola, ou seja, maior produção ou menor custo.

Assim, oferecer uma quantidade expressiva de inovação e invenção tecnológica, sem a maior produção ou menos custos, não ajudará a melhorar a eficiência e a competitividade do negócio. Equipamentos e máquinas digitais, interligadas a internet, que tornam a fazenda conectada, com controle de qualidade do processo e da máquina, aliados aos fatores aumento de produção e diminuição de custos, são fundamentais para a eficiência e gestão do negócio (PAVINATO, 2018).

Diante disso, é fundamental a adoção de técnicas padronizadas e organizadas na busca da solução, no desenvolvimento de projetos, alinhados as demandas apontadas pelo cliente e mercado, permitindo que o produto, quando concebido, esteja posicionado de forma assertiva a resolução do problema.

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivos gerais

Desenvolvimento de uma abastecedora de fertilizantes de alta vazão para fazendas com agricultura de escala.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Utilizar metodologia de projeto;
- Reduzir o tempo de abastecimento;
- Atender aos requisitos de segurança, qualidade e eficiência;

### **1.4 Estrutura da pesquisa**

Este trabalho está estruturado de acordo com seguintes capítulos:

O primeiro capítulo abordou o contexto onde foi desenvolvida a proposta do trabalho, a motivação e justificativa, e objetivos buscados, contemplando informações pertinentes afim de situar o leitor.

O segundo capítulo apresentou o método de pesquisa para iniciar o desenvolvimento do produto, realizando a revisão bibliográfica das áreas abordadas na temática da pesquisa.

O terceiro capítulo apontou buscas de patentes de soluções registradas no INPI.

O quarto capítulo apresentou a estrutura do projeto de desenvolvimento, como definição dos critérios e busca das soluções.

O quinto capítulo evidenciou as soluções escolhidas para atendimento dos requisitos propostos para o desenvolvimento do objetivo apontado.

No sexto capítulo, foram apresentados os resultados.

Por fim, o sétimo e último capítulo, abordou as conclusões do desenvolvimento da solução, objeto da pesquisa.

### **1.5 Delimitação da pesquisa**

O desenvolvimento da pesquisa proposta, aprofundou, puramente, o processo de tempo de abastecimento - logística e a eficiência no abastecimento de fertilizantes para fazendas de escala, elaborando os requisitos de projeto com base nas demandas presentes no cenário atual, bem como nas limitações decorrentes do processo, buscando a solução e focando na máquina de abastecimento de fertilizantes, como delimitado na introdução.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta etapa, exibe-se uma revisão bibliográfica sobre o tema de desenvolvimento de produto, apresentando a metodologia existente para implementação neste trabalho.

A pesquisa realizada serve como uma ferramenta para elucidar e organizar o processo de desenvolvimento, possibilitando a elaboração de uma solução adequada, inclusive para futuras melhorias e versões.

### 2.1 Desenvolvimento de novos produtos e estratégias

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é encontrado, geralmente, nas empresas industrializadoras, motivado pela avaliação de mercado, diagnosticado pelo setor estratégico das empresas. A posição de mercado desejada, estimula que a maior parte das empresas sobrevivam ou se sobressaiam em um ambiente competitivo. As empresas que buscam inovação também precisam acelerar o ciclo de vida dos produtos, qualificando o processo interno e atributos tecnológicos para lançar no mercado produtos com qualidade<sup>1</sup> esperada e custo-benefício adequado ao consumidor (SCHOFFEL, 2014).

O mercado econômico está globalizado, e com isso os produtos devem entregar alta qualidade e, além disso, ser competitivo. Para alcançar essa competitividade, o produto deverá ser desenvolvido de uma forma integrada, com competências em múltiplas disciplinas (BACK, *et al*, 2008).

Muitas empresas estão centralizando o foco no desenvolvimento de novos produtos (NPD), com vista a minimizar o tempo de entrada no mercado. Fatores externos também devem ser considerados como a exacerbada alteração no “gosto” dos consumidores (VALENTE, 2011). A busca constante por inovação tecnológica e os curtos ciclos de vida dos produtos, são fatores que obrigam as empresas a desenvolverem rapidamente seus produtos (KOTLER, 2008). O fator chave para uma empresa se manter competitiva depende da sua capacidade de criar repetidamente novos produtos, garantido o sucesso comercial, do produto sucessor (ANSOFF, 1957).

Conforme Eppinger e Ulrich (2008), o sucesso econômico da maioria das empresas, vem da sua capacidade de identificar as necessidades dos consumidores e criar novos produtos

---

<sup>1</sup> A concepção de “qualidade” foi melhor desenvolvida pelo autor na página 28, para a qual remete o leitor.

que vão de encontro a essas demandas. Os autores destacam que a interdisciplinaridade de funções tem relevâncias em uma empresa, constituindo o fator central para o sucesso de novos produtos.

Segundo Valente (2011), não basta acreditar que o sucesso de um produto passa pela sua complexidade tecnológica ou de desenvolvimento. Às variáveis citadas, deve-se incluir a satisfação do cliente. Ainda, conforme Levitt (1975), deve-se aplicar um conceito inerente ao Marketing Myopia, que apela para a revisão e reconstituição de produtos que já estão no mercado, por substituição de outros, ou seja, criar um produto para a sucessão do que já existente.

Não se pode concentrar e apostar que o sucesso da empresa será todo suportado pela ideia do projeto do produto. Sem dúvida os princípios básicos para qualquer negócio são, segundo Valente (2011):

- As Estratégias;
- As Ferramentas;
- A Cooperação interdisciplinar;
- Os Meios formalizados;

Esses fatores alinhados, convergem a um rápido desenvolvimento de produtos, com sucesso comercial. O insucesso, porém, também merece relevância nas organizações. Mahajan e Wind (1997) descrevem alguns fatores importantes que podem conduzir ao insucesso comercial de produtos, quais sejam:

- Análises de mercado;
- Reexaminações internas dos ciclos de vida do produto;
- Reanálise de avaliação de ideias;

Fica evidenciado, assim, que o sucesso do projeto só será de fato considerado, se gerar resultados comerciais positivos. A capacidade de gestão do processo pode diferenciar o custo de fabricação do produto, posicionando a empresa com diferencial competitivo perante a concorrência, permitindo a geração de caixa positivo e lucro, ou seja, projeto com sucesso comercial.

Quanto ao tamanho da empresa, nem sempre as grandes empresas são as mais inovadoras, apesar de possuírem maior capacidade de investimento. As pequenas e médias empresas (PME) são consideradas flexíveis e mais inovadoras em termos de desenvolvimento

de produto, porém, nas PMEs, a falta de métodos e estratégias formalizadas, resultam em uma dessincronização nas equipes (VALENTE, 2011).

Possuir uma estratégia de inovação de produto, é claramente identificado como uma boa prática, Cooper (2004). Dentro da estratégia global da empresa deve estar presente uma estratégia específica para o desenvolvimento de produtos Wheelen and Huger (2004). Kloter (2008) reforça a ideia de que, inerente ao desenvolvimento de novos produtos está sempre uma estratégia associada.

Vários objetivos podem estar suportados na utilização de estratégias para desenvolvimento de novos produtos, entre os quais cita Valente (2014):

- Um portfólio de oportunidades de famílias de produtos (sempre ligadas a estratégia funcional da empresa e mercado), pode desencadear inovadores processos de desenvolvimento de produto e de manufatura;
- O desenvolvimento do conceito, deve ser explorado junto ao consumidor final, *lead users* e parceiros;
- Inclui também o conceito de cocriação (interação e integração com o consumidor final).
- Conhecimento do mercado potencial, previsões sobre os concorrentes em termos de indústria, crescimento do mercado e curvas de adoção (WARREN SEERING, *et al*, 2011).

Quando uma empresa se consolida no mercado, torna-se referência na área em que atua, permitindo a criação de tendências para o mercado consumidor. Isso ocorre quando a estratégia funcional da empresa inclui a interação e integração com o consumidor final.

Qualquer empresa pode utilizar-se de metodologias existentes, e até mesmo adequá-las a melhor maneira que se encaixa à sua visão. O processo de desenvolvimento de novos produtos, constitui-se em uma sequência de passos, tarefas e atividades que a empresa utiliza como recurso, para desenvolver, conceber e comercializar esses produtos (EPPINGER e ULRICH, 2008). Quando adotada e definida a metodologia, após formatada e formalizada aos processos na indústria, tem-se uma alavanca na eficiência de execução de projetos, caso sejam usados como um guia (TATIKONDA e ROSENTHAL, 2000).

Para Valente (2014), o processo de desenvolvimento de novos produtos também é considerado interdisciplinar. Para ser interdisciplinar todos os grupos devem participar da formatação e definição do processo de desenvolvimento de produtos. Os assuntos definidos no processo de desenvolvimento devem contemplar tarefas e atividades específicas em cada

departamento, de forma a responder à concepção, *desing*, comercialização e enquadramento com a produção (EPPINGER e ULRICH, 2008).

Os modelos utilizados para desenvolvimento de produto, geralmente são *templates* ou mapas que são usados para descrever as atividades sequenciais necessárias ao longo do processo do desenvolvimento do produto, desde a sua ideia até o seu lançamento no mercado (BACKER e HART, 1994).

Esse processo também pode ser considerado um filtro, ou seja, o processo de redução de incerteza que passa por diversas e fases de resolução de problemas, de seleção até sua implementação (EPPINGER e ULRICH, 2008; TIDD e BESSANT, 2010).

## **2.2 Metodologias de projeto de produtos**

Nesta sessão será realizada a revisão bibliográfica, a partir de autores que tratam sobre metodologias de projeto e produtos, e, ainda, será contemplada uma abordagem sobre patentes.

### **2.2.1 Metodologia de Baxter**

O processo de desenvolvimento de um novo produto, segundo Baxter (2011), nas modernas empresas, significa desenvolver o projeto, não apenas sob os aspectos visuais dos novos produtos, mas incluir também o projeto de fabricação, “linkados” com as necessidades do mercado, projeto para a redução de custos, confiabilidade e com preocupação ecológica.

O projeto conceitual em novos produtos, tem o objetivo de produzir princípios, ser suficiente para satisfazer as exigências do consumidor e se diferenciar de outros produtos já existentes, deve mostrar como o novo produto será feito para atingir os benefícios básicos, logo é necessário que estes benefícios estejam bem definidos e se tenha uma boa compreensão das necessidades do consumidor e dos produtos concorrentes (BAXTER, 2011).

No processo do projeto conceitual de Baxter (2011), dois segredos simples podem ser seguidos:

Primeiro: Faça o possível para gerar o maior número de conceitos;

Segundo: Selecione o melhor deles;

O projeto conceitual demanda muita criatividade, e nessa fase ocorrem as invenções. Raramente os projetos verdadeiramente inovadores “caem do céu”. O projeto conceitual requer

uma extensa preparação. Atrás dos projetos bem-sucedidos podem ser encontrados muitos rascunhos de conceitos recusados, provando que houve muita busca por novas soluções (BAXTER, 2011).

A Tabela 2 mostra as etapas da metodologia criativa e, ao lado, as etapas correspondentes do projeto conceitual, os resultados de cada etapa e os métodos de projeto disponíveis. As etapas do projeto conceitual são semelhantes àquelas da metodologia criativa Baxter (2011).

*Tabela 2 - Etapas do projeto conceitual são semelhantes àquelas da metodologia criativa*

Etapas	Metodologia criativa	Projeto conceitual	Resultados	Métodos de projeto
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 ideias sobre conceitos	Geração de conceitos possíveis	Geração de muitos conceitos	Análise das tarefas. Análise das funções do produto
3	Seleção das ideias 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: Adaptado de BAXTER, 2011*

Se o planejamento do problema for realizado com cuidado, todas as informações necessárias para orientar a conceitualização do projeto já estarão disponíveis. Baxter (2011) orienta que na fase do planejamento, toda atenção deve ser concentrada nas necessidades do consumidor, e em menor grau na viabilidade de fabricação. Portanto, neste momento deve-se reexaminar as implicações do planejamento do produto no projeto conceitual e verificar se ele

é sensível, significativo e útil. Também é necessário verificar se o projeto conceitual está de acordo com a proposta do benefício básico, caso contrário significa que o benefício básico está mal formulado.

A identificação da oportunidade percorre o mesmo caminho que os requisitos que restringem o processo conceitual, lembrando que este é um processo muito criativo e deve mergulhar até a proposta dos princípios funcionais do novo produto. Nesta fase não deve haver preocupação com componentes específicos, que devem ser selecionados no momento da configuração do produto, neste sentido, o cuidado deve ser redobrado na elaboração das restrições do produto (BAXTER, 2011).

Em uma empresa, as propostas viciadas e inclinadas são as que vem primeiro e em evidência, por serem práticas mais “fáceis” e cômodas. As soluções conservadoras restringem a geração de propostas radicais e inovadoras, por isso é importante manter as portas abertas para a geração de conceitos, desde que as mesmas sejam formuladas de maneira realista, dentro das possibilidades técnicas e econômicas da empresa. Ao permitir uma maior liberdade criativa, é possível atingir uma maior abrangência de conceitos, proporcionando melhores alternativas (BAXTER, 2011).

Realizando um trabalho reverso na análise do problema, partindo do objetivo, passando pelas restrições, se pode chegar ao ponto inicial do problema, neste momento para a geração de conceitos é importante identificar se o projeto conceitual está coerente com a missão, objetivos e estratégia da empresa, e também com o objetivo e estratégias do desenvolvimento de produtos. Neste sentido, ao iniciar um projeto conceitual, é possível conferir se o projeto do produto está coerente com a oportunidade (BAXTER, 2011).

Com o problema bem resolvido, a geração de conceitos se inicia, exigindo intuição, imaginação e raciocínio lógico, sendo que a maior dificuldade é liberar a mente para a geração de conceitos autênticos. A criatividade pode sofrer bloqueios, em consequência de atitudes convencionais. Baxter (2011) sugere três métodos para de geração de conceitos:

- Análise de tarefas;
- Análise de funções;
- Análise do ciclo de vida;

Com o objetivo de contribuir, Baxter (2011) sugere aplicar as técnicas estruturadas a seguir:

- Reduzir o problema de projeto conceitual aos seus elementos básicos.

- Usar métodos estruturados de pensamento para analisar diferentes aspectos do projeto conceitual e gerar um grande número de alternativas possíveis para a solução do problema.

A abstração do conceito permite a visualização direta do problema, reduzindo a chance de vício na proposta de solução, com fatores que no momento não fazem parte do problema.

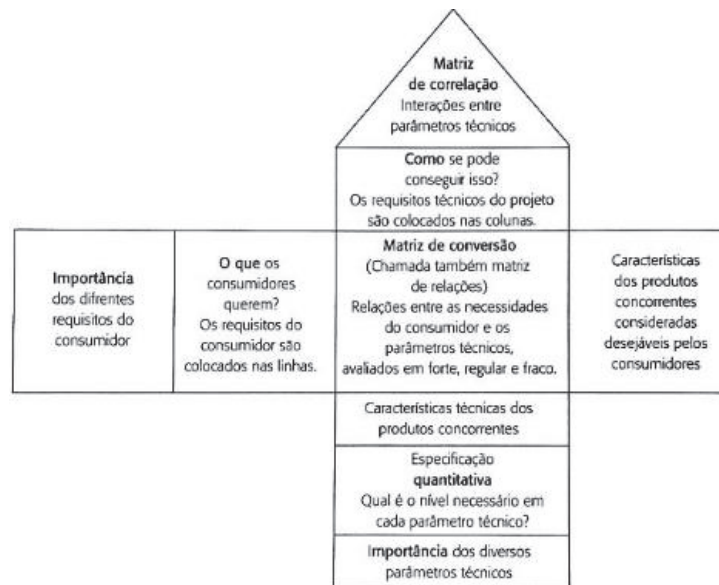
Quanto ao valor do produto, quem determina é o consumidor, ou seja, o mercado. É considerado levando em conta a quantidade de dinheiro que o consumidor está disposto a pagar, pelas funções que contem. Produtos que entregam maior número de características desejadas pelos consumidores, são considerados de maior valor (BAXTER, 2011).

No que tange a qualidade do produto, para várias pessoas existe um significado diferente, para um engenheiro a qualidade está nos objetivos e resistência em suportar a faixa de operações especificada, ou seja, a confiabilidade do produto. Para o gerente de produção, a qualidade está ligada a simplicidade de fabricar e montar, com baixo nível de má qualidade. O engenheiro de manutenção, considera a qualidade com base no tempo de funcionamento sem defeitos, e facilidade de consertar em caso de quebra. Baxter (2011) afirma que todos esses aspectos estão certos e são parte do sucesso do novo produto.

Aplicando o planejamento do produto, Baxter (2011) na Figura 4, apresenta o diagrama do desdobramento da função qualidade, também chamado de “casa da qualidade” que é dividido em 4 etapas:

1. Desenvolver-se uma matriz para converter as características desejadas pelos consumidores em atributos técnicos do produto.
2. Os produtos concorrentes são analisados e ordenados quanto à satisfação dos consumidores e desempenho técnico.
3. Fixam-se metas quantitativas para cada atributo técnico do produto.
4. Essas metas são priorizadas, visando orientar os esforços de projeto.

Figura 4 - A matriz “casa da qualidade” proposta por Baxter



Fonte: Baxter, 2011

Para a montagem desta formatação apresentada por Baxter (2011), nas linhas à esquerda da matriz, são listadas as necessidades do consumidor e nas colunas, os requisitos técnicos de projeto que são imprescindíveis para atender e satisfazer as necessidades do consumidor. Nos cruzamentos das linhas e colunas são colocadas a avaliação que podem ser consideradas positivas ou negativas, ou ponto forte ou fraco.

Atingir os níveis de satisfação do consumidor são apenas um lado do processo de desenvolvimento de novos produtos, o outro lado, não menos importante, mas oculto para o consumidor, e que lhe passa despercebido, são tratados como Metas específicas de projeto, que são as especificação do projeto incluída os outros aspectos importantes, que são os requisitos relacionados com os processos de fabricação, distribuição e manutenção (BAXTER, 2011).

