

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

Alexandro Maffei

PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA INDÚSTRIAS
MONTADORAS

Passo Fundo

2014

Alexandro Maffei

**PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA INDÚSTRIAS
MONTADORAS**

Orientador: Prof. Dr. Márcio Walber

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
2014

Alexandro Maffei

**PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA INDÚSTRIAS
MONTADORAS**

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.

02 de outubro de 2014.

Os componentes da Banca examinadora abaixo aprovaram a Dissertação:

Professor Doutor Márcio Walber
PPGPPF – Universidade de Passo Fundo

Professor Doutor Miguel Neves Camargo
Universidade Federal de Santa Maria

Professor Doutor Nilson Luiz Maziero
PPGPPF – Universidade de Passo Fundo

Professor Doutor Wu Xiao Bing
PPGPPF – Universidade de Passo Fundo

Dedico este trabalho aos meus pais, Luiz Maffei e Reny Terezinha Machado Maffei que ao longo de suas vidas nunca mediram esforços para proporcionar aos seus filhos a maior riqueza de todas. O conhecimento!

AGRADECIMENTOS

Ao final de mais uma etapa em meu desenvolvimento pessoal e profissional, devo aqui agradecer e reconhecer a importância de três professores que me auxiliaram nessa conquista: Professor Dr. Márcio Walber, meu orientador e suporte incondicional para a concretização desse estudo. Professor Dr. Charles Israel, coordenador do PPGPPF e um dos maiores incentivadores dessa conquista. Professor Dr. Miguel Neves Camargo, professor, mestre, guru e amigo que acompanha minha evolução, desde minha formação em engenharia mecânica na UFSM.

As empresas em que tive a oportunidade de me formar profissionalmente e que contribuíram significativamente para a realização desse estudo. Bem como a todos os colegas e profissionais que tive a oportunidade de trabalhar e aprender conjuntamente ao longo desses anos.

Para finalizar, um agradecimento especial aos inúmeros amigos e familiares que sempre torceram pelo sucesso de minha trajetória, em especial meus pais, Luiz Maffei e Reny Terezinha Machado Maffei, meus irmãos e acima de tudo amigos, confidentes e porto seguro, Alexsandra e Alexsandro Maffei. E um agradecimento em especial à Elize Alfaro minha amiga, namorada, esposa e companheira inseparável que me acompanhou e incentivou a passar por mais essa etapa de nossas vidas.

“Não podemos prever o futuro, mas podemos criá-lo”.

Peter Drucker.

RESUMO

Os avanços da tecnologia, associados a velocidade e facilidade de acesso às informações aproximaram fronteiras e eliminaram barreiras para os consumidores escolherem o fornecedor de um produto ou serviço desejado. Por essa razão esse texto apresentará uma proposta de guia de gerenciamento para otimização da manufatura, fundamentando em conceitos e métodos, como gerenciamento de projetos, engenharia simultânea e DFMA. Este guia apresentará os cuidados mínimos a serem observados na hora de desenvolver um produto, com atenção especial à fabricação e montagem, como uma alternativa competitiva para as empresas continuarem ativas, conquistando um número maior de clientes e de modo a entregar-lhes um produto com as características desejadas, antecipando eventuais dificuldades na manufatura, através do melhoramento do processo de fabricação e montagem ainda na etapa de desenvolvimento do projeto de produto. Essa diferença entre formas de gerenciamento pensando na manufatura explicita-se ao final desse estudo a PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA INDÚSTRIAS MONTADORAS.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos. Engenharia Simultânea. DFMA. Indústrias Montadoras.

ABSTRACT

In this times, the technology's advances, the freedom and ease access to information, which eventually approaching markets to their consumers, whose choose who will provide a desired product or service. Therefore, this text will present a guide based in some concepts and methods as project management, concurrent engineering and DFMA. That will be a reference guide for the assembly's optimization in industries. So that this guide will provide the minimum precautions to be observed when developing a product, with special attention to the manufacturing and assembly process, as a competitive alternative for the companies to keep active and growing up, by the manufacturing and assembly process improvement, during the product development stage. Being the difference between ways of managing product design, thinking in manufacturing, spelled the end of the study, which will provide a SUGGESTION OF A MANAGEMENT GUIDE FOR PRODUCT DEVELOPMENT TO THE ASSEMBLY INDUSTRY.

Keywords: Project Management. Concurrent Engineering. DFMA. Assemblies Industry. Reference Guide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: CICLO DE VIDA TRADICIONAL DAS ORGANIZAÇÕES.....	22
FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DAS DIMENSÕES ENVOLVIDAS PARA UM MODELO DE PDP	25
FIGURA 3: CICLO DE VIDA DE UM PROJETO (CUSTOS <i>VERSUS</i> TEMPO).....	26
FIGURA 4: MODELO DE PDP PROPOSTO POR ROZENFELD ET ALLI.....	27
FIGURA 5: MODELO DE PDP PROPOSTO POR ROMANO	27
FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS	28
FIGURA 7: ILUSTRAÇÃO DOS DOIS TIPOS DE PROBLEMAS ENFRENTADOS PELAS ORGANIZAÇÕES	30
FIGURA 8: ENGENHARIA SIMULTÂNEA <i>VERSUS</i> REDUÇÃO TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO (TIME-TO-MARKET).....	34
FIGURA 9: ENGENHARIA SIMULTÂNEA <i>VERSUS</i> ENGENHARIA SEQÜENCIAL	35
FIGURA 10: MATRIZ QFD OU CASA DA QUALIDADE.....	41
FIGURA 11: MODELO REPRESENTATIVO DO MÉTODO PDCA	42
FIGURA 12: RELAÇÃO DE MÉTODOS E SEUS USOS EM INDÚSTRIAS ALEMÃS	47
FIGURA 13: RAZÕES QUE LEVARAM A TENTATIVA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PMO AO FRACASSO	48
FIGURA 14: FASES DO MODELO PROPOSTO <i>VERSUS</i> APLICAÇÃO DOS MÉTODOS APRESENTADOS	53
FIGURA 15: APRESENTAÇÃO DAS FASES DO MODELO PROPOSTO.....	54
FIGURA 16: COMPARAÇÃO DO DMAIC DE MELHORIAS COM O PDCA DE MELHORIAS.....	55
FIGURA 17: VAGÃO DE CARGA TIPO GRANELEIRO	58
FIGURA 18: VAGÃO TIPO SIDER	59
FIGURA 19: SEMIRREBOQUE TIPO SIDER	59
FIGURA 20: CARROCERIA DE ÔNIBUS, MODELO URBANO	60

FIGURA 21: EXEMPLO DO MODELO DE PDP DE UMA DAS EMPRESAS ESTUDADAS	61
FIGURA 22: GRÁFICO DE GANTT DO PDP DE UMA DAS EMPRESAS MOTIVADORAS DO ESTUDO	61
FIGURA 23: COMPARAÇÃO DOS CONCEITOS ESTUDADOS E SEUS AUTORES	66
FIGURA 24: INTRODUÇÃO DO CONCEITO DE MELHORAMENTO.....	67
FIGURA 25: VISÃO GERAL DO GUIA PROPOSTO.....	68
FIGURA 26: DETALHAMENTO DA FASE 1: PLANEJAMENTO DO PROJETO	70
FIGURA 27: DETALHAMENTO DA FASE 2: PROJETO INFORMACIONAL	71
FIGURA 28: DETALHAMENTO DA FASE 3: PROJETO CONCEITUAL.....	72
FIGURA 29: DETALHAMENTO DA FASE 4: MELHORAMENTO DO PROJETO.....	73
FIGURA 30: <i>WORK BREAKDOWN STRUCTURE</i> (WBS) OU ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO (EAP)	74
FIGURA 31: DETALHAMENTO DA FASE 5: PROJETO DETALHADO.....	74
FIGURA 32: DETALHAMENTO DA FASE 6: PREPARAÇÃO DA PRODUÇÃO	75
FIGURA 33: DETALHAMENTO DA FASE 7: CONTROLE DA PRODUÇÃO	76
FIGURA 34: DETALHAMENTO DA FASE 8: ENCERRAMENTO DO PROJETO	76

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: FASES E MACROFASES DO PDP SOB A ÓTICA DE DIVERSOS AUTORES.....	29
QUADRO 2: CAUSAS QUE LEVAM EMPRESAS A FRACASSAREM NA IMPLEMENTAÇÃO DAS TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PROJETOS DE PRODUTOS	31
QUADRO 3: RELAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DE PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS E AS ÁREAS DO CONHECIMENTO	32
QUADRO 4: COMPARATIVO ENTRE A PROPOSTA APRESENTADA E O PDP DE UMA DAS EMPRESAS ESTUDADAS	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
DFMA	<i>Design for Manufacturing and Design for Assembly</i> (Projeto para Manufatura e Projeto para Montagem)
DFC	<i>Design for Cost</i> (Projeto para Custos)
DFQ	<i>Design for Quality</i> (Projeto para Qualidade)
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
FMEA	<i>Failure Modes and Effect Analysis</i> (Método de Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos)
FMI	Fundo Monetário Internacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPP	Índice de Preço ao Produtor
PDCA	<i>Plan Do Check Action</i> (Planejar Fazer Checar e Agir)
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i> (Corpo de Inteligência em Gerenciamento de Projetos)
PMI	<i>Project Management Institute</i> (Instituto Gerenciamento de Projetos)
PMO	<i>Project Management Office</i> (Escritório de Gerenciamento de Projetos)
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i> (Técnica de Avaliação e Revisão de Projetos)
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> (Desdobramento da Função Qualidade)
SEBRAE	Sistema Brasileiro de Apoio as Empresas
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i> (Estrutura Analítica do Projeto)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA	15
1.4 TEMA DA PESQUISA.....	16
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	17
1.6 JUSTIFICATIVA	17
1.7 ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 COMPETITIVIDADE E SOBREVIVÊNCIA DAS EMPRESAS	20
2.2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E O GERENCIAMENTO DE PROJETOS	23
2.2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) – Definição e Conceitos	24
2.2.2 Gerenciamento de Projetos – Definições e Conceitos.....	29
2.3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA (<i>CONCURRENT ENGINEERING</i>): CONCEITOS E DEFINIÇÕES .	33
2.4 DFMA (<i>DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY</i>): CONCEITOS E DEFINIÇÕES ...	35
2.5 DFC (<i>DESIGN FOR LOW COST</i>) – APRESENTAÇÃO DO TEMA	37
2.6 DFQ (<i>DESIGN FOR QUALITY</i>): APRESENTAÇÃO DO TEMA	39
2.7 QFD (<i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i>): APRESENTAÇÃO DO TEMA	40
2.8 PDCA (<i>PLAN, DO, CHECK, ACTION</i>): APRESENTAÇÃO DO TEMA	42
2.9 FMEA (<i>FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS</i>): APRESENTAÇÃO DO TEMA	43
2.10 CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA (<i>MASS CUSTOMIZATION</i>): APRESENTAÇÃO DO TEMA	44
3 QUESTÕES DA PESQUISA	46
3.1 PROBLEMAS E DIFICULDADES A SEREM CONTROLADAS	46
3.2 OPORTUNIDADES E CONSIDERAÇÕES	48
3.3 APRESENTAÇÃO INICIAL DO GUIA PROPOSTO	51
4 PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA INDÚSTRIAS MONTADORAS	57

4.1 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DO GUIA E AS EMPRESAS MOTIVADORAS DO ESTUDO	57
4.2 ANÁLISE DO MODELO DE PDP DE UMA DAS EMPRESAS MOTIVADORAS DO ESTUDO	62
4.2.1 Macrofase de Planejamento.....	62
4.2.2 Macrofase de Elaboração do Projeto do Produto	62
4.2.3 Macrofase de Implementação	64
4.3 PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA INDÚSTRIAS MONTADORAS.....	66
4.3.1 Macrofase de Planejamento.....	69
4.3.2 Macrofase de Elaboração do Projeto do Produto	70
4.3.3 Macrofase de Implementação	75
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS	79

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo introduzirá os aspectos da pesquisa relacionados ao contexto que motivou a realização deste trabalho, devido principalmente ao recente avanço em estudos na área de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), cuja introdução no Brasil ocorreu na década de 1980, a partir da publicação de Nelson Back, *Metodologia de Projeto de Produtos Industriais*, em 1983. Desde então os estudos em PDP vêm crescendo no Brasil através da profissionalização da área de gerenciamento de projetos, fato já observado em outros países, como Estados Unidos, Alemanha, Japão, China e Coréia do Sul.

1.1 Contextualização

Após o final da segunda guerra mundial, o mundo vivenciou um enorme crescimento social, industrial e econômico, o que também ocorreu no Brasil. Porém, na década de 1980 o país mergulhou em uma crise devido ao elevado desequilíbrio em suas contas, à estagnação do crescimento econômico e à inflação, que chegou a mais de 1.000% ao ano. Nesse período essa era a ameaça real que ditava o rumo das decisões a serem tomadas pelos empresários.

Atualmente, além do baixo crescimento econômico e da alta da inflação, existe uma outra ameaça, que transpõe as limitações econômicas e fronteiras do país. Essa apreensão toda é devido à grande competição para manter e conquistar novos mercados, principalmente após afirmação da globalização que aproximou fronteiras, fazendo com que a indústria brasileira passasse a sofrer uma forte pressão de empresas de outros continentes, mais eficientes e competitivas desde o planejamento de um produto até a comercialização e em muitos casos até o seu descarte pelo usuário final.

Por essa razão e com o intuito de auxiliar as empresas a se afirmarem, esse estudo apresentará um referencial para minimizar essas ameaças. Através desse referencial, avalia-se a estratégia competitiva de sua unidade de negócio, utilizando técnicas de processo de desenvolvimento de produto (PDP), engenharia simultânea (*Concurrent Engineering*) e QFD (*Quality Function Deployment*), para, assim, identificar o que os clientes esperam em relação ao produto adquirido, de modo que a sua manufatura seja a menos onerosa possível.

Essas combinações de ferramentas são utilizadas para identificar os requisitos do cliente e, dessa forma, transformar tais informações em requisitos técnicos que deverão ser

cuidadosamente analisados em cada etapa do desenvolvimento de um produto, acrescentando-se a isso técnicas de *Desing for Manufacturing and Design for Assembly* (DFMA), como principal elemento de diferenciação competitiva para o melhoramento da manufatura do produto ainda nas fases de desenvolvimento do projeto. Essas ferramentas, que constituem a revisão bibliográfica do tema apresentado, serão apresentadas no capítulo 2.

Essa combinação irá compor a proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras, que norteará empresas que tenham como unidade de negócio a montagem¹ de produtos. Isso possibilitará alcançarem um maior nível de competitividade e eficiência desde o momento em que se inicia o processo de desenvolvimento de produto e não somente após seu lançamento.

1.2 Objetivos

A pesquisa norteia-se através de um objetivo geral, alicerçado em quatro objetivos específicos, apresentados na sequência.

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar um referencial que sirva como guia para otimização da manufatura em indústrias de montagem, através da utilização de metodologias e técnicas como processo de desenvolvimento de produto (PDP), engenharia simultânea (*Concurrent Engineering*) e projeto para fabricação e montagem (*Design for Manufacturing and Assembly*).

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos buscados para alcançar o objetivo geral dessa dissertação estão descritos na ordem em que foi realizado o estudo:

¹ Para esse estudo consideram-se empresas de montagem as que tenham como característica do seu negócio a concepção e comercialização de produtos que necessitem ser montados para dar a característica final do seu produto ou negócio classificadas de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – Versão 2.0 as empresas de montagem estão classificadas na Seção C, Grupo 29.3 (fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores), e Grupo 30.3 (fabricação de veículos ferroviários). Ver Anexo A, IBGE (2014).

- i. Reunir informações sobre como empresas do estado do Rio Grande do Sul (ver Anexo A, Seção C, Grupo 29.3 e 30.3) buscam otimizar os recursos para a manufatura a partir do processo de desenvolvimento de produtos.
- ii. Estudar os fundamentos, técnicas e métodos para Gerenciamento de Projeto, Processos de Desenvolvimento de Produtos, Engenharia Simultânea (*Concurrent Engineering*), DFMA (*Design for Manufacturing and Design for Assembly*), DFC (*Design For Low Cost*), DFQ (*Design for Quality*), QFD (*Quality Function Deployment*) e Método para Soluções de Problemas ou PDCA (*Plan, Do, Check and Action*).
- iii. Formatar uma proposta de um guia capaz de otimizar a manufatura de produtos durante o desenvolvimento do projeto do produto.
- iv. Apresentar um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras, comparando-o com o modo de gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos das empresas formadoras dos conhecimentos práticos e profissionais do autor. Empresas essas motivadoras desse estudo.

1.3 Metodologia da Pesquisa

O conhecimento científico como apresentado atualmente é uma conquista recente, o qual se busca através de um maior embasamento, com garantias em busca de sua comprovação. Assim, são inaceitáveis somente causas absolutas ou íntimas do objeto a ser pesquisado ou da hipótese criada. O objetivo é a relação entre elas com a explicação dos acontecimentos científicos combinados com o raciocínio e principalmente com a utilização do método utilizado para compreender e resolver um problema.

O objeto dessa pesquisa surgiu a partir da observação da dificuldade encontrada em empresas que possuem como foco de seu negócio a montagem de produtos, que necessitam ser produzidos em larga escala, porém com variação muito grande. Características essas, comumente percebidas em montadoras de ônibus, implementos rodoviários e vagões ferroviários.

Para alcançar a finalidade da pesquisa foi utilizada uma metodologia de caráter comparativo, motivada pela necessidade das empresas permanecerem ativas e cada vez mais competitivas. Dessa maneira o estudo utiliza os seguintes métodos:

- a) Formulação de questões através da hipótese levantada: a partir da dificuldade em manter-se competitivo num mundo globalizado, montando produtos a um baixo custo operacional e mesmo assim entregar ao cliente um produto de acordo com suas expectativas;
- b) Observações e medidas: a partir do modelo de PDP de uma das empresas, ocorre a análise do seu formato;
- c) Revisão bibliográfica: pesquisa em livros, dissertações, teses e artigos;
- d) Elaboração de respostas: a partir das observações anteriores, definir quais as melhores soluções para os problemas e hipóteses levantadas;
- e) Definição dos fundamentos técnicos e dos métodos que serão utilizados para elaborar a proposta do guia para desenvolvimento de produtos.
- f) Comparação entre a forma como uma das empresas estudada pensa na manufatura de seus produtos em relação ao modelo apresentado, possibilitando assim que as soluções propostas possam ser replicadas em outras situações;
- g) Finalização da proposta do guia de gerenciamento de produto, publicando as conclusões.

1.4 Tema da Pesquisa

O tema da pesquisa será desenvolvido observando-se a maneira como as empresas, montadoras classificadas de acordo com o Anexo A, gerenciam seus processos de desenvolvimento de produto. A partir das observações realizadas, apresentar-se-ão técnicas que podem ser adotadas para garantir a essas empresas uma maior atratividade, tornando-as mais eficientes e competitivas, por meio da padronização e otimização de seus processos, com um maior nível de qualidade de seus produtos e assim reduzindo custos de produção.

Para elaborar a proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras têm-se como ferramentas: Gerenciamento de projetos; processo de desenvolvimento de produtos (PDP); engenharia simultânea (*Concurrent Engineering*); *Design for Manufacturing and Design for Assembly (DFMA)*; *Design for Low Cost (DFC)*; *Design for Quality (DFQ)*; *Quality Function Deployment (QFD)* e *Plan, Do, Check, Action (PDCA)*, *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* e customização em massa (*Mass Customization*).

1.5 Delimitação do Tema

Os parâmetros para realização dessa pesquisa se limitam às empresas localizadas no estado do Rio Grande do Sul, classificadas como médias e grandes empresas, considerando-se o número de funcionários, de acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio as Pequenas e Médias Empresas (SEBRAE) ou pelo faturamento anual que é adotada pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES).

Para questões dessa pesquisa, será utilizada a classificação do SEBRAE, considerando empresas com mais de 100 funcionários, pelo fato que essas empresas apresentam maior condição e probabilidade de haver setores responsáveis pelo desenvolvimento de projetos e processos, mesmas condições apresentadas pelas empresas estudadas.

Embora as técnicas aqui apresentadas também possam ser adaptadas e utilizadas em qualquer ramo da atividade industrial, outra limitação importante a considerar-se para fins desse estudo é a limitação à característica da indústria, sendo aplicada aqui em empresas enquadradas na Seção C do CNAE 2.0 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nas seguintes Divisões:

- 29.3 – Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores;
- 30.3 – Fabricação de veículos ferroviários.

Ficam garantidos os direitos de divulgação e distribuição dos resultados alcançados, desde que não se divulgue o nome das empresas pesquisadas. Quanto à divulgação da proposta apresentada, pode ser utilizado para livre consulta, respeitando-se as leis de direitos autorais de modo que seja citado o nome do autor e o título do trabalho que serviu como base para a pesquisa científica.

1.6 Justificativa

Este trabalho baseia-se na experiência prática ao longo de 8 anos atuando em empresas de montagem localizadas no Rio Grande do Sul, dentre as quais destacam-se as duas maiores montadoras de ônibus do Brasil, uma localizada na região do Alto Uruguai e a outra, na serra gaúcha, assim como uma fabricante de vagões localizada no centro do estado e uma

montadora de implementos rodoviários também na serra gaúcha. Durante esse período foi observado uma forte similaridade, uma grande dificuldade em comum, ou seja, todas elas possuem como principal característica de seu negócio um produto sujeito a variações em função das necessidades e preferências do cliente, um contraponto à necessidade de produção em larga escala.

Comparando a realidade dessas empresas, identificou-se um problema em comum, como produzir um produto customizado de maneira que as operações de fabricação e montagem sejam realizadas de forma padrão, sem que haja um número excessivo de peças e componentes circulando dentro de suas unidades, reduzindo os impactos na manufatura e aumentando a qualidade, além de reduzir os custos de manufatura.

Justifica-se assim esse estudo para que as empresas tenham condições de aumentar a sua competitividade através da otimização da manufatura, respeitando os requisitos de seus clientes e entregando a eles um produto diferenciado ao custo de um produto manufaturado em larga escala. Isso através das técnicas de PDP, Gerenciamento de Projetos, Engenharia Simultânea e DFMA no momento do desenvolvimento do projeto de produtos e não somente após seus lançamentos. Metodologia e técnicas essas que permitiram a elaboração dessa proposta.

1.7 Estrutura do documento

O conteúdo do estudo apresentado está dividido em 5 capítulos, assim descritos:

Capítulo 1: Neste capítulo será introduzido o tema da pesquisa, o que motivou as oportunidades e os objetivos, além de apresentar uma contextualização inicial sobre o texto.

Capítulo 2: Constitui a revisão bibliográfica, onde serão apresentadas inicialmente algumas questões relativas ao mercado e às questões de sobrevivência das empresas. Os conceitos dos métodos utilizados, que fazem parte deste capítulo são: Processo de desenvolvimento de projetos (PDP); Gerenciamento de projetos; Engenharia simultânea; Projeto para manufatura e montagem (DFMA); Projeto para baixo custo (DFC); Desdobramento da função qualidade (QFD); Método para soluções de problemas (PDCA); Análise de efeitos e modos de falha (FMEA) e Customização em massa.

Capítulo 3: No capítulo 3 serão apresentadas informações relevantes para o entendimento das empresas em estudo, assim como o modelo de PDP utilizado por uma das empresas.

Capítulo 4: Neste capítulo será apresentada a proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras, concebido a partir do capítulo 3 com base na revisão bibliográfica apresentada no capítulo 2, o que permitiu a elaboração desse guia.

Capítulo 5: Finalizando, neste capítulo serão apresentadas ao leitor as avaliações da proposta apresentada e as considerações finais, bem como as recomendações para quem for utilizar o modelo proposto de modo que ele possa ser replicado com sucesso em outras organizações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A criação de guias, modelos, métodos e ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de produtos não é novidade, pois os estudos nessa área vêm crescendo consideravelmente, tendo seu início, como o conhecemos atualmente, após a segunda guerra mundial, porém sua origem data de séculos antes de Cristo. Através de obras faraônicas como as pirâmides do Egito e outras construções milenares, assim como as antigas civilizações na América já demonstravam a necessidade da utilização de técnicas avançadas de projeto e construção para a época.

Entretanto, a grande diferença, comparando-se o passado com o futuro, se dá pela concorrência, que, no passado era muito pequena ou inexistente, pois não havia outras pessoas, empresas ou organismos que produziam o mesmo produto para um mesmo mercado consumidor. Já para o futuro, essa concorrência só tende a aumentar.

Por essa razão o item a seguir apresentará alguns tópicos e conceitos sobre as questões de mercado, que motivaram esse texto e que exigem das empresas um alto grau de inovação, estimulando-as a buscar ferramentas, métodos e alternativas perante as ameaças de mercado e o aumento da competitividade.

Antecipam-se aqui alguns aspectos que, juntamente com as questões de mercado, foram os grandes motivadores desta pesquisa: gerenciamento de projetos; processo de desenvolvimento de produtos (PDP); engenharia simultânea; projeto para manufatura e para montagem (DFMA); projeto para baixo custo (DFC); desdobramento da função qualidade (QFD); método para solução de problemas (PDCA); análise do modo de efeito e falha (FMEA) e customização em massa.

2.1 Competitividade e sobrevivência das empresas

Como descrito anteriormente, o objeto que motivou o desenvolvimento deste estudo foram as dificuldades e condições em que as empresas vem operando, dificuldades que não se restringem somente a aspectos financeiros ou estruturais, mas também ao modo como administram e planejam seus recursos intelectuais. Por essa razão este texto irá abordar o desenvolvimento de projetos como gatilho para desencadear um melhor resultado a ser alcançado através da aplicação do modelo proposto.

Guitman (2004, p.13), nesse sentido, entende que: “O objetivo da empresa e, portanto, de todos os seus administradores e funcionários é maximizar a riqueza de seus proprietários, em nome dos quais ela é gerida”.

Parte-se do entendimento que a maioria das empresas tem por princípio o aumento de sua riqueza e a crença de que um grande risco a sua geração de receitas e, por consequência, a sua sobrevivência, é a globalização, aumentando a competitividade e possibilitando que os clientes tenham acesso à informação e compra de produtos ou serviços em qualquer lugar do mundo e em tempo real.

Isso faz com que empresas disputem clientes independentemente da localização e distância entre eles, não respeitando também a diferença e as dificuldades em termos de produtividade e eficiência, o que é bem destacado quando comparadas indústrias nacionais e de países Europeus, Estados Unidos, Japão, China, Coréia do Sul e Índia. Diferença essa atribuída ao grau de excelência com que essas empresas desenvolvem seus projetos, produtos, processos, já destinando aqui um estudo da melhor forma como seus produtos devem ser [e serão] manufaturados.

Somando-se a essa grande dificuldade existente, há também o alto custo que empresas nacionais enfrentam para produzir, sendo, em muitos casos, mais interessante a importação do que a fabricação desses produtos no Brasil, aumentando ainda mais a concorrência. Custos esses que são apresentados através da série de relatórios metodológicos que constituem o Índice de Preço ao Produtor em Indústrias de Transformação, realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), como se pode verificar no Anexo B.

O Índice de Preço ao Produtor vem sendo elaborado desde o início do século XXI de acordo com especificações do *Producer Price Index Manual: Theory and Practice*, sob responsabilidade do Fundo Monetário Internacional (FMI), também conhecido como Manual IPP/FMI, e desde 2009 contempla mais de 1400 empresas e cerca de 320 produtos característicos de empresas de transformação.

Esses relatórios acabam mostrando a maneira como grande parte das indústrias gerenciam seus negócios, observando-se, assim, um obstáculo para o lançamento ou até mesmo para a comercialização de produtos tradicionais devido ao alto custo de produção e comercialização.

Por consequência, esses números acabam rotulando as indústrias brasileiras, em especial as gaúchas, como menos atrativas se comparados seus produtos com os importados

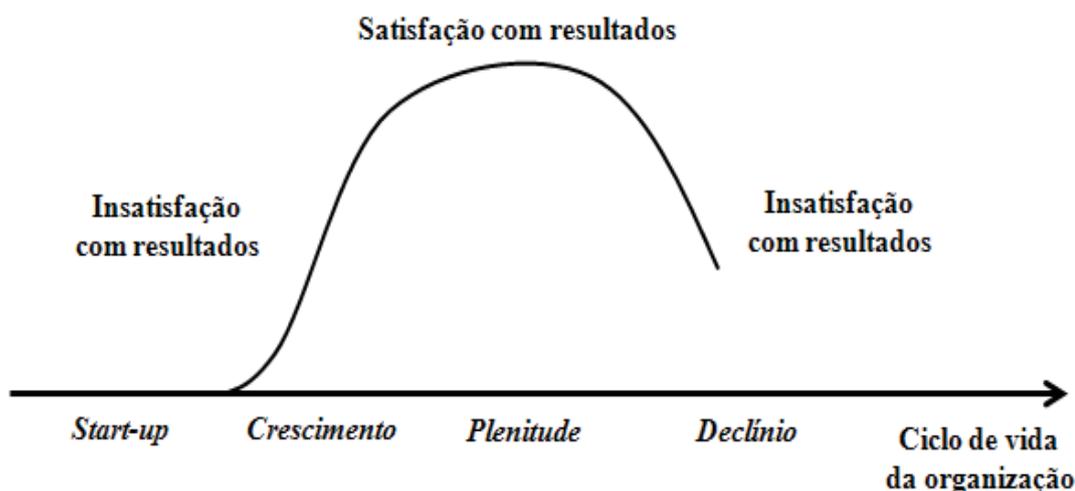
ou oriundos de empresas internacionais que aqui se instalam para fazer uma ligeira montagem de seus produtos, obtendo incentivo fiscal e se tornando ainda mais competitivas.

Tudo isso motivou a busca por soluções para que as empresas alcancem a sobrevivência perante a esse mercado cada vez mais competitivo.

Somente na década de 1990, com a abertura da economia brasileira, é que houve, por parte da indústria brasileira, uma grande procura por profissionais com competência em desenvolvimento de produtos, até então a indústria nacional pouco inovava em seus produtos, e o que mais se utilizava era a adaptação de produtos do exterior, tanto de empresas nacionais como empresas internacionais, usando para essa pratica o nome de “engenharia reversa” (BACK et alli, 2008).

A dificuldade até aqui apresentada é fazer com que as empresas entendam que o segredo da competitividade está muito além do produto, mas sim como ele é produzido, ao custo que é produzido, com a qualidade desejada e, principalmente, com a lucratividade que retorna para sua empresa. Requisitos esses que irão determinar o resultado que deve ser alcançado ao longo dos tempos e foco principal das organizações, como demonstra a Figura 1.

Figura 1: Ciclo de vida tradicional das organizações



Fonte: Laudares (2008).

Sendo essa a razão para a sobrevivência em um mercado conhecido e cada vez mais seletivo e competitivo com consumidores cada vez mais exigentes. Como é destacado por Campos (2013, p.23), “o objetivo do trabalho humano é satisfazer as necessidades daqueles que precisam do resultado do seu trabalho”.

Assim sendo, encarar esses fatos como uma ameaça à sua sobrevivência é ter consciência que esse já é um conceito difundido, porém poucas empresas dão atenção à real necessidade de garantir essa característica mais forte e competitiva a cada dia que passa.

O conceito de sobrevivência de uma empresa em longo prazo, também é destacado por Campos (2004, p. 9) onde o autor reforça o entendimento que: “garantir a sobrevivência de uma empresa é cultivar uma equipe de pessoas que saiba montar e operar um sistema, que seja capaz de projetar um produto que conquiste a preferência do consumidor a um custo inferior ao do seu concorrente”.

Para isso é fundamental que as empresas busquem integrar seus produtos à realidade em que o mesmo está sendo imerso, identificando, desse modo, as oportunidades do mercado.

É necessário, ainda, conhecer o perfil do potencial cliente, sua capacidade de compra, e como poderá ter acesso ao produto. É também necessário avaliar o tamanho do mercado: em termos de número de clientes e em termos financeiros. Há ainda a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre o mercado e particularmente entender os seus componentes (OLIVEIRA, 2010, p.55).

Outro fator que compromete o resultado das organizações é o fato de que a própria organização se estagna e passa a contentar-se com um desempenho abaixo dos níveis de mercado. Nesse sentido, Laudares (2008, p.39) entende que “no estágio da plenitude, a organização começa a negar seus problemas e passa a não reconhecer as lacunas de desempenho”.

2.2 O Processo de Desenvolvimento de Produtos e o Gerenciamento de Projetos

Atualmente a terminologia “projeto” vem sendo utilizada em diversas áreas da sociedade e do conhecimento, independente da complexidade daquilo que esteja sendo realizado. Pode ser algo simples, como o projeto de ampliação de uma churrasqueira até projetos mais complexos, como a construção de uma usina hidrelétrica ou a fabricação e lançamento de um satélite. Essa grande diferença que envolve o termo “projeto”, faz-se necessário a uniformização uma vez que existem várias obras que abordam esse conceito, dentre os quais se destacam autores como Pahl e Beitz (1996), Back et alli (2008), Romano (2013) e Rozenfeld et alli (2006), além de associações que se mobilizaram para organizar e difundir tais conhecimentos.

Destaca-se, entre as instituições, o *Project Management Institute* (PMI), que teve início no final dos anos 60 nos Estados Unidos e surgiu com o intuito de formalizar e profissionalizar as práticas utilizadas até então para o desenvolvimento de projetos. Essas boas práticas foram documentadas e deram origem a um guia, conhecido como *PMBOK GUIDE*² (*Project Management Body of Knowledge*), fonte da qual padronizaram-se as definições para o termo “projeto” e para a expressão “gerenciamento de projeto”.

Projeto: “Um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica um início e um término definidos”.

Gerenciamento de projetos: “Aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos”.

2.2.1 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) – Definição e Conceitos

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é o conjunto de ações considerado por uma ou mais pessoas para fornecer a alguém (cliente) uma solução para uma necessidade, podendo essa solução ser representada por um produto ou um serviço.

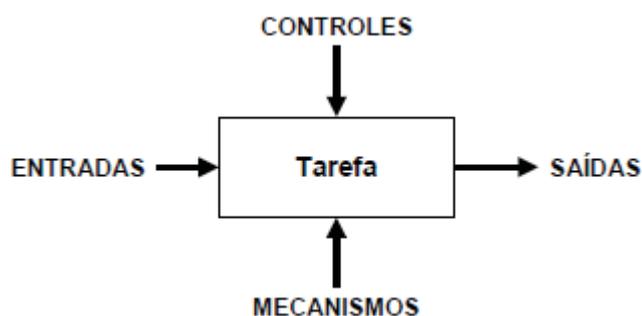
O objeto desse estudo focará em produtos, necessitando, assim, que o PDP de uma empresa considere etapas, desde o planejamento até a execução, em especial na forma como esse produto será manufaturado.

Essas etapas são comumente utilizadas para detalhar e assegurar que os requisitos dos clientes (mercado) sejam alcançados, necessárias para uma perfeita concepção de um projeto, exigindo no término de cada etapa do processo que se verifique se tais requisitos (entradas) foram alcançados (saídas), descrevendo sucintamente os passos a serem seguidos (meios) para o encerramento de cada uma. Essas etapas, também denominadas processos ou fases, são definidas pelo PMI (2008) em 5 grandes fases do gerenciamento de um projeto: 1) iniciação; 2) planejamento; 3) execução; 4) monitoramento e controle; 5) encerramento.

² *PMBOK GUIDE*: A história do PMBOK é vinculada à criação do *Project Management Institute* (PMI), sendo que em 1976, em um congresso do PMI em Montreal, no Canadá, surgiu a ideia de que as práticas em gerenciamento de projetos deveriam ser documentadas. Em 1981, foi aprovado pela diretoria do PMI um projeto para desenvolver procedimentos e conceitos na área de gerenciamento de projetos, obedecendo aos requisitos de prática profissional, estrutura e padrões do conhecimento e reconhecimento dos profissionais através de certificações e instituições de ensino. Assim, surge em 1983, o código de conduta e ética em gerenciamento de projeto, considerado o embrião do PMBOK. Em 1986 foi lançada uma versão revisada desse embrião e, em 1987, o PMI publicou oficialmente o PMBOK, sendo seguidas pelas versões dos anos 2000 (segunda edição), 2004 (terceira edição) e 2008 (quarta edição). Extraído de Filho (2011).

De acordo com Romano (2003, p.27), “as fases de um projeto são caracterizadas pela conclusão de um ou mais resultados ou saídas esperadas. As saídas e, portanto, as fases são parte de uma lógica geralmente seqüencial, planejada para garantir a definição correta do resultado do projeto”. O mesmo autor representa essa relação como demonstra a Figura 2.

Figura 2: Representação das dimensões envolvidas para um modelo de PDP



Fonte: Romano (2013).

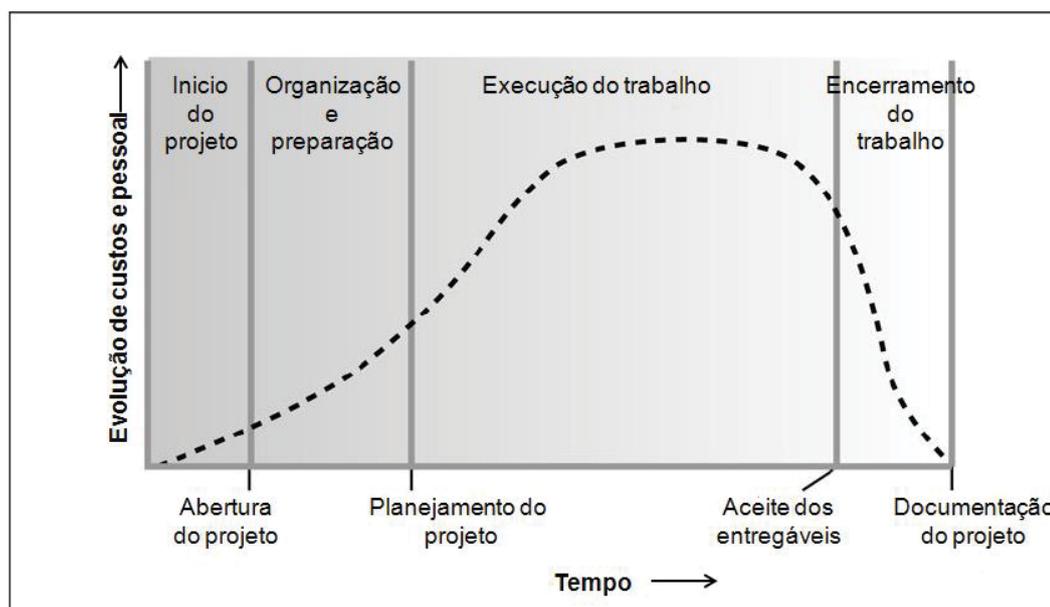
De maneira similar o PMI (2008) define essas etapas como sendo partes do ciclo de vida do projeto³, mesmo considerando que o gerenciamento de um projeto é, freqüentemente, muito maior que o próprio projeto, permitindo, assim, o mapeamento de modo a ter bem definido o seu ciclo de vida.

Essas subdivisões em processos contribuem para facilitar o controle do desenvolvimento do projeto como um todo, ou seja, auxiliam no gerenciamento do projeto que são medidas através de entregas ou resultados esperados, verificando se o PDP está se comportando como o esperado.

Para um melhor entendimento da complexidade do processo de desenvolvimento de produto, bem como o seu ciclo de vida, a Figura 3 ilustra as etapas ou macrofases, considerando o início do projeto, sua organização e preparação, execução e encerramento ao longo do tempo.

³ Ciclo de Vida do Projeto: O ciclo de vida de um projeto consiste nas suas fases, que, geralmente, são sequenciais e às vezes se sobrepõem, cujo nome e número são determinados pelas necessidades de gerenciamento e controle da (s) organização (ões) envolvidas [...]. O ciclo de vida pode ser definido de acordo com aspectos exclusivos da organização, indústria ou tecnologia empregada. Ao passo que todos os projetos têm um início e um fim definidos, as entregas e atividades específicas conduzidas nesse ínterim poderão variar muito de acordo com o projeto. O ciclo de vida oferece uma estrutura básica para o gerenciamento do projeto, independentemente do trabalho específico envolvido. (PMI, 2008).

Figura 3: Ciclo de vida de um projeto (custos *versus* tempo)



Fonte: PMI (2008, adaptado).

O que se observa é que na literatura atual existem diversas definições para entradas e saídas para o ciclo de vida de um produto, bem como suas fases, que podem variar de 3 até mais de 8. Porém os autores concordam com um aspecto: para um bom produto ser desenvolvido ele deverá seguir um método, obedecendo aos passos descritos, como se observa nos modelos propostos a seguir e suas definições.

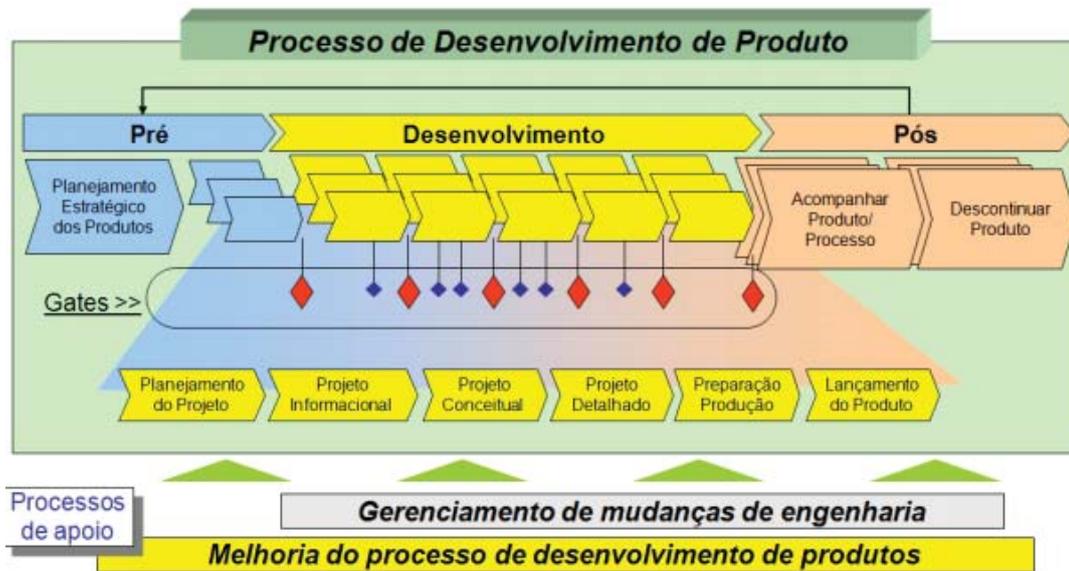
Para Rozenfeld et alli (2006), “o PDP é um processo chave para que qualquer empresa se propunha a competir por meio da criação de produtos próprios [...] sendo necessário identificar a premissa de criação de valor que garantirá no mercado o êxito com os clientes”.

Analisando o modelo de PDP proposto por Rozenfeld et alli (2006), nota-se uma divisão em três macrofases, divididas em pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

Destaca-se nesse modelo, a fase de desenvolvimento, que por sua vez é constituído por cinco subfases, assim como se destaca, também, a relação dessas subfases com as anteriores e posteriores, o que justifica a necessidade de interação entre elas, tirando o foco do desenho, passando a observar-se com mais atenção o projeto.

A integração entre as etapas de pré desenvolvimento, desenvolvimento e pós desenvolvimento proposto por Rozenfeld et alli (2006), é apresentado pela Figura 4.

Figura 4: Modelo de PDP proposto por Rozenfeld et alli



Fonte: Rozenfeld et alli (2006).

Já Romano (2003) destaca a importância que essas metodologias apresentam para a contribuição ao PDP, uma vez que apresentam as informações de maneira organizada permitindo uma melhor compreensão do processo como um todo. Destacando que as metodologias contribuem para formalizar e sistematizar os processos de desenvolvimento de produto.

Não menos importante, a sua aplicação passa também a integrar o PDP aos demais processos empresariais, como a participação da cadeia de fornecedores e os clientes finais. O que pode ser representado na divisão em três macrofases, como demonstrado na Figura 5, na qual destacam-se processos, macrofases e saídas.

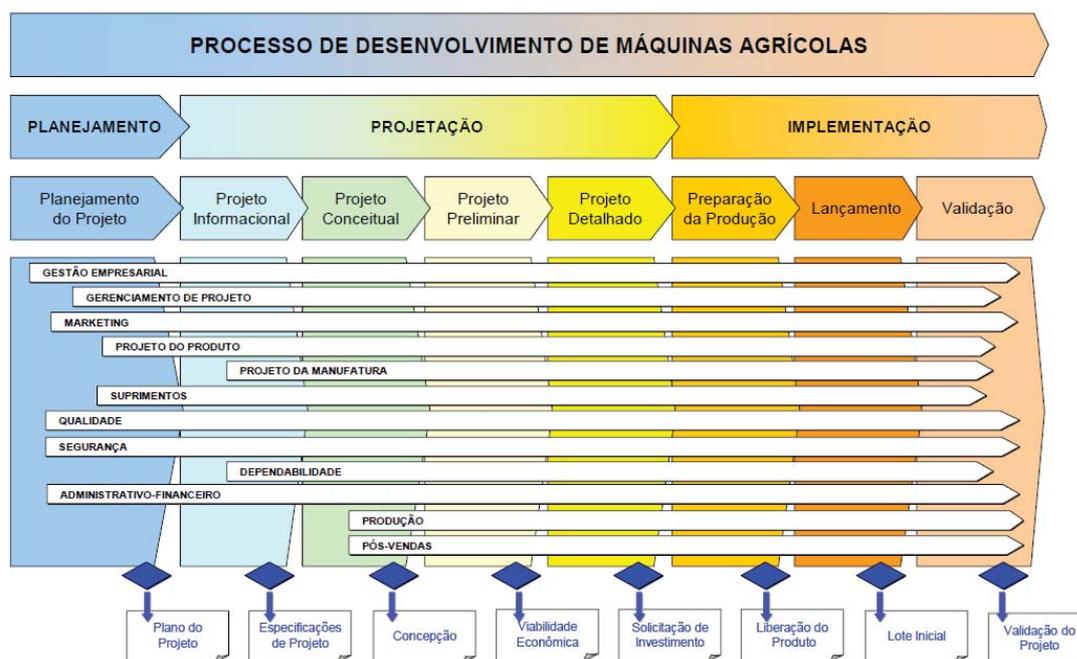
Figura 5: Modelo de PDP proposto por Romano



Fonte: Romano (2013).

A importância dos avanços nos estudos do PDP também é destacada por Back et alli (2008), “PDP é recomendado tanto para a formação de estudantes e na atualização de profissionais que trabalham na área, como para a implementação de melhorias no processo de desenvolvimento de produtos nas empresas”. E apresenta seu conceito “integrado de PDP”, representado esquematicamente na Figura 6.

Figura 6: Representação gráfica do modelo de processo de desenvolvimento integrado de produtos



Fonte: Back et alli (2008).

Destacam-se aqui os setores envolvidos e o momento em que cada um deve atuar, ou seja, as fases em que as diversas áreas do conhecimento da empresa devem participar no processo “integrado” de desenvolvimento de produto.

Complementando os estudos sobre o tema, faz-se necessário observar também os conceitos apresentados por Pahl e Beitz (1996), que, por sua vez, destacam o processo de desenvolvimento de produto dividindo-o em quatro fases, sendo que a saída de uma fase será a entrada da fase seguinte, que iniciará somente se a fase anterior for encerrada conforme os objetivos do projeto, sendo essas fases definidas como: Definição ou classificação da tarefa, Projeto conceitual, Projeto preliminar e Projeto detalhado.

Este estudo considerou esses modelos como base para o seu desenvolvimento dentre diversos outros apresentados por diferentes autores e instituições. Uma relação mais completa

é destacada no Quadro 1 que representa uma relação entre os diversos autores e suas respectivas fases, demonstrando uma forte relação nos métodos desenvolvidos.

Quadro 1: Fases e macrofases do PDP sob a ótica de diversos autores

Autores	Macrofases								
	Planejamento	Elaboração do Projeto do Produto				Implementação			
	Fases								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
PMBOK <i>GUIDE</i> (2008)	Iniciação	Planejamento				Execução	Monitoramento e controle	Encerramento	
Romano (2003)	Planejamento do projeto	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto preliminar	Projeto detalhado	Preparação da Produção	Lançamento	Validação	
Baxter (1998)	Especificação do projeto	Projeto conceitual	Projeto de configuração	Projeto detalhado	Projeto para fabricação				
Magrab (1997)	Definição do produto	Geração de projetos viáveis	Avaliação dos projetos	Projeto do produto e do	Manufatura e montagem				
Pahl e Beitz (1996)	Clarificação da tarefa	Projeto conceitual	Projeto preliminar	Projeto detalhado					
Hubka e Eder (1996)	Definição do problema	Projeto conceitual	Projeto preliminar	Detalhamento	Protótipo e testes				
Clausing (1995)	Conceito		Projeto		Preparação	Produção			
Ulrich e Eppinger (1995)	Desenvolvimento do conceito		Projeto nível de sistema	Projeto detalhado	Teste e melhorias	Produção e lançamento			
Schulmann (1994)	Estudos preliminares	Criação	Execução tridimensional (modelos)	Realização (aperfeiçoamento técnico, protótipos e custos)	Industrialização				
Ulmann (1992)	Planejamento (desenvolvimento da especificação)	Projeto conceitual	Projeto do produto (documentação)		Produção				
Wheelwright e Clark (1992)	Projeto do produto e projeto do processo de manufatura				Produção piloto	Lançamento			
Pugh (1991)	Especificação do projeto de produto	Projeto conceitual	Projeto detalhado		Manufatura				
Andreassen e Hein (1987)	Investigação da necessidade	Princípio do produto	Projeto do produto		Preparação da produção	Produção			
Bonsiepe (1984)	Definição do problema	Anteprojeto geração de alternativas	Projeto (avaliação, decisão, escolha)	Realização	Análise final da solução				
Back (1983)	Estudo de viabilidade		Projeto preliminar	Projeto detalhado, revisão e testes	Planejamento da produção	Planejamento de marketing			
Barroso Neto (1982)	Definição do produto	Anteprojeto geração de alternativas	Projeto	Construção do protótipo	Produção experimental				
Bomfim, Nagel e Rossi (1977)	Compreensão da necessidade	Processos de solução e análise	Desenvolvimento		Implantação				
Archer (1974)	Pesquisa preliminar	Estudos de exequibilidade	Desenvolvimento do desenho do produto	Desenvolvimento do(s) modelo(s)	Estudos de comercialização	Desenvolvimento da produção	Planejamento da produção		
Cain (1969)	Investigação	Concepção do projeto	Projeto do produto	Desenvolvimento do produto	Teste	Documentação para produção			

Fonte: Romano (2013, adaptado).

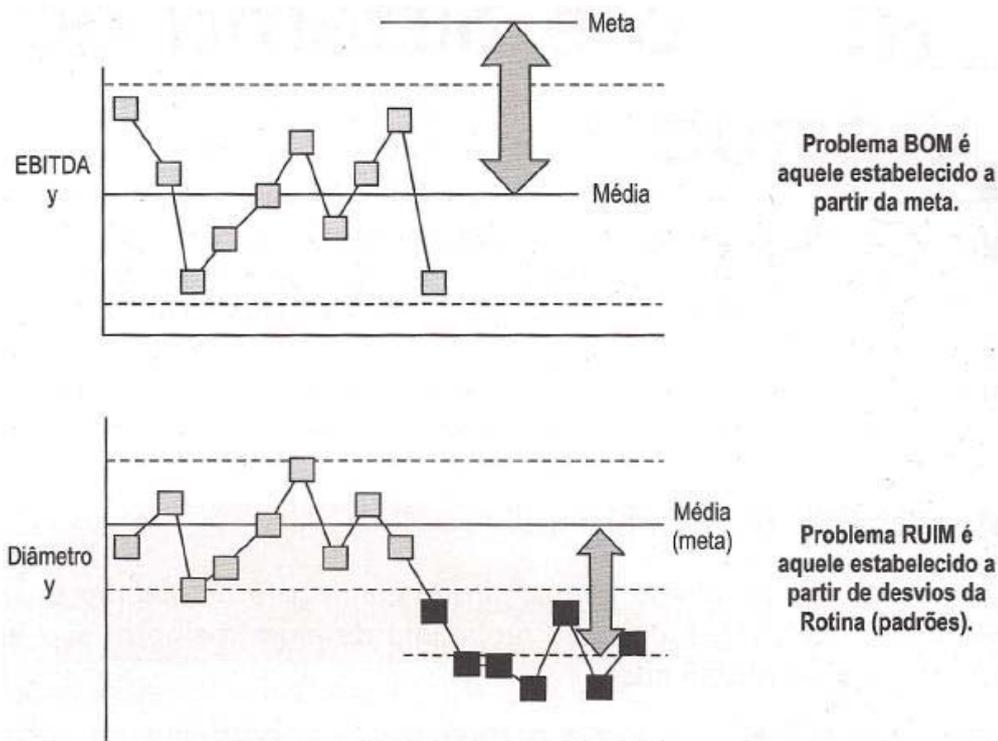
2.2.2 Gerenciamento de Projetos – Definições e Conceitos

O ato de desenvolver um projeto não é uma atividade simples e conforme a exigência do projeto ele não deverá ser elaborado por um único projetista. Em virtude do grau de complexidade de um projeto, esse processo como um todo irá demandar uma grande quantidade de pessoas de diferentes setores, segmentos, localidades ou ramo de atividade, ou

seja, esse processo de desenvolvimento de projetos demandará certo controle, que se denomina Gerenciamento de Projetos.

Não menos importante, deve-se entender aqui o conceito ou o significado do termo “gerenciamento” que é expresso por Campos (2009) como sendo a capacidade de resolver problemas, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Ilustração dos dois tipos de problemas enfrentados pelas organizações



Fonte: Campos (2009).

O objetivo, então, a ser observado quando se está frente a um projeto é transformar o maior número possível de problemas ruins em bons, antecipando-se a essas anomalias, pois o gerente de um projeto deve entender que problema é a distância que separa o seu projeto da meta proposta.

De uma maneira mais específica sobre o tema de gerenciamento de projetos, Back et alli (2008) destacam: “O gerenciamento de projetos consiste em ações coordenadas, desde o estabelecimento do problema até a formalização e a aprovação final da solução, baseadas em características próprias do gerente e da equipe, na forma de conhecimento, habilidades e princípios de gerenciamento”.

Outro ponto a observar é que no Brasil, ao longo da história, as empresas adotaram formas diferentes na maneira de gerenciar seus negócios, principalmente a partir da década de 1990, com destaque para a retomada de um governo democrático e a queda da hiperinflação, o que acabou garantindo ao consumidor um maior e melhor acesso à informação e um maior poder de compra. Fato esse que acabou exigindo que as empresas mudassem a forma com a qual vinham gerenciando seus projetos até o momento e que mesmo assim ainda percebe-se aqui o fato de muitas empresas permanecerem sem empregar as boas práticas do gerenciamento de projeto em sua organização, seja por descaso ou por desconhecimento, embora tenha aumentado o número de literatura, cursos e associações a respeito do tema.

Alguns aspectos que podemos destacar a respeito desse aparente desinteresse são observados no resultado do *Benchmarking*⁴ em Gerenciamento de Projetos Brasil (PMI 2010), que destaca alguns fatores como causas para o fracasso na implantação do gerenciamento de projetos, como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2: Causas que levam empresas a fracassarem na implementação das técnicas e ferramentas de gestão de projetos de produtos

	Item	Organizações que mencionaram o item
1	Resistencia as questões culturais	61,8%
2	Falta de apoio da alta direção	43,9%
3	Falta de autoridade para o cumprimento das responsabilidades	43,9%
4	Falta de conhecimento técnico para modelagem da gestão de projetos	40,5%
5	Recursos insuficientes	39,4%
6	Falta de competência técnica entre os membros da equipe de GP	27,0%
7	Falta de ferramentas de apoio a realização do trabalho	23,6%
8	GP ficou muito focado em controles, transformando clientes em inimigos	23,6%
9	Expectativas acima das reais possibilidades de geração de valor	19,2%
10	Falha da empresa de consultoria contratada	9,0%
11	Outros	7,9%

Fonte: PMI (2010, adaptado).

⁴ *Benchmarking*: É um processo contínuo e sistemático para medir e comparar processos organizacionais, tendo como benefícios: O estímulo à mudança e a busca por melhorias em processos e práticas; A fundamentação de ações internas a partir de comparações externas; A reflexão da organização com referência aos seus indicadores de desempenho e suas práticas de trabalho; O auxílio na definição de metas estratégicas e operacionais. Benefícios esses que irão ajudar as empresas a melhorar o seu desempenho, pois obterão respostas para perguntas como: Estamos adotando as melhores práticas? Nossos processos são eficientes em relação aos das organizações de nosso setor? (FILHO, 2011)

Para uma melhor compreensão do tema é apresentado por PMI (2008) as nove etapas do gerenciamento de projeto. Fazes essas que devem ser consideradas para um melhor gerenciamento de projetos, pois contempla todo o ciclo de vida do produto.

Um resumo dessas fases e as interações com as diversas áreas do conhecimento é apresentado pelo Quadro 3.

Quadro 3: Relação entre os grupos de processos de gerenciamento de projetos e as áreas do conhecimento

Área do Conhecimento	FASES DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO				
	Iniciação	Planejamento	Execução	Monitoração e Controle Encerramento	Encerramento
Gerenciamento da Integração	1. Desenvolver o termo de abertura.	1. Desenvolver o Plano de gerenciamento do projeto.	1. Orientar e gerenciar a execução do projeto.	1. Monitorar e controlar o trabalho do projeto; 2. Realizar o controle integrado de mudanças.	1. Encerrar o projeto ou fase.
Gerenciamento do Escopo		1. Coletar os requisitos; 2. Definir o escopo; 3. Criar a WBS.		1. Verificar o escopo; 2. Controlar o escopo.	
Gerenciamento do Tempo		1. Definir as atividades; 2. Sequenciar as atividades; 3. Estimar os recursos da atividade; 4. Estimar as durações das atividades; 5. Desenvolver o cronograma.		1. Controlar o cronograma.	
Gerenciamento dos Custos		1. Estimar os custos; 2. Determinar o orçamento.		1. Controle dos custos.	
Gerenciamento da Qualidade		1. Planejar a qualidade	1. Realizar a garantia da qualidade.	1. Realizar o controle da qualidade.	
Gerenciamento dos Recursos Humanos		1. Desenvolver o plano de recursos humanos.	1. Mobilizar a equipe do projeto; 2. Desenvolver a equipe do projeto; 3. Gerenciar a equipe do projeto.		
Gerenciamento da Comunicação	1. Identificar as partes interessadas	1. Planejar a comunicação	1. Distribuir informações; 2. Gerenciar as expectativas das partes.	1. Reportar o desempenho.	
Gerenciamento dos Riscos		1. Planejar o gerenciamento dos riscos; 2. Identificar os riscos; 3. Realizar a análise qualitativa dos riscos; 4. Realizar a análise quantitativa dos riscos; 5. Planejar as respostas aos riscos.		1. Monitorar e controlar os riscos.	
Gerenciamento das Aquisições		1. Planejar as aquisições.	1. Realizar as aquisições.	1. Administrar as aquisições.	1. Encerrar as aquisições.
Total de Processos	2	20	8	10	2
%	5%	48%	19%	24%	5%

Fonte: PMI (2008, adaptado).

2.3 Engenharia Simultânea (*Concurrent Engineering*): conceitos e definições

O conceito de engenharia simultânea é a ponte que liga as técnicas de gerenciamento de projeto, PDP e o DFMA (que será apresentado na próxima seção), fazendo com que decisões tomadas na concepção do desenvolvimento de um produto possam ser discutidas em vários níveis da organização. Respeitando e questionando todas as áreas do conhecimento da organização, de modo a fazer setores até então alheios ao processo de desenvolvimento de um projeto, produto e manufatura ser mais participativos, contribuindo significativamente para o sucesso do projeto antes do seu lançamento.

Não somente a reação aos custos leva ao desenvolvimento de equipes multidisciplinares trabalhando simultaneamente no desenvolvimento de projetos, mas também como fator competitivo e um grande diferencial para as empresas, como destaca Liker (2004), quando descreve o novo processo de desenvolvimento de produtos na *Toyota Motors Company*⁵.

Na Toyota os engenheiros de fabricação e de produção agora envolvem-se com o processo de projeto já bem no começo, trabalhando com os engenheiros de projeto no estágio do desenvolvimento do conceito para dar apoio em questões de fabricação. Esse nível de cooperação em estágio tão inicial não é comum na indústria automotiva. Como resultado o processo de desenvolvimento de produtos da Toyota agora leva 12 meses ou menos, [...], um feito impressionante, considerando que a maioria dos concorrentes necessita de um prazo duas vezes maior (LIKER 2004, p. 78).

Isso se deve ao fato de etapas do processo de desenvolvimento de produtos ocorrerem paralelamente ou simultaneamente ao longo do tempo, possibilitando uma redução no ciclo do desenvolvimento do projeto do produto.

Cunha (2008, p.82) completa essa teoria, afirmando: “O paralelismo temporal entre as atividades de desenvolvimento do produto e de desenvolvimento da produção, viabiliza um

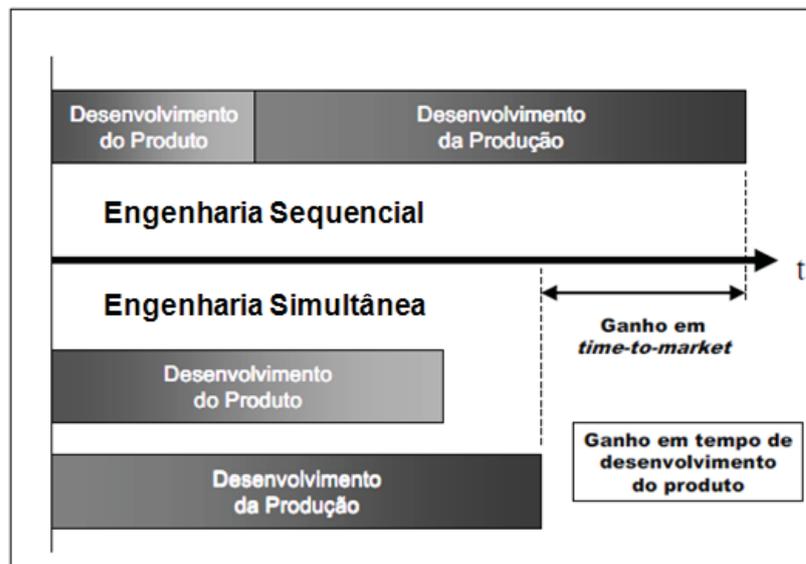
⁵ *Toyota Motors Company*: Empresa japonesa fabricante de automóveis que chamou a atenção do Ocidente na década de 1970 pela grande eficiência em seus processos produtivos, vindo a ser conhecido como Sistema Toyota de Produção, tornando-se a empresa mais lucrativa do segmento, o que a levou também, no início do século XXI, a tornar-se a maior produtora mundial de veículos, ultrapassando as norte-americanas Ford e GM e ficando conhecida mundialmente pela qualidade de seus produtos, pelo nível de produtividade, velocidade e flexibilidade de produção.

Sistema *Toyota* de Produção ou *Toyota Production System*: Método adotado pela montadora japonesa que serviu de base para obras em todo o mundo, que descreveram os segredos do modelo de produção da *Toyota* com destaque para best-sellers, como *The Machine that Change the World*” de Womack, Jones e Roos em 1991 e *The Toyota Way* de Jeffrey K. Liker em 2004.

aumento do tempo disponível para a execução do desenvolvimento do projeto, permitindo obter projetos mais bem elaborados”

Por consequência aumenta-se o tempo para desenvolvimento da produção, além de permitir alterações no produto ainda nas fases de planejamento, ou seja, desde o início do ciclo de desenvolvimento do produto. A relação entre os tempos e o paralelismo é apresentado pela Figura 8.

Figura 8: Engenharia Simultânea *versus* redução tempo de desenvolvimento do projeto (*time-to-market*)



Fonte: Cunha (2008, adaptado).

Com relação à engenharia simultânea, Belay et alli (2011) destacam que o método: “oferece uma diferente aproximação para introdução de um novo produto no qual os requisitos do produto são discutidos no estágio do projeto conceitual, mantendo prazos e custos pré-estabelecidos além de minimizar os custos de lançamento do produto no mercado, o que não acontece em desenvolvimentos tradicionais”

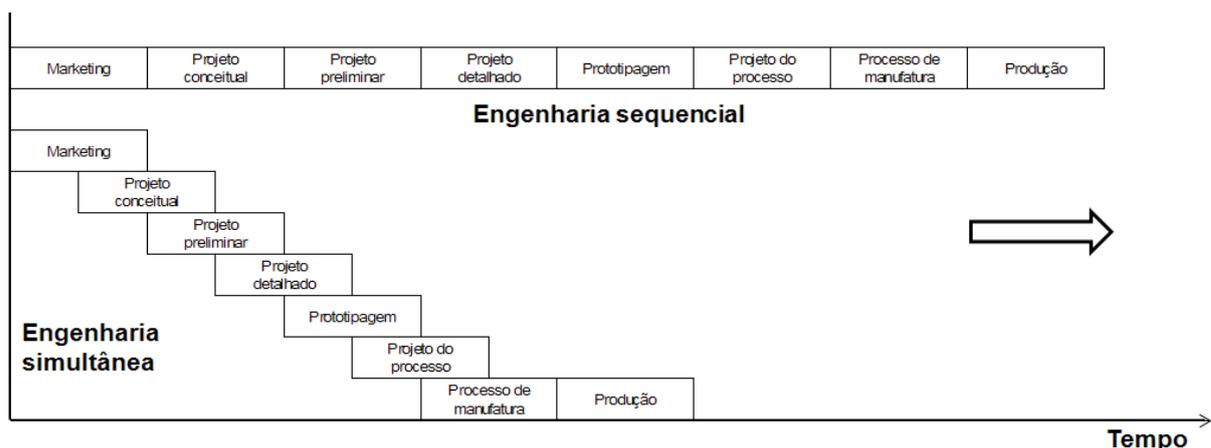
Barbosa (2007, p 87) acrescenta: “O desenvolvimento de produtos não é uma tarefa fácil, os engenheiros devem analisar vários pontos importantes, porém os engenheiros de produto não possuem conhecimento suficiente para resolver problemas de outras áreas”.

O fato é que a engenharia simultânea vem se tornando uma disciplina obrigatória ou um método, ou, ainda, uma filosofia para a sobrevivência de empresas no momento de desenvolver um novo projeto de produto.

É necessário, portanto, observar alguns fatores importantes a respeito da engenharia simultânea, que exigem uma postura radical da equipe responsável pelo desenvolvimento do produto: tratamento simultâneo de restrições de projeto ou manufatura; foco no ciclo de vida do produto, não somente na etapa em que o produto está (projeto, manufatura, suprimentos, etc.); foco no cliente e em todos os requisitos do projeto como custo, qualidade, prazo, design e inovação.

Um melhor entendimento também é possível através da Figura 9, embora ela represente somente a diferença no tempo total do desenvolvimento do produto. Todos os outros fatores como custo, qualidade e requisitos do cliente são mais facilmente assegurados através do uso da engenharia simultânea.

Figura 9: Engenharia Simultânea *versus* engenharia sequencial



Fonte: Back et alli (2008, adaptado).

2.4 DFMA (Design for Manufacturing and Assembly): conceitos e definições

O *design for manufacturing and assembly* (DFMA) ou projeto para manufatura e projeto para montagem surge com o objetivo de redução de custos, melhoria da qualidade e atendimento dos prazos. É também uma das principais ferramentas que será amplamente utilizada na proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras, por ser uma técnica proativa capaz de reduzir o número de peças a serem montadas e fabricadas, padronizando o maior número possível de componentes.

O DFMA também é conhecido por otimizar peças e componentes, sem perder o grau de customização desejado pelo cliente, entendendo que esses detalhes estão diretamente

relacionados ao aumento da capacidade de produção, produtividade, menor custo e melhor qualidade devido ao alto desempenho da manufatura.

Um outro destaque para o mesmo é apresentado por Anderson (2006) que salienta o fato de que muitos custos são reduzidos, desde que o produto possa ser rapidamente montado devido a um número menor de partes e peças, que essas peças sejam projetadas para uma fácil montagem e padronizadas para serem usadas em outros projetos.

Alguns dos princípios básicos do DFMA são apontados por Mello et alli (2010):

Simplicidade (diminuir o número de partes, sequência de manufatura mais curta etc.), materiais e componentes padronizados; liberar tolerâncias (evitar tolerâncias muito justas, que implicam em custos altos). Uso de materiais mais processáveis. Reduzir operações secundárias. Utilizar características especiais dos processos de manufatura, eliminando operações onerosas e desnecessárias; evitar limitações de processo (MELLO et alli, 2010).

Embora os ganhos da aplicação do DFMA sugiram a sua utilização o quanto antes, principalmente em fases iniciais de projetos, vale considerar que os conceitos também se aplicam na otimização de recursos empregados para a produção e manufatura de produtos correntes. Principalmente para pequenas e médias empresas, que não dispõem de grandes recursos para novos desenvolvimentos, podendo, mesmo assim, o DFMA contribuir para a melhoria do projeto, retornando ganhos significativos na eficiência de montagem e na melhor distribuição dos recursos existentes.

Dessa forma, reduzem-se os custos de manufatura, como se demonstra na Tabela 01, que apresenta o comparativo antes e após a aplicação do DFMA para o sistema de uma fechadura.

Tabela 1: Análise comparativa da aplicação do DFMA

Requisito	Antes	Depois
Quantidade de componentes	13	11
Quantidade de processos de fabricação	5	4
Tempo de fabricação das peças (minutos)	220	20
Custo do produto (R\$)	124	45
Tempo de montagem do sistema (segundos)	480	150
Dificuldades / Problemas	7	3

Fonte: Mello et alli (2010, adaptada).

Esses e outros resultados são mais comumente alcançados quando desenvolvidos por um time multifuncional, com a participação efetiva e antecipada de áreas como manufatura, marketing, clientes (quando aplicável), financeiro, engenheiros industriais, qualidade, serviços, compradores, comercial, especialistas em legislação, meio ambiente, entre outros.

O conceito da simultaneidade trouxe à tona o risco que se assume em passar a responsabilidade do desenvolvimento de projeto para um único projetista, devido ao alto grau de complexidade que muitos projetos exigem, uma vez que eles têm que lidar com uma quantidade muito grande de informações.

Já Back et alli (2008) também destacam: “o projetista deve conhecer as capacidades dos processos e estabelecer os processos de controle; precisa adequar o projeto aos limites normais de tolerâncias de modo a eliminar inspeções e controles posteriores”.

Anderson (2006) reforça os argumentos sobre o tema, descrevendo a importância na manufatura, onde os engenheiros ou responsáveis pela manufatura devem ter a responsabilidade de garantir que novos produtos sejam projetados de modo a garantir um processo estável e padrão, sendo essas ações desenvolvidas simultaneamente com a equipe de desenvolvimento de projeto de produto, influenciando constantemente esse time para que garantam uma alta eficiência de montagem e fabricação.

2.5 DFC (*Design for Low Cost*) – Apresentação do Tema

Design for low cost ou projetar para um baixo custo introduz aos projetistas a necessidade de voltarem suas preocupações também para setores de compras e suprimentos, tendo em vista que o maior custo de um produto geralmente é atribuído à matéria-prima. Por essa razão o setor de desenvolvimento de fornecedores deve participar no processo de desenvolvimento de produtos sempre que for latente a expectativa de baixar os custos de fornecimento. Contudo, deve observar não somente a prática de seleção de fornecedor por meio da exploração do menor preço, uma espécie de licitação entre fornecedores, como descreve Liker (2004, p. 209) a respeito de como a Toyota considera seus fornecedores:

A Toyota necessita que seus fornecedores sejam tão capazes quanto suas próprias plantas, na produção e entrega de componentes de alta qualidade, [...], assim a Toyota não pode reduzir seus custos se os fornecedores não os reduzem e também não os força a conceder uma redução, pois a Toyota não vê as peças como mercadorias a serem adquiridas no mercado por meio de livre concorrência, é central trabalhar com fornecedores altamente capazes.

Sendo assim, a escolha de um fornecedor deve dar-se através da história de relacionamento e performance, que garanta ou apresente as seguintes características: capacidade de fornecimento, podendo ser descrita por experiências anteriores ou registro de desempenho dos mesmos; estabilidade financeira; nível de importância da empresa para os fornecedores escolhidos de modo que a organização não seja preterida em detrimento de demandas oriundas de outras empresas; localização, pois quanto menor a distância melhor a comunicação e solução de eventuais problemas, além de uma entrega mais ágil. Ou seja, a tarefa de encontrar um fornecedor parceiro não é simples, devendo respeitar esses aspectos descritos, além de ter a orientação de acordo com as políticas, assim descritas:

- a) Política de baixos preços não significa economizar dinheiro, quando comparado com o custo total de fornecimento e garantias dadas pelo fornecedor;
- b) Política de baixos preços provavelmente irá comprometer qualidade e entrega;
- c) Política de baixos preços não agradam os melhores fornecedores;
- d) Política de baixos preços desencoraja os fornecedores a participarem e cooperarem no desenvolvimento de novos produtos.

Ainda vale destacar que os custos devem ser considerados ou projetados à parte do produto, pois é extremamente difícil executar alguma ação para redução de custo após um produto ter sido lançado. “A chave para alcançar o menor custo em um produto é basear todos os pensamentos e decisões em uma perceptiva mais ampla, [...], infelizmente a maioria das empresas focam suas ações de redução de custo em material ou mão de obra.” (ANDERSON, 2006, p. 183).

Finalizando destacam-se algumas ações e estratégias para reduzir os custos e que também são apresentadas por Anderson (2006):

- a) Redução de custos através do projeto;
- b) Redução de custos pela manufatura enxuta;
- c) Redução de custos através da otimização da mão de obra;
- d) Redução de custos devido à padronização;
- e) Eliminação ou terceirização de produtos não usuais ou pouca contribuição;
- f) Redução de custo com fornecedores;
- g) Redução de custo pela melhoria da qualidade.
- h) Redução das despesas com o desenvolvimento de novos projetos;

- i) Minimização de mudanças de engenharia;
- j) Maximização de eficiências de fábrica;
- k) Diminuição de custos com a flexibilização da produção;
- l) Minimização de custos devido à alta variação de produtos;
- m) Minimização de custos com gerenciamento de estoque e material;
- n) Minimização de custos com marketing;
- o) Minimização de custos com vendas e distribuição, entre outras aplicações.

2.6 DFQ (*Design for Quality*): apresentação do tema

Embora o tema qualidade seja mais comumente discutido entre empresas que buscam certificações para seus sistemas de gestão da qualidade e também por entender que boa parte de seus produtos são sucateados por não estarem de acordo com o especificado, a apresentação do tema aqui é para buscar soluções além de simplesmente uma ferramenta de gestão, mas como uma ferramenta para auxiliar as empresas a entregarem um produto que atenda a todas e somente a todas as especificações de seus clientes.

Para isso deve-se considerar que a não qualidade é culpa não só da mão de obra empregada na operação, mas de todo o sistema envolvido. Por isso deve ser pensado desde o projeto, considerando o processo, os métodos e treinamentos, de modo a garantir uma qualidade melhor, não simplesmente inspecionando ou barrando qualidade. Há uma lacuna bastante grande entre construir qualidade e barrar qualidade, e cabe destacar, portanto, que o foco deste estudo é a construção da qualidade dentro das empresas, fato que deve ser considerado, como já mencionado, desde as primeiras fases do desenvolvimento de um projeto.

A construção da qualidade deve iniciar com o entendimento do que o cliente quer, e o que o cliente está interessado em pagar. Posto isso, o projetista deve estar muito atento às reais exigências do seu cliente, pois é ele que irá determinar o número de peças, o que será comprado, o que será fabricado, como será a montagem, como será o funcionamento das peças montadas, além de determinar os processos de fabricação e montagem e, por consequência, a qualidade do produto para o seu cliente final. Nesse sentido, Anderson (2006, p. 293) ressalta que “o projetista é mais importante para qualidade do que a maioria das pessoas imaginam”.

Outra afirmação a respeito da importância do projetista na determinação da qualidade de um produto é destacada por Back et alli (2008): “é na etapa de projeção que são definidos os atributos requeridos para análise de parâmetros [...]. Segundo os autores, é nessa etapa “que se imprime o ‘DNA’ do produto, é onde se define toda e qualquer característica que deve permanecer ao longo da manufatura”.

Podemos destacar ainda os principais questionamentos acerca desse tema, que a atividade de projetar um produto com qualidade não é sinônimo de projetar um produto sem defeitos, mas sim projetar um produto que atenda aos requisitos e às expectativas do cliente ou usuário final.

2.7 QFD (*Quality Function Deployment*): apresentação do tema

A ferramenta apresentada surgiu a partir de quando os projetistas se deram conta das questões que foram apresentadas no final do capítulo 2.6, ou seja, os projetistas e as empresas perceberam que a melhor maneira para aumentar a qualidade e a produtividade de sua organização é através de um bom entendimento das reais expectativas e anseios dos clientes. Nos mesmos padrões Back et alli (2008) destacam: “e mais a qualidade só pode ser definida pelos usuários, e estes só ficarão satisfeitos com produtos e serviços que atendam ou excedam as suas necessidades e desejos”.

Para esse melhor entendimento, esse estudo irá abordar a metodologia *Quality Function Deployment (QFD)* ou desdobramento da função qualidade, ferramenta que agrupa informações pertinentes ao bom desenvolvimento do projeto, sendo capaz de traduzir esses desejos em entradas a serem consideradas a cada etapa da condução de um projeto. Também a esse respeito Back et alli (2008) afirmam: “Assim essas informações devem ser triadas, classificadas e agrupadas de modo a formar as necessidades que sejam representativas e que expressem vontades, desejos ou qualidades que o usuário quer no produto. ”

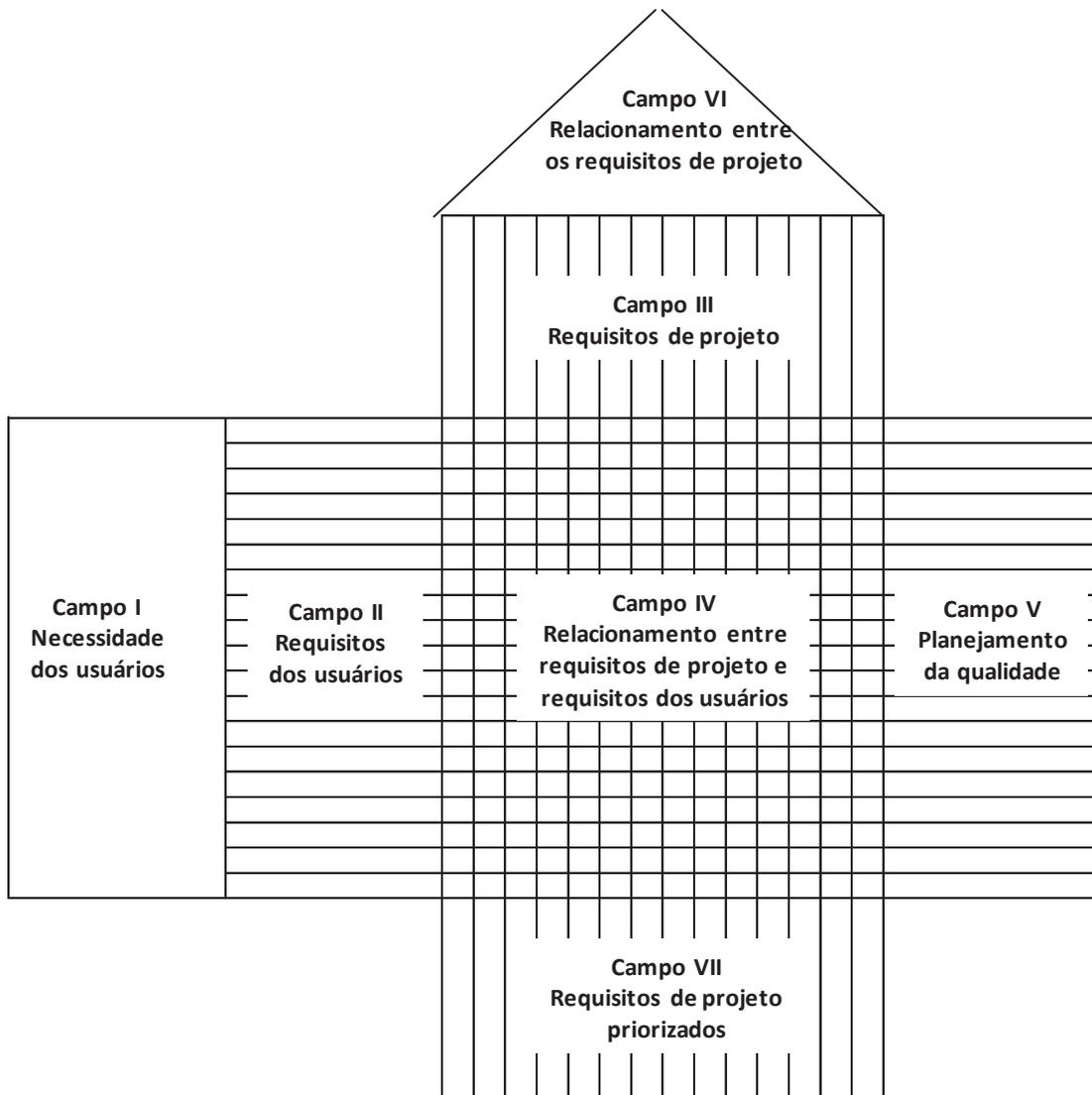
Já Anderson (2006) destaca que é fundamental traduzir objetivamente e subjetivamente as vontades e desejos do cliente em especificações objetivas para que os engenheiros possam usar no projeto do produto. Sintetizando assim, o QFD como sendo uma ferramenta que traduz sistematicamente a voz do cliente em especificações de projeto.

Considerando então que a voz do cliente é fundamental como objeto de entradas a serem alcançadas na condução e desenvolvimento de projetos, Carvalho (2012) também

destaca a importância que as empresas devem dar em determinar os melhores canais para obtenção dos desejos e necessidades dos clientes, de modo que seja extremamente relevante que às empresas empreguem a maior quantidade de canais para ouvir o cliente, produzindo assim grandes volumes de informações.

Uma apresentação também do tema se dá pela comparação da formação das matrizes que transferem as informações dos clientes em atributos para o desenvolvimento do projeto, também conhecido como casa da qualidade, em função da Figura 10 que mostra os campos de estudo e pesquisa e suas relações para um melhor entendimento das especificações levantadas junto aos clientes.

Figura 10: Matriz QFD ou casa da qualidade

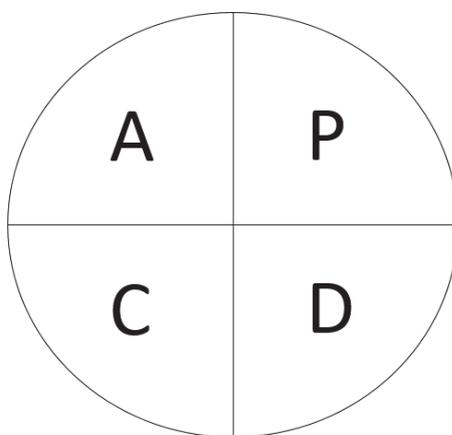


Fonte: Back et alli (2008, adaptado).

2.8 PDCA (*Plan, Do, Check, Action*): apresentação do tema

PDCA ou método para soluções de problemas, que também é motivado na interatividade entre setores e pessoas para a geração e controle de soluções, é muito usado e difundido no mundo e no Brasil através do Sistema Toyota de Produção. A Figura 11 apresenta a estrutura do PDCA, uma figura aparentemente simples, mas que demonstra a essência da metodologia.

Figura 11: Modelo representativo do método PDCA



Fonte: Campos (2009, adaptado).

Embora sua representação não demonstre complexidade, sua aplicação é uma ferramenta poderosa para a condução na solução de problemas, como destaca Campos (2009, p.25): “O método PDCA parece muito simples à primeira vista e, de fato, é simples. No entanto, quem utiliza este método como aplicação percebe ao longo dos anos que, quanto mais se aprofunda em seu uso por toda empresa, mais se percebe a sua complexidade”.

A seguir será apresentado cada um dos passos do PDCA, de modo a facilitar seu entendimento, bem como alertar para a equivocada sensação de simplicidade.

a) Fase de Planejamento ou “Plan”

Fase que corresponde ao planejamento do que será executado, subdividida em 4 etapas, fundamentais para a compreensão do problema a ser solucionado:

a.1) Identificação do problema: definir com a maior clareza possível o problema;

- a.2) Análise do Problema: investigar características do problema, preferencialmente sob o ponto de vista de diversas áreas e pessoas;
- a.3) Análise do Processo: descobrir as causas fundamentais a serem observadas;
- a.4) Plano de Ação: elaborar um plano para solucionar as causas apontadas ou os problemas a serem resolvidos.

b) Fase de Execução ou “Do”

Aqui propriamente dito é a execução do plano de ação, observando que para cada meta estabelecida na fase “*plan*” deverá corresponder um plano que identifique principalmente: o que deve ser feito; quem será o responsável, devendo atribuir a uma pessoa a responsabilidade e não a um setor; quando deverá ser concluído; em qual setor ou empresa; por que deverá ser executado.

c) Fase de avaliação e checagem ou “Check”

Fase que corresponde à verificação da efetividade do plano de ação elaborado; sendo constatada a efetividade da contenção, passa-se para a fase seguinte, caso contrário deve-se voltar para a etapa a.2, para uma nova análise do problema. Isso deve acontecer até que na fase de avaliação ou checagem se considere que o fenômeno foi efetivamente resolvido.

d) Fase de padronização, agir sobre as causas ou “Action”

Nessa fase conclui-se o PDCA para o problema estudado, devendo aqui tomar ações de padronização para prevenir e evitar o reaparecimento do problema. Para encerrar recomenda-se também o registro das lições aprendidas para utilizar as boas práticas até aqui aplicadas em problemas futuros.

2.9 FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*): apresentação do tema

Failure Mode and Effects Analysis ou método de análise dos modos de falhas e seus efeitos deve ser destacado nesse estudo, pois tem sua aplicação para evitar a ocorrência de possíveis falhas, prevendo e antecipando possíveis pontos fracos que possam surgir no decorrer do desenvolvimento de novos produtos. Da mesma forma, pode auxiliar na

padronização e documentação, pontos esses de muito valor para um modelo que sirva aos projetistas na condução de seus projetos.

Sua importância explica-se também pela essência de sua natureza, uma vez que o FMEA é definido como um modelo qualitativo, que tem como propósito confrontar as possíveis falhas nos processos, bem como em todo o ciclo de desenvolvimento do projeto com os efeitos gerados pelas respectivas falhas ou modos de falhas.

Para um melhor resultado na aplicação do FMEA, Giacomini (2007) destaca a importância no conhecimento dos seguintes conceitos:

- a) Modo de Falha: É a forma do defeito, a maneira como o item falha ou deixa de apresentar o resultado esperado, podendo a falha ser física ou funcional;
- b) Efeito: É o resultado produzido por uma ação ou agente, a consequência da falha;
- c) Causa: É o resultado produzido por uma ação. As causas do modo de falha são os motivos que levam o modo de falha a ocorrer;
- d) Número de Prioridade de Risco: É o produto entre os índices de severidade, ocorrência e detecção. Usado para avaliar as chances de a falha ocorrer, o impacto dos efeitos da falha e a gravidade dos efeitos.

O FMEA por si só não se constitui um método de gerenciamento de riscos, devendo seus pontos fortes serem integrados às dimensões de análise, como os impactos nos prazos, escopo, custos, ainda com uma tratativa temporal de evolução dos riscos como destacam Trammell et alii (2004, apud CAUCHICK et alii, 2008).

Além do FMEA também vale citar outros métodos que podem ser utilizados para a detecção de falha ou análise de causa raiz de um problema ou defeito: *Benchmarking*, *Brainstorm*, diagrama de Ishikawa, gráfico de Pareto, 8D, entre outros.

2.10 Customização em Massa (*Mass Customization*): apresentação do tema

Pode-se destacar também o conceito de customização em massa como um diferencial competitivo para as empresas, principalmente para aquelas que utilizarem suas recomendações ainda em etapas do desenvolvimento de projetos e não somente após o lançamento. Isso porque a padronização tornou-se um modelo a ser seguido assim que a produção em larga escala passou a substituir a manufatura artesanal, como destaca Anderson

(2006) quando exemplifica o Modelo Toyota, que busca a padronização das tarefas em todos os processos de trabalho especializado da empresa bem como na engenharia.

Outro ponto a considerar-se é descrito por Campos (2004, p.15): “Nas empresas modernas do mundo a padronização é considerada a mais fundamental das ferramentas [...] no entanto, a experiência tem demonstrado que a situação brasileira no tocante a padronização não é boa”.

Considerando o até aqui posto, o grande esforço que os projetistas e as empresas têm de considerar é a maneira como irão desenvolver projetos com características únicas, de modo similar ao artesanato, porém com garantia de que suas empresas tenham condições de produzi-los de modo a respeitar uma produção em larga escala, ou produção em massa, como destaca Anderson (2006) a respeito do tempo em que a produção em massa prosperou, em eras que se tinham uma demanda estável e pouca variação dos produtos. Entretanto hoje, o mercado é muito dinâmico e as variações dos produtos só aumentam.

Para obter sucesso em projetos para customização em massa a equipe de desenvolvimento de produto deve proativamente projetar o portfólio de produtos que possam ser considerados, desenvolvendo produtos com uma sinergia de aplicabilidade e uso, sendo agressivos na padronização de peças, matéria-prima, como o próprio Anderson (2006) complementa, por parte dos projetistas ter certeza de que partes serão rapidamente dispostas, transformando as partes até então inflexíveis em componentes versáteis e padronizados, garantindo qualidade através do projeto, bem como os controles de processos e manufatura.

Corroborando com o mesmo, Carnevalli et alli (2011) destaca a importância da modularização: “no projeto modular a arquitetura é concebida a partir de subsistemas que são projetados independentemente, mas que funcionam integralmente juntos, onde cada módulo pode exercer uma ou mais funções [...]”.

Finalizando esse capítulo, ressalta-se a importância dos métodos e ferramentas aqui apresentados, como essência para a otimização de recursos e padronização das boas práticas desenvolvidas, sendo esses resultados alcançados nas etapas de desenvolvimento de projetos, o que os caracteriza como ferramentas proativas, uma vez que qualquer alteração que se faça necessária não irá causar maiores transtornos e custos para as empresas.

O próximo capítulo apresentará as questões da pesquisa, conduzindo a integração dos conceitos aqui apresentados aos objetivos da proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras.

3 QUESTÕES DA PESQUISA

Este capítulo apresenta as questões relativas à pesquisa desenvolvida e os aspectos relevantes para a formulação da proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras. Essa relação é possível pela comparação de métodos e ferramentas que caracterizam as boas práticas apresentadas nas metodologias descritas no capítulo 2. Soma-se a isso o objetivo de aumentar a competitividade através da otimização dos recursos empregados para fabricação e montagem de produtos em empresas que se assemelhem às empresas descritas anteriormente e que motivaram a elaboração do estudo apresentado.

3.1 Problemas e dificuldades a serem controladas

Um dos maiores problemas referente à competitividade nas empresas é o fato da subutilização do uso de algum método ou ferramentas que objetivem uma melhor fabricação e montagem de seus produtos. Essa subutilização ou desconhecimento dos ganhos obtidos através da otimização da manufatura dos seus produtos acaba comprometendo a competitividade e por consequência a sobrevivência das empresas.

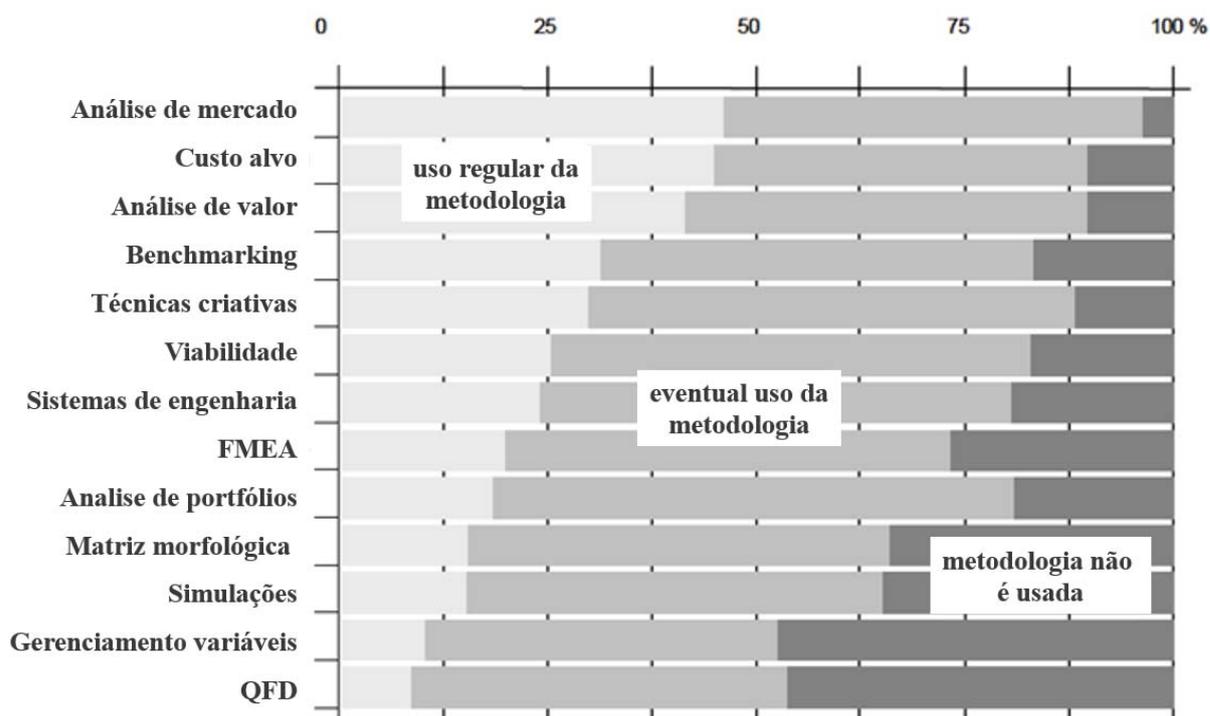
Por esta razão, frisa-se novamente a importância das empresas entenderem o conceito de problemas, que podem ser: problemas bons, para os quais os gerentes buscam solução de maneira pró-ativa; problemas ruins, os quais devem ser eliminados imediatamente devido às suas características e ações reativas.

Independentemente do tipo de problema que as empresas venham a enfrentar, vale destacar que todo problema deve ser considerado como uma oportunidade de melhoria.

Por essa razão, serão apresentadas a seguir algumas considerações a respeito dos problemas enfrentados na condução e implementação de metodologias nas indústrias.

Sobre esses problemas, Lindemann (2003) apresentou em seu estudo a relação dos métodos disponíveis e com propósito de auxiliarem as empresas no processo de desenvolvimento de produto e sua baixa implantação e o uso na indústria, como apresentado pela Figura 12.

Figura 12: Relação de métodos e seus usos em indústrias alemãs

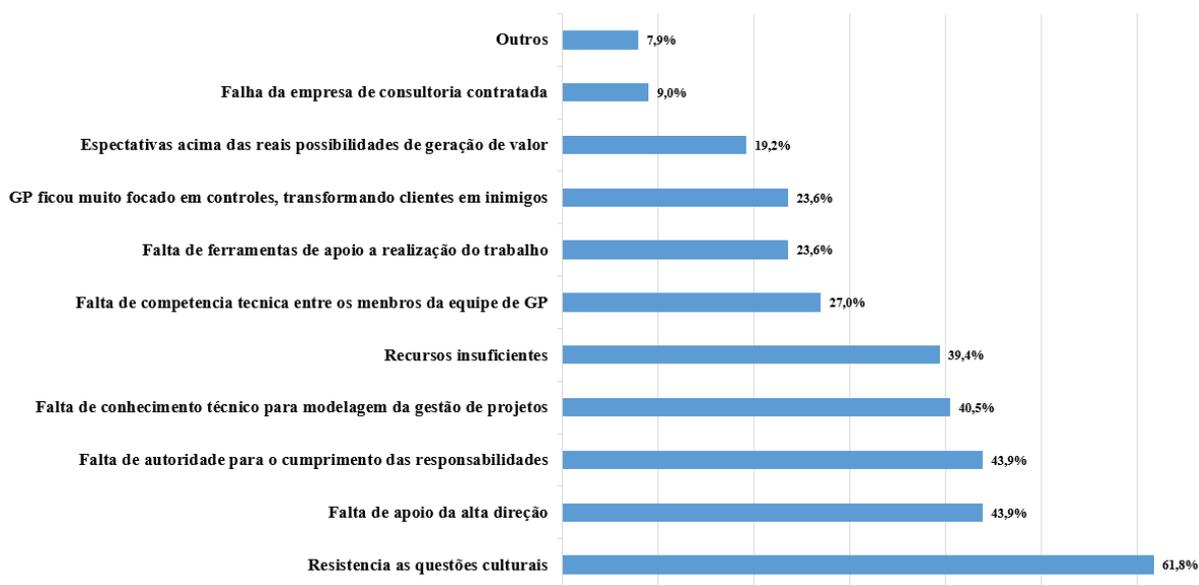


Fonte: Lindemann (2003, adaptado).

Essa despreocupação na utilização de um método para dar suporte ao desenvolvimento de projetos é agravada, mas não exclusivamente, em relação ao porte das empresas, pelo fato de as mesmas não possuírem setores responsáveis pelo desenvolvimento de projetos. Tarefa essa delegada a uma pessoa, que busca isoladamente a solução de um problema sem que tenha a preocupação de interagir com outros setores, empresas e clientes.

Essa preocupação também foi identificada e abordada pelo *Benchmarking* em Gerenciamento de Projetos Brasil (PMI 2010), que abrange um maior número de empresas de diversos segmentos, fazendo questionamentos sobre as boas práticas adotadas, bem como sobre os resultados alcançados através do uso de técnicas de gerenciamento de projetos, por meio da criação do PMO (*Project Management Office*) ou escritório de gerenciamento de projetos, destacando algumas das principais razões pelas quais a introdução de escritórios de gerenciamento de projetos em empresas não obtenha sucesso na sua implantação ou execução e, em muitos casos, sejam levados ao fracasso, como destaca a Figura 13.

Figura 13: Razões que levaram a tentativa de implementação do PMO ao fracasso



Fonte: PMI (2010, adaptado).

3.2 Oportunidades e Considerações

Os maiores problemas relativos à competitividade nas empresas é, como se verificou até aqui, o fato da subutilização de métodos e ferramentas em seus processos diários, com destaque aos que são intrínsecos ao processo de desenvolvimento de produtos. Isso pode ser atribuído ao desconhecimento e à não aplicação dos conceitos que visam uma melhor montagem e manufatura e que devem ser abordadas e conduzidas simultaneamente ao gerenciamento do PDP.

Problemas esses que permitem a apresentação da proposta de um guia, que aborda principalmente as metodologias apresentadas ao longo do capítulo 2, com o objetivo de criar um modelo que sirva de provocação aos projetistas para considerar aspectos referentes à fabricação e montagem do produto a ser lançado ou reformulado dentro das organizações, baixando custos e aumentando a competitividade, além de minimizar as alterações de projeto após o lançamento do produto, prática comumente aplicada no dia a dia das empresas motivadoras desta pesquisa.

Outra oportunidade que deve ser considerada é o apoio da alta administração da empresa, ponto fundamental para o controle no uso do modelo apresentado. Isso porque o sucesso da sua aplicação é proporcional ao envolvimento dos mais altos níveis gerenciais e

estratégicos, que têm o poder de tomada de decisão, evitando, assim, os erros apontados na Figura 13.

A apresentação de um modelo que sirva como referência se faz necessário tendo em vista as ilustrações realizadas até o momento, que demonstram a necessidade de diferenciação entre as empresas. Para um melhor entendimento sobre o conceito, Romano (2003) apresenta em seu estudo uma breve discussão sobre o tema “modelo de referência”: “Uma característica importante de um modelo de referência é a de permitir a visão holística do processo, destacando as suas atividades, informações, recursos e organização, assim como, suas inter-relações [...]”. Segundo o autor, através desse modelo também se consegue:

- a) Obter uma maior compreensão do processo estudado;
- b) Adquirir e registrar o conhecimento para uso posterior;
- c) Definir uma base para o diagnóstico do processo praticado pelas empresas do setor;
- d) Planejar e especificar melhorias no processo diagnosticado nas empresas;
- e) Simular o funcionamento do processo melhorado;
- f) Definir uma base para a tomada de decisões durante o processo;
- g) Racionalizar e garantir o fluxo de informações durante o processo.

Com essas considerações associadas à revisão bibliográfica, capítulo 2, apresentadas até aqui, pode-se visualizar melhor as oportunidades em desenvolver-se uma proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras. Aspectos relacionados à condução de um projeto de modo que o produto desse PDP esteja de acordo com as expectativas dos clientes ou mercado consumidor: fácil fabricação e montagem; esforço em modularizar e padronizar o maior número possível de partes e componentes; evitar ao máximo alterações de projeto após o lançamento do produto; custo, entrega e qualidade esperada.

Trata-se de fatores importantes para que se projete um produto competitivo e atrativo junto ao mercado em que a empresa esteja inserida.

Um alerta a essa abordagem é destacado por Sales (2013, p.80): “Entregar somente produtos inovadores ao mercado nem sempre é garantia do sucesso da empresa. O objetivo deve ser sempre atender a uma necessidade dos clientes em questão”.

Por essas razões destaca-se a importância do entendimento e envolvimento dos seguintes elementos:

- a) **Marketing:** É o elo entre o novo produto a ser projetado e os consumidores, sendo de responsabilidade da equipe ouvir a voz do cliente⁶.
- b) **Clientes:** Fundamental que os projetistas estejam próximos dos clientes, para entender como eles usam ou usarão o produto que está sendo desenvolvido e o que eles esperam do mesmo.
- c) **Engenharia Industrial:** Deve ser envolvido de modo a evitar que o projeto seja jogado na linha de montagem, muito em função do estilo ou leiaute do produto. Assim durante o período do desenvolvimento deve-se considerar como o estilo e outras características do produto irão interferir na manufatura e fabricação e mesmo assim garantindo a usabilidade e as características do produto.
- d) **Controladoria e Finanças:** Representantes desses setores podem ajudar na tomada de decisão, pois têm informações relativas aos custos, buscados junto às estatísticas e aos bancos de dados de projetos anteriores. Ou, então, por providenciarem essas informações relevantes na hora do desenvolvimento do projeto de produto, uma vez que irão trazer informações relevantes para escolha de fornecedores, para tomada de decisões, sobre como produzir internamente ou comprar / terceirizar, quantificando futuros ganhos com despesas em geral entre outros.
- e) **Legislação e Contratos:** Todo time de desenvolvimento de projetos de produtos deve ter um representante que conheça legislação, normas e contratos, e que deverá garantir que todas as aplicações do projeto estejam em conformidade legal. Isto deve ocorrer desde o início do projeto, assim como em algumas alterações que possa sofrer devido à legislação ou ao contrato.
- f) **Trabalhadores do Chão de Fábrica:** Essa é uma importante e valiosa fonte de informações, sendo que os trabalhadores do chão de fábrica que participam no projeto de produto e também no desenvolvimento do processo podem contribuir com muitos benefícios aumentando e melhorando a relação entre os funcionários além de fazer o processo de montagem desses produtos mais fáceis.

⁶ Voz do Cliente: Do inglês, *The Voice Of The Customer*, é uma técnica de planejamento usada para fornecer produtos, serviços e resultados que refletem verdadeiramente os requisitos do cliente, transformando-os em requisitos técnicos adequados para cada fase de desenvolvimento do projeto do produto. (PMI, 2008).

- g) **Mão de Obra Especializada:** O processo de desenvolvimento de projetos de produtos necessita da ajuda de especialistas para automação, simulação, análise e cálculo estrutural, modelagem, prototipagem rápida, tolerâncias, leis e patentes, testes de laboratório, meio ambiente, segurança no trabalho, entre outros.
- h) **Participantes de Outros Projetos:** É muito comum, nas organizações, que mais de um projeto esteja sendo desenvolvido em paralelo, ou que se encerrem em períodos de tempo muito próximos. É importante, nesse caso, que o desenvolvimento desses projetos se deem de maneira simultânea, trabalhando em conjunto, com padronizações, módulos bem definidos, ferramentas e processos. O sucesso do desenvolvimento de projeto de produto será determinado conforme for praticada a simultaneidade no seu desenvolvimento, ou seja, o quão multifuncional é o time, o quão cedo esse time é formado e o quão bem essa equipe será liderada.

Finalizando essa etapa, enfatiza-se a importância da participação direta da gestão empresarial e da alta administração da empresa, devendo toda tomada de decisão estar em sintonia com o planejamento estratégico da empresa. Diretrizes essas que são de extrema importância para o sucesso da aplicação do modelo apresentado, pois o alinhamento da proposta do guia com as diretrizes do plano estratégico evita a condução de projetos que se mostrem desnecessários ou que percam a prioridade ao longo do seu desenvolvimento.

3.3 Apresentação inicial do Guia Proposto

Até esse ponto foram apresentados a revisão do conteúdo em torno do desenvolvimento de projetos e os métodos relevantes para o gerenciamento das atividades de modo que empresas tenham condições de identificar aspectos importantes para se pensar na produção de seus produtos.

Por essa razão destacam-se aqui os pontos cuja importância é ressaltada no desenvolvimento do modelo:

- a) Formar uma equipe de desenvolvimento de projetos multidisciplinar, através do desenvolvimento de atividades em paralelo e simultaneamente, que defina em

consenso todas as estratégias comuns ao projeto, concentrando os esforços para assegurar as características do projeto conforme os requisitos dos clientes.

- b) Determinar o maior número possível de partes em comum a serem utilizadas no projeto em desenvolvimento bem como em projetos futuros, focando na reutilização dessas peças e, da mesma forma, na diminuição do maior número possível das partes.
- c) Modularizar e padronizar o maior número de itens possíveis, não economizando no uso de pré-montagens ou projetos modulares com aplicabilidade em múltiplos projetos.
- d) Aplicar o conceito de DFMA, método que irá ajudar na identificação dos itens descritos acima.
- e) Integrar esses conceitos de modo que se definam claramente as fases a serem consideradas, bem como os aspectos observados ao longo de todo o PDP.
- f) Atribuir um modelo eficiente e eficaz de gerenciamento de projetos, devendo entregar um produto com maior qualidade (entendida através dos requisitos dos clientes) e menor custo.
- g) Manter sob controle essas ações, com destaque aos modelos citados no capítulo 2: PDCA e FMEA.

Todos esses conceitos aliados aos tópicos apresentados até aqui, conduzem a uma resposta comum aos problemas ou oportunidade destacada por esses conceitos. Em todos os métodos apresentados, destaca-se a preocupação em conduzir uma equipe de profissionais, a solução de problemas de modo a otimizar os recursos de suas empresas.

Essas considerações permitem fazer uma reflexão a respeito de como deveriam ser conduzidas as ferramentas apresentadas no capítulo 2, ao longo de todo um processo de desenvolvimento de produto. Ou seja, em qual fase do desenvolvimento de produto os projetistas deverão observar os ensinamentos apresentados por essas metodologias, com destaque para DFMA, DFC, DFQ, QFD, PDCA, FMEA e customização em massa.

Após essa análise, percebeu-se a necessidade de destacar uma fase específica capaz de orientar os projetistas a pensarem em melhorar a manufatura do produto em desenvolvimento ainda durante a fase de desenvolvimento do projeto. Para isso, foi apresentada a fase denominada melhoramento, como destaca a Figura 14.

Esse destaque dado pela Figura 14 à importância em se otimizar a manufatura a partir do desenvolvimento do projeto foi o grande motivador para apresentar uma fase a ser considerada e que não é destacada em modelos tradicionais de PDP. Para um melhor entendimento da importância da utilização dessa “nova fase”, bem como para uma melhor aplicação, apresenta-se a formatação da proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras, que detalha o fluxo a ser seguido para se conseguir um melhor desempenho de montagem a partir do desenvolvimento do projeto.

Figura 14: Fases do modelo proposto versus aplicação dos métodos apresentados

Macrofases									
Planejamento	Elaboração do Projeto do Produto				Implementação				
Fases									
1	2	3	4	5	6	7	8		
GUIA DE REFERÊNCIA PARA OTIMIZAÇÃO DA MANUFATURA EM INDÚSTRIAS DE MONTAGEM	Questões Estratégicas das Organizações X Planejamento do Projeto	Requisitos do Projeto x Requisitos dos Clientes	Apresentação dos Conceitos e Características do projeto, produto e manufatura	Melhoramento: Submeter todo projeto a sugestões de melhorias	Detalhamento do projeto, produto, manufatura, qualidade, custo e controles	Preparação da Produção x Marketing x Pós Vendas	Monitoramento e controle do produto na produção, manufatura e cadeia de suprimentos	Validação x Encerramento do projeto	
Gerenciamento de Projetos & PDP									
Engenharia Simultânea									
Design for Manufacturing and Assembly									
Design for Low Cost									
Design for Quality									
PDCA									
FMEA									
Mass Customization									

Fonte: Autor.

Com essas considerações e a partir desse comparativo pode-se iniciar a apresentação da proposta de um guia, com destaque dado ao incremento da fase apresentada como “melhoramento”, foco do guia apresentado.

Tem-se, assim, o objetivo de sistematizar o processo de desenvolvimento de projetos, por meio da aplicação de um método que sirva como um referencial a ser seguido. Não menos importante serve também como uma provocação ao projetista que deve submeter o conceito inicial do projeto gerado a rodadas de melhoramento, ainda na fase de projeto, ou de acordo com a Figura 14, submeter os conceitos a etapas de melhorias ainda nas macrofases de “elaboração do projeto do produto”. Objetivos esses que devem estar ligados aos objetivos da alta administração da empresa ou pelo planejamento estratégico, que definirá mais claramente as oportunidades, melhorias e provocações que permitirão aos projetistas focar em respostas que tenham como objeto:

- a) Melhor e mais rápida fabricação e montagem;
- b) Menor custo de manufatura e aquisição;
- c) Menor custo de alterações pós-lançamento de produto;
- d) Melhor qualidade e controle da garantia da qualidade;
- e) Modularização e padronização;
- f) Melhor aproveitamento de recursos e componentes existentes na empresa;
- g) Prever a utilização de peças e componentes em novos projetos.

Uma vez observados esses pontos e para um melhor entendimento da introdução do conceito de melhoramento durante a macrofase de “Elaboração do Projeto do Produto”, apresenta-se a seguir um resumo da proposta de um guia, que concentra seu objeto na otimização dos recursos de projeto e manufatura.

Por essa razão, representa-se as fases do processo de desenvolvimento de produto, segundo a lógica da proposta para otimização da montagem, com destaque para a fase 4 desse modelo, que enfatiza a importância do melhoramento, ou seja, as provocações necessárias que devem ser consideradas pelos projetistas ao longo de todo o desenvolvimento do projeto.

O porquê desse detalhamento justifica-se pelos modelos tradicionais de PDP considerarem essa etapa dentro das fases de projeto conceitual chegando a fases de detalhamento de projetos.

Contudo, o que é observado nas indústrias, em especial as motivadoras desta pesquisa, é a necessidade em manter a atenção dos projetistas em aspectos relativos à manufatura do produto, tendo em vista que grande parte dos projetistas não apresenta com objetivo maior, a redução de custos por meio de uma melhor e mais eficiente fabricação e montagem dos produtos desenvolvidos. Ponto esse que é representado pela Figura 15.

Figura 15: Apresentação das fases do modelo proposto

Macrofases									
Planejamento	Elaboração do Projeto do Produto					Implementação			
Fases									
1	2	3	4	5	6	7	8		
GUIA DE REFERÊNCIA PARA OTIMIZAÇÃO DA MANUFATURA EM INDÚSTRIAS DE MONTAGEM	Questões Estratégicas das Organizações X Planejamento do Projeto	Requisitos do Projeto x Requisitos dos Clientes	Apresentação dos Conceitos e Características do projeto, produto e manufatura	Melhoramento: Submeter todo projeto a sugestões de melhorias	Detalhamento do projeto, produto, manufatura, qualidade, custo e controles	Preparação da Produção x Marketing x Pós Vendas	Monitoramento e controle do produto na produção, manufatura e cadeia de suprimentos	Validação x Encerramento do projeto	

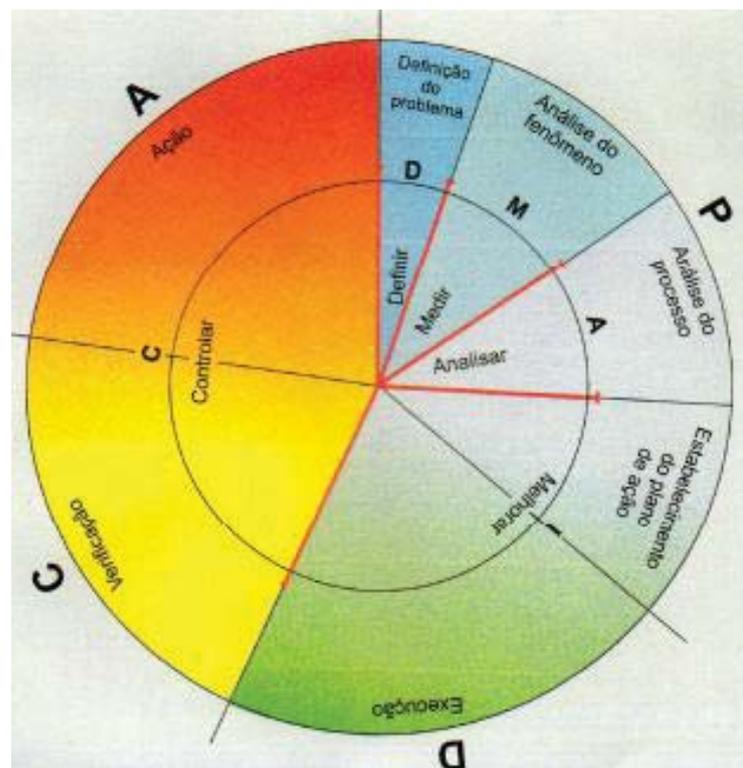
Fonte: Autor.

Nesse ponto, volta-se a frisar a importância da fase denominada “melhoramento”, motivada pela palavra *improvement*. Palavra essa utilizada com frequência na literatura pertinente e que ficou mais evidenciada a partir dos estudos em torno do programa *Six Sigma*⁷ e a utilização do método DMAIC como ferramenta para solução de problemas.

A denominação dessa metodologia é devido à nomenclatura de cada fase: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar).

Importante ressaltar que, para este trabalho, considera-se o PDCA como a ferramenta a ser utilizada para solução de problemas, embora o DMAIC possa ser utilizado, pois também foi desenvolvido com base no PDCA. A Figura 16 mostra a equivalência entre o DMAIC e PDCA.

Figura 16: Comparação do DMAIC de melhorias com o PDCA de melhorias



Fonte: Aguiar (2006).

⁷ *Six Sigma*: “O programa *Six Sigma* começou a ser difundido por volta de 1987 ao se fazerem conhecidos os resultados obtidos pela Motorola e posteriormente pela General Electric. Alcançando níveis de qualidade seis sigmas ou aproximadamente 3 não conformidades por milhão de produtos produzidos”. (AGUIAR, 2006).

Finalizando esse capítulo, destaca-se novamente a importância do entendimento das dificuldades enfrentadas pelas indústrias, de modo que possam ser adotadas medidas preventivas, transformando essas ameaças em oportunidades de melhoria. Oportunidades essas que deverão ser guiadas por esse referencial em função das técnicas e sequência de suas aplicações aqui abordadas. Por fim esse modelo também deve ser aplicado às oportunidades ou diretrizes definidas pela direção da empresa e pelo seu plano estratégico, que por si só deverá, em algum ponto, exigir de seu time o “melhoramento” do desempenho perante as ameaças do mercado.

4 PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA INDÚSTRIAS MONTADORAS

Os gaps destacados até aqui e a latente oportunidade de melhoria na forma como as empresas gerenciam seus projetos, principalmente as questões relacionadas à qualidade, ao custo e à entrega, são requisitos notoriamente valorizados pelos clientes. Por isso, somados a eles, foi necessária a revisão de conceitos, técnicas, ferramentas e métodos, cujo principal objetivo é aumentar a competitividade das organizações por meio do gerenciamento de projetos de produtos. Esses aspectos discutidos anteriormente convergem para o detalhamento, neste capítulo, da proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras.

Aqui serão apresentadas as fases do processo de desenvolvimento de produto, com destaque para a macrofase de elaboração de projetos de produtos, a qual irá detalhar as fases relevantes para incentivar as empresas a otimizarem seus processos internos, de modo a entregar aos seus clientes os requisitos esperados, nos melhores níveis de qualidade, de entrega e, principalmente, reduzindo os custos de manufatura. Nessa perspectiva, o capítulo 4 divide-se em três etapas: a primeira apresenta uma breve consideração acerca das empresas motivadoras do estudo; a segunda traz um modelo de PDP utilizado por uma dessas empresas; e a terceira e última parte apresenta e detalha as fases que constituem a proposta do guia desenvolvido, cujo detalhamento apresenta-se no Apêndice B.

4.1 Apresentação da proposta do guia e as empresas motivadoras do estudo

O desenvolvimento do modelo apresentado aqui deve servir principalmente como uma provocação aos projetistas e gestores de projetos durante a macrofase de elaboração do projeto do produto, etapa do desenvolvimento responsável pela captação das informações referentes aos requisitos dos clientes, geração de ideias e soluções, finalizando com o detalhamento do projeto e modelagem do protótipo (quando aplicável).

Justifica-se esse texto e por consequência a provocação sugerida por ele por ser necessário aos projetistas e todos que devem envolver-se no processo de desenvolvimento de produto, com destaque aos designers, engenheiros de desenvolvimento de produto, engenheiros de produto e engenheiros de manufatura ou processos. Trata-se de uma

necessidade evidenciada em empresas tradicionais do estado do Rio Grande do Sul, com destaque para as montadoras de ônibus, em especial a uma importante montadora localizada na cidade de Erechim, a uma montadora de implementos rodoviários, localizada na cidade de Caxias do Sul, e, também, a uma montadora de vagões que operou na cidade de Santa Maria entre os anos de 2005 e 2008.

Em todas essas oportunidades pôde-se observar um grande acúmulo de desperdícios e, por consequência, aumento dos custos da empresa e dificuldades de montagem, aliados a uma baixa performance de entrega e qualidade..

Em todas essas empresas, nota-se uma similaridade em seus produtos, como: robustez, peso e tamanho; operação que não demanda cuidados; em sua grande maioria, o cliente não é o usuário final; tem sua aplicação voltada para o transporte (carga ou pessoas). É o que ilustra as figuras que seguem, todas com produtos elaborados pelas empresas motivadoras deste estudo, conforme representam as Figuras 17, 18, 19 e 20.

A Figura 17 apresenta um modelo de vagão tipo Graneleiro, composto basicamente por uma base, teto, duas laterais e duas cabeceiras que são unidos ao truque (conjunto de eixos e rodados), que são fornecidos separadamente.

Figura 17: Vagão de carga tipo graneleiro



Fonte: Arquivo do autor.

A Figura 18 apresenta um modelo de vagão tipo Sider, composto por uma base, teto e duas cabeceiras. As laterais são de lona e introduzidas ao produto no final da montagem. Como na Figura 17, o produto final é montado nos truques configurando o produto final.

Figura 18: Vagão tipo Sider



Fonte: Arquivo do autor.

A Figura 19 apresenta um modelo de semi-reboque, também denominado de semi-reboque tipo Sider, composto por uma base, teto e duas cabeceiras. Como no exemplo dos vagões as laterais são fabricadas em lona e introduzidas ao produto no final da montagem.

Figura 19: Semirreboque tipo Sider



Fonte: Site da empresa.

Já a Figura 20 apresenta uma carroceria de ônibus, composta por uma base, teto, duas laterais e duas cabeceiras (frente e traseira). Como no exemplo dos vagões o produto dessa montagem é fixado ao chassis que são fornecidos separadamente.

Figura 20: Carroceria de ônibus, modelo urbano



Fonte: Site da empresa.

Essas ilustrações possibilitam um melhor entendimento de algumas considerações sobre as características dos produtos e, conseqüentemente, das empresas. Embora os produtos e empresas sejam diferentes, a essência é a mesma. Trata-se de produzir um produto com alto grau de customização e que necessita ser produzido em larga escala. Em ambos os casos o tempo de produção é muito elevado, há necessidade do emprego de um número maior de mão de obra, a quantidade de produtos vendidos é muito menor do que a quantidade de clientes e o cliente final dificilmente é comprador do produto, entre outras similaridades.

Como foi mostrado até aqui, de maneira geral e pela observação prática somada à contextualização do Capítulo 2, os maiores problemas relativos à competitividade nas empresas devem-se ao fato da subutilização de métodos e ferramentas em seus processos diários, com destaque aos intrínsecos ao processo de desenvolvimento de produtos.

O problema pode ser atribuído ao desconhecimento e à não aplicação dos conceitos que visam melhorar a manufatura (fabricação e montagem), comumente percebido pela dificuldade dos operadores acessarem pontos que necessitam ser trabalhados, dificuldades de

montagem, fixação, fabricação e aquisição, entre outros. Também destaca a necessidade de alterações de projetos após o lançamento de um produto, onerando o produto, bem como comprometendo sua qualidade e entrega. Pontos esses que podem facilmente ser identificados e “melhorados” em um projeto que contemple em seu PDP o gerenciamento simultâneo de todas suas etapas, aliada a pontos de melhoria com foco na manufatura. E é isso que se percebe pela análise do modelo de PDP utilizado para o desenvolvimento de produtos novos ou reformulados de uma das empresas motivadoras desse texto, como destaca a Figuras 21.

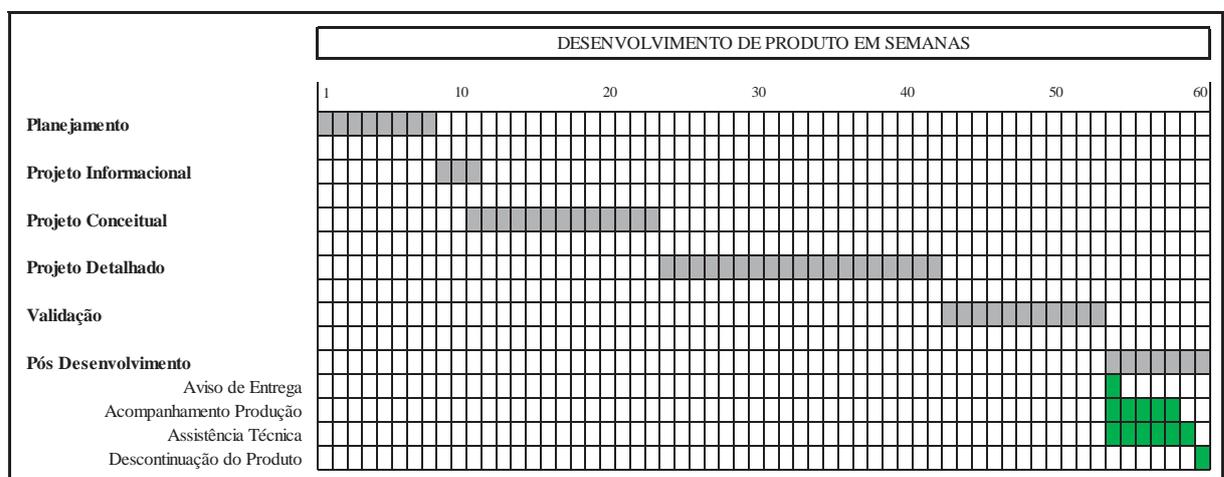
Figura 21: Exemplo do modelo de PDP de uma das empresas estudadas



Fonte: Arquivo do autor.

Já a representação do tempo de desenvolvimento de produto é expresso pela Figura 22, que apresenta o Gráfico de Gantt, demonstrando o tempo decorrido ao longo do projeto.

Figura 22: Gráfico de Gantt do PDP de uma das empresas motivadoras do estudo



Fonte: Arquivo do autor.

Para uma melhor visualização do PDP utilizado pela empresa, bem como o tempo médio de desenvolvimento de um projeto representado pelo gráfico de Gantt, deve-se consultar o Anexo C que detalha esse modelo apresentado aqui. Já o Anexo D detalha as entradas e saídas para cada fase do PDP da empresa estudada.

4.2 Análise do modelo de PDP de uma das empresas motivadoras do estudo

As considerações e observações até aqui demonstradas permitem fazer um melhor detalhamento das etapas do PDP de uma das empresas estudadas para uma posterior comparação com a PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA INDÚSTRIAS MONTADORAS. Isso para que seja possível, a partir daí, extrair as conclusões e reflexões sobre o que foi aqui apresentado. Detalhamento esse que se dará nos subcapítulos que seguem e que finalizam essa etapa, dando início à apresentação do modelo em questão.

A apresentação das fases e macrofases se dará exatamente como o modelo desenvolvido pela empresa. Contudo, para uma melhor comparação, a nomenclatura das macrofases será alterada de acordo com as denominações que serão apresentadas no guia proposto.

4.2.1 Macrofase de Planejamento

Essa etapa do PDP da empresa estudada compõe-se de uma única fase, também chamada de planejamento, tendo como principais entradas as informações oriundas de representantes, gerentes e diretoria comercial, clientes e solicitações de alteração oriundas da indústria. As saídas esperadas são o design de um novo produto ou a reestruturação de um produto existente.

4.2.2 Macrofase de Elaboração do Projeto do Produto

A macrofase de elaboração do projeto do produto do PDP da empresa estudada compõe-se de oito (8) fases, que serão detalhadas para um melhor entendimento dos conceitos, principalmente pela abordagem das entradas e saídas de cada fase.

4.2.2.1 Fase do Projeto Informacional

Nessa etapa do desenvolvimento do produto – fase do projeto informacional –, se dá a entrada de informações necessárias para o desenvolvimento do projeto, tendo como principal fonte de solicitação e requisitos:

- a) Produto dos concorrentes;
- b) Análise da estrutura, pontos fortes e fracos do produto da empresa;
- c) Reclamações de “campo” ou clientes;
- d) Mercado / normas regulamentadoras;
- e) Usuários finais em geral;
- f) Parceiros e fornecedores de componentes essenciais;
- g) Soluções aplicadas por concorrentes.

A principal saída apontada nessa fase é uma noção da estrutura física do produto.

4.2.2.2 Fase de Definição do Design

A fase de definição do design tem como principal entrada as soluções apresentadas pelo responsável técnico da empresa, com forte influência da direção da empresa.

Como saída apresentam-se os desenhos relativos ao novo produto.

4.2.2.3 Pré-Projeto

As principais entradas nessa fase de pré-projeto são design, *mock-up*, esboço da estrutura do produto até um detalhamento da estrutura geral do produto.

As saídas dessa fase correspondem ao projeto estrutural, cálculo estrutural, projeto dos subconjuntos e componentes comprados, e à seleção de materiais etc.

4.2.2.4 Confecção de Ferramental

A confecção de ferramental tem como principal fonte de entrada informações da engenharia, a partir dos esboços de projetos até então apresentados.

Suas saídas são moldes, dispositivos e gabaritos.

4.2.2.5 Detalhamento do Projeto

O detalhamento do projeto tem como entrada as saídas da fase de pré-projeto, com o detalhamento de todas as partes do produto.

A saída caracteriza-se pelos desenhos técnicos e de CAD.

4.2.2.6 Protótipo

A entrada da fase “protótipo” se dá de acordo com as necessidades oriundas das exigências de normas, informações de mercado e necessidades especiais vinculadas ao volume de produção.

Informações analisadas a partir de simulações práticas e testes através da confecção do protótipo estudado.

4.2.2.7 Lote piloto

A fase lote piloto tem como principal entrada o pedido de vendas, que gera como principal saída um novo portfólio de produtos ou peças.

4.2.2.8 Liberação para a produção

A principal entrada dessa fase – liberação para a produção – também é a entrada de pedidos de venda, somada à liberação de engenharia para a produção desse novo produto. Não diferente a solicitação de saída é somente o produto propriamente dito.

4.2.3 Macrofase de Implementação

Na etapa de implementação apresentam-se mais quatro (4) fases, que finalizam o PDP da empresa estudada, e assim são detalhadas:

4.2.3.1 Aviso de Entrega

A fase aviso de entrega pode ser simplificada pela liberação ou entrega dos desenhos técnicos necessários à fabricação e posterior montagem do produto.

4.2.3.2 Acompanhamento na linha de produção

Essa etapa – acompanhamento na linha de produção – tem como principal foco o levantamento de informações necessárias para alterar o projeto inicial de modo a melhorar o projeto existente. Suas principais entradas são as reclamações de clientes e as solicitações de melhoria com origem da indústria.

As saídas, de maneira geral, são os novos projetos com as alterações sugeridas.

4.2.3.3 Assistência técnica

Basicamente na fase de assistência técnica se faz o acompanhamento do desempenho do produto junto aos clientes, mais o gerenciamento de reposição de peças e componentes em garantia ou não.

4.2.3.4 Descontinuação do Produto

Com a etapa de descontinuação do produto se encerra o PDP, mantendo as memórias de todos os produtos produzidos, mas não do processo como um todo do desenvolvimento do projeto do produto.

Analisando as fases do PDP apresentado, percebe-se que os cuidados e a atenção dada às questões relativas à manufatura são considerados após o lançamento do produto, tendo como principal entrada as solicitações e sugestões de melhorias do próprio cliente ou dos colaboradores responsáveis pela montagem, como destacado no Anexo D, que apresenta em detalhes o modelo desenvolvido pela empresa aqui evidenciada. Esses pontos devem servir para provocar os projetistas, de modo que essas sugestões sejam pensadas e discutidas ainda no momento em que o projeto esteja em desenvolvimento. Como o que será apresentado pela PROPOSTA DE UM GUIA DE GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE

PRODUTOS PARA INDÚSTRIAS MONTADORAS, com o detalhamento de suas fases, com destaque para a fase de “melhoramento”.

4.3 Proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras

O modelo aqui apresentado tem como principal objetivo servir de guia capaz de provocar os projetistas na obtenção de um projeto de produto que não se limite às barreiras do desenho do produto ou de seus componentes. Para isso deve ser desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, de modo que o desencadear das fases do processo de desenvolvimento do produto se comporte de forma simultânea.

Esse esforço em conjunto serve para minimizar os impactos que o produto poderá sofrer em termos de fabricação, montagem e manufatura, atentando, em geral, para qualidade, prazos, tempos de manufatura e custos envolvidos, que são requisitos estratégicos para sobrevivência da empresa.

O desenvolvimento do guia proposto motivou-se pela necessidade em garantir uma maior fluidez dos produtos nas linhas de montagem ou na manufatura em geral.

Assim sendo, esse estudo irá deter uma maior abordagem para a macrofase de elaboração do projeto do produto, em conformidade com modelos já testados e apresentados previamente e que podem ser associados.

A Figura 23 apresenta uma relação de autores e seus modelos ao longo das fases de desenvolvimento de projeto de produto.

Figura 23: Comparação dos conceitos estudados e seus autores

	Macrofases								
	Planejamento	Elaboração do Projeto do Produto				Implementação			
	Fases								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
PMBOK <i>GUIDE</i> (2008)	Iniciação	Planejamento				Execução	Monitoramento e controle	Encerramento	
Romano (2003)	Planejamento do projeto	Projeto informacional	Projeto conceitual	Projeto preliminar	Projeto detalhado	Preparação da Produção	Lançamento	Validação	
Pahl e Beitz (1996)	Clarificação da tarefa	Projeto conceitual	Projeto preliminar	Projeto detalhado					
Clausing (1994)	Conceito		Projeto		Preparação	Produção			
Back (1983)	Estudo de viabilidade		Projeto preliminar	Projeto detalhado, revisão e testes	Planejamento da produção	Planejamento de marketing			

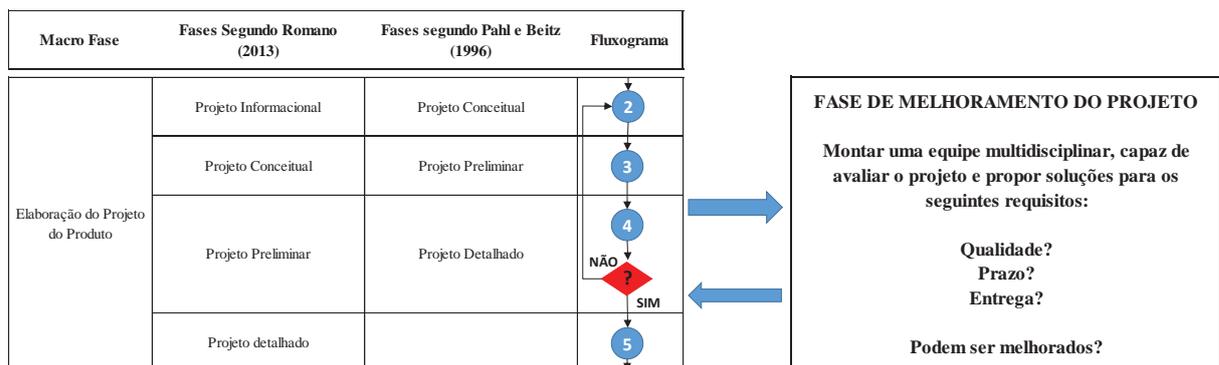
Fonte: Autor.

A sua formação ou referência aos projetistas será amplamente estimulada dentro dessa macrofase, entretanto as provocações serão sugeridas propriamente na fase de “melhoramento do projeto”. Dependendo do autor ou método a ser seguido, essa fase de melhoramento poderá corresponder ao projeto conceitual, estendendo-se até o projeto detalhado.

Segundo Back et alli (2008), a fase do projeto preliminar é a “fase que se destina ao estabelecimento do leiaute final do produto e à determinação da viabilidade técnico e econômica”. Para chegar nessa configuração deve-se observar durante essa fase aspectos, como especificações de projeto, leiaute, material, segurança, ergonomia, normas, manufatura, componentes, revisão de patentes, legislação, design alternativo em função de alguma alteração ou solicitação de marketing, tipo de material, processo de fabricação, tolerâncias, testes, *mock-ups*, etc.

O modelo tem como objetivo provocar os projetistas, contribuindo para o desenvolvimento de um projeto de produto que seja competitivo através da redução de custos, da melhoria da qualidade e da redução do *lead time* de produção através de um projeto que pense na manufatura. Para isso a sua estrutura baseia-se no modelo no qual o projetista irá seguir uma série de etapas, decidindo em conjunto com o time multidisciplinar envolvido se cada uma dessas considerações é pertinente ou não para a realidade do projeto a ser desenvolvido. Uma breve representação do modelo proposto é apresentado pela Figura 24.

Figura 24: Introdução do conceito de melhoramento



Fonte: Autor.

Uma vez entendida a necessidade de se criarem alternativas que tenham como base o aumento da competitividade da empresa, por meio da provocação aos projetistas em se

envolverem com melhorias do projeto ainda na fase de desenvolvimento, pode-se ampliar esse conceito e assim apresentar a proposta de um guia, como ilustrado na Figura 25.

Figura 25: Visão geral do guia proposto

Macro Fase	Fase	PDCA	Fluxograma	Objetivo	
Planejamento	Planejamento do Projeto	P	Identificação	1	Definir claramente os objetivos da empresa e o seu planejamento estratégico com o planejamento e desenvolvimento do projeto proposto e suas importâncias.
	Projeto Informacional		Observação	2	Investigar as características específicas do projeto e requisitos dos clientes, com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
Elaboração do Projeto do Produto	Projeto Conceitual e Projeto Preliminar		Análise	3	Apresentação dos conceitos e características do produto e seus impactos em termo de manufatura, fabricação, montagem, qualidade e custos.
	Melhoramento do Projeto		Plano de Ação	4	Para cada ponto observado no passo 3 ou considerado no check-list, montar um plano de ação para bloquear os efeitos negativos que dificultem ou onerem a montagem do produto.
	Detalhamento do projeto, produto, manufatura, qualidade, custo e controles		D	Verificação	5
Preparação da Produção x Marketing x Pós Vendas	Execução	6		Executar o projeto de acordo com o seu detalhamento.	
Implementação	Monitoramento e controle do produto na produção, manufatura e cadeia de suprimentos	C	Padronização	7	Prevenir contra o surgimento de problemas e não conformidades.
	Validação x Encerramento do projeto	A	Conclusão	8	Fazer um registro das lições aprendidas, para trabalhos futuros.

Fonte: Autor.

Com base nas revisões feitas no Capítulo 2, o modelo busca conciliar as macrofases estudadas, aliando-as às fases do PDP, dando ênfase à fase de melhoria, definindo uma meta ou saída desejada. Além de demonstrar os passos e as considerações necessárias para provocar a reflexão dos projetistas, de maneira que eles busquem soluções de problemas que até então não eram percebidos no âmbito de desenvolvimento de projeto de produto.

Uma importante reflexão a respeito do guia apresentado é que ele irá sugerir ferramentas de controles e indicadores, capazes de garantir um melhor gerenciamento da fase de melhoramento de projetos de produto não somente ao projetista, mas também a todos os interessados no desenvolvimento desse projeto de produto.

Para cada fase do desenvolvimento de projeto serão apresentados os passos a serem seguidos, com a devida sequência, ferramentas e metodologias de auxílio, observações a serem consideradas, bem como os objetivos ou entregáveis esperados ao final de cada fase.

A proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras apresenta as fases impactantes no processo de desenvolvimento de produto e os passos a serem observados pelo projetista e o time multidisciplinar para minimizar a possibilidade de alguma consideração importante passar despercebida. O modelo mostrado observará para cada fase as seguintes ações:

- a) Tarefas: Ações macro de cada fase a serem observadas pelo projetista / time. As tarefas são ações diretas e, assim, exigem informações diretas.
- b) Entradas: Requisitos de cada fase de projeto, informações ou problemas a serem alcançados. Observe-se que o problema é a distância entre a condição atual e a meta da organização (podendo ser ruins ou bons, proativos ou reativos).
- c) Ações estratégicas: Razão de cada ação a ser desenvolvida, que deve deixar claro o real objetivo, em termos de mercado, negócio, cliente, concorrente, manufatura, qualidade, custo, entrega, etc.
- d) Ferramentas: Métodos que podem ser usados para auxiliar na execução de cada ação.
- e) Objetivos / Entregáveis: Ganhos ou verificação de que as entradas ou requisitos foram alcançados.
- f) Aplicabilidade: Check-list onde o responsável pela condução do projeto irá analisar e decidir se a etapa será ou não considerada. Se a opção for “sim”, deve-se mensurar os ganhos em comparação ao projeto atual (em caso de um redesenho), ou similares aos existentes ou uma estimativa para projetos novos.

4.3.1 Macrofase de Planejamento

A macrofase de planejamento é composta por uma única fase, que corresponde à “definição do escopo do projeto”, devendo estar alinhado com a principal entrada e com os requisitos de projeto, ou com as diretrizes vindas do planejamento estratégico da empresa, como mostra a Figura 26.

Figura 26: Detalhamento da fase 1: Planejamento do Projeto

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
1	Identificação do Problema	Diretrizes gerais do Planejamento Estratégico; Tendências de mercado;	Negócio; Mercado; Produto / Stakeholders.	Diretrizes gerais e indicadores do planejamento estratégico
2	Histórico do Problema	Requisitos dos clientes; Avaliação dos concorrentes.	Negócio; Mercado;	QFD; EAV; PDCA; Entrevistas; Brainstorm.
3	Mostrar Perdas e Ganhos	Índice de satisfação de clientes; Mercado; Itens / Produtos Obsoletos; Desenvolvimento constante de fornecedores	Negócio; Mercado; Produto / Stakeholders.	Gráficos de acompanhamento que sejam capaz de mostrar: Quanto está perdendo? Quanto é possível ganha?
4	Análise	Planejamento estratégico; Mercado; Novas tecnologias Clientes Concorrentes Viabilidade Preço / Custos	Negócio; Mercado; Produto / Stakeholders.	Pesquisa de mercado; Análise de Pareto; EAV; QFD; PDCA; Benchmarking; Preço e Custo Alvo; Indicadores de pós venda;
5	Nomear Responsáveis e Prazos	Objetivos/Entregáveis dos passos 1,2,3 e 4	Negócio / Mercado / Stakeholders	5W2H1G

Fonte: Autor.

4.3.2 Macrofase de Elaboração do Projeto do Produto

A macrofase de elaboração do projeto do produto é a etapa do PDP onde é confeccionada a elaboração do projeto do produto propriamente dita e a preparação para a manufatura, decompondo-se em quatro fases.

Cabe destacar que em todas essas fases deve-se realizar uma verificação com o plano de marketing, registrar as lições aprendidas, resgatando assim todas alternativas e alterações do escopo inicial do projeto, servindo de lições para projetos futuros, bem como submeter as alternativas de cada etapa para uma aprovação formal, deixando assim um registro do encerramento de cada processo.

As fases que constituem a macrofase de elaboração do projeto do produto são as seguintes:

4.3.2.1 Projeto Informacional

Projeto informacional é a etapa que irá definir as especificações de projeto em função do escopo, além de monitorar questões como tecnologias, parâmetros específicos, plano de marketing para checar possíveis tendências ou variações nos requisitos dos clientes, comparação com produtos existentes no mercado (se aplicado). Sua representação é dada pela Figura 27.

Figura 27: Detalhamento da fase 2: Projeto Informacional

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
1 ↓	Observação: Descoberta das características do projeto através da coleta de dados.	Objetivos / Entregáveis da "Fase 1"	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura.	Análise Pareto (estratificação/folha de verificação/gráfico de Pareto) 5 por quês; Diagrama de Ishikawa
2 ↓	Descoberta das características desejáveis	Avaliação do escopo do projeto	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura.	Análise no local da ocorrência com as pessoas envolvidas (clientes, usuários, concorrentes)
3	Esboço de cronograma, orçamento e meta	Plano estratégico / Escopo	Custo; Qualidade; Entrega e Manufatura	Gráfico Gantt; Planilhas eletrônicas.

Fonte: Autor.

4.3.2.2 Projeto Conceitual

A segunda etapa do projeto propriamente dito – projeto conceitual – inicia-se com as atualizações do plano do projeto, verificando se existem soluções alternativas. Nessa etapa deve-se fazer uma análise entre as diversas concepções sugeridas e a partir daí optar pela que melhor atenda às especificações do projeto.

Pahl e Beitz (1996) a definem como a fase geradora dos diversos conceitos e hipóteses do projeto, fundamental para o sucesso do projeto. Etapa na qual é desenvolvida as soluções para o problema em estudo ao qual ira formular uma solução conceitual do projeto.

Importante destacar que nessa fase soma-se o projeto preliminar, comumente apresentado em outras metodologias. Nessa etapa se conhece o aspecto final do produto, permitindo a realização de estudos de viabilidade técnico-econômica. Devem observar-se aqui as dimensões finais do produto, ou seja, os requisitos de suprimentos, segurança, qualidade, manufatura e capacidade, revisão de patentes e legislação.

A Figura 28 demonstra a aplicação dessa fase, com as considerações necessárias para uma melhor aplicação desse conceito.

Figura 28: Detalhamento da fase 3: Projeto Conceitual

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
1	Definição dos conceitos relevantes ao desenvolvimento do projeto	Objetivos ou Entregáveis da "Fase 2" Escopo do Projeto	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Brainstorm (envolvendo pessoas de diferentes áreas dentro da empresa); 5 por quês; Diagrama de Ishikawa;
2	Definição dos conceitos mais prováveis/críticos	Definições da diretoria / planejamento estratégico; Requisitos indispensáveis (clientes, legislação, normas) Efeitos apontados para as prováveis causas levantadas no passo anterior.	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Brainstorm (envolvendo pessoas de diferentes áreas dentro da empresa); 5 por quês; Diagrama de Ishikawa; FMEA
3	Análise dos conceitos mais prováveis/críticos	Entregáveis do passo 2	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Ferramenta de coleta de dados; QFD, PDCA. Análise dos dados; 5W2H1G

Fonte: Autor.

4.3.2.3 Melhoria do Projeto

A fase de melhoria do projeto consiste em estimular os envolvidos no desenvolvimento do projeto a submeter a concepção do projeto conceitual em termos de otimização da manufatura e rede de fornecedores. Pois o que se analisa nas empresas é o fato de elas não considerarem as dificuldades de fabricação ou montagem apresentadas pelos seus fornecedores. A Figura 29 apresenta os passos sugeridos nessa fase.

Figura 29: Detalhