

METODOLOGIA DE PROJETO PARA EMPRESA METAL MECÂNICA

DESIGN METHODOLOGY FOR METAL MECHANICS COMPANIES

Daniel Gasparin¹, Márcio Walber², Charles Leonardo Israel³

¹Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de Passo Fundo, Bairro São José, BR-285, CEP 99052-900 – CX. Postal 611, E-mail: gasparin.daniel@hotmail.com

²Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de Passo Fundo, Bairro São José, BR-285, CEP 99052-900 – CX. Postal 611, E-mail: mwalber@upf.br

³Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de Passo Fundo, Bairro São José, BR-285, CEP 99052-900 – CX. Postal 611, E-mail: israel@upf.br

RESUMO

Esse trabalho apresenta uma metodologia de projeto, que tem como objetivo servir de referência para desenvolvimento de novos produtos e melhoramento dos já existentes, para ser utilizada em empresas do ramo metal mecânico. Esta metodologia teve como base a metodologia proposta por Back et al, autores renomados que propõem oito fases para o desenvolvimento de um projeto. Foram utilizadas, ainda, como referência, algumas ferramentas de projeto propostas por Pahl et al. Com a finalidade de simplificar a metodologia apresentada por Back et al, criou-se uma nova metodologia formada por sete etapas, as quais seguem uma sequência lógica de desenvolvimento de produtos, considerando características funcionais de empresas de pequeno ou médio porte, tais como estrutura funcional e a realidade técnica econômica. A fim de testar sua eficácia, aplicou-se a nova metodologia proposta, até sua quarta etapa, em um novo projeto de produto de uma empresa do ramo agrícola, o qual consiste em uma carreta agrícola, dotada de um guincho para transporte e levantamento de carga, que pode ser utilizada em diferentes períodos do ano para auxiliar agricultores, principalmente no plantio de grãos.

Palavras-chaves: Metodologia de Projeto, Projeto de Produto, Empresas Metal Mecânicas.

ABSTRACT

The objective of this paper is to present a design methodology that is used as a reference for developing new products and improving of the existing ones to be used in metal mechanic companies. This methodology was based on the methodology proposed by Back et al, who renowned authors that propose eight stages for the development of a design. Yet, some design tools proposed by Pahl et al were used as reference. In order to simplify the methodology presented by Back et al, it was created a new design methodology with seven stages, which follow a logical sequence for the development of products, considering functional characteristics of small or medium-sized companies, such as, their functional structure and economic technical reality. To test its effectiveness, the new methodology proposed was applied until its fourth stage in a new product design of an agricultural company, which consists of an agricultural wagon, fitted with a winch for load lifting and transportation, which can be used in different periods of the year to help farmers in grain growth.

Key-words: Design Methodology, Product Design, Metal Mechanical Companies.

1. INTRODUÇÃO

O fator de maior relevância para o sucesso comercial de um produto é que este contenha algum diferencial em relação aos seus concorrentes. Outros elementos, também considerados importantes, são os aspectos mais valorizados pelo consumidor, como por exemplo, a qualidade e custo (BAXTER, 2000).

Adotar uma sistemática no desenvolvimento de produtos é um requisito básico para empresas que buscam um aprimoramento na sua política de gestão de projetos, sendo que, atualmente, o mercado tem se mostrado cada vez mais escasso para empresas que realizam produtos sem uma

metodologia ou lógica de projeto. Essa sistemática deve ser organizada em fases, as quais podem ocorrer ao mesmo tempo. Essa prática, em que várias etapas do projeto acontecem juntas, é denominada de engenharia simultânea, a qual resulta em maior agilidade ao trabalho realizado e, conseqüentemente, em um menor ciclo de desenvolvimento de produto, gerando, assim, um retorno financeiro em menos tempo. Segundo Romano (2003), a engenharia simultânea apresenta grandes benefícios em relação à prática da engenharia totalmente sequencial, principalmente frente à alta competitividade existente no mercado mundial.

A engenharia de desenvolvimento é, normalmente, o único setor responsável pela criação de um novo produto. Na metodologia criada, é proposta uma política de integração, a qual sugere a participação de todos os setores de uma empresa no processo de desenvolvimento de produto, direta ou indiretamente, a fim de garantir maior confiabilidade no resultado final do produto e que este seja economicamente viável.

Os agricultores têm investido, cada vez mais, na mecanização agrícola devido da falta de mão-de-obra, bem como visando o aumento da produtividade da lavoura. Visto à facilidade de obtenção das linhas de crédito, em função do incentivo dado pelo governo para impulsionar a produção do setor primário, o mercado da indústria de implementos agrícolas torna-se mais atrativo e competitivo. Conforme Romano (2003), as empresas do setor agrário procuram se especializar em uma gama de produtos que atendam mercados diferentes, a fim de se precaver das oscilações de comércio e da sazonalidade do setor primário. Segundo Dall'agnol (2001), o Rio Grande do Sul é o maior fabricante de implementos agrícolas do Brasil e, também, um grande exportador desses equipamentos, sendo que existem mais de 50 fábricas espalhados por todo o estado, tendo grande importância na economia gaúcha.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme Back et al (2008), a criação de um produto pode ocorrer de 3 formas: de uma ideia inovadora, do melhoramento ou da adaptação de produtos já existentes. O tempo utilizado no período de projeção desse novo produto varia conforme sua forma de criação, ou seja, se o produto for criado a partir de uma ideia inovadora, o tempo de projeção será maior, enquanto que se o produto for criado a partir das duas outras formas, o tempo de projeção menor, conforme pode ser visto na Figura 1.

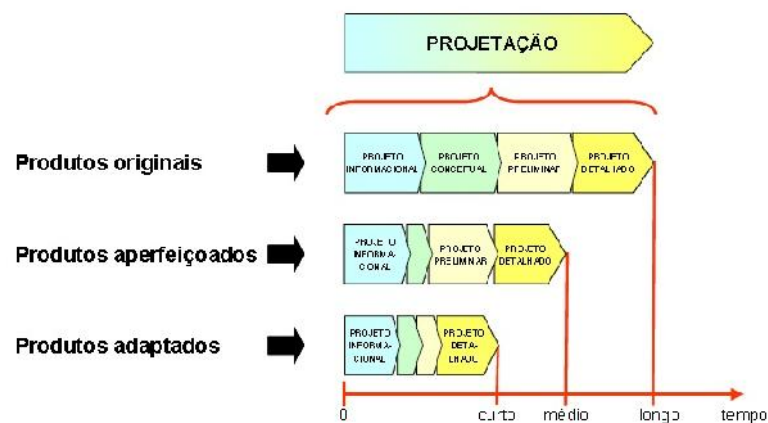


Figura 1 - Tempo x Tipo de produto
Fonte: Romano, 2003

Compete a cada empresa, dentre as metodologias de projeto existentes, elaboradas por autores distintos, verificar a que melhor se enquadra em sua realidade. Uma das metodologias mais utilizadas e citadas em obras que abordam o assunto é a elaborada por Pahl et al (2005), a qual dá um maior enfoque ao período de projeção e é formada por quatro etapas: especificação do projeto, projeto

conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Outra metodologia bastante utilizada é a do Baxter (2008), que também dá enfoque ao período da projeção, mas descreve outros assuntos relevantes, como, por exemplo, o designer do produto. Esta é formada por cinco etapas, sendo elas: especificação do projeto, projeto conceitual, projeto de configuração, projeto detalhado e projeto para fabricação.

Segundo Back et al (2008), uma metodologia de projeto deve ser planejável, flexível, otimizável e verificável. Estes autores apresentam uma metodologia de projeto mais detalhada, englobando desde o planejamento até a validação do produto, composta por oito fases: planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado, preparação para produção, lançamento e validação. Esta envolve todos os setores da empresa, e não somente a engenharia de produto, como normalmente ocorre nas empresas do setor de implementos agrícolas. Isto a torna uma metodologia mais dinâmica e que apresenta menos risco perante o mercado, em função de várias pessoas e setores participarem do processo de desenvolvimento.

A eficácia da metodologia criada neste trabalho foi testada em um implemento do ramo agrícola, o qual é uma adaptação de dois produtos já existentes: uma carreta agrícola e um guincho para levantamento de cargas denominado de “guincho bag”.

Atualmente, no mercado agrícola, existem modelos de guinchos para levantamento de cargas que são acoplados no engate de três pontos do trator, sendo que esses podem possuir rodados (Figura 2) ou ser de estrutura metálica. Como esse implemento agrícola tem apenas a função de levantamento, quando for necessário transportar determinada carga, o agricultor deverá utilizar carretas agrícolas (Figura 3) ou até mesmo caminhões. Dessa forma, o custo com transporte torna-se elevado, pois existe a necessidade de ter no mínimo dois veículos auto-propelidos: um para o transporte e um para o levantamento da carga.



Figura 2 - Guincho para levantamento de sacos “Big bag”
Fonte: <http://www.implementostadeu.com.br>

Outro implemento agrícola muito utilizado por agricultores são as carretas agrícolas (Figura 3), com função de transportar cargas diversas. Existem vários modelos dessas carretas, com configurações distintas, as quais são determinadas pela capacidade de produção de cada fabricante e pelas necessidades dos seus clientes.



Figura 3 – Saco “Big bag”
Fonte: <http://www.implementostadeu.com.br>

Normalmente, as sementes e os insumos agrícolas ficam armazenados nos chamados sacos “big bag” (Figura 4). Como esse saco armazena grande quantidade de insumos, o que facilita e agiliza o abastecimento das semeadouras no período de plantio, é necessário um guincho para o seu manuseio.



Figura 4 – Saco “Big bag”
(Fonte: http://www.fitasadesivas.net/saco_big_bag.htm)

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Metodologia de projeto

A metodologia proposta é composta por três macrofases, subdividas em sete fases, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo das fases

FASES	DESCRIÇÃO	
1 - Planejamento do Projeto	Período em que são definidas as metas, prazos e custo do projeto.	Planejamento
2 - Projeto Informacional	Período em que são definidas as especificações do projeto, baseadas em conhecimentos adquiridos.	
3 - Projeto Conceitual	Período em que são estudadas e selecionadas as possíveis concepções do produto.	Projetação
4 - Projeto Preliminar	Período em que é definido o layout do produto, através de <i>softwares</i> CAD e CAE.	
5 - Projeto Detalhado	Período em que os desenhos são detalhados para a execução dos protótipos para testes.	
6 - Preparação para Produção	Período de preparação da fábrica para produzir o futuro produto.	Implementação
7 - Lançamento e Validação	Período em que o produto é comercializado e validado junto aos clientes.	

A metodologia desenvolvida tem como base a de Back et al (2008), porém com algumas simplificações com relação ao número de fases que apresenta, as quais foram reduzidas de oito para sete, como pode ser visto na Tabela 1, a fim de melhor se adaptar à realidade das empresas metalúrgicas, principalmente as do ramo agrícola. Em sua obra, Back et al (2008) consideram que o projeto inicia no plano de marketing, enquanto na metodologia proposta é adotado o conceito de que o projeto começa quando surge a ideia, ou seja, quando passa a existir a motivação da empresa para realizar um novo produto.

A primeira fase, esquematizada na Figura 5, engloba todo o planejamento do projeto. Uma de suas etapas é a pesquisa de mercado, que em regra deve ser realizada pelo setor de marketing. Caso a empresa não possua esse departamento, a pesquisa pode ser efetuada pela equipe de vendas. Importante salientar que Back et al (2008) não contemplam essa etapa em sua metodologia. A reunião de abertura, outra etapa da primeira fase, é o momento em que são definidas algumas características importantes do projeto e, por isso, todos os setores devem participar. Nessa reunião, os participantes devem expressar suas ideias em relação ao futuro produto, determinar as principais características do equipamento, discutir os riscos que o produto corre e definir um valor de venda objetivo para este. O resultado da reunião é o escopo, a carta de abertura, o plano de projeto e os prazos para entrega do projeto.

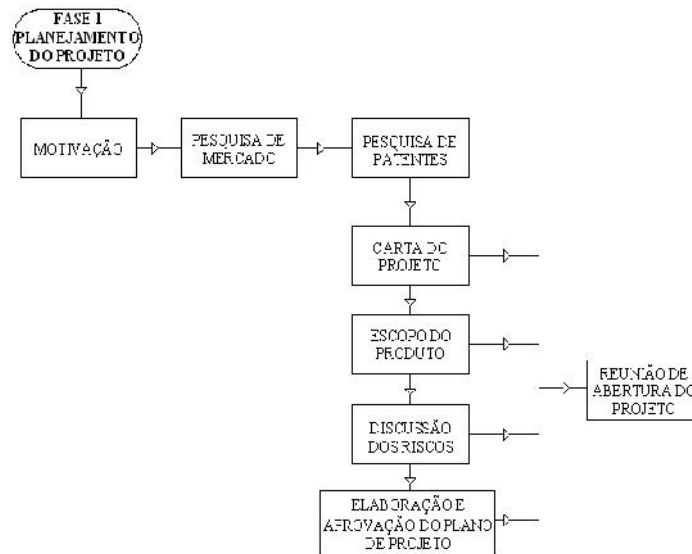


Figura 5 – Fluxograma da primeira fase da metodologia

A segunda fase, esquematizada na Figura 6, é a busca por informações, que podem ser obtidas através de bibliografias, sites, pesquisas internas, pesquisa com clientes, entre outras. Nesta etapa, primeiramente, são definidas as características que o cliente espera de determinado produto ou equipamento, sendo importante utilizar as informações colhidas na pesquisa de mercado e na reunião de abertura do projeto. A partir das necessidades dos clientes, cria-se uma lista de requisitos, a qual tem como base a lista proposta por Pahl et al (2005), classificando cada item como desejado ou exigido. Enquanto Back et al (2008) realizam uma série de passos para chegar aos requisitos do projeto, a metodologia proposta chega ao mesmo objetivo de maneira mais ágil.

Os limitantes da manufatura significam a capacidade produtiva da empresa, ou seja, quais produtos a empresa consegue fabricar com as pessoas e os equipamentos que possui. Dessa forma, em função do custo, será prioridade projetar produtos que possam ser fabricados por esses equipamentos. Porém, quando os novos produtos projetados não podem ser fabricados pelos equipamentos que a empresa já possui, faz-se necessário que haja investimento em novas máquinas, gerando assim uma necessidade de compra ou uma terceirização de produtos.

Para garantir a segurança do equipamento, devem ser seguidas normas regulamentadoras vigentes no Brasil. Essa etapa de segurança deve ser analisada durante todo ciclo de vida do equipamento, ou seja, desde sua aquisição até seu descarte. É nesta segunda fase, ainda, que se inicia a análise de viabilidade do projeto, a qual será realizada até a sexta fase.

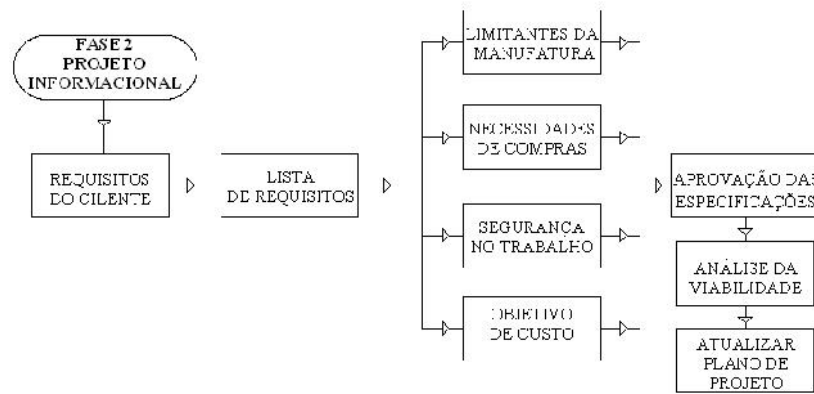


Figura 6 - Fluxograma da segunda fase da metodologia

A terceira fase, esquematizada na Figura 7, é a determinação da concepção do novo produto. Para isso, faz-se necessário um apuramento de todas as estruturas funcionais do equipamento, buscando todas as soluções distintas, porém com o mesmo objetivo funcional. Essas soluções distintas são chamadas de concepções alternativas, ou seja, uma parte da estrutura do equipamento necessita realizar determinada função, sendo que, para desempenhá-la, podem existir diferentes meios. Esses distintos meios devem formar uma lista de concepções alternativas, a qual precisa estar embasada em sites, bibliografias, equipamentos semelhantes, entre outras fontes de informações seguras.

Após a realização dessa lista de concepções alternativas, é necessário que seja feita uma análise comparativa entre as concepções encontradas, na qual devem ser adotados critérios de avaliação para cada estrutura funcional. Esses critérios estão relacionados a itens como funcionalidade, produtividade, riscos, custo, entre outros fatores, que dependerão de cada tipo de produto e de cada empresa. Durante a terceira fase, Back et al (2008) realizam alguns estudos e avaliações ligadas à fabricação, segurança e envolvimento de fornecedores. Porém, como o intuito do trabalho é simplificar essa metodologia proposta, algumas dessas etapas foram descartadas.

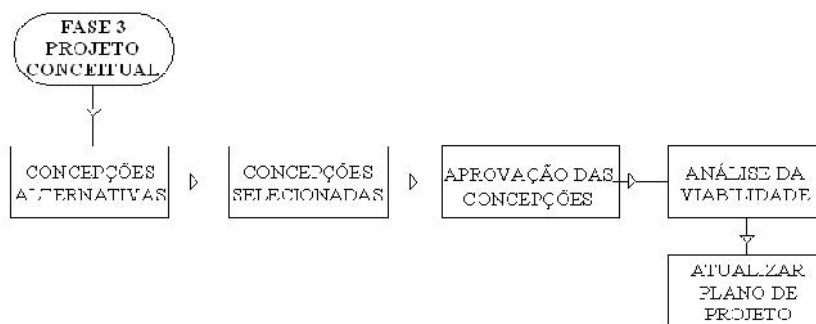


Figura 7 - Fluxograma da terceira fase da metodologia

A quarta fase, esquematizada na Figura 8, inicia com a realização de leiautes alternativos para cada estrutura funcional, entre os quais deve ser escolhido o melhor para cada função, adotando como um critério básico a facilidade de fabricação. Atualmente, os leiautes, na maioria das vezes, são realizados em softwares de modelamento 3D. Nessa fase, é importante a interação da tecnologia CAD com a tecnologia CAE, pois com a última é possível realizar análises estruturais dos componentes através do método de elementos finitos. Podem ser utilizadas também planilhas eletrônicas para cálculos mais simples, como força de uma mola, força de um cilindro hidráulico, entre outros. É normalmente a fase mais longa da metodologia e se faz essencial um trabalho minucioso, pois um erro nesse período pode acarretar um insucesso no produto final.

Na sua metodologia Back et al (2008), propõe a realização de um maior número atividades, tanto antes quanto depois de decisão do leiaute final, no entanto o resultado final de ambas as

metodologia é o mesmo. Um assunto não evidenciado claramente pelos autores é a análise estrutural do produto, que é um passo essencial e determinante na metodologia proposta.

Uma atividade crucial na metodologia proposta é a análise de viabilidade do produto. Nessa análise o setor engenharia de produto deve manter uma interação com a área de compras e engenharia industrial, para que o produto seja executado dentro dos custos estabelecidos na primeira fase.

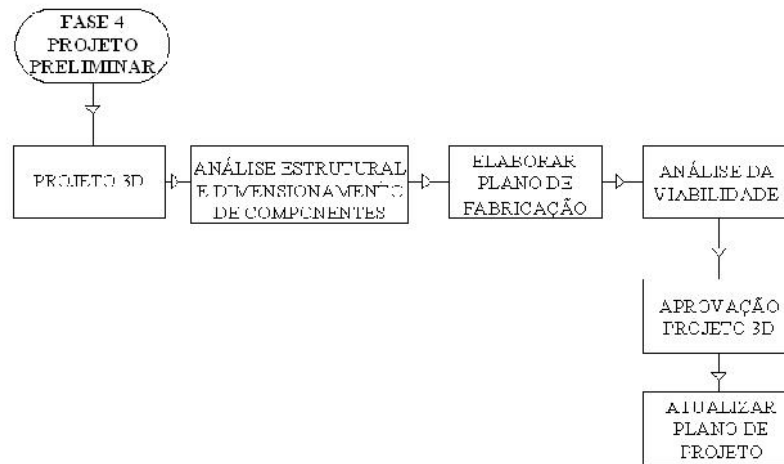


Figura 8 - Fluxograma da quarta fase da metodologia

A quinta fase, esquematizada na Figura 9, é o projeto detalhado e começa no momento em que análise de viabilidade da fase anterior é aprovada, sendo assim é iniciado o detalhamento das peças e conjuntos para a fabricação do protótipo. Os desenhos para essa fabricação são detalhados de forma rápida, ou seja, é dada importância apenas para as cotas essenciais de manufatura. Esses desenhos deverão ser revisados no início da sexta fase, pois os mesmos poderão sofrer modificações em função dos testes realizados, em que podem ser detectadas falhas em algumas partes do equipamento.

Após a realização dos desenhos detalhados, deve-se iniciar a fabricação e montagem do protótipo, que posteriormente deve ser apresentado a equipe a qual participou da reunião de abertura, para aprovação das especificações determinadas na primeira fase, adotando-se com isso uma política de projeto integrado de produtos, em que todos os setores estão ligados diretamente ou indiretamente no desenvolvimento de produtos.

Um passo importante é a realização dos testes, momento quando o protótipo passa por condições de funcionamento similares ou até mesmo piores que as reais. Devem ser feitas avaliações qualitativas e quantitativas de cada parte do produto, com o intuito de validar o equipamento, para uma futura comercialização. A análise em software CAE agiliza o trabalho, mas isso não substitui os testes realizados em campo.

A elaboração de estrutura de produto, o plano de manufatura, os procedimentos para assistência técnica, o manual de instruções e o catálogo de peças devem ser iniciados após a aprovação do protótipo, devendo acontecer de maneira simultânea, podendo ser finalizada na próxima fase.

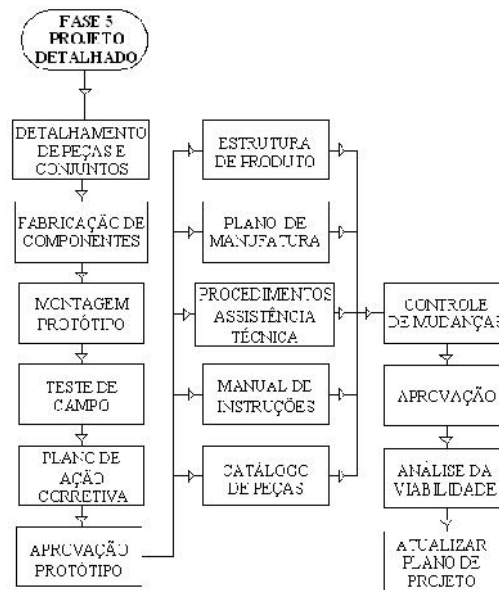


Figura 9 - Fluxograma da quinta fase da metodologia

A sexta fase, esquematizada na Figura 10, ocorre após a realização dos testes e tem início com a retomada do detalhamento das peças e componentes, nesse período devem ser realizados desenhos, com todos os detalhes que um desenho técnico mecânico exige.

Devem ser fabricados os gabaritos, ferramentas e dispositivos para fabricação de componentes e peças que fazem parte do produto, com o intuito de garantir a qualidade e a produtividade.

A produção do lote piloto também ocorre nessa fase e necessita ser monitorada atentamente pela engenharia de produto, tanto sua fabricação quanto o comportamento do produto no manuseio de clientes. É importante, que o lote piloto seja vendido a clientes parceiros, pois podem ocorrer falhas inesperadas. Após o lote piloto ser aprovado, devem ser feitas ações corretivas para os problemas que supostamente ocorreram durante a avaliação desse lote.

Em paralelo às ações corretivas, precisam ser iniciadas treinamentos para o setor comercial e industrial. Deve também ser feito um rastreamento de todos os custos gerados durante o projeto. Esses podem ser de Mão-de-obra e também matérias-primas gastas para fabricação e teste do protótipo. Nessa fase é realizada a última análise de viabilidade.

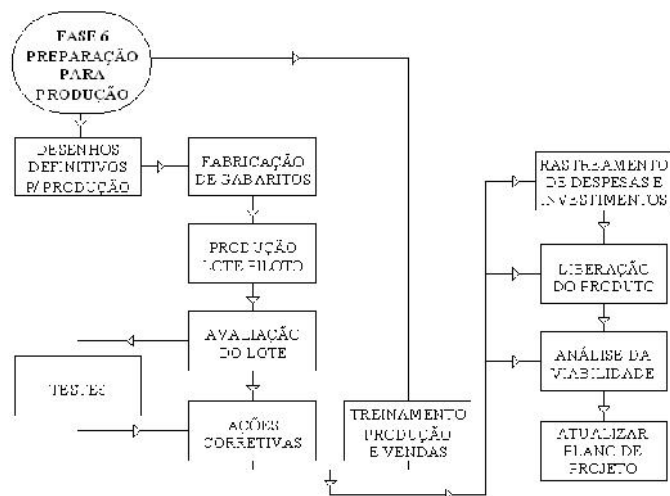


Figura 10 - Fluxograma da sexta fase da metodologia

A sétima fase, esquematizada na Figura 11, é o momento em que o lote inicial de produção é fabricado, esse deve ser monitorado pela engenharia de produto e industrial, para identificar

problemas de projeto ou fabricação. A Engenharia de qualidade deve realizar inspeções dimensionais e de qualidade de todos os componentes do novo produto.

Depois de realizadas todas as avaliações necessárias, o lote inicial pode ser liberado para comercialização, ou seja, deve acontecer o lançamento do produto no mercado. Isso pode ser realizado de maneiras distintas, é importante escolher meios que atraiam um público que tenha interesse direto no produto. Usualmente, empresas do ramo agrícola optam por feiras de agronegócios.

O produto deve ser monitorado em seu trabalho em campo, pois alguns defeitos podem ocorrer em decorrência da fadiga de componentes. É importante que o departamento de assistência técnica relate para engenharia do produto todos os defeitos encontrados após seu lançamento, ou seja, deve-se adotar uma política de melhoria contínua e de conhecimento para próximos projetos. Depois de validado, o projeto deve ser encerrado e seus documentos arquivados para servirem de base de dados para futuros projetos ou modificações no mesmo produto. A equipe deve ser desmembrada e direcionada para novos projetos.

Comparando a metodologia proposta com a de Back et al (2008), observa-se, nessa fase, que ocorre a maior diferença entre elas, pois, na metodologia proposta, existe a união entre as duas últimas fases, ou seja, acontece a redução de uma fase do projeto, isso com o intuito de simplificá-la e tornar de maior aplicabilidade em empresas do ramo agrícola.

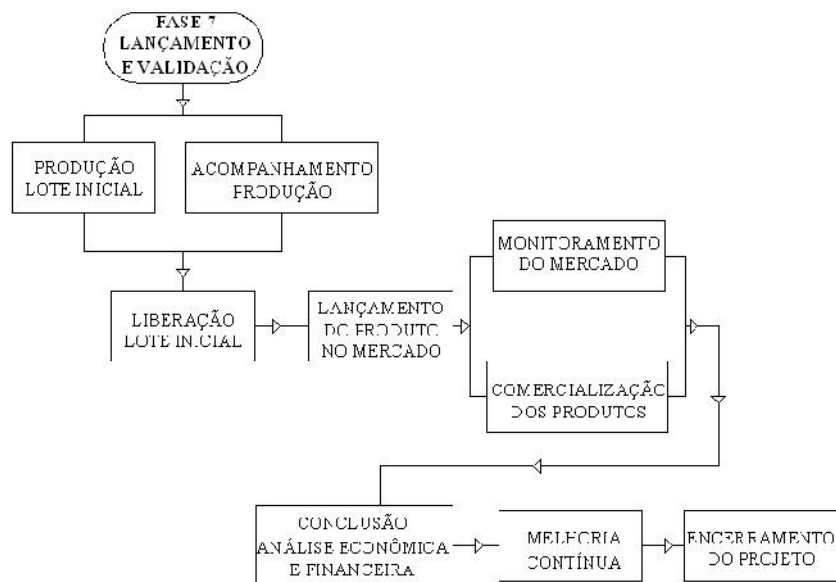


Figura 11 - Fluxograma da sétima fase da metodologia

3.2 Resultados

A metodologia proposta foi aplicada em um projeto de uma carreta agrícola, para transporte e levantamento de cargas, portanto o equipamento é uma união de dois implementos agrícolas: uma carreta para transporte e um guincho para o levantamento. Devido ao fato de ser uma união de produtos que já existentes, o projeto pode ser classificado como um aperfeiçoamento, em consequência, sua etapa de projeção é menor em relação a um totalmente inovador.

3.2.1. Primeira fase

O projeto foi iniciado com a motivação da empresa em possuir um novo produto, com características inovadoras no mercado agrícola, sendo assim a engenharia de produto solicitou ao setor de vendas que contatasse alguns representantes comerciais, realizando uma pesquisa de mercado, com o intuito de saber a aceitação do futuro produto no mercado agrícola. Após a avaliação das

informações recolhidas com os clientes, chegou-se a conclusão que o projeto era viável, pois havia um grande interesse de agricultores na solução proposta, porém todos desejavam que o equipamento tivesse um baixo custo, ou seja, adotado como um aspecto crucial no projeto.

Como a viabilidade comercial foi aprovada, a reunião de abertura de projeto foi realizada com setores distintos da empresa, sendo eles: direção, compras, planejamento e controle da produção, engenharia de processos, engenharia de produto e vendas. Nessa reunião, foram discutidas e definidas características geométricas, de funcionalidade, custo objetivo, entre outras questões relevantes do produto, o resultado do final da fase foi o escopo do projeto e a carta de abertura.

3.2.2. Segunda fase

Seguindo a metodologia proposta, a fase informacional foi iniciada. Assim, foram pesquisadas informações pertinentes para a elaboração da lista de requisitos, que é resultado final dessa fase e que tem uma função de servir de referência para a equipe de desenvolvimento durante todo o projeto, pois nela constam todas as características que o produto deve possuir. Na lista, ficam evidenciadas diferentes características, tais como: funcionalidade, custo, aproveitamento, segurança, padronização de produto entre outros.

A lista de requisitos está embasada na lista proposta por Pahl et al (2005), em que todos as características do produto são detectados, analisadas e classificadas em duas categorias: desejado (representado pelas letra D na lista) ou exigido (representado pelas letra E na lista) como pode ser visto segunda coluna da Figura12.

Nessa fase também foram discutidos os limitantes da manufatura, e consequentemente as necessidades de compra, dessa forma constatou-se que a empresa tinha totais condições de fabricar o futuro produto, pois dispõe de toda a infra-estrutura para isso. Um item muito importante no projeto informacional foi à decisão do objetivo de custo, pois conforme a pesquisa de mercado revelou, esse aspecto é essencial para o sucesso comercial do produto.

USUÁRIO		LISTA DE REQUISITOS PROJETO CARRETA GUINCHO	IDENTIFICAÇÃO CLASSIFICAÇÃO PAG :1 FOLHA :1
MODIF.	D/E	CARACTERÍSTICA	RESPONSÁVEL
16/4/2012	E	Ter custo de fabricação R\$11.000,00	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	E	Ter Capacidade de levar 6 bags	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	D	Utilizar peças e conjuntos de outros produtos	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	E	Capacidade de carga 6 Ton.	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	E	Alcance do guincho 3 metros	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	D	Rotação do guincho 180°	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	E	Capacidade de carga do guincho 1.5 Ton.	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	D	Ter fechamentos laterais simples com tubos	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	D	Ter ajuste do tamanho do rodado	DANIEL/MATEUS
16/4/2012	E	Eixo traseiro com flutuação	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	E	Ter altura de levante entre 5.8 e 6.5 Metros	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	E	Ter quatro rodas de apoio sendo dois eixos afastados	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	E	Ter largura máxima de 2200	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	E	Oferer segurança para os usuários	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	D	Comp e Conj. Devem ser adequados para cab. Pintura	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	E	Sistema hidráulico utilizando bomba do trator	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	E	Acionamento do guincho do operador trator	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	D	Entregar desenhos detalhados na máximo até 29/06	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	D	Estrura do guincho e chassi feito de Aço doce	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	D	Cubos de rodas feito de ferro nocular	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	D	Base do guincho rolamentada	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	D	Manutenção anual	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	D	Nenhuma impureza dentro de sistema hidráulico	DANIEL/MATEUS
23/4/2012	E	Considerar a adição das tolerâncias	DANIEL/MATEUS

Figura 12 - Lista de requisitos

3.2.3. Terceira fase

A Carreta guincho foi dividida em três estruturas funcionais: guincho, rodado e chassi. Sendo que cada estrutura deve cumprir uma função ou, então, uma característica geométrica. Foram pesquisadas

pelo menos duas soluções para cada estrutura, elaborando-se com isso a lista de concepções (Figura 13). Após a elaboração da lista, faz-se necessária a seleção da melhor concepção para cada estrutura funcional ou característica geométrica, sendo que os itens grifados foram os selecionados. Para essa seleção foram adotados critérios, como: funcionalidade, custo, facilidade de fabricação, padronização de projetos, entre outros, dependendo de cada estrutura.

A estrutura funcional denominada ‘guincho’ foi subdividida em seis, sendo que quatro características foram geométricas e duas de funcionalidade. Na estrutura funcional “movimento do guincho”, o critério principal de escolha foi o custo. Na ‘posição do guincho’ e o ‘tipo de ponteira’ foram definidos por questões ligadas a funcionalidade. Na ‘posição do guincho em relação ao rodado’ foi uma decisão em função da segurança

de operação, principalmente a segurança contra o tombamento. Na ‘articulação’ e na ‘estrutura do guincho’, o principal critério utilizado foi à padronização de projetos.

A estrutura funcional denominada ‘rodado’ foi subdividida em sete partes, sendo que três características foram geométricas e quatro de funcionalidade. Na maioria das decisões tomadas foi adotada, como principal critério, a funcionalidade, sendo que apenas os itens ‘pneu’ e ‘cubo’ em que foram adotados como critério principal a padronização e a estabilidade ao tombamento em que foi adotado como critério principal a segurança, não tem a funcionalidade como item responsável pela tomada de decisão.

A estrutura funcional denominada ‘chassi’ foi subdividida em quatro partes, sendo que nessa só existem características geométricas e que em todas as subdivisões tiveram como principal característica de escolha a padronização de produto.

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS - SELECIONADAS				
SUBFUNÇÃO/ COMPONENTE		SOLUÇÃO		
		A	B	C
GUINCHO				
1	MOVIMENTO ROTAÇÃO GUINCHO	MEIA-LUA	REDUTOR	PINHÃO-CREMALHEIRA
2	POSIÇÃO DO GUINCHO	FRONTAL	TRASSEIRO	CENTRAL
3	POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO RODADO	SOBRE-EIXO	AFASTADO	-
4	PONTEIRA	GUINCHO	CRUZ	GUINCHO-CRUZ
5	ARTICULAÇÃO	UM CILINDRO	DOIS CILINDROS	TRÊS CILINDROS
6	ESTRUTURA GUINCHO	PERFIL C	TUBO	TUBO E PERFIL C
RODADO				
1	DISPOSIÇÃO DOS RODADOS	TANDEM-TRASEIRO	EIXOS ESPAÇADOS	TANDEM COM EIXO DIANTEIRO
2	MOVIMENTO RODADO DIANTEIRO	PINO CENTRAL	BARRA DIRECIONAL	-
3	CUBO DE RODA	PATROLA	PLANTADEIRA	VAGÃO FORRAGEIRO
4	PNEU	MILITAR	MHF AGRICULTURAL	SUPER MHF
5	MOVIMENTO DE FLUTUAÇÃO RODADO DIAN.	FIXO	MOVEI	-
6	MOVIMENTO DE FLUTUAÇÃO RODADO TRASEIRO	FIXO	MOVEI	-
7	ESTABILIDADE AO TOMBAMENTO	EIXO COM REGULAGEM DE	CALÇOS HIDRÁULICOS	CALÇOS COM AÇIONAMENTO
CHASSI				
1	FECHAMENTO CARGA	CANTONEIRA	PERFIL C	TUBO
2	ESTRUTURA CHASSI	CHASSI VAGÃO	SOBRE-CHASSI VAGÃO	-
3	ASSOALHO	CHAPA LISA	CHAPA CORRUGADA	-
4	ESTRUTURA ASSOALHO	TUBO	PERFIL C	CANTONEIRA

Figura 13 - Lista de concepções

3.2.4. Quarta fase

Na fase preliminar, foram utilizados os softwares *Solidworks*, *Solidwork Simulation*, e Excel, para o modelamento e análise dimensional do produto.

Foram elaborados leiautes iniciais de cada parte da carreta, no qual foram adotadas as estruturas funcionais determinadas a partir da lista de concepções, sendo que a definição do leiaute final de cada estrutura foi realizada de forma a garantir a funcionalidade e o custo objetivo. Após, foram unidas as três estruturas funcionais formando-se, assim, o leiaute final do produto, que foi modelado no *software Solidworks*, como pode ser visto na Figura 14.

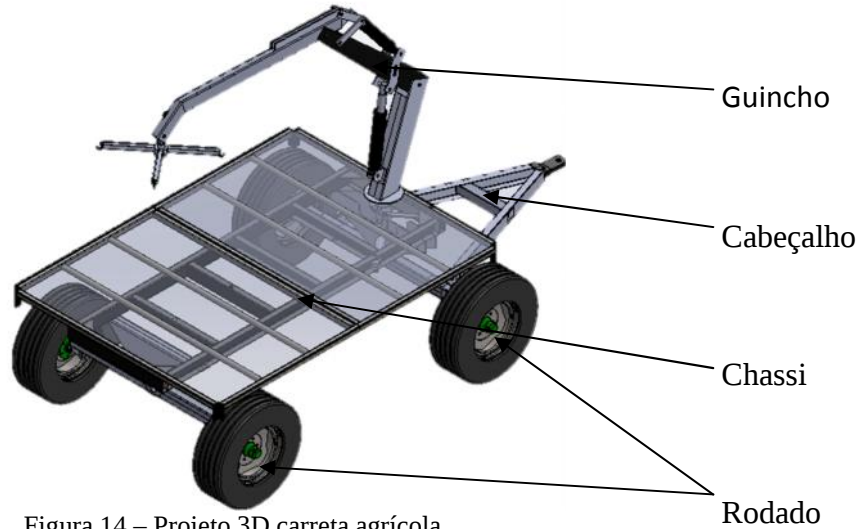


Figura 14 – Projeto 3D carreta agrícola

Foram utilizadas peças e conjuntos de produtos que a empresa já possuía, com isso, foi adotado uma política de padronização. A Figura 15 apresenta as estruturas funcionais da carreta agrícola, sendo o projeto do chassi e cabeçalho (Fig. 15A), projeto do rodado (Fig. 15B) e projeto do guincho (Fig. 15C). O chassi foi projetado utilizando perfis do tipo ‘C’ formando um quadro, com reforços em seus quatro cantos. O cabeçalho foi projetado com o mesmo perfil tipo utilizado para fabricação do chassi, isso diminui o custo do processo produtivo, pois o custo de *setup* de máquina é menor, e no caso componente ser comprado ganha-se em custo.

O eixo traseiro é pivotado, para que a carreta possa passar por desníveis de diferentes tipos de solo, ou seja, seu eixo de giro é paralelo ao sentido de deslocamento da carreta, o eixo dianteiro também é pivotado com a diferença do seu eixo de giro estar perpendicular ao sentido do movimento, dando assim dirigibilidade ao implemento agrícola quando engatado no trator. O eixo dianteiro também possui a opção de abertura lateral dos rodados, dando assim estabilidade ao equipamento, principalmente durante a carga de descarga, evitando a colocação de estacas feitas através de sistemas hidráulicos como é usualmente utilizado em caminhões e patolas.

A estrutura do guincho foi projetada buscando utilizar perfil com baixo peso e grande capacidade de levantamento. No sistema hidráulico, foram utilizados componentes de sistemas já existentes no mercado e na empresa. O guincho está localizado no centro do eixo dianteiro para que um momento de tombamento seja atenuado.



(A)



Rodado
(B)



Guincho
(C)

Figura 15 – Estruturas funcionais carreta agrícola

A Figura 16 mostra a carreta agrícola carregada com os sacos “Big bag”, conforme será utilizada pelos futuros clientes.



Figura 16 – Projeto 3D com os sacos “Big bag”

Para análise de resistência dos componentes, foram avaliados possíveis esforços que o produto deveria resistir, ou seja, suas condições e contorno, com essas estimativas foram realizadas análise pelo método de elementos finitos através do software *Solidwork Simulation*, que possui tecnologia CAE.

Para aplicação das cargas na análise, foi considerado que o Saco “big bag” carregado possui uma massa em torno de uma tonelada, sendo que foi estipulado que a carga máxima é de seis sacos por carreta, ou seja, toda estrutura deve resistir a um esforço de seis toneladas quando carregado. Já

para a análise dimensional do guincho foi considerado levantamento de um saco por vez, ou seja, uma tonelada. Na Figura 17 encontra-se a ilustração dos resultados da análise de resistência realizada pelo método de elementos finitos.

A estrutura foi dimensionada para garantir a segurança de futuros usuários e também para ter viabilidade econômica.

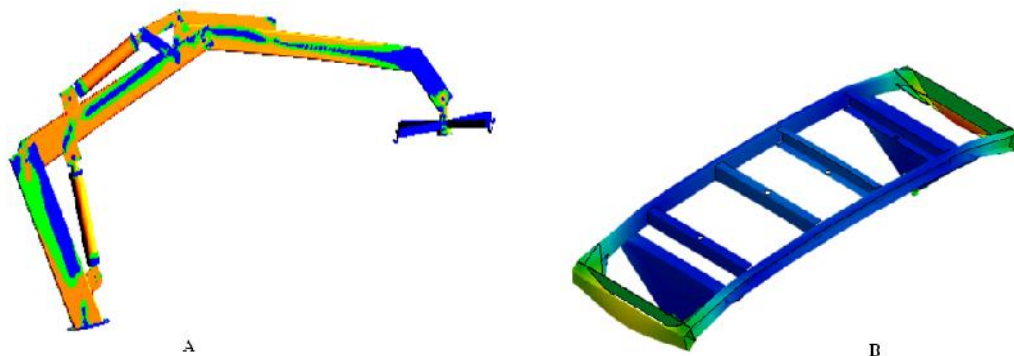


Figura 17 – Análises estruturais realizadas pelo Método de elementos finitos: (A) análise do guincho; (B) análise do chassi.

Todo projeto foi realizado utilizando aços SAE1020 ou SAE1045. Os aços foram escolhidos em função de resistir aos esforços aplicados na análise estrutural e também em função do menor custo e boa soldabilidade desses materiais.

As tensões geradas pela carga não ultrapassaram o limite de escoamento do material em nenhum componente da carreta, de modo que, nos locais em que a tensão ultrapassou o limite de escoamento o material foi alterado, ou seja, deixou de ser SAE1020 e passou a ser SAE1045. Sendo que isso ocorreu na estrutura da última haste do guincho e também nas pontas de eixo.

O projeto foi realizado até atingir a quarta fase (Projeto Preliminar), ou seja, o Projeto 3D e a análise estrutural. Após essa fase, deve seguir a sequência de desenvolvimento como foi exposto na metodologia.

Abaixo se encontra a sequência que deve ser seguida, até a finalidade do projeto:

- Projeto detalhado;
- Preparação para produção;
- Lançamento e Validação.

4. CONCLUSÃO

As empresas têm buscado diminuir o tempo de desenvolvimento de seus projetos, aumentando assim sua gama de produtos em um período cada vez menor. A grande vantagem dessa política é o aumento da competitividade no mercado e a metodologia criada pode ser implantada em empresas que buscam um melhoramento em seu desenvolvimento de produtos, ou por empresas que não possuem uma metodologia de projeto, já que a metodologia mostrou-se eficaz para o produto que foi desenvolvido.

Cada empresa que desejar utilizar esta metodologia deve adaptá-la para sua realidade, ou seja, número de funcionários, capacidades produtiva, entre outros aspectos. O que realmente deve ser mantida é a sequência de fases e a ordem, pois estas levam em conta os principais aspectos que envolvem o desenvolvimento de um novo produto.

O produto desenvolvido servirá como ferramenta de trabalho para os agricultores nos afazeres diários principalmente no período de plantio. Ele tem a grande vantagem de substituir dois

implementos agrícolas antes utilizados e com um custo muito acessível ao pequeno, médio e grande produtor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BACK, Nelson [et al]; Projeto integrado de produtos: Planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP : Manole,2008.

BAXTER, Mike. Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2000.

DALL’AGNOL, Romano . Desenvolvimento de novos produtos através do gerenciamento simultâneo de Projetos (GSP): Um estudo de caso na indústria de máquinas agrícolas. Porto Alegre, 2001. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PAHL, Gerhard [et al.]; Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações/ tradução Hans Andreas Wener, revisão Nazem Nascimento; São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ROMANO, LEONARDO NABAES. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de Máquinas Agrícolas. 2003. 266f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.