As informações agora precisam ser listadas e organizadas, já que os requisitos são ampliados, incluindo questões de processo, distribuição e manutenção, como citado acima, que recebem o tratamento de especificações de projeto. A especificação do projeto procura antecipar tudo que poderia causar o fracasso comercial do produto, removendo-as durante a elaboração dos requisitos do projeto. Baxter (2011) considera quatro causas mais importantes do sucesso de um produto que são:

1. Ele será aceito pelos consumidores?
2. Ele funcionará?



3. Ele poderá ser fabricado?
4. Está de acordo com as normas e legislações vigentes?

O autor ainda cita que evidentemente as causas do fracasso do produto também dependerão do tipo de produto e do mercado, por isso sugere que cada empresa elabore sua lista de especificações e registre, para que possa ser usado em outros produtos que a empresa eventualmente venha desenvolver (BAXTER, 2011).

A Figura 5 mostra um formato proposto por Baxter (2011) com tópicos típicos para uma especificação de projeto, contemplando as quatro etapas citadas acima, e abertas a seguir:

1) Requisitos de mercado: verificando se as informações levantadas são suficientes para garantir a aceitação dos consumidores.

2) Os requisitos de funcionamento: existe uma garantia que o produto funcionará, como será a vida útil, durabilidade, manutenção, reposição de componentes, o descarte e reciclagem.

3) Os requisitos de produção: com estas informações pode-se assegurar a fabricação do produto? Haverá orçamento, custos para fabricação, quantidade, quem fará, será terceirizado componentes, quais os materiais, processos e etc.?

4) Os requisitos normativos e legais: O produto estará de acordo e atenderá as exigências normativas e legais? Segurança do trabalho, padrões industriais, patentes, registro de marcas, normas ambientais? (BAXTER, 2011).

Produtos inovadores são resultados de muitos fatores que demandam capacidade intelectual e energia, além de investimento financeiro, neste último ponto um fator pode ser determinante, como a propriedade intelectual listada por Baxter (2011). Ainda, deve-se levar em consideração a realização de uma pesquisa no banco de patentes, para certificar-se que o projeto é cabível de uma proteção como patente.

Para isso deve ser autêntico e estar em evidência a capacidade inventiva para obter o mérito, caso contrário pode resultar em um insucesso por plágio, que pode abalar a reputação da empresa, com reflexo negativo no mercado que está inserida.

Figura 5 - Lista de tópicos típicos para uma especificação de projeto

<b>1. Requisitos de mercado</b>	<b>3. Requisitos de produção</b>
Verifique: são suficientes para garantir que o produtos seja aceito pelos consumidores?	Verifique: são suficientes para assegurar a fabricação do produto?
Preço estimado	Meta de custos para fabricação
Desempenho	Quantidade de produção
Aparência/imagem/estilo	Tamanho e peso do produto
Rquisios para comercialização	Terceirização de componentes
Rótulo	Problemas de fabricação
Embalagem	Materiais
Outros materiais (ex. Folhetos, standes)	Processo de fabricação
Informações comerciais (ex. código de barras)	Montagem
Requisitos específicos do ponto de venda	Mão de obra
Requisitos de transporte e armazenagem	Qualificação
	Disponibilidade
<b>2. Requisitos de funcionamento</b>	<b>4. Requisitos normativos e legais</b>
Verifique: há garantia de que o produto funcionará?	Verifique: o produto está de acordo com as exigências normativas e legais?
Vida útil em funcionamento	Legislação da área
Especificação do ambiente operacional	Padrões industriais
Instalação/requisitos de uso	Padrões da empresa
Informação sobre o produto (ex.instruções de uso, manuais)	Compatibilidade/outros produtos/acessórios
Metas de durabilidade/confiabilidade	Segurança/requisitos de confiabilidade
Requisitos de manutenção	Requisitos de testes
Facilidade de manutenção	Propriedade industrial

Fonte: *Adaptado de Baxter, 2011*

Com a especificação de projeto definida, inicia-se o detalhamento, porém o projeto conceitual só poderá ser considerado concluído quando o conjunto de princípios funcionais como um todo, satisfaçam as especificações de oportunidade (BAXTER, 2011).

Na Figura 6 apresentam-se as etapas do processo de projeto, dividido em colunas as etapas do desenvolvimento e os elementos de projeto, podendo ser adicionado ao lado, exemplos que serão trabalhados. Quanto as etapas do desenvolvimento são elas: o projeto conceitual, configuração do projeto e projeto detalhado. Elementos de projeto consistem em o que cada etapa deve elaborar (BAXTER, 2011).

Figura 6 - Etapas do processo de projeto

Etapas do desenvolvimento	Elementos do projeto	Exemplos
Projeto conceitual	Princípio de projeto para o produto como um todo	
	Ideias preliminares sobre a configuração do produto como um todo	
Configuração do projeto	Princípios de projeto para os componentes	
	Projetos de configuração dos componentes	
	Ideias preliminares sobre projetos detalhados dos componentes	
Projeto detalhado	Princípios de projeto para detalhamento dos componentes	
	Projeto detalhado de todos os componentes	

Fonte: Adaptado de Baxter, 2011.

A configuração do projeto define as alternativas e funções do projeto conceitual, ou seja, qual será o processo, sem adentrar na especificação da matéria prima, que fica na etapa do projeto detalhado. Define-se, assim, qual o processo de fabricação será adotado para a geração dos componentes e peças.

No projeto detalhado são definidas as especificações de matéria prima, dimensionamento dos componentes, seleção, desenhos técnicos e as especificações de fabricação (BAXTER, 2011). Resumindo, o projeto detalhado será um memorial com desenhos técnicos, especificações técnicas, que devem ser suficientes para a produção industrial do produto. Baxter (2011) elaborou as principais diferenças entre concepção, configuração e projeto detalhado, que são apresentados na Figura 06. São os resultados que devem ser alcançados em cada etapa do projeto (BAXTER, 2011).

No caso em tela, o projeto conceitual deve apresentar informações suficientes para definir a oportunidade do produto. A configuração do projeto deve resultar na fabricação do protótipo. Após a construção do protótipo é possível retirar informações suficientes para verificar a adequar aos objetivos e possibilidades de fabricação. A etapa de Projeto detalhado resulta na especificação completa do produto, para dar suporte a fabricação (BAXTER, 2011).

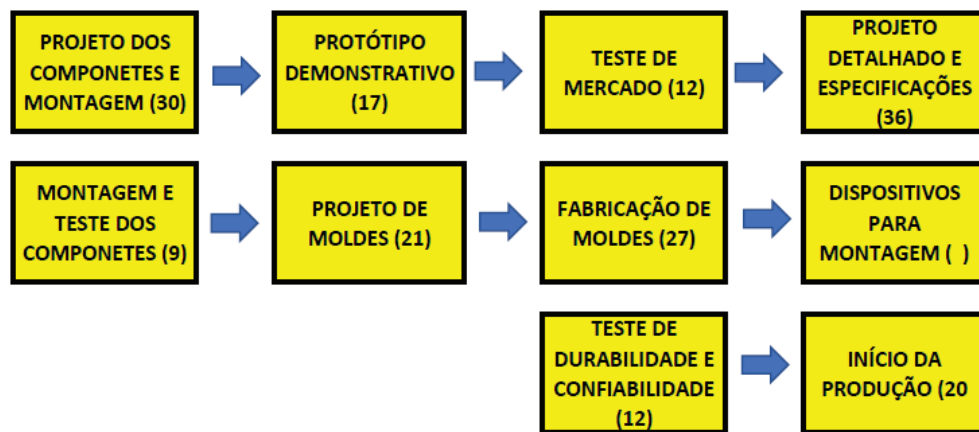
Com o processo definido e dividido em etapas, o próximo passo é a definição dos prazos. Informações anteriores de outros projetos podem ser usadas de base, porém outros fatores influenciam na definição, causando restrições de tempo ou de recursos. O tempo determina o prazo de lançamento do produto, avanço de concorrentes, *marketing* entre outros.

Um projeto com tempo restrito deve ter disponibilidade de recursos flexíveis, já restrições de recursos, devem ter prazos flexibilizados. Muitas vezes estas restrições aparecem

simultaneamente, não satisfazendo o cumprimento do prazo ou de orçamento (BAXTER, 2011).

Mecanismos para controle de prazos são montados em sequência linear, como mostra a Figura 7, que é um conjunto de eventos com tempo determinado. Entre parênteses, encontra-se o tempo que cada evento consome, e o tempo total será o somatório do tempo de todos os eventos. Entretanto nem todos os eventos dependem de outros para serem iniciados, alguns podem ser iniciados simultaneamente, que pode ter um tempo menor em relação as atividades sequenciais (BAXTER, 2011).

Figura 7 - Sequencia linear de eventos no desenvolvimento de produtos



Fonte: Adaptado de Baxter, 2011

Cada etapa ou tarefa deve ser delegada a uma pessoa ou equipe, que será responsável pela execução. Neste caso é importante que a pessoa e equipe possuam e tenham todas as condições necessárias para executá-la dentro do prazo previsto. A qualificação e o domínio da equipe ou pessoas é fundamental, além do conhecimento sobre os materiais, equipamentos e demais recursos envolvidos no projeto. Caso constatado algum desvio ou atraso, providências de ajustes devem ser tomadas imediatamente, antes que produzam outros efeitos nocivos (BAXTER, 2011).

## 2.2.2 Metodologia de Back

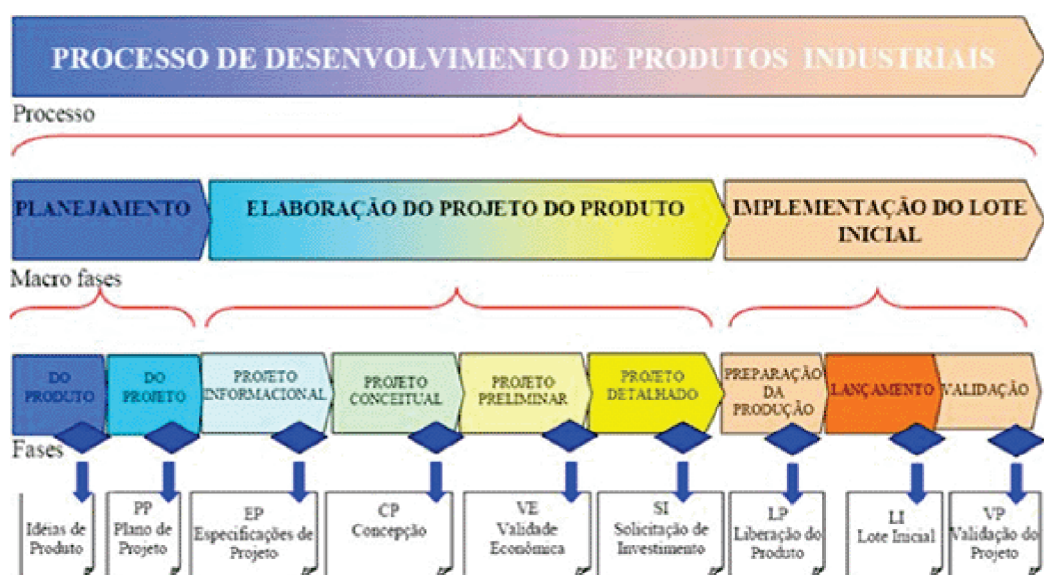
O modelo de referência de Back (2008), traz o Processo de Desenvolvimento Integrado – PRODIP, proposto com base em experiências e pesquisas realizadas pelo Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos - NePID, que aborda o conhecimento sobre o processo de desenvolvimento de produtos, visando ampara-lo no entendimento e na prática (BACK, 2008).

O modelo de referência desenvolvido por Romano (2003) busca a formatação e sistematização em um processo de desenvolvimento de produtos, integrando aos demais processos empresariais, e contemplando a cadeia de fornecedores e os clientes finais (BACK, 2008).

O modelo desenvolvido por Romano (2003) e ilustrado na Figura 8, engloba desde o plano estratégico de negócios da empresa, apresentando de forma visual e descritiva todo o processo global da geração, até a entrega do produto final, relacionando eventos e lições aprendidas.

Assim, dividiu o processo de desenvolvimento de produtos em três macro fases, decompondo em 8 subfases, registrando ao final de cada fase uma avaliação do resultado obtido, avalizando a passagem para a fase seguinte (BACK, 2008).

Figura 8 - Representação PRODIP de Romano, 2003



Fonte: Galhart, 2014

Elementos da descrição de atividades ou tarefas são descritas por Back, onde as entradas são tratadas como informações que passam por mecanismos e controles, realizando determinada atividade ou tarefa, o resultado é a saída que consiste em um objeto físico, por exemplo, um protótipo da máquina (BACK, 2008). O autor divide o processo de desenvolvimento de produtos em 7 fases, sendo elas (BACK, 2008):

1. Planejamento do projeto;
2. Projeto informacional;
3. Projeto conceitual;
4. Projeto preliminar;
5. Projeto detalhado;
6. Preparação da produção;
7. Lançamento do produto;

A engenharia simultânea, proposta por Blanchard e Fabrycky (1990), trata sobre uma abordagem sistemática para o projeto simultâneo e integrado de produtos e de processos relacionados, contemplando fabricação e suporte, considerando todos elementos do ciclo de vida do produto. A engenharia simultânea diferencia-se da sequencial, pois busca reduzir o tempo do processo de projeto, consequentemente reduzindo o custo de projeto e antecipando-se, no mercado, perante a concorrência.

Para a geração de concepções de produtos, existem métodos intuitivos. Back (2008) apresenta alguns métodos mais recomendados:

- O *brainstorming* clássico, escrito, assistido por computador;

Este método propõe que diversas pessoas, de várias áreas das empresas, participem, opinando no que se está se querendo resolver, a partir de sua observação. As ideias devem fluir livremente, sem restrições ou pré avaliações. Ao final é realizado uma triagem e identificadas as propostas mais promissoras (BACK, 2008).

- O método Delphi;

Atividade desenvolvida com especialistas, mantendo o anonimato. Podem ter participantes de diferentes lugares, em momentos distintos. Esse método é proposto após o problema ser identificado, na sequência remetido ao crivo dos especialistas. Com os aspectos esclarecidos, identifica-se áreas de discordância e concordância, estabelecendo-se prioridades e selecionando-se alternativas sugeridas, encaminhando novamente para a equipe. Elabora-se o

questionário, remete-se a consulta dos especialistas, recebe as respostas, remete novamente para que o conhecimento seja processado (BACK, 2008).






























- Método da Matriz Morfológica:

O método da matriz morfológica contempla os seguintes passos: identificação das funções ou operações do processo, listadas em uma tabela, criando uma coluna com as operações ou funções desejadas. Para cada demanda, lista-se ao lado, em linhas, possíveis soluções, buscando princípios de operações alternativas, sem se preocupar com as demais linhas da matriz.

Essas soluções, podem ser resultado de um levantamento de literatura, métodos utilizados em outras máquinas, ou soluções criadas usando métodos como *brainstorming*. Podem ser utilizadas figuras para demonstrar as possíveis soluções, e adicionadas quantas colunas forem necessárias.

A Figura 9, traz um exemplo de matriz morfológica no desenvolvimento de uma colhedora de café. Nas colunas estão as possíveis soluções, que no caso são 5, e nas linhas, as sub-funções, que serão as operações que devem ser executadas. Na intersecção são colocadas figuras para facilitar o entendimento. Uma vez montada a matriz, pode-se estabelecer combinações, adotando o princípio de solução em linha com as demais linhas das colunas (BACK, 2008). Muitas das propostas podem ser eliminadas de imediato.

Figura 9 - Matriz morfológica no desenvolvimento de colhedora de café

Soluções		1	2	3	4	5
Sub-funções						
1	Levantar Saia	 Dedos Retráteis	 Plataforma em cunha	 Lamina niveladora	...	...
2	Vedar Tronco	 Lâminas Retráteis	 Vedação por velcro	 Vedação por cerdas	 Vedação câmara ar	...
3	Transporte Horizontal	 Transportador de correntes	 Transportador de correias	 Roca sem fim	 Transportador de casacos	...
4	Transporte Vertical	 Elevador de Casacos	 Roca sem fim	...	...	...
5	Separar Impurezas	 Cilindros paralelos	 Separador pneumático	 Cilindro Batedor	 Peneiras	...
6	Controlar Velocidade	 Inversor de Frequência	 Redução manual polias e correias	 Redução manual por engrenagens	...	...
7	Converter Energia	 Gerador a Diesel	 Gerador a Gasolina	 Gerador a Biodiesel	 Gerador a Biogás	...
8	Transmitir Potência	 Engrenagens	 Polias e Correias	 Eixo Cardan	...	...
9	Armazenar Frutos	 Tanque Granaleiro	 Transportador Secundário	...	...	...

Fonte: Adaptado de Kanda, 2018.

Segundo Back (2008), a quantidade de métodos de criatividade disponíveis na literatura é muito grande, então classificam-se em intuitivos, psicológicos ou sistemáticos. Para os métodos intuitivos, os mais citados são o *brainstorming* e o método Delphi. Para o método sistemático tem-se o método morfológico e também o conhecido e chamado “engenharia reversa”.

Ainda, de acordo com o autor, é difícil afirmar qual é o melhor método, cuja eficácia depende de outros fatores, quais sejam: qual o grupo vai trabalhar no projeto se adapta melhor; qual o tipo de problema a ser resolvido. O que se recomenda é treinar e conhecer diferentes métodos, pois cada método enfoca o problema de forma diferente (BACK, 2008).

No desenvolvimento de produtos, os profissionais envolvidos na equipe, devem estar cientes das suas responsabilidades perante as leis e normas vigentes, além dos aspectos éticos. O aspecto relevante que deve ser levado em consideração é relativo à proteção de direitos que tangem a inovação. Para este caso, no levantamento de informações, podem ser usados o banco de dados de patentes de diversos países.

Na busca de patentes se tem acesso a informações técnicas detalhadas que permitem a qualquer interessado obter de forma eficaz, a informação desejada. As patentes conferem a inovação proteção temporal. Muitas soluções já são de domínio público, podendo, neste caso, ser legalmente utilizadas. Segundo o autor, essa fonte de informação tecnológica tornou-se um insumo imprescindível para as empresas manterem-se atualizadas (BACK, 2008).

### 2.2.3 Metodologia de Pahl e Beitz

A metodologia de Pahl *et al.* (2011) para o desenvolvimento de projetos, possui relevância e reconhecimento mundial, tanto na indústria automobilística, como nas universidades. A proposta de Pahl *et al.* (2011) é dividida em quatro fases, conforme Figura 10, exemplificada abaixo:

1º Etapa: Especificação do produto:

Resultado: Linha mestre, lista de requisitos;

2º Etapa: Projeto conceitual:

Resultado: Características funcionais e soluções e princípios de funcionamento, função global, análise qualitativa e quantitativa, esboço da solução preliminar;



3º Etapa: Ante projeto:

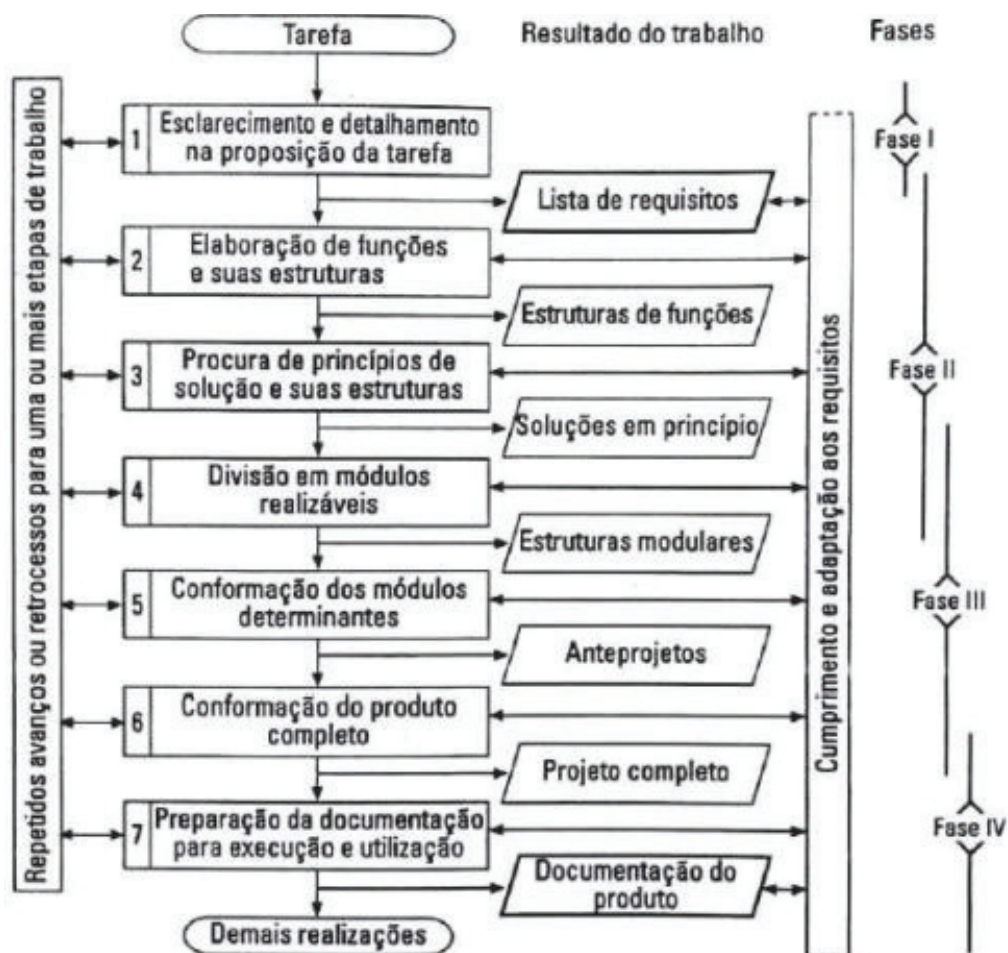
Resultado: Escolha das matérias-primas, seleção de componentes, dimensionamento, cálculos;

4º Etapa: Detalhamento:

Resultado: Conjunto final montado, cotas, tolerâncias geométricas e dimensionais, características, codificação de conjuntos e peças, custos e demais avaliações.

Conforme ilustrado na Figura 10, o projeto é dividido em quatro macro fases, e para melhor andamento, cada macro fase pode ser subdividida, facilitando a busca pela solução em problemas menores. Na sequência será trabalhado o tratamento dado pelo autor em cada macro fase (PAHL e BEITZ, 2011).

Figura 10 - Procedimento geral para o desenvolvimento do projeto



Fonte: Pahl et al (2011)

As áreas de desenvolvimento e projeto recebem suas tarefas de outros setores da empresa e podem ser repassadas com a origem da demanda da seguinte maneira, segundo Pahl e Beitz (2011):

- Como pedido de desenvolvimento (origem interna ou externa pelo setor de planejamento de produtos sob a forma de uma proposta de um produto);
- Como um pedido de um cliente;
- Como sugestão baseada em propostas de aperfeiçoamento e críticas da área de vendas, testes, fábrica, pode ser de um setor afim ou do próprio projetista;

Geralmente outras funções são apresentadas. Além das características e propostas que devem ser atendidas, os prazos e custos a serem mantidos também aparecem. O setor de projetos, no momento que recebe a proposta, precisa identificar o problema, preceituar a configuração da máquina, formular e documentar tais especificações com indicações quantitativas (PAHL e BEITZ, 2011).

O resultado deste processo será a lista de requisitos, fator importante que deve ser considerado e analisado com cuidado. Segundo Pahl *et al* (2011), é um trabalho prévio na lista de requisitos, com a percepção das vontades do cliente e a conversão destas em requisitos do produto a ser desenvolvido. Neste cenário pode ser utilizado o método QFD, que significa “*Quality Function Deployment*”. É uma metodologia para planejamento e controle de qualidade, sendo útil para um planejamento do produto ao processo, sistematicamente voltado ao cliente (PAHL e BEITZ, 2011).

De acordo com Pahl *et al* (2011), o formato da lista de requisitos deve conter, ao menos, as seguintes informações, que deverão ser representadas da forma mais clara possível:

- Usuário: Empresa e departamento;
- Denominação do projeto/produto;
- Requisitos classificados em necessidades ou vontades;
- Data da elaboração da lista completa;
- Data da última revisão;
- Número da edição como identificação e, em certos casos, como classificação;
- Número de páginas;

Ainda, o autor sugere que é de bom senso que o formato da lista de requisitos seja definido por uma norma da fábrica. Para complementar a lista de requisitos pode-se adicionar

a técnica da linha mestra, com características principais, ou a técnica do cenário (PAHL *et al*, 2011).

A figura 11 ilustra um arranjo formal de uma lista de requisitos, conforme apresentado acima. O autor, também sugere que na lista de requisitos, seja dedicado um campo para informar a edição ou versão do projeto, demais informações como usuário, informar data de alteração da modificação, separar o que é exigência ou desejo, identificar a equipe responsável pelo projeto e produto (PAHL *et.al*, 2011).

Figura 11 - Constituição formal de uma lista de requisitos

Usuário		Lista de requisitos para Projeto Produto		Edição: Identificação Classificação pág.: folha:	
Modifi- cação	D/E	Exigências		Requisitos	
data da alteração	assinalar se D (desejo) ou E (exigência)	Objeto ou propriedade com indicações da Quantidade ou Qualidade  Se for o caso, em subsistemas (grupo de funções ou conjuntos ou de subtítulos da diretriz)		Equipe de projeto responsável	
		Substitui edição de:			

Fonte: Pahl e Beitz (2011).

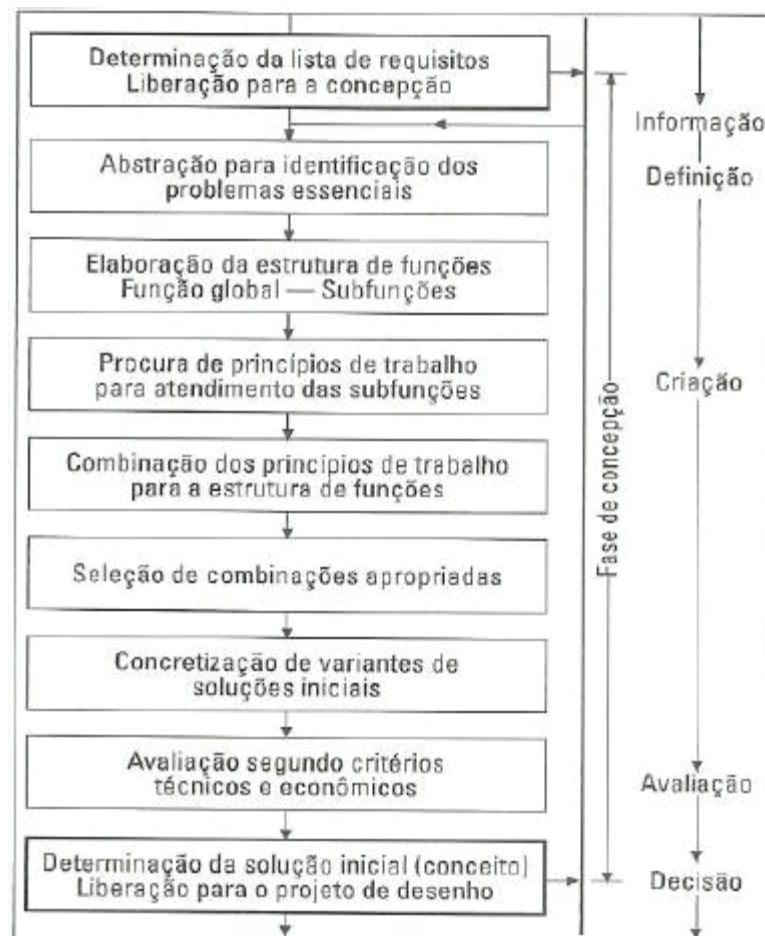
O projeto conceitual trata da fase de concepção. Pahl *et al* (2011) dividem essa fase em etapas. A Figura 12 ilustra as etapas de trabalho da fase de concepção. Ela inicia na informação, caso da primeira etapa estudada, onde foi determinada a lista de requisitos e então a liberação para a concepção.

A definição é a abstração para a identificação dos problemas essenciais para a elaboração da estrutura de funções, ou seja, a função global e subfunções. Na etapa da criação é realizada a procura de princípios de trabalho, combinação dos princípios de projeto, seleção das combinações apropriadas e concretização de variantes de soluções iniciais. Por fim, realiza-

se a avaliação, segundo os critérios técnicos e econômicos para a decisão, ou seja, determinação do conceito e liberação do projeto de desenho (PAHL e BEITZ, 2011).

A identificação de problemas, a partir da lista de requisitos, esclarece as tarefas e produz nas pessoas envolvidas um intenso convívio com a problemática apontada e alto nível de informações (PAHL e BEITZ, 2011).

Figura 12 - Etapas de trabalho da fase de concepção



Fonte: Pahl et al., 2011

O geral e o principal de uma tarefa podem ser obtidos de forma relativamente simples na lista de requisitos, realizando uma análise com as relações funcionais e principais. Pahl *et al* (2011) adotam o seguinte procedimento:

1. Suprimir vontades mentalmente.
2. Somente considerar requisitos, que afetam diretamente as funções e as principais condicionantes.




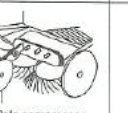





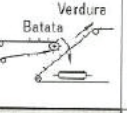



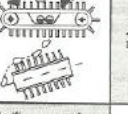

3. Converter dados quantitativos em qualitativos; reduzi-los a asserções essenciais.
4. Ampliar de forma adequada o que foi percebido.
5. Formular o problema de forma neutra quanto a solução.

Segundo Pahl *et al* (2011), dependendo da tarefa e/ou da extensão da lista de requisitos, alguns desses passos podem ser omitidos.

A elaboração de estruturas de funções pode ser confeccionada desdobrando-a em subfunções, com o objetivo de simplificar o desdobramento da função global para uma subsequente e realizar a interligação destas subfunções em uma estrutura de funções simples e não ambígua (PAHL E BEITZ, 2011). Pahl *at al* (2011) cita alguns exemplos utilizando funções gerais, variando da estrutura da função como objetivo, otimizando fluxo de energia, material e ou informação. Dessa forma, permite realizar uma ordenação ou classificação, simplificando o trabalho.

A figura 13, apresenta uma combinação de princípios, para atendimento da função global, no caso em tela, as soluções e subfunções de uma colheitadeira de batatas. Nas colunas listou-se as possíveis soluções numeradas, e nas linhas, as subfunções, com as atividades da função global.

Figura 13 - Combinação de princípios para atender a função global de uma colhedora

Soluções		Subfunções				
		1	2	3	4	...
1	Colher	 Com rolo compressor	 Com rolo compressor	 Com rolo compressor	 Rolo compressor	...
2	Peneirar	 Peneira de correia	 Peneira de grelha	 Peneira de tambor	 Peneira rotativa	...
3	Separar verdura	 Verdura Batata	 Verdura Batata	 Rolo para desfiar	...	...
4	Separar pedras					...
5	Classificar batatas	Manual	Por atrito (inclinado)	Verificar tamanho (chapa perfurada)	Verificar peso (passagem)	...
6	Juntar	Silo de tombamento	Silo com esteira rolante	Dispositivo de ensacamento	...	...

→ Combinação de princípios

Fonte: Pahl *at al* (2011).

Apesar dos métodos de busca de soluções, principalmente os intuitivos, já resultarem em combinações, também existem métodos especiais para a síntese. O problema central dessas etapas de combinação é o conhecimento da compatibilidade física dos princípios de funcionamento a serem ligados, afim de obter um fluxo de energia, material e informações, isenta de falhas, ou ausência de interferência no aspecto geométrico e dimensional.

Ainda, Pahl *at al* (2011) recomendam as seguintes sugestões:

- Só combinar princípios compatíveis entre si.
- Somente continuar a desenvolver o que atende aos requisitos da lista de requisitos e que permita prever um trabalho aceitável.
- Destacar combinações aparentemente favoráveis e analisar por que, em comparação com as demais deverão ter seu desenvolvimento continuado.

Para o desenvolvimento de conceitos com ideias básicas em geral, ainda são pouco concretas para a sua definição. Para isso, a avaliação de variantes básicas da solução deve ser realizada considerando as circunstâncias que já ficaram óbvias nas lacunas de informação e características. Logo, as informações necessárias são obtidas aplicando métodos como cálculos aproximados, ensaios prévios, analogias com auxílio de computador, pesquisa atual de patentes e bibliografias (PAHL e BEITZ, 2011).

Partindo da estrutura de funcionamento ou da solução básica, inicia-se a parte do projeto de um produto técnico. Como consequência do anteprojeto, sairá a definição da configuração da solução (PAHL e BEITZ, 2011).

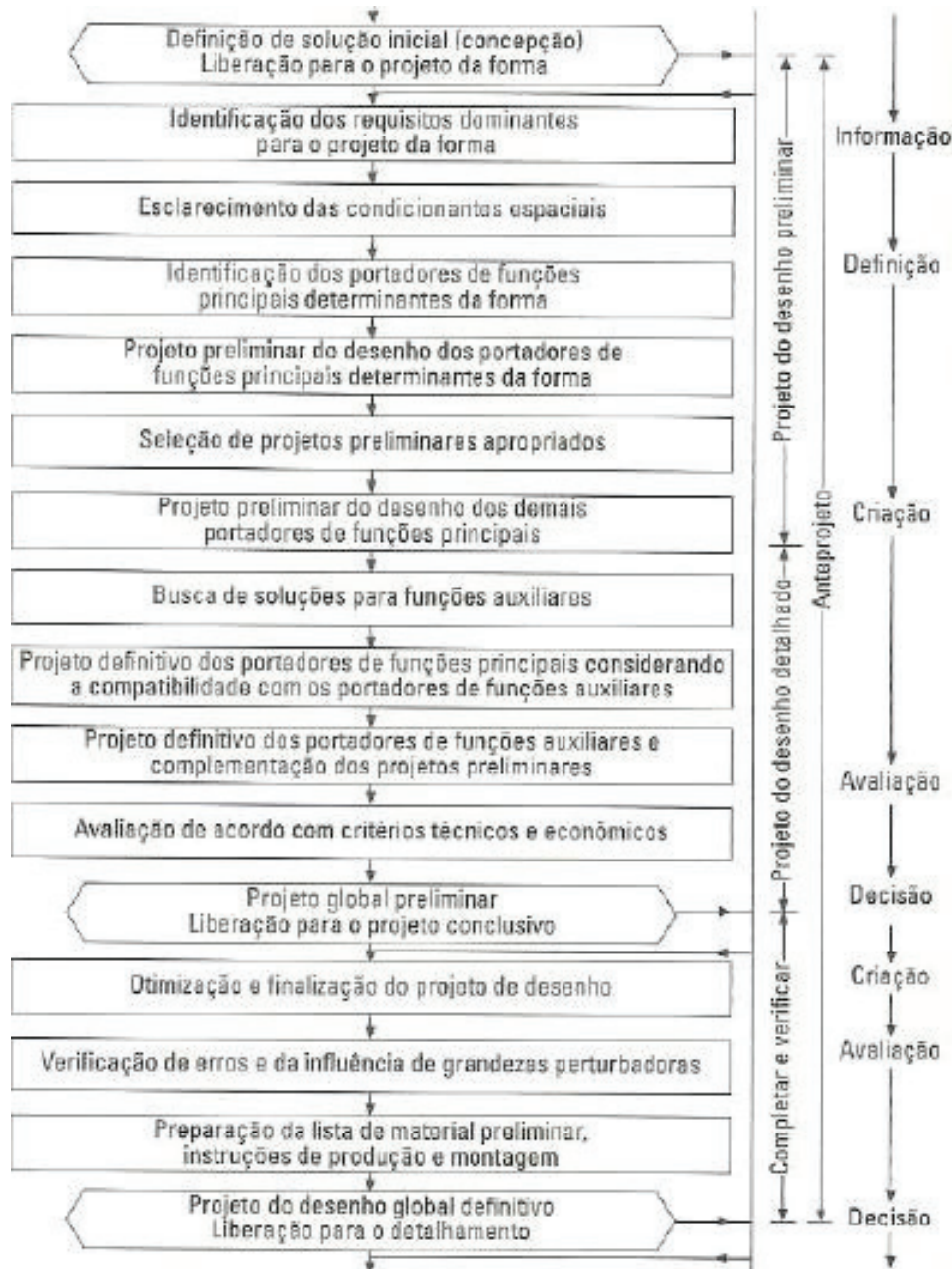
Ao contrário da concepção, as atividades do anteprojeto contêm, além de etapas criativas, um grande número de etapas corretivas, nos quais se reveza em processos de análise e síntese continuamente. Pahl *at al* (2011), classificam o processo do anteprojeto como complexo, devido a muitas atividades serem executadas simultaneamente, ser um processo iterativo, com repetições em um nível de informações mais elevados e, acréscimos e modificações podem alterar as zonas já configuradas.

Com isso, o autor cita que um sequenciamento rígido é parcialmente aplicável a um anteprojeto. Dependendo da tarefa e das questões existentes, são concebíveis desvios e geração de outras etapas para superar os imprevistos (PAHL *at al*, 2011).

A figura 14 apresenta as principais etapas de trabalho no anteprojeto, como o projeto do desenho preliminar, que contempla esclarecimentos e identificação de requisitos e funções, bem como seleção de projetos preliminares. Na sequência se trabalha o projeto de desenho

detalhado com escolha dos materiais, dimensionamento e cálculos. Finalizando, deve-se completar e verificar os aspectos de projeto para sua liberação conclusiva, com a verificação dos erros, preparação da lista de materiais, instruções de produção e montagem, tudo isso para finalizar o projeto do desenho definitivo (PAHL e BEITZ, 2011).

Figura 14 - Etapas de trabalho principais no anteprojecto



Fonte: Pahl et al (2011).

As experiências com o plano de procedimento proposto, confirmam sua perfeição. Pahl *at al* (2011) comentam que essa experiência permite produzir alguns conhecimentos importantes, que muitas vezes, diante de estudos anteriores já existentes, anteprojetos preliminares podem ser dispensados. Inclusive podem ser dispensados caso somente detalhes da configuração necessitam de uma melhoria. Projetos bem-sucedidos destacam-se por um processo permanente de verificação e controle, no qual observam as consequências imediatas e remotas das suas decisões (PAHL e BEITZ, 2011).

Para a configuração das etapas, algumas regras básicas são citadas por Pahl *at al* (2011), que são: “claras”, “simples” e “seguras”. Elas se orientam pelos objetivos gerais, que atendem função técnica, viabilidade econômica e segurança, para as pessoas e meio ambiente.

A última etapa das macro fases mencionada por Pahl *at al*, dependem do tipo de produto e do tipo de produção (pequena ou grande escala). O projeto contempla muitas outras informações que devem ser organizadas e formatadas, para transferir aos envolvidos, instruções e orientações, como exemplo: prescrições para transporte e montagem, dados para entrega técnica, informações de segurança. E tendo em vista a utilização posterior, também são compiladas informações referentes a instrução de operação, manutenção e reparação (PAHL E BEITZ, 2011).

A documentação do produto, na formatação em códigos para a leitura e caracterização, adotada pela indústria fabricante, bem como a definição dos desenhos com peças, sub conjuntos e conjuntos, e, ainda, a definição do acabamento utilizado nas peças, são realizadas nessa etapa. O detalhamento implica, também, no fechamento do custo, pois com todos os itens listados e definidos é possível realizar a composição do custo do produto.

### **2.3 Equipamentos existentes no mercado**

A partir de pesquisa sobre equipamentos que realizam a “manipulação de fertilizantes” foram encontrados, disponíveis no mercado, os equipamentos apresentados a seguir. A busca foi realizada apresentando o nome dos fabricantes e dados disponibilizados por eles, tais como, o mecanismo de transporte, acionamentos, montagem e vazão.

A pesquisa foi refinada a equipamentos montados em caminhões, embora existem outras opções que utilizam reboques agrícolas tracionados por tratores.



### 2.3.1 Fabricante Imavi

Na página eletrônica da empresa Imavi, é possível encontrar a imagem do produto “abastecedor de adubo”. Conforme a Figura 15, observa-se que o equipamento foi desenvolvido para o abastecimento de plantadeiras, o qual é acionado por intermédio da unidade hidráulica do Equipamento *Roll On Off* da empresa ou similar, com o fluxo de óleo hidráulico desviado por meio de uma válvula direcional. O equipamento contempla uma “caçamba de aço” basculada pelo equipamento *Roll On Off*, com um sistema de tubos e roscas helicoidais, o qual permite abastecer até 800 Kgf/min, dependendo da densidade e formulação do produto.

Figura 15 - Abastecedor de adubo Imavi



Fonte: Sítio eletrônico da Empresa Imavi. Disponível em: <<http://imavi.com/produto/abastecedor-de-adubo/>>. Acesso em 10 maio 2018.

Esse sistema, porém, demanda a aquisição da caçamba do fabricante, bem como fica exposto no lado externo da carroceria, o que gera excesso lateral e demanda licença para o transporte, fornecida por órgãos fiscalizadores de estradas estaduais e federais. Além disso, o

fabricante não faz referência sobre o produto atender as normas e legislações de trânsito, vigentes no Brasil.

### 2.3.2 Fabricante INW Soluções

A empresa INW Soluções, foi fundada no ano de 2010, e tem sua sede na cidade de Victor Graeff/RS.

A figura 16 mostra o “Canudo 1300”, que se configura como um equipamento dotado de um tubo vertical e um tubo horizontal, ambos com roscas helicoidais internas, com abertura do tubo horizontal de 90 graus, o qual é montado em qualquer caçamba basculante, além disso, possui acionamento hidráulico com sistema fornecido junto com o equipamento.

Tal equipamento, abastece 1300 Kgf/min de fertilizantes secos e granulados. A alimentação do fertilizante no “Canudo”, ocorre pela operação de basculamento da caçamba. Ele pode ser instalado em veículos toco, truck e carretas semirreboque. A montagem, por sua vez, fica interna, atendendo a legislação de trânsito nacional. O equipamento foi desenvolvido nos anos 2000 e vendido inicialmente para outros fabricantes. Atualmente a empresa INW realiza a fabricação e comercialização do produto. No mercado foram vendidas, aproximadamente, 4500 máquinas.

Figura 16 - “CANUDO 1300”



Fonte: Sítio eletrônico da empresa INW Soluções. Disponível em: <<https://www.inwsolucoes.com.br/canudo-1300?lightbox=dataItem-jgil6pzt>>. Acesso em 10 de maio de 2018.

### 2.3.3 Fabricante TKA Guindastes

A empresa TKA Guindastes é sediada na cidade de Flores da Cunha/RS. Conforme a Figura 17, o equipamento fabricado pela empresa oferece o guindaste veicular para abastecimento de adubo em plantadeiras. No mercado fertilizante também é fornecido em “Big Bags”, geralmente com massa de 1 tonelada. O procedimento é realizado com o içamento do produto e movimentado até a boca da caixa de fertilizantes da plantadora ou espalhador. Essa opção, requer que, quanto mais distante esteja o local de abastecimento do veículo, maior o momento de carga, sendo necessário o uso de um equipamento proporcional, com maior momento de carga.

*Figura 17 - Guindaste veicular na operação de abastecimento de fertilizantes*



Fonte: *Sítio eletrônico da empresa TKA Guindastes. Disponível em: <<http://www.tkaguindastes.com.br/guindastes/trave/tka-30-700t-premium/113>> Acesso em 18 de maio 2019.*

Esta opção não permite a operação com fertilizantes à granel. Além disso, o equipamento é acionado pela tomada de força do veículo onde está instalado, e a manipulação do *Big Bag* é unitária, ou seja, 1 tonelada por vez.

### 2.3.4 Fabricante Ray-Man

A empresa Ray-Man, da cidade de Keota, no Estado de IOWA, nos Estados Unidos, possui equipamentos para abastecimento de fertilizantes. Essas máquinas são compostas por uma carroceria metálica, disponível em vários tamanhos, assim como o sistema de abastecimento de fertilizantes.

Conforme a Figura 18, o sistema não requer basculamento do implemento. Nesse sistema a movimentação do fertilizante é realizada na parte inferior, por uma esteira, que o leva até um “hopper”, onde está conectado um tubo de descarga, o qual possui movimentos laterais para posição de transporte e abastecimento.

*Figura 18 - Sistema para abastecimento da empresa Ray-Man*



*Fonte: Sítio eletrônico da Empresa Ray-Man. Disponível em: < [http://www.ray-man.com/?page\\_id=36](http://www.ray-man.com/?page_id=36) > Acesso em 19 de maio 2019.*

O mecanismo possui acionamento hidráulico pela tomada de força do caminhão. Para ambos modelos do fabricante a capacidade de descarga é de aproximadamente 1800Kg/min.

Outros modelos contemplam a linha da fabricante Ray-Man, com as mesmas características técnicas. Conforme Figura 19, observa-se que o outro equipamento fabricado pela empresa, possui uma dala traseira, constituída de esteira instalada na traseira do implemento, o que o diferencia do equipamento ilustrado na Figura 18. A descarga é realizada na parte traseira e não pela lateral.

*Figura 19 - Sistema de abastecimento com dala da empresa Ray-Man*



*Fonte: Sítio eletrônico da Empresa Ray-Man. Disponível em: < [http://www.ray-man.com/?page\\_id=36](http://www.ray-man.com/?page_id=36) > Acesso em 19 de maio 2019.*

De acordo com as informações na página eletrônica da empresa, a esteira traseira possui regulagem de inclinação e pequeno deslocamento para ambos os lados. Segundo o fabricante esse modelo é recomendado para trabalho com sementes. Os modelos podem ter a caixa de aço carbono pintada ou aço inox 304, para máxima proteção e durabilidade.

### 2.3.5 Fabricante Quickveyor

A fabricante Quickveyor, também americana, situada na cidade de Watertown, no Estado da Dakota do Sul, se diz pioneira no equipamento de abastecimento de sementes e fertilizantes, montado em semirreboques rodoviários, tendo iniciada a produção destes equipamentos, no ano de 2010.

Inclusive, se diz a mais copiada pelas concorrentes. Sua linha de produtos consiste, exclusivamente, em dois modelos e nada mais. Conforme Figura 20 a caixa de carga é construída em cima de uma base rodoviária com dois hopper's para coleta do material, porém, seu sistema de descarga consiste em uma saída traseira montada sobre esteiras. Ambos acionamentos são realizados por um circuito-hidráulico com as bombas acionados por motor à combustão.

*Figura 20 - Equipamento da empresa Quickveyor abastecendo uma plantadora*



*Fonte: Sítio eletrônico da Empresa Quickveyor. Disponível em: < <http://www.quickveyor.com/photos.htm> > Acesso em 19 de maio 2019.*

A capacidade de carga útil da caixa de carga é de 27 toneladas. Os tubos construídos em aço inox, possuem capacidade de descarga de 2.7 toneladas por minutos, porém, a fabricante não traz a informação sobre se essa vazão se refere a descarga de sementes ou fertilizantes.

## 2.4 Características principais dos equipamentos estudados

Embora muitos fabricantes apresentem propostas semelhantes, cabe destacar alguns pontos em comum e que fazem parte do processo, sendo que na maioria todos que detêm o mecanismo de abastecimento, possuem uma caixa de carga incorporada, como reservatório de produto. A Tabela 03 apresenta as características observadas em cada fabricante, com a discriminação abaixo da tabela.

Quanto a caixa de carga:

- Capacidade de 18 a 27 Toneladas nos semirreboques;
- De aço carbono com acabamento em epóxi ou de aço inox 304;
- Caixas de carga basculantes, ou fixas em formato trapezoidal com comportas;

Quanto ao mecanismo de transporte:

- Por rosca helicoidal/sem fim;
- Por esteiras;

Quanto a transmissão:

- Todas com sistema hidráulico, ou seja, motor hidráulico;
- Caixas de transmissão e redutores;

Quanto a energia:

- Utilizam a tomada de força do caminhão;
- Utilizam motores a combustão de 30 a 70 HP;

Quanto ao acionamento:

- Manual por alavancas;
- Opcional por botoeira a fio ou controle remoto;

Tabela 3 - Características de cada produto por fabricante

FABRICANTE CARACTERÍSTICAS	IMAVI	INW SOLUÇÕES	TKA GUINDASTES	RAY-MAN	QUICKVEYOR
CAIXA DE CARGA	CAÇAMBA BASCULANTE	CAÇAMBA BASCULANTE	BIG BAG	HOPPER	HOPPER
CAPACIDADE DE CARGA (TON)	15	10 A 25	10 A 25	20	27
VAZÃO (KG/MIN)	800	1300	***	1800	2700
TOMADE DE POTÊNCIA	TDF	TDF	TDF	TDF	MOTOR DIESEL
VEÍCULO	ROLL ON OFF	ROLL ON OFF, TOCO, TRUCK E SEMI- REBOQUE	ROLL ON OFF, TOCO, TRUCK E SEMI- REBOQUE	SEMI- REBOQUE	SEMI- REBOQUE
SISTEMA DE TRANSPORTE	HELICÓIDES	HELICÓIDES	IÇAMENTO BIG-BAG	ESTEIRA E HELICÓIDES	ESTEIRAS
MATERIAL DA CAIXA DE CARGA	AÇO CARBONO	AÇO CARBONO	***	INOX 304	ALUMÍNIO
ACIONAMENTO SIST. TRANSPORTE	MOTOR HIDRÁULICO	MOTOR HIDRÁULICO	CILINDROS HIDRÁULICOS	MOTOR HIDRÁULICO	MOTOR HIDRÁULICO

Fonte: Do autor

No que diz respeito a fertilizantes, quase todos os equipamentos apresentados, foram desenvolvidos para fertilizantes granulados e secos. Alguns fabricantes fazem apelo ao abastecimento de sementes, sobretudo os que utilizam esteiras, mencionando que esse sistema não danifica o grão.

Quanto a vazão de descarga para sementes, os equipamentos que os fabricantes apresentam, realizam abastecimento com vazão de descarga maior, comparado ao fertilizante, devido a diferença de densidade entre os produtos. A maioria tem abastecimento de 1 a 1,8 toneladas por minuto de vazão de descarga, os equipamentos com motor à combustão independente, por sua vez, passam de 2 toneladas, porém, nenhum dos fabricantes faz distinção quanto a densidade do produto descarregado.

### 3 PATENTES

Esta revisão não tem o objetivo de detalhar o processo de patenteamento, apenas apresentar informações diversas sobre o assunto.

Conforme Back (2008) inúmeros escritórios especializados prestam serviço e assessoramento na elaboração do pedido e acompanhamento do processo de patenteamento de invenções. No entanto, é importante que o inventor participe da elaboração do pedido de patente. Para isso se faz necessário que o mesmo tenha conhecimento mínimo para preparar informações e questionamentos, de forma a não infringir e sofrer com objeções jurídicas com seu invento.

No Brasil, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI, realiza os processos de depósitos, nulidades e concessões, com acesso gratuito pelo sitio eletrônico: <https://www.inpi.gov.br>. Por sua vez, a Lei nº 9.279 de 14 de maio de 1996, regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial.

Além disso, informações de patentes internacionais e marcas, também podem ser obtidas através do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes, por meio do sitio eletrônico: <http://www.wipo.int>, resultado do projeto WIPO IPDL (Biblioteca Digital de Propriedade Intelectual da organização Mundial da Propriedade Intelectual – OMPI) (BACK, 2008).

#### 3.1 Estado da arte

O transporte de materiais granulares, tais como, grãos de soja, milho, café etc., ou outros produtos de natureza agrícola ou não, podem ser realizados por meio de caminhões/vagões/contentores especiais, dotados de sistema de descarga, por meio de roscas dispostas dentro de tubos descarregadores, sendo que estes tubos de descarga, podem ser movimentados para facilitar as manobras de transferência do material transportado. Os chamados silos graneleiros são equipamentos que permitem a descarga de produtos por intermédio de caracóis dispostos na parte interna.

Um exemplo desse tipo de equipamento pode ser visto no documento MU 9100430-6 (INPI, 2019) o qual mostra um transportador, tipo esteira, correia, fita ou corrente, deslizando sobre uma mesa, cujo eixo principal poderá ser acionado por intermédio de redutor, motor elétrico, motor hidráulico ou eixo cardam, extraíndo o produto do interior do silo depósito; por



ser instalado, logo acima do transportador um sistema de gaveta ou registro, passível, ainda, de dosar a quantidade de produto sobre o dito transportador; por estar previsto um tubo vertical e um tubo descarregador, passível de girar 360° em torno daquele e de inclinação de até 60° para cima e para baixo, podendo, igualmente, serem acionados por redutor, motor elétrico, por motor hidráulico ou eixo cardam, e também poderá ser colocado em uma moega, através de uma gaveta colocada na parte traseira do dito silo ou depósito; por a transmissão de rotação entre o tubo vertical e o tubo descarregador consistir numa transmissão mecânica colocada na parte superior do primeiro e na parte traseira do segundo.

Para a descarga dos produtos transportados, o contentor, que contém o material a ser descarregado, apresenta laterais inclinadas e um caracol na parte mais baixa. Essa construção utiliza a gravidade para fazer com que o material caia para cima do caracol e seja deslocado para os tubos com rosca. O uso de tubos com roscas internas é conhecido da arte e é um meio eficiente de descolar o material granular de uma parte mais baixa para outra parte mais alta, por exemplo, do contentor para um caminhão.

Esses tubos com roscas são associados entre si, de modo a permitir deslocar o material da parte inferior do contentor, passa por cima dele e seja demandado pelo tubo de descarga para fora do contentor. Isto pode ser utilizado para transportar produtos em grãos de modo intermodal, ou seja, entre modos de transporte, de um vagão para um caminhão, de um silo graneleiro para um caminhão, etc.

Os tubos com rosca têm que deslocar o produto em ângulos que podem ser de 45° entre o tubo vertical e o tubo de descarga, de modo a retirar o produto de uma parte mais baixa e passá-lo para uma parte mais alta. Para fazer a passagem do produto em grãos em um ângulo de 45°, alguns sistemas utilizam roscas unidas entre si por meio de uma junta universal. Com isto, se consegue transferir o material entre um tubo vertical e um tubo horizontal.

Um meio usado para isto pode ser visto no documento US 6767174 (2002) que mostra um contêiner auto descarregável montado num veículo. Um tubo vertical com rosca tem sua extremidade inferior no recipiente e a extremidade superior fora do recipiente. Um tubo intermédio com rosca está ligado de modo rotativo numa extremidade ao tubo vertical com rosca, de modo a girar em torno de um eixo de articulação num plano de articulação e na outra extremidade a um tubo lateral com rosca com um ângulo oblíquo fixo. Uma junta universal conecta o eixo de fuga intermediário ao eixo de fuga vertical com o centro da junta no eixo e eixo de articulação. Uma junta universal de velocidade constante conecta o eixo de fuga

intermediário ao eixo de fuga lateral com um centro localizado na interseção dos eixos dos tubos com rosca intermediário e lateral.

O tubo lateral com rosca gira de uma posição de transporte alinhada com a direção de deslocamento, para uma posição de operação transversal à direção de deslocamento. Para a transferência deste tipo de material, muitos equipamentos dependem de conjuntos de roscas, com as quais se pode fazer o deslocamento do material, por exemplo, grãos, de um ponto para o outro, de um vagão com laterais inclinadas (surge bins) para um caminhão.

Um conjunto de roscas dedicadas a isto por ser visto no documento US20140090958 (2012), onde um conjunto de roscas para material em movimento é divulgado. O conjunto de roscas inclui uma primeira seção de rosca, uma segunda seção de rosca e uma junta conectando as duas seções. A segunda seção de rosca inclui uma saída de montagem da rosca para material de distribuição, como um grão colhido. A primeira seção da rosca, segunda seção da rosca e junta, cada uma rodam em torno do seu próprio eixo, causando, desse modo o movimento tridimensional do conjunto das roscas e particularmente a saída do conjunto de roscas. O conjunto das roscas é capaz de controle manual, como por meio de um joystick e controle automático, como por um controlador eletrônico. Também é fornecido um aparelho de manuseio de material que emprega o conjunto de roscas revelado e também inclui um recipiente para armazenar o material a ser movido pelo conjunto das roscas.

#### 4 DESENVOLVIMENTO

A quarta etapa visa realizar a estrutura do projeto de desenvolvimento, como definição dos critérios e busca das soluções. O trabalho foi desenvolvido a pedido da empresa SLC Agrícola, como apresentado no início deste trabalho, em conjunto com a empresa INW SOLUÇÕES.

A Figura 21 apresenta a sede da empresa INW SOLUÇÕES, situada na cidade de Victor Graeff/RS.

Figura 21 - Sede da empresa INW SOLUÇÕES



Fonte: Do autor.

O desenvolvimento do projeto iniciou a partir da demanda de uma fazenda de escala, baseada no relato sobre a deficiência relativa ao tempo em realizar o abastecimento de fertilizantes nos equipamentos auto propelidos de distribuição a lanço.

Em um primeiro momento, foi relatado que os equipamentos atuais, não estavam mais atendendo as demandas das fazendas, devido ao tempo de abastecimento, pois em algumas situações, esse equivaleria ao tempo de produção das máquinas distribuidores auto propelidos.

Conforme a *Tabela 1 - Variantes no processo de cobertura com fertilizantes*, apresentada no início do trabalho, verifica-se, que em condições de taxa de cobertura maiores que 200 Kg/hectare, o tempo de aplicação tende a ser superior ao tempo de “setup”, ou seja, o tempo de abastecimento para carregamento do equipamento distribuidor.

O tempo de abastecimento médio foi apresentado pelo cliente, que é de 15 minutos, contemplando operação de basculamento, tempo de rosca ligada e posicionamento do

equipamento distribuidor. Este tempo é considerado pelo cliente com base nos últimos 450.000 hectares cultivados, e utilizados para as métricas de dimensionamento de mecanização das fazendas.

Para elucidar a questão, a Figura 22 ilustra um equipamento distribuidor auto propélido, utilizado na distribuição de fertilizantes nas fazendas do grupo SLC Agrícola, realizando abastecimento com equipamento “Kanudo”.

*Figura 22 - Abastecimento de fertilizantes com "Kanudo"*



Fonte: *Do autor*

A operação consiste na coleta do fertilizante do compartimento de carga, caçamba basculante, até a caixa de carga do distribuidor de fertilizantes. Conforme o produto é abastecido, o basculamento da caçamba é realizado.

#### **4.1 Especificações do produto desenvolvido**

Diante deste cenário, várias reuniões foram realizadas na sede da empresa cliente, na cidade de Porto Alegre/RS, que sedia a matriz e o setor de dimensionamento agrícola. A partir destes encontros, foram definidos pela cliente, quais são os requisitos que o novo produto deve atender.

A metodologia utilizada para a etapa da criação da lista de requisitos, foi a de Pahl *et al.* (2011), segundo a qual o projeto deve conter a data, nome do projeto com um código provisório, número da folha e responsável, conforme ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Lista de requisitos do projeto utilizando Pahl e Beitz (2011). Legenda R/D, significam R para Requisitos e D, para Desejos

	DATA	15/05/2017	FOLHA 1
INW	LISTA DE REQUISITOS		
SOLUÇÕES	ABASTECEDORA DE FERTILIZANTES DE ALTA VAZÃO 4410-XXXX		
	R/D	REQUISITOS	RESPONSÁVEL
A	R	Capacidade de descarga 3 Ton/Minuto; (Fertilizante com 1200 Kg/m <sup>3</sup> )	Marcio
B	R	Caixa de carga entre 20m <sup>3</sup> até 26,5m <sup>3</sup> ;	
C	D	Tubo de abastecimento com abertura de 90°;	
D	R	Tubo de abastecimento levemente inclinado na horizontal para cima;	
E	D	Variação de vazão;	
F	R	Unidade hidráulica de acionamento do caminhão	
G	D	Pontos de içamento para manutenção dos conjuntos;	
H	R	Abastecer com carregadeiras modelos: W20, 938, 924 e equivalentes;	
I	D	Sistema de Lona Fácil;	
J	R	Sobrechassi para montagem em base rodoviária;	
K	R	Acionamento via rádio controle e manual;	
L	R	Grade separadora de sólidos;	

Fonte: *Do autor*

Os itens serão discriminados abaixo, por isso foi incluído com uma coluna em ordem alfabética para melhor localização:

A) Requisito: A capacidade de descarga deve ser de 3 toneladas por minuto, considerando um fertilizante com densidade de 1200 Kg/m<sup>3</sup>.

B) Requisito: A caixa de carga do equipamento deve ser a maior possível, porém, deve atender aos requisitos da Lei da Balança para caminhões; Embora tenha-se um conceito que veículos que rodam fora das rodovias, podem transportar excesso de peso, não é prudente considerar essa decisão relevante, diante ao fato de que os implementos rodoviários são

dimensionados pelos fabricantes para um regime de trabalho. Falhas prematuras nos componentes podem causar acidentes, bem como o custo de manutenção acelerado. Em breve as unidades produtoras estarão com Normas ISO implementadas.

C) Desejo: Tubo de abastecimento deve ter no mínimo liberdade de abertura de 90 graus, podendo ser maior, menos não.

D) Requisito: Tubo de abastecimento levemente inclinado, para que esse possa passar em cima da caixa de carga do distribuidor, já que todos tem uma altura considerável de 4 metros.

E) Desejo: Variação de vazão: Em alguns casos será necessário utilizar a nova abastecedora para abastecimento de plantadoras, na qual a caixa de carga é menor, logo deve ser considerado uma menor vazão.

F) Requisito: Unidade de potência do caminhão: Se for possível utilizar a Tomada de Força do caminhão (TDP), pois, caso contrário, há a implicação do custo de aquisição de um motor exclusivo.\*\*\* Só será possível definir após o dimensionamento.

G) Desejo: Pontos de içamento para manutenção: Deve-se pensar em disponibilizar pontos de içamento, com centro de gravidade dimensionado, para facilitar a mão de obra dos operadores no momento da revisão e troca de componentes.

H) Requisito: Permitir abastecimento com carregadeiras modelos: W20, 938, 924 e equivalentes. Esse item trata dos equipamentos disponíveis na sede das fazendas, as quais realizam o carregamento de fertilizantes na caixa de carga da abastecedora. Alguns modelos são comuns, então a caixa de carga deve ter altura compatível com a concha de carregamento das máquinas citadas acima.

I) Desejo: Sistema de enlonamento: Considerar um sistema para enlonamento da carroceria, de forma segura e rápida, devido as condições climáticas nas fazendas, pois chuvas ocorrem repentinamente durante o processo.

J) Requisito: Com sobre chassi para montagem em base rodoviária: O equipamento deverá ter um sobre chassi para instalar em cima de uma base rodoviária, já que será rebocado por caminhões. As bases rodoviárias são locadas pela fazenda, logo, deve ter medida compatível com as existentes no mercado.

K) Requisito: Acionamento via rádio controle e manual: Por questão de segurança, todo acesso “remoto” é bem-vindo, devido ao operador não precisar ficar junto a máquina. Prioridade é acionamento via rádio, máquinas manuais não são mais desejadas, pois requerem

a decisão do operador. Se possível oferecer a opção de acionamento manual, em caso de pane do controle via rádio.

L) Requisito: Grade separadora de sólidos: A aquisição de fertilizantes, muitas vezes é realizada por meio de cargas de um navio completo, dessa forma, resíduos de pedras e peças podem estar presentes. Na sede da empresa, a carregadeira também pode acabar coletando pedras, então se faz necessário uma grade separadora. Como o distribuidor é com esteiras, um inconveniente desses pode danificar o equipamento.

#### 4.2 Projeto conceitual e combinações de solução

O projeto conceitual é a segunda fase no desenvolvimento de novos produtos. Após o esclarecimento, realiza-se a solução preliminar, elaborando a estrutura da função e buscando princípios de funcionamento apropriados, bem como sua combinação na estrutura de funcionamento.

A etapa inicia com a elaboração da abstração e posterior busca por princípio de funcionamento. A Tabela 5 apresenta a relação das cinco etapas que auxiliam na estruturação da função. A metodologia utilizada, nessa etapa, foi a de Pahl e Beitz (2011). Os autores frisam que após a lista de requisitos, tem-se a liberação para a concepção. A definição é a abstração para a identificação dos problemas essenciais visando a elaboração da estrutura de funções, ou seja, teremos a função global. Após a função global, será definida as sub funções.

*Tabela 5 - Estruturação da função utilizando Pahl e Beitz (2011)*

<b>RESULTADOS DA PRIMEIRA E SEGUNDA ETAPA:</b>
CAPACIDADE DE DESCARGA 3 TON/MINUTO; (FERTILIZANTE COM 1200 KGF/M <sup>3</sup> );
CAIXA DE CARGA 20M <sup>3</sup> ATÉ 26,5M <sup>3</sup> ;
TUBO DE ABASTECIMENTO COM ABERTURA DE 90°;
TUBO DE ABASTECIMENTO LEVEMENTE INCLINADO NA HORIZONTAL;
VARIAÇÃO DE VAZÃO;
UNIDADE HIDRÁULICA DE ACIONAMENTO DO CAMINHÃO

---

PONTOS DE IÇAMENTO PARA MANUTENÇÃO DOS CONJUNTOS;

---

PERMITE CARREGAMENTO COM W20, 938, 924 E EQUIVALENTES;

---

SISTEMA DE LONA FÁCIL;

---

SOBRECHASSI PARA MONTAGEM em BASE RODOVIÁRIA;

---

ACIONAMENTO VIA RÁDIO CONTROLE E MANUAL;

---

GRADE SEPARADORA DE SÓLIDOS;

---

**RESULTADOS DA TERCEIRA ETAPA:**

---

ALTA CAPACIDADE DE DESCARGA COM TODOS FERTILIZANTES

---

DIMENSÕES MACRO DA CAIXA DE CARGA

---

GIRO DE ABERTURA DO TUBO

---

ACIONAMENTO E POTÊNCIA

---

INTERCAMBEABILIDADE DE CHASSIS

---

VAZÃO VARIÁVEL

---

ENLONAMENTO AUTOMÁTICO

---

**RESULTADOS DA QUARTA ETAPA:**

---

ABASTECIMENTO DE ALTA VAZÃO

---

DIMENSIONAL DA CAIXA

---

TUBO DE DESCARGA MÓVEL

---

CHASSI INTERCAMBEÁVEL

---

VAZÃO VARIÁVEL

---

ACIONAMENTO AUTOMÁTICO

---

**RESULTADOS DA QUINTA ETAPA:**

---

**ABASTECEDORA DE FERTILIZANTES DE ALTA VAZÃO, COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO E MONTAGEM INTERCAMBEÁVEL**

---



A etapa inicia com a elaboração da abstração e posterior busca por princípio de funcionamento. A abstração trabalhou as características e foi desenvolvida em cinco etapas para a elaboração da estruturação da função, resultando na quinta etapa, a função global: ABASTECEDORA DE FERTILIZANTES DE ALTA VAZÃO, COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO E MONTAGEM INTERCAMBIÁVEL.

Após a realização das etapas de estruturação da função, pode-se encerrar a inter-relação funcional, determinando o objetivo. Inicia-se a combinação dos princípios de acionamento: serão consideradas as possibilidades de execução que possam funcionar. Na elaboração dos princípios de funcionamento, foram estudados mecanismos e dispositivos que permitem o funcionamento das sub funções, para que atendam ao funcionamento global.

São apresentados na Figura 23, utilizando a metodologia de Pahl e Beitz (2011), a matriz morfológica com as sub funções em uma coluna, e nas linhas, possíveis concepções para o funcionamento do mecanismo. Abaixo de cada ilustração consta o nome de cada concepção.

Figura 23 - Matriz morfológica e princípios de funcionamento

SUB FUNÇÕES	POSSÍVEIS CONSEPÇÕES			
	1	2	3	4
CAIXA DE CARGA				
	AÇO INOX	AÇO CARBONO	POLIETILENO	
PREPARAÇÃO SUPERFÍCIE				
	NÃO REQUER	EPOXI	NÃO REQUER	
ACABAMENTO				
	TINTA P.U	TINTA PU	NÃO REQUER	
ABERTURA DO TUBO				
	MOTOR HIDRÁULICO	CILINDRO HIDRÁULICO	CILINDRO PNEUMÁTICO	MANUAL
SISTEMA DE TRANSPORTE HORIZONTAL				
	ESTEIRA	HELICOIDE		
SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL				
	CANECAS	HELICOIDE		
ACIONAMENTO				
	MOTOR ELÉTRICO	MOTOR HIDRÁULICO	MOTOR DIESEL	
INTERFACE				
	VIA CABO - BOTOEIRA	SEM FIO - RÁDIO	SMART FONE	
TOMADA DE POTÊNCIA				
	GERADOR	CAMINHÃO	MOTOR DIESEL	
ENLONAMENTO				
	LONA FÁCIL METAL WEK	VINILONA MANUAL	CRAMARO	

Fonte: Do autor

Abaixo está descrito as sub funções com as possíveis concepções:

- Caixa de carga: Quanto a matéria prima, poderá ser confeccionada em aço Inox 304. Se tratando de fertilizantes, o ambiente é agressivo para corrosão de superfícies metálicas. Também poderá ser fabricada em aço carbono, este último, como conhecido possui um custo de aquisição mais econômico que o aço inox. Outra possibilidade é a fabricação da caixa de carga em Polietileno, que é inerte a oxidação, com fabricação de ferramental e processo de fabricação específico;
- Preparação da superfície e acabamento: O Inox não requer proteção de superfície, porém, pode ter acabamento superficial com tinta P.U. Já o aço carbono, deverá ser protegido com primer epóxi e acabamento P.U. O Polietileno não requer nenhum acabamento.
- Abertura do tubo de descarga: poderá ser realizado por motor hidráulico, com um sistema de transmissão rotativo para linear. Outra opção, é utilizar um cilindro hidráulico, ou pneumático, porém, essa opção demanda uma fonte e comando de energia hidráulica ou pneumática. Outra maneira, seria um dispositivo redutor, com um manete para realizar o movimento de forma manual.
- Sistema de Transporte Horizontal: O mecanismo de esteira permite a movimentação de fertilizantes na horizontal, logo, é um sistema com várias partes e componentes móveis. O helicóide ou rosca sem fim, realiza o transporte na horizontal, porém, seria necessário montar junto a ele, um tubo condutor na sua periferia, para realizar o transporte.
- Sistema de Transporte Vertical: O elevador de canecas é largamente usado na indústria de cereais, consistindo em uma esteira com várias “canecas” fixadas, em que cada peça transporta uma quantidade determinada de produto. O Helicóide, como no transporte horizontal, também eleva o fertilizante, utilizando o movimento de rotação, logo, na vertical perde eficiência, quando comparado na horizontal;
- Acionamentos: Para o sistema de transporte escolhido, pode-se utilizar motores elétricos, ligados diretamente no eixo ou em uma caixa de transmissão. Essa opção demanda fonte de energia elétrica. O motor hidráulico também realiza esse trabalho, e da mesma forma pode ser dimensionado para ser instalado direto ou por meio de um acessório, porém, também requer uma fonte de energia hidráulica. Motores à combustão, podem ser utilizados, logo, requerem um sistema de fixação resistente a vibrações, e devem ser instalados em local aberto e ventilados, tomando cuidado com o calor emitido.

- Interface: Uma botoeira ligada a uma controladora pode realizar o acionamento do equipamento. Outra forma de operar pode ser realizada por meio de um rádio transmissor conectado a uma receptora. Dependendo do grau de tecnologia, não é necessário o desenvolvimento de acionadores específicos, também podem ser utilizados *Smart Phones*, através de um aplicativo desenvolvido para esse fim.
- Tomada de potência: Quanto a tomada de potência, a fonte de energia para o sistema trabalhar, conforme a escolha e dimensionamento dos mecanismos, pode ser por meio de um gerador de energia, instalado para fornecer alimentação requerida. Conforme requisito de projeto, a própria tomada de força do caminhão poderá fornecer energia, se a opção for elétrica ou hidráulica. Como existem uma infinidade de modelos de caminhões, com diferentes potências e demais características, pode-se optar por uma fonte autônoma de energia, um motor à combustão, como no caso do gerador. Esse critério será decidido no momento do dimensionamento de potência;
- Sistema de enlonamento: O sistema Lona fácil Metalwek, consiste no enrolamento lateral da cobertura, com um único operador, sem necessitar a escalada na caixa de carga. Outro sistema conhecido, é da empresa Cramaro. O que difere os dois sistemas, é a abertura no sentido longitudinal, com opção elétrica que pode ser encontrado na primeira opção. Se ambas não atenderem ao quesito econômico e funcional, pode-se utilizar o enlonamento tradicional manual, porém, esse requer uso de mão de obra e trabalho em altura.

Apresentado as possíveis soluções, foi discutido juntamente com a empresa cliente, a seleção das possíveis variantes de ligação, analisando os quesitos, tais como, o comportamento de sistemas elétricos e mecânicos na manipulação de fertilizantes e a durabilidade e manutenção. Para algumas sub funções, foram oferecidos materiais “nobres”, para sua concepção, assim, nas possíveis ligações de soluções, foram levados em consideração possíveis arranjos que convergem para a economia na fabricação de um protótipo, entre eles, a matéria prima.

Todas combinações são possíveis de realizar, porém, foram considerados os custos de materiais para a decisão de algumas sub funções, o conhecimento tecnológico, o desenvolvimento de fornecedores e número de peças e componentes.

A tabela 6 apresenta a classificação em alto ou baixo. Esse tratamento foi dado para cada sub função. Tal entendimento, segundo Pahl *et al* (2011), dependem da tarefa e/ou da extensão da lista de requisitos, assim, alguns passos podem ser alterados.

Os dados foram tratados, inicialmente, no aspecto qualitativo. Os critérios de apontamentos, por sua vez, serão ALTO ou BAIXO, sendo assim exemplificado e comparado com as possíveis concepções da sub função;

- Custo de aquisição: Alto para custo ou Baixo para custo;
- Fornecedor na cadeia: Alto pra participante ou Baixo, quando for necessário ser desenvolvido por um fornecedor;
- Número de peças e componentes: Alto para grande número de peças e Baixo para poucas peças;
- Conhecimento: Disponibilidade intelectual em recursos humanos, sendo: Alta para sub função conhecida e Baixa para sub função pouco conhecida;

Tabela 6 - Aspectos qualitativos utilizando Pahl e Beitz (2011)



























SUB FUNÇÕES	POSSÍVEIS CONCEPÇÕES				
	1	2	3	4	
CAIXA DE CARGA	ALTO	BAIXO	ALTO		CUSTO
	BAIXO	ALTO	BAIXO		FORNECEDOR
					NUM.PEÇAS
	BAIXO	ALTO	ALTO		CONHECIMENTO
PREPARAÇÃO SUPERFÍCIE		AÇO INOX	AÇO CARBONO	POLIETILENO	
		ALTO			CUSTO
		ALTO			FORNECEDOR
					NUM.PEÇAS
ACABAMENTO	NÃO REQUER	EPOXI	NÃO REQUER		CONHECIMENTO
	ALTO	ALTO			CUSTO
	ALTO	ALTO			FORNECEDOR
					NUM.PEÇAS
ABERTURA DO TUBO	BAIXO	ALTO			CONHECIMENTO
	TINTA P.U	TINTA PU	NÃO REQUER		
	ALTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	CUSTO
	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	FORNECEDOR
SISTEMA DE TRANSPORTE HORIZONTAL	ALTO	BAIXO	BAIXO	ALTO	NUM.PEÇAS
	ALTO	ALTO	BAIXO	ALTO	CONHECIMENTO
	MOTOR HIDRÁULICO	CILINDRO HIDRÁULICO	CILINDRO PNEUMÁTICO	MANUAL	
	ALTO	BAIXO			CUSTO
SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL	BAIXO	BAIXO			FORNECEDOR
	ALTO	BAIXO			NUM.PEÇAS
	BAIXO	ALTO			CONHECIMENTO
	ESTEIRA	HEUCÓIDE			
ACIONAMENTO	ALTO	BAIXO			CUSTO
	BAIXO	BAIXO			FORNECEDOR
	ALTO	BAIXO			NUM.PEÇAS
	BAIXO	ALTO			CONHECIMENTO
INTERFACE	MOTOR ELÉTRICO	MOTOR HIDRÁULICO	MOTOR DIESEL		
	BAIXO	BAIXO	ALTO		CUSTO
	ALTO	ALTO	BAIXO		FORNECEDOR
	ALTO	BAIXO	BAIXO		NUM.PEÇAS
TOMADA DE POTÊNCIA	ALTO	ALTO	BAIXO		CONHECIMENTO
	VIA CABO - BOTOEIRA	SEM FIO - RÁDIO	SMART FONE		
	ALTO	BAIXO	ALTO		CUSTO
	ALTO	ALTO	ALTO		FORNECEDOR
ENLONAMENTO	ALTO	BAIXO	BAIXO		NUM.PEÇAS
	ALTO	ALTO	ALTO		CONHECIMENTO
	GERADOR	CAMINHÃO	MOTOR DIESEL		
	ALTO	BAIXO	ALTO		CUSTO
LONA FÁCIL METAL WEK	BAIXO	ALTO	BAIXO		FORNECEDOR
	ALTO	BAIXO	ALTO		NUM.PEÇAS
	ALTO	ALTO	BAIXO		CONHECIMENTO
	LONA FÁCIL METAL WEK	VINILONA MANUAL	CRAMARO		

Fonte: Do autor

As variantes em branco, não contemplam avaliações, dessa forma, podem ser descartadas. O desenvolvimento de fornecedores pode ser reavaliado no futuro, caso imprevistos ou impedimentos tecnológicos não satisfaçam o objetivo.

A Tabela 7, utilizou a matriz morfológica para possíveis combinações entre as concepções elencadas. Quanto a concepção de utilizar um gerador de energia, atentou-se para o fato de que esse envolve questões de segurança, devido ao equipamento ser concebido em material metálico. Também, registra-se que o uso dessa proposta, em ambientes severos, com contaminação, no caso de fertilizantes, deve levar em consideração a utilização de modelos de componentes blindados.

Tabela 7 - Matriz morfológica das possíveis soluções utilizando Pahl e Beitz (2011)

SUB FUNÇÕES	POSSÍVEIS CONSEPÇÕES			
	1	2	3	4
CAIXA DE CARGA	 AÇO INOX	 AÇO CARBONO	 POLIETILENO	
PREPARAÇÃO SUPERFÍCIE	NÃO REQUER	 EPOXI	NÃO REQUER	
ACABAMENTO	 TINTA P.U	 TINTA P.U	NÃO REQUER	
ABERTURA DO TUBO	 MOTOR HIDRÁULICO	 CILINDRO HIDRÁULICO	 CILINDRO PNEUMÁTICO	 MANUAL
SISTEMA DE TRANSPORTE HORIZONTAL	 ESTEIR	 HELICÓIDE		
SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL	 CANEÇAS	 HELICÓIDE		
ACIONAMENTO	 MOTOR ELÉTRICO	 MOTOR HIDRÁULICO	 MOTOR DIESEL	
INTERFACE	 VIA CABO - BOTOEIRA	 SEN. FIO RÁDIO	 SMART PHONE	
TOMADA DE POTÊNCIA	 GERADOR	 BATERIA	 MOTOR DIESEL	
ENLONAMENTO	 LONA FÁCIL METAL WEK	 VINILONA MANUAL	 CRAMARO	

Fonte: Do autor

Todas as concepções elencadas, são possíveis desenvolver dentro da técnica. Contudo, conforme apresentado na *Tabela 6 - Aspectos qualitativos utilizando Pahl e Beitz (2011)*, questões econômicas também foram levadas em conta, afim de oferecer equilíbrio entre as tecnologias escolhidas.

### 4.3 Combinação escolhida

A *Tabela 7 - Matriz morfológica das possíveis soluções utilizando Pahl e Beitz (2011)*, conforme já mencionado, utilizou a matriz morfológica para possíveis combinações entre as soluções elencadas. Quanto a concepção de utilizar um gerador de energia, atentou-se para as questões de segurança, devido ao equipamento ser concebido em material metálico. Registra-se, ainda, que o uso desta proposta em ambientes severos, com contaminação, no caso de fertilizantes, deverá levar em consideração a utilização de modelos de componentes blindados.

Trabalhando a proposta de combinações, e a combinação realizada, a Tabela 8, apresenta os dados de cada função e sub-função, tratando das características que devem possuir e sua respectiva solução escolhida para executá-la.

*Tabela 8 - Proposta de combinações e combinações escolhidas*

PROPOSTA DE COMBINAÇÕES		COMBINAÇÃO REALIZADA	
Função	Sub função	Função	Sub Função
·Caixa de carga em aço inox:	Sem acabamento de superfície.	·Caixa de carga em aço carbono:	Com primer Epóxi e Acabamento P.U.
·Abertura do tubo:	Cilindro hidráulico.	·Abertura do tubo:	Cilindro hidráulico.
·Transporte horizontal:	Esteira ou helicóide.	·Sistema de transporte horizontal:	Helicóide.
·Transporte vertical:	Helicóide.	·Sistema de transporte vertical:	Helicóide.
·Acionamento:	Motor hidráulico.	·Acionamento:	Motor hidráulico.
·Interface:	Controle remoto.	·Interface:	Controle remoto.
·Tomada de potência:	Caminhão ou Motor Diesel.	·Tomada de potência:	Caminhão ou Motor Diesel.
·Enlonamento:	Lona Fácil Metalwek.	·Enlonamento:	Lona fácil Metalwek.

Fonte: *Do autor*

Os maiores consumidores de orçamento apontados foram:

**Caixa de carga:** Devido a massa de matéria prima que vai consumir. Logo, optou-se em considerar o Aço carbono com acabamento de superfície para uma combinação;

**Sistema de transporte:** São itens desenvolvidos com fornecedores, assim, quanto menor o número de componentes, mais fácil a manutenção;

**Acionamento e tomada de potência:** Os acionamentos hidráulicos demandam uma fonte de energia, como bombas e controle por comandos e válvulas, bem como todo um aparato de reservatório de fluídos e circuito de entrada e retorno. Os caminhões estão limitados em no máximo fornecer 60 HP, na tomada de força. Logo, esse acessório que faz a ponte com a bomba hidráulica deve ser especial e reforçado. Caso seja necessário um motor exclusivo, o orçamento também será elevado.

A evolução da concepção para a fase do ante projeto será prosseguida com as seguintes combinações, elencadas na Tabela 9, as quais forma acordadas entre a empresa desenvolvedora e a empresa cliente.

Tabela 9 - Concepções aprovadas para o ante projeto

SUB FUNÇÕES	CONSEPÇÕES APROVADAS PARA O ANTEPROJETO.			
	1	2	3	4
CAIXA DE CARGA				
	AÇO INOX	AÇO CARBONO	POLIETILENO	
PREPARAÇÃO SUPERFÍCIE				
	NÃO REQUER	EPOXI	NÃO REQUER	
ACABAMENTO				
	TINTA P.U	TINTA PU	NÃO REQUER	
ABERTURA DO TUBO				
	MOTOR HIDRÁULICO	CILINDRO HIDRÁULICO	CILINDRO PNEUMÁTICO	MANUAL
SISTEMA DE TRANSPORTE HORIZONTAL				
	ESTEIRA	HELICOIDE		
SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL				
	CANEÇAS	HELICOIDE		
ACIONAMENTO				
	MOTOR ELÉTRICO	MOTOR HIDRÁULICO	MOTOR DIESEL	
INTERFACE				
	VIA CABO - BOTOEIRA	SEM FIO - RÁDIO	SMART FONE	
TOMADA DE POTÊNCIA				
	GERADOR	CAMINHÃO	MOTOR DIESEL	
ENLONAMENTO				
	LONA FÁCIL METAL WEK	VINILONA MANUAL	CRÁMARO	

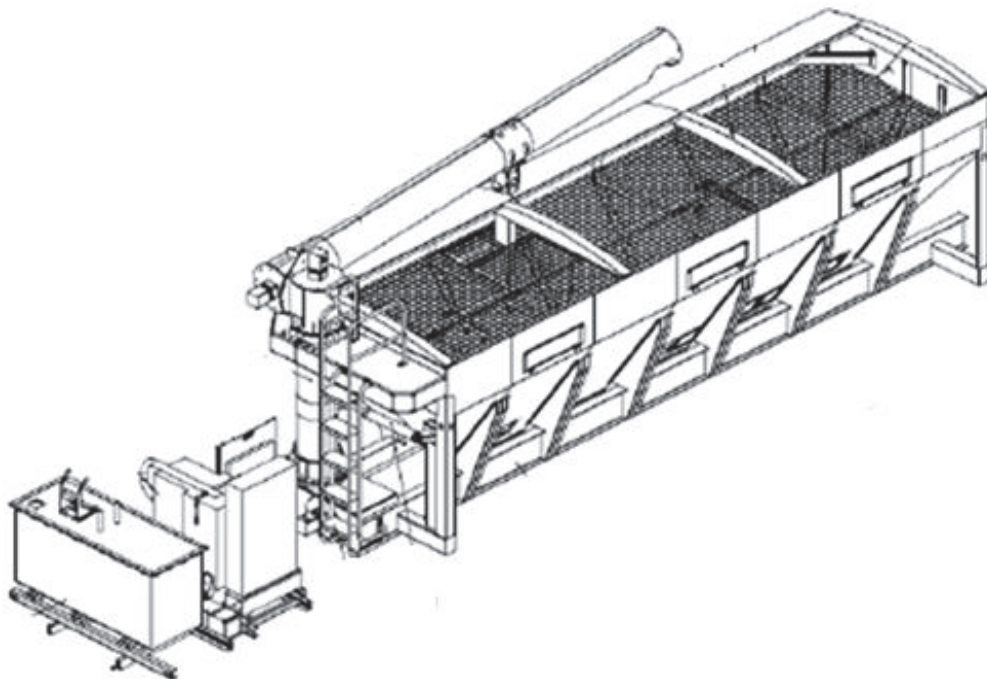
Fonte: Do autor

Para a construção de um protótipo, mesmo que não sejam utilizados os melhores materiais, o que se espera é validar o objetivo de diminuição do tempo de descarga, caso contrário não terá nenhum efeito os recursos empregados a mais neste momento. A dúvida quanto a quantidade de potência deverá ser sanada após a aprovação das premissas iniciais do projeto, bem como a precificação e contratos.

#### 4.4 Ante projeto

O projeto foi denominado CN 30.0 SR AD, e um esboço para melhor discussão, correções e concordâncias, foi realizado para apresentação a empresa cliente, conforme a Figura 24. Superada essa etapa, foram trabalhadas as questões de precificação para avaliação de viabilidade econômica pela empresa cliente. Caso os testes fossem positivos, o equipamento poderia ser adquirido.

Figura 24 - Ante projeto CN 30.0 SR AD



*Fonte: Do autor*



Para a definição de potência requerida pelo sistema proposto, foi realizada a construção de uma parte do equipamento para determinação de torque, rotação e volume de transporte desejado. Com esses dados, foi possível projetar a quantidade de energia requerida e finalizar a questão de seleção, bem como observar se o caminhão atenderia a potência disponível ou seria necessária a aquisição de um motor exclusivo para o equipamento.

A figura 25 (a), (b) e (c) apresenta a confecção do ensaio, simulando a parte inferior da caixa de carga, construída com um chassi de madeira. A helicoide utilizada foi dimensionada com o passo e diâmetro, determinando uma pré quantidade de transporte por rotação. Após realizou-se o carregamento do dispositivo com fertilizante granulado seco, e na extremidade da hélice, instalada uma porca e um cabo de 1 metro (d).

Foi fabricada uma alavanca de 1 metro de comprimento, com uma extremidade fixada através de uma porca na hélice, e na outra um gancho, para o acoplamento de um reservatório. Com a rosca carregada, e a alavanca na posição horizontal, adicionou-se peças com as massas identificadas no reservatório, e registrado o carregamento, conforme o início do movimento para cada carregamento solicitado.

Figura 25 - Ensaio de torque na helicoide



Fonte: Do autor.

Com o torque conhecido e dados de rotação calculados, foram selecionados no catalogo de fabricantes de motores hidráulicos, qual modelo de motor atende as grandezas requeridas. Fatores como carregamento axial, radial e perda de carga, foram considerados.

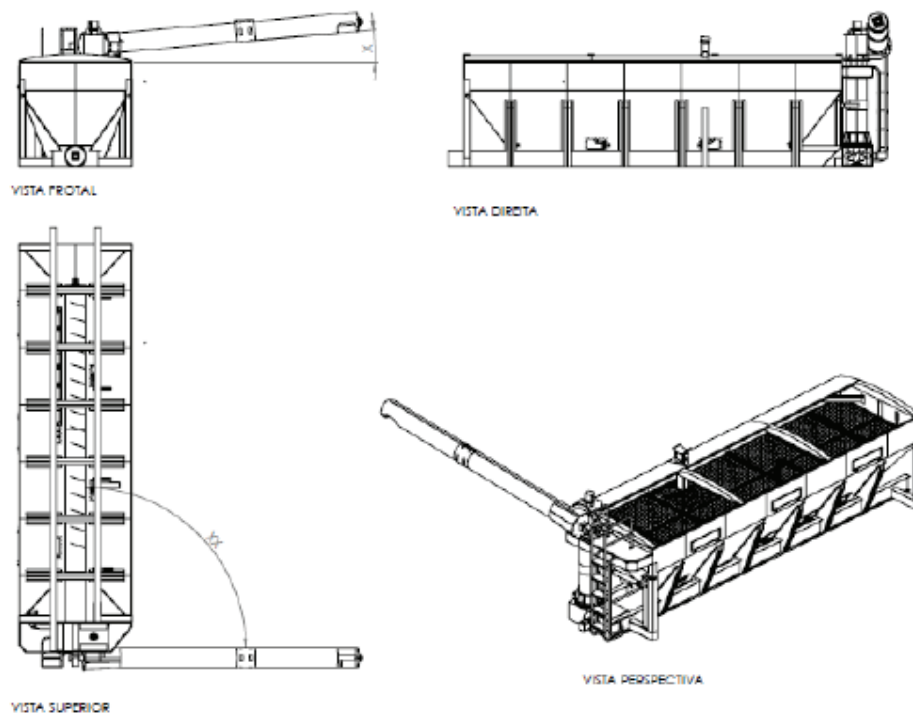
Informações de dimensionamento e seleção de componentes não foram publicadas neste trabalho, pois são consideradas informações confidenciais da engenharia da empresa.

Após a finalização dos cálculos, optou-se pela instalação de um motor independente, devido ao caminhão não ter disponível a potência requerida. Após foi realizada a precificação do equipamento, e contratada a construção do protótipo e realização de testes.

## 5 CONCEPÇÃO

A quinta etapa apresentou as soluções escolhidas para atendimento dos requisitos propostos no desenvolvimento do objetivo, e após iniciada a construção de um protótipo. Assim, neste capítulo foram retratadas imagens da fabricação, e na sequência o transporte para os testes. A Figura 26, apresenta detalhes da caixa de carga com o movimento do tubo de descarga.

Figura 26 - Vistas da caixa de carga com o tubo de descarga aberto



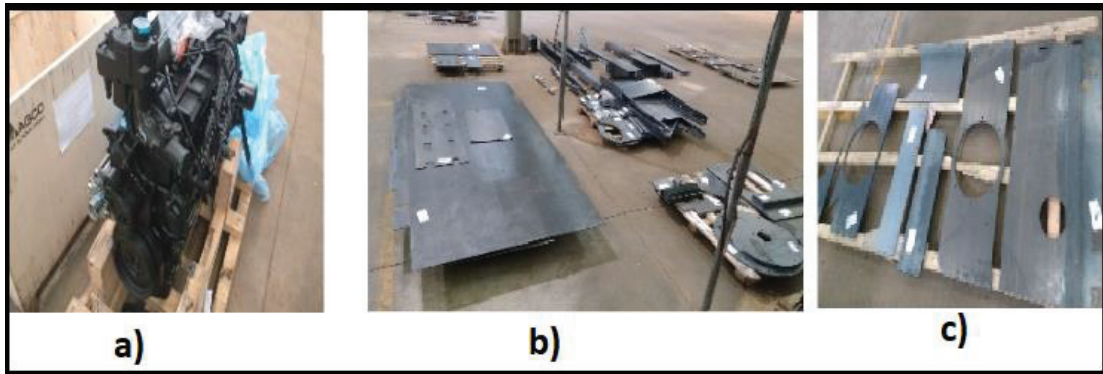
Fonte: *Do autor.*

Realizada a preparação dos desenhos e definição dos componentes, iniciou-se a fabricação do protótipo, com a compra da matéria prima e componentes.

A Figura 27 ilustra o início, com a chegada do material para caldeiraria. Na figura estão identificadas com as letras a, b e c, o tipo das peças, sendo: (a) o motor à combustão, (b) e (c) as peças de estamparia, como os fechamentos da caixa de carga, o *skid* do motor, que serviu de base para a instalação do motor à combustão, fixação dos componentes eletrônicos, reservatório

de combustível, tanque hidráulico, bombas hidráulicas, elementos de filtragem do óleo hidráulico e central de acionamento dos comandos eletro hidráulicos.

Figura 27 - Peças e componentes do protótipo



Fonte: Do autor.

Para o desenvolvimento do controle remoto e circuito elétrico e eletrônico, foi desenvolvido um fluxograma, com as funções de operação do equipamento, que é apresentado na Figura 28, contemplando todas as operações, que iniciam com a partida do motor, movimentação dos componentes, operação de descarga, até o desligamento para a próxima operação.

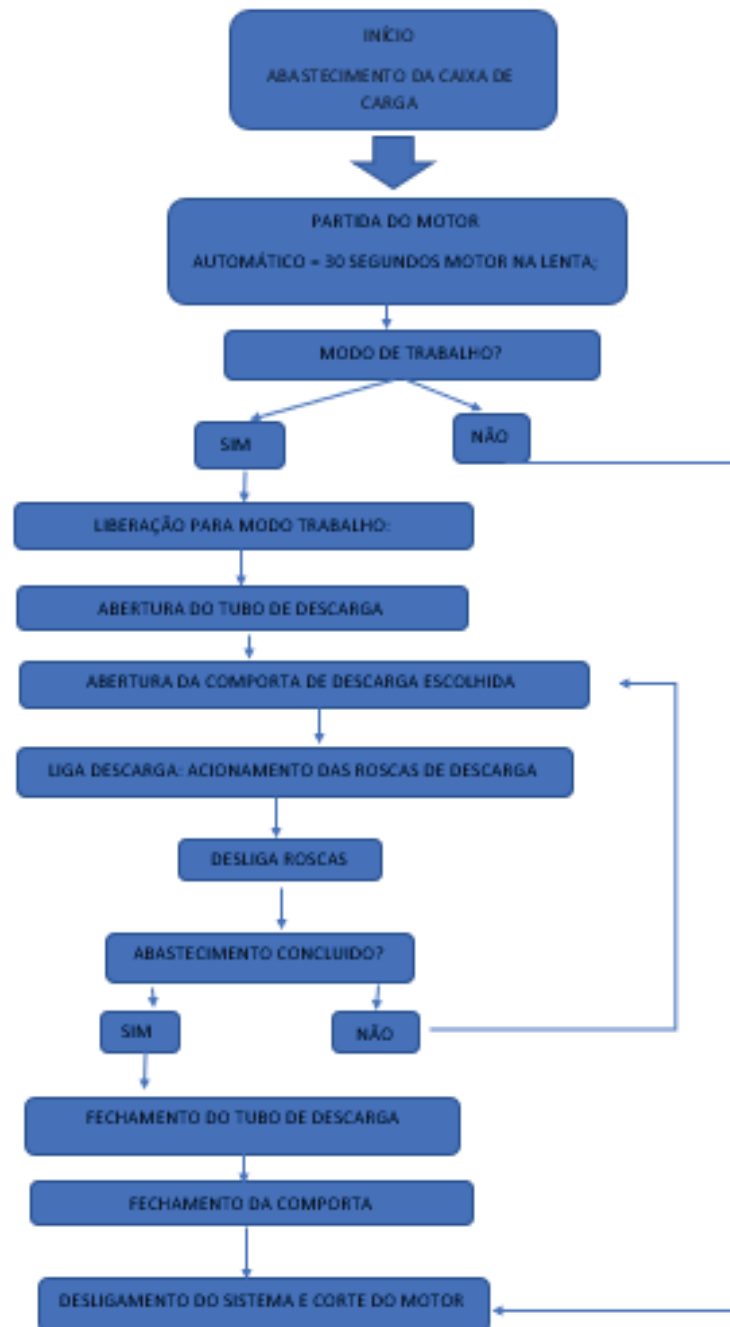
O trabalho tem início antes do controle remoto entrar em operação, ou seja, com o abastecimento do fertilizante na caixa de carga. Essa operação geralmente ocorre na sede da fazenda, onde está estocado o fertilizante. O carregamento é realizado por carregadeiras modelo W20, 938, 924 e equivalentes.

Com o equipamento carregado, o caminhão se desloca até a área que se encontram os distribuidores a serem abastecidos. A operação de descarga inicia-se com a partida do motor, e a próxima operação será a liberação para o modo trabalho, realizando a abertura do tubo de descarga, abertura da comporta escolhida, e acionamento das roscas. Caso a operação seja abortada, realiza-se o desligamento e corte do motor.

Finalizado o carregamento do distribuidor, desligam-se as roscas para interromper a saída do fertilizante, caso haja outro distribuidor a ser abastecido, seleciona-se outra comporta para abertura, liga-se a rosca até a conclusão da descarga, desligando as roscas. Se o abastecimento estiver concluído, ou não ter mais distribuidores para realizar o abastecimento, fecha-se o tubo de descarga, fecha a comporta e desliga o motor.

Essa lógica será gravada na placa eletrônica que controla as operações, a qual sempre terá o processo padronizado nesse formato, não sendo necessária qualquer tomada de decisão e intervenção diferente pelo operador do equipamento de descarga.

Figura 28 - Fluxograma de operação



Fonte: Do autor

Acima é demonstrado o procedimento onde a central eletrônica irá processar as informações e converter em ações de trabalho.

A confecção do protótipo é apresentada na Figura 29. Finalizada a caldeiraria, o equipamento será expedido até a fazenda que aguarda a realização dos testes de campo.

Na montagem do equipamento foram realizadas conferências e anotações para ajustes em componentes que sofreram interferência. O equipamento foi concebido com o máximo possível de peças e sub conjuntos com a fixação por parafusos. Pontos de lubrificação também devem ser levados em consideração nos componentes que dependem de movimentos.

A Figura 29, ilustra em (a), o início da construção da caixa de carga e pré-montagem dos conjuntos montados antes da pintura; em b) a caixa de carga com o tratamento de superfície e aplicação; e, em (c), a imagem do produto finalizado, antes de realizar a expedição do protótipo para os testes.

*Figura 29 - Montagem do protótipo*



**a)**



**b)**



**c)**

*Fonte: Do autor.*

Os testes foram realizados na Fazenda Panorama, no município de Correntina, Estado da Bahia. A Figura 30, apresenta o equipamento montado sobre uma base rodoviária da empresa cliente. A partir da instalação, iniciaram-se os testes de campo na mencionada Fazenda.

*Figura 30 - Protótipo instalado em base rodoviária*



Fonte: *Do autor*



Os testes foram realizados durante a aplicação da cobertura para o plantio de algodão. Além da vazão, avaliações de desempenho e validação dos componentes foram realizadas. Esses dados servirão de base para a montagem do plano de manutenção e detalhamento do projeto.

## 6 RESULTADOS

A sexta e última etapa, busca demonstrar os resultados e conclusões obtidos no desenvolvimento da solução.

De acordo com a Figura 31, foi realizado o depósito do pedido de patente do projeto desenvolvido, junto ao INPI. No lado esquerdo da figura, representado pela letra “a” consta o depósito do Pedido nacional de Invenção no INPI, e, por sua vez, o lado direito da figura, representa pela letra “b” indica o Pedido internacional do PCT, com informações referentes a data do depósito, classe, nome do inventor, depositante, procurador. O depósito ficará em sigilo durante 18 meses.

Figura 31 - Depósito da patente e pedido de PCT

 <p>29/05/2018 870180045972 16:00 29409161805179801</p> <p><b>Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT</b></p> <p>Número do Processo: BR 10 2018 010954 5</p>	 Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil) <p><b>Comprovativo da submissão eletrônica</b></p> <p>O Organismo receptor (RO/BR) acusa a recepção de um pedido internacional do PCT depositado através do ePCT-Filing. Um número de pedido e data de recepção foram atribuídos automaticamente (Instruções Administrativas, Parte 7).</p>																		
<p><b>Dados do Depositante (71)</b></p> <p>Depositante 1 de 3</p> <p><b>Nome ou Razão Social:</b> MÁRCIO HOWE <b>Tipo de Pessoa:</b> Pessoa Física <b>CPF/CNPJ:</b> 01304212009 <b>Nacionalidade:</b> Brasileira</p> <p><b>Qualificação Física:</b> Dirigente, presidente e diretor de empresa industrial, comercial ou prestadora de serviços <b>Endereço:</b> AV. COCHINHO, 241 - CENTRO <b>Cidade:</b> Victor Graeff <b>Estado:</b> RS <b>CEP:</b> 99350-970 <b>País:</b> Brasil <b>Telefone:</b> <b>Fax:</b> <b>Email:</b> compras@inwsolucoes.com.br</p> <p>a)</p>	<table border="1"> <tr> <td>Número de submissão:</td> <td>050194</td> </tr> <tr> <td>Número de pedido:</td> <td>PCT/BR2019/050194</td> </tr> <tr> <td>Data de recepção:</td> <td>26 Maio 2019</td> </tr> <tr> <td>Organismo receptor:</td> <td>Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Brasil)</td> </tr> <tr> <td>A sua referência:</td> <td>MB-INW</td> </tr> <tr> <td>Requerente:</td> <td>HOWE, MÁRCIO</td> </tr> <tr> <td>Número de requerentes:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Título:</td> <td>SISTEMA TRANSPORTADOR COM CAIXA DE CARGA E SISTEMA DE DESCARREGAMENTO COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO</td> </tr> <tr> <td>Documentos submetidos:</td> <td>MBINW-appb-000001.pdf 42146 (RELATÓRIO - BR 10 - SISTEMA TRANSPORTADOR COM CAIXA DE CARGA E SISTEMA DE DESCARREGAMENTO COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO.pdf) MBINW-appb-000002.pdf 26032</td> </tr> </table> <p>b)</p>	Número de submissão:	050194	Número de pedido:	PCT/BR2019/050194	Data de recepção:	26 Maio 2019	Organismo receptor:	Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Brasil)	A sua referência:	MB-INW	Requerente:	HOWE, MÁRCIO	Número de requerentes:	3	Título:	SISTEMA TRANSPORTADOR COM CAIXA DE CARGA E SISTEMA DE DESCARREGAMENTO COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO	Documentos submetidos:	MBINW-appb-000001.pdf 42146 (RELATÓRIO - BR 10 - SISTEMA TRANSPORTADOR COM CAIXA DE CARGA E SISTEMA DE DESCARREGAMENTO COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO.pdf) MBINW-appb-000002.pdf 26032
Número de submissão:	050194																		
Número de pedido:	PCT/BR2019/050194																		
Data de recepção:	26 Maio 2019																		
Organismo receptor:	Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Brasil)																		
A sua referência:	MB-INW																		
Requerente:	HOWE, MÁRCIO																		
Número de requerentes:	3																		
Título:	SISTEMA TRANSPORTADOR COM CAIXA DE CARGA E SISTEMA DE DESCARREGAMENTO COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO																		
Documentos submetidos:	MBINW-appb-000001.pdf 42146 (RELATÓRIO - BR 10 - SISTEMA TRANSPORTADOR COM CAIXA DE CARGA E SISTEMA DE DESCARREGAMENTO COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO.pdf) MBINW-appb-000002.pdf 26032																		

Fonte: Do autor.

A patente, como citado neste trabalho, por vários autores, é um instrumento de proteção para as empresas. Também pode ser utilizado como atributo de venda e forma de inibir concorrentes. Mas conforme apresentado, existem várias possibilidades de chegar ao objetivo



da demanda proposta, diante do mar de soluções possíveis, neste caso, a patente permite ser “dono” de apenas uma ilha.

Foi requerido, ainda, um pedido de registro de marca, com o nome “CANUDÃO SR.”, o qual também foi deferido pelo INPI. O registro de marca se fez oportuno, tendo em vista que o projeto desenvolvido tem forte apelo tecnológico, e também representa uma evolução no quesito operacional da máquina que ainda está no mercado, ou seja, o “Canudo”.

O equipamento foi avaliado em campo e após transcorridas 100 horas de trabalho, foi possível a obtenção de dados, os quais foram apresentados a empresa cliente, sendo comparados aos dados oferecidos pelo modelo antigo.

Os dados foram apresentados a empresa no mês de maio de 2018, durante o XXIII Seminário de Avaliação e Planejamento Técnico e VI Encontro de Mecanização, da empresa SLC Agrícola, realizado na Fazenda Palmares, na cidade de Luis Eduardo Magalhães, localizada no oeste do Estado da Bahia.

## 7 CONCLUSÕES

No andamento do desenvolvimento deste trabalho, além do protótipo, foram produzidos, até o momento, dois lotes piloto de fabricação, sendo que cada lote continha 4 equipamentos. Além disso, foi desenvolvida, neste tempo, a Versão II do equipamento.

Registra-se que 8 unidades de equipamento, tiveram seu funcionamento avaliado em campo, além do protótipo, o qual possui mais de 350 horas trabalhadas.

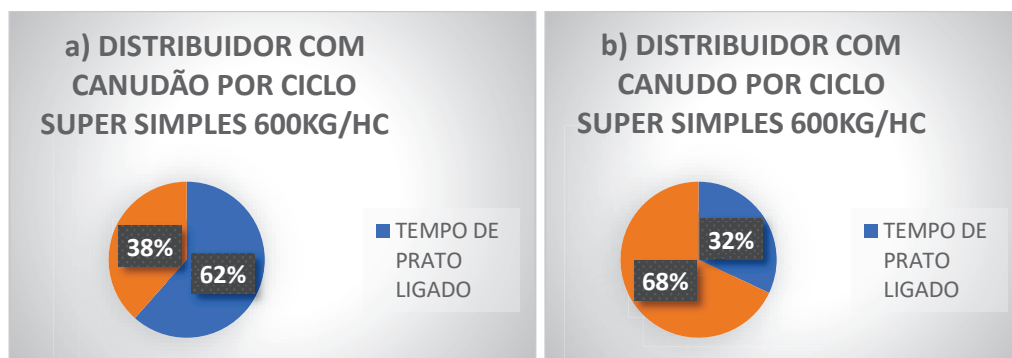
Conforme apresentado na *Tabela 1 - Variantes no processo de cobertura com fertilizantes*, o tempo de abastecimento do distribuidor é um fator que implica diretamente na produtividade, ou seja, quanto menor o tempo de parada, e mais tempo em operação, mais hectares são produzidos por hora/máquina.

Abaixo, a Figura 32 apresenta a proporção de produção de um distribuidor sendo abastecido com o “Canudo”, modelo tradicionalmente utilizado, comparado com o “Canudão”, cujo projeto foi no presente trabalho desenvolvido. Observa-se que ambos distribuidores possuem a mesma característica técnica e mesma vazão de aplicação, ou seja, para (a) o tempo de prato ligado é o mesmo que (b), isto é, 8 minutos.

Para prato desligado considerou-se o tempo de manobra e abastecimento, que em (a) foi de 4 minutos e em (b) 17 minutos. Em um ciclo avaliando (a), o distribuidor obteve 62% do tempo com os pratos ligados, ou seja, produzindo, e 38% foi o tempo de *setup*. Avaliando (b), o tempo de prato ligado foi de 32%, e desligado 68%.

Conclui-se que o tempo de abastecimento, realmente tem efeito expressivo na produtividade de um distribuidor, desde que, o fertilizante esteja disponível nos veículos no momento que o distribuidor necessitar de abastecimento para continuar em operação.

Figura 32 - Tempo de prato ligado e desligado de um distribuidor com dois modelos de abastecimento



Fonte: *Do autor*

A seguir, na figura 33, serão apresentados os ganhos de produtividade, considerando os seguintes fatores: com maior tempo de prato ligado por ciclo obtém-se um ganho de produção em hectares/ciclo, e cada ciclo é repetido n vezes por dia.

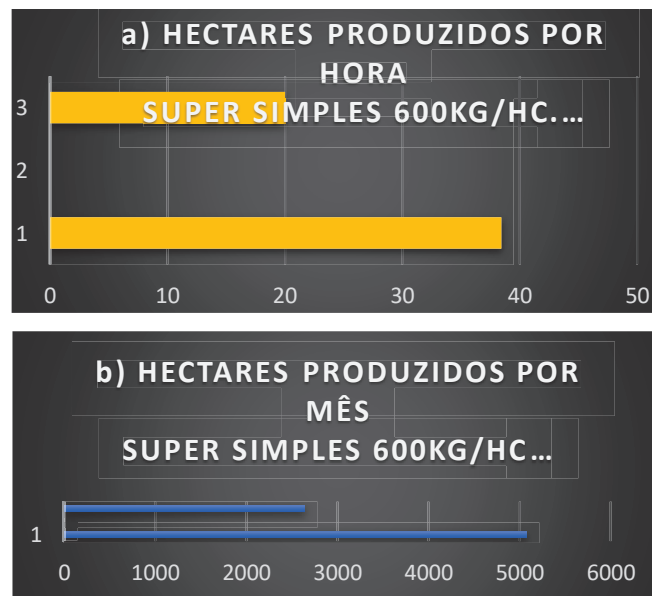
Assim, a Figura 33 apresenta um gráfico, que consta os dados de produção de um distribuidor por hora, representado em (a); bem como, os dados de produção de um distribuidor, em um mês, representado em (b).

Na figura observa-se, ainda, o abastecimento realizado por um Canudão (1), que por ciclo se obtém 38 hectares/hora, bem como, o abastecimento realizado por um Canudo (3), que se obtém 20 hectares/hora.

Em um mês, considerando um turno de 8 horas, com 6 horas efetivamente produzidas e 22 dias úteis de um mês comercial, os valores encontrados foram os seguintes: para abastecimento com Canudão (1) de 5.076 hectares e com Canudo (3) 2.640 hectares.

Dessa forma, o distribuidor abastecido pelo Canudão, produziu quase o dobro de área com um mesmo ativo e número de recursos humanos, ou seja, motorista e operador de distribuidor.

Figura 33 - Produtividade de um distribuidor por hora e mês com dois tipos de abastecimento

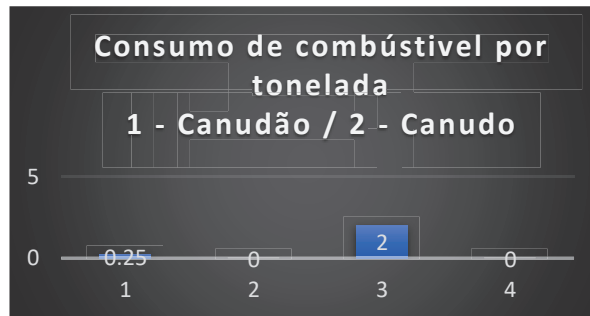


Fonte: Do autor

A Figura 34 apresenta o consumo de combustível por tonelada. No gráfico, (1) representa o consumo de combustível que o Canudão consome por tonelada, e (2) o consumo

do Canudo. Justifica-se tal diferença de consumo, pelo fato do Canudão possuir um motor independente, que geralmente é 50% da potência disponível do motor de um caminhão com CMT – Capacidade Máxima de tração de 52,5 Toneladas, contemplando uma redução de 80% no consumo de combustível por tonelada.

Figura 34 - Consumo de combustível (1) “Canudão” e (3) “Canudo”



Fonte: Do autor

Para a Fazenda Panorama, foi realizado o dimensionamento com o fim de identificar qual o valor imobilizado necessário para produzir 2.000 hectares por dia de cobertura. O produto considerado para a avaliação foi a aplicação de Kcl, na taxa de 200kg/hc.

Para melhor entendimento a Tabela 10 mostra os dados utilizados para a geração do gráfico da Figura 34. A fazenda Panorama é uma fazenda de uma safra, ou seja, não ocorre duas safras como em outras regiões.

Tabela 10 - Valores para produção e 2000 hc/dia com “Canudão” e “Canudo”

PRODUÇÃO DE 2000 HECTARES DIA – CANUDÃO				
KCL	200 KG/HC			
TURNOS	16 HORAS		RH	2
DISTRIBUIDOR	2	QT	2	4
CANUDÃO	3	QT	3	6
				10
				TOTAL

INVESTIMENTO			
	R\$	R\$	
DISTRIBUIDOR	800.000,00	1.600.000,00	
	R\$	R\$	
CANUDÃO	500.000,00	1.500.000,00	
		R\$	
		3.100.000,00	TOTAL

PRODUÇÃO DE 2000 HECTARES DIA – CANUDO					
KCL	200 KG/HC				
				2	
TURNO	16 HORAS		RH	TURNO	
DISTRIBUIDOR	4	QT	4	8	
CANUDO	6	QT	12	24	
				32	TOTAL

INVESTIMENTO			
	R\$	R\$	
DISTRIBUIDOR	800.000,00	3.200.000,00	
	R\$	R\$	
CANUDO	300.000,00	1.800.000,00	
		R\$	
		5.000.000,00	TOTAL

Fonte: *Do autor*

A Figura 35 apresenta o valor de investimento que a fazenda deve realizar no processo de cobertura, ou seja, a aquisição de caminhões, canudo e distribuidores, não contemplando os valores referente ao custo dos recursos humanos.

No investimento em caminhões, equipamentos para abastecimento de fertilizante e distribuidores, a redução no tempo de abastecimento causa efeito no tempo necessário para aplicação da cobertura. O dimensionamento considerou a cobertura de 2000 hectares/dia, que é a demanda da fazenda. Na esquerda da figura, apresentam-se os dados quando utilizado o

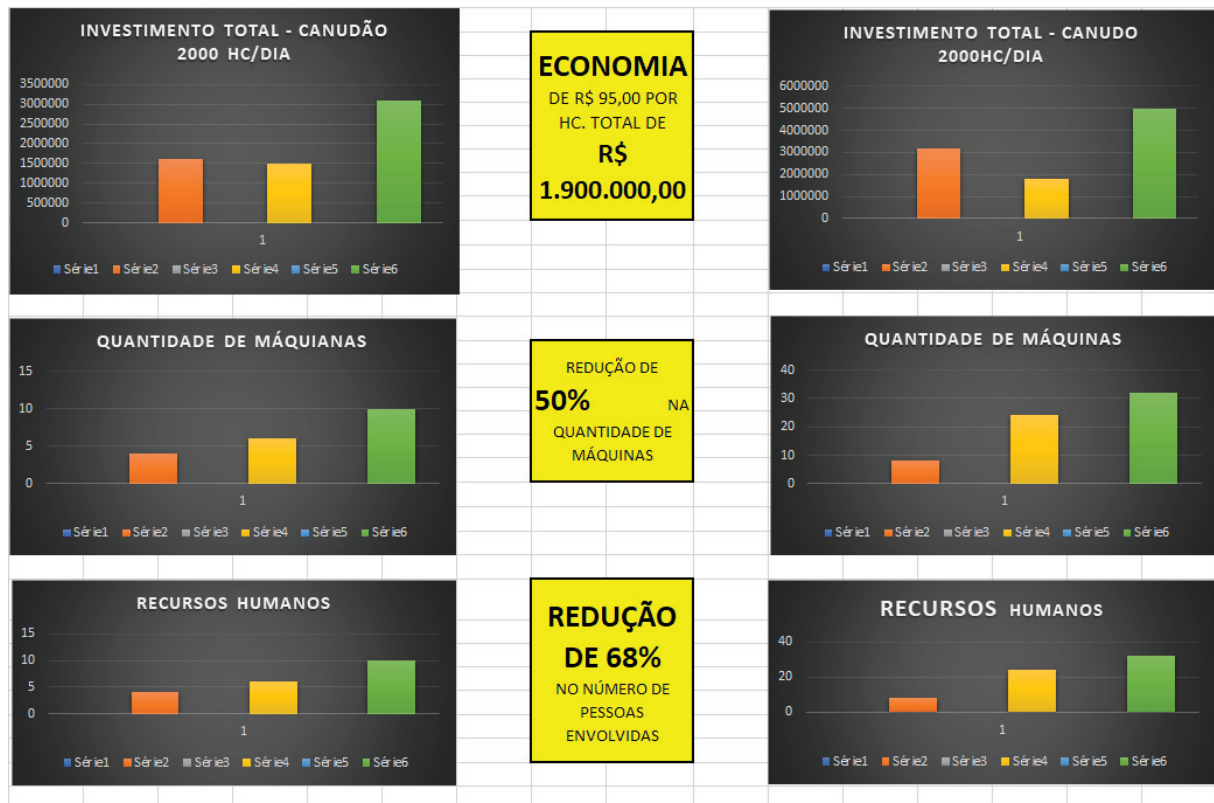
Canudão, e na direita da figura, os dados quando utilizando o processo antigo, ou seja, o Canudo.

Quanto ao imobilizado, o investimento para aquisição das máquinas reduz em R\$ 95,00 por hectare. Na Fazenda Panorama, representou uma economia de R\$ 1.900.000,00.

No que se refere ao número de máquinas envolvidas na operação, a redução observada foi de metade das máquinas, ou seja, de 10 máquinas para 5, considerando a produção da mesma área por dia.

Quanto ao número de pessoas, verificou-se uma redução de 68%, ou seja, quase 2/3 a menos de indivíduos envolvidos na operação.

Figura 35 - Vantagens comparando o processo com “Canudão” e “Canudo” no abastecimento



Fonte: Do autor

De acordo com Pavinato (2018) em vídeo disponível no *Youtube*:

A tecnologia vem para produzir mais ou gastar menos, ou seja, só a dois caminhos a seguir na operação agrícola, ou você produz mais ou gasta menos. Não adianta oferecer uma quantidade expressiva de inovação e invenção tecnológica se você não produzir mais ou gastar menos, sendo assim não ajudará a melhorar a eficiência e a competitividade do negócio.

Na elaboração do trabalho, após a expedição do protótipo, foram visitadas 7 unidades produtivas, sendo elas: Balsas/Ma, Correntina/BA, Luis Eduardo Magalhães/BA, Chapadão do Sul/MS, Chapadão do Céu/GO, Diamantino/MT e Porto dos Gaúchos/MT, o que representa mais de 80.000 km e 250 dias, entre trabalho no campo e viagens.

Diante disto, conclui-se que as questões de projeto e a metodologia escolhida, foram aplicadas para a resolução do problema. As questões de projeto e propriedade intelectual foram garantidas com o depósito do pedido de Patente, no Brasil e no exterior, bem como o registro da marca. Por fim, os dados de campo que apresentaram um avanço tecnológico no processo, com redução de investimento, aumento da capacidade produtiva dos distribuidores, redução no número de máquinas e operadores, bem como a economia de combustível.

## REFERÊNCIAS

ANSOFF, H.I. **Strategies for diversification**. Harvard Business Review, 1957.

BACK, N. *et al.* **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.

BAKER, M. AND HART, S. **Product Strategy and Management**. Pearson Education, 2007.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. **Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm). Acesso em: 20 out 2019.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/> Acesso em 15 de maio 2019.

COOPER, R. G., Kleinschmidt E. **Stage-Gate® Process for new product success**. Innovation Management, 2001.

COOPER, R., EDGETT S., KLEINSCHMIDT, E. **Benchmarking Best NPD Practices- I, Research Technology Management**, 2004.

COOPER, R., EDGETT S., KLEINSCHMIDT, E. **The Perspective: The Stage-Gate Ideato-Launch Process – Update, What’s New and NexGen Systems**. Journal of Product Innovation Managemen, 2008.

EPPINGER, D. STEVEN *et al.* **A Model-Based method for Organizing Tasks in Product Development, Research in Engineering Design**. vol. 6, 1-13, 1994.

GOOGLE PATENTS. **US 6767174**, 2002. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US6767174>>. Acesso em 19 de maio 2019.

GOOGLE PATENTS. **US20140090958A1**, 2012. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US20140090958A1/en?q=US20140090958>>. Acesso em 19 de maio 2019.

IMAVI. **Abastecedor de adubo**. Disponível em: <http://imavi.com/produto/abastecedor-de-adubo/>>. Acesso em 10 maio 2018.

INPI - Instituto Nacional Da Propriedade Industrial. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>. Acesso em: 10 de maio de 2019.



INW SOLUÇÕES. **Abastecedor de fertilizantes – Canudo 1.300**. Disponível em: <<https://www.inwsolucoes.com.br/canudo-1300?lightbox=dataItem-jgil6pzt>>. Acesso em 10 de maio de 2018.

JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2009.

KOTLER, P., Armstrong, G., Wong, V., Saunders, J. **Principles of Marketing, Fifth European Edition, Financial Times Prentice Hall**, 2008.

LEVITT, T. Marketing Myopia., **Harvard Business Review**, 1975.

LÖBACH, B. **Desenho Industrial: base para configuração dos produtos industriais**. 1 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

MAHAJAN V., Wind Y, **Issues and Opportunities in Product Development, Journal of Marketing Research**. Vol XXXIV, 1-12, 1997.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2005.

PAULA. O. J. **Análise do processo de desenvolvimento de produtos. Um estudo de caso em uma empresa do setor de autopeças**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2011.

PAVINATO, Aurélio. **Strider Day 2018 | SLC Agrícola e uso de tecnologias**. (00s25s), 2018. Disponível em: <<https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxwJXBxBpcXPTdsPhbNbsMZwWrJH?projector=1>>. Acesso em 25 de junho de 2019

QUICKVEYOR. **Photo Gallery**. Disponível em: < <http://www.quickveyor.com/photos.htm>> Acesso em 19 de maio 2019.

RAY-MAN, Inc. Manufacturing Ag Equipment. **Photo Gallery**. Disponível em: <[http://www.ray-man.com/?page\\_id=36](http://www.ray-man.com/?page_id=36)> Acesso em 19 de maio 2019.

ROMANO. L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H.; FORCELLINE, F.A; AMARAL D.C; TOLEDO J.C.; SILVA S.L.; ALLIPRANDINI D.H.; SCALICE R.K. **Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SLC AGRÍCOLA. **Quem somos**. Disponível em: <https://www.slcagricola.com.br/quem-somos/>. Acesso em 15 de maio 2019.

TATIKONDA, V. M., ROSENTHAL R.S. **Sucessful execution of product development projects: Balancing firmness and flexibility in the innovation process, Journal of Operations Management**. vol. 18, 401-425, 2000.

TATIKONDA, V. M., ROSENTHAL R.S. **Successful execution of product development projects: Balancing firmness and flexibility in the innovation process**, *Journal of Operations Management*. vol. 18, 401-425, 2000.

TKACRANES. **Produtos – Linha trave**. Disponível em: <<http://www.tkaguindastes.com.br/guindastes/trave/tka-30-700t-premium/113>> Acesso em 18 de maio 2019.

ULRICH, K., EPPINGER. **Product Design Development, Fourth Edition**, McGraw Hill/Irwin, 2008.

WHEELEN, T., HUNGER D.J. **Strategic Management and Business Policy**. Ninth edition, Pearson Prentice Hall, páginas 169, 285-291, 2004.

APÊNDICE A – Folder comercial Canudão 30.0 SR, capa.



Fonte: Autor, 2019.

APÊNDICE B – Folder comercial Canudão 30.0 SR, verso.

**CANUDÃO 30.0 SR**

**Altura do Tubo compatível com grandes distribuidores.**

**Capacidade de descarga de 3,15 ton/min.**

**Trabalha com todos os fertilizantes granulados. KCl, N, P**

**Acionamento com controle remoto.**

**Lona de fechamento.**

**Operação segura, eficaz e ágil.**

**Permite abastecimento lateral com carregadeira.**

INW  
SOLUÇÕES

55 54 2338-1418 / 1010

www.inw.com.br

30 ANOS INOVANDO EM SOLUÇÕES DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS






Fonte: Autor, 2019.



# UPF

UNIVERSIDADE  
DE PASSO FUNDO

UPF Campus I - BR 285, São José  
Passo Fundo - RS - CEP: 99052-900  
(54) 3316 7000 - [www.upf.br](http://www.upf.br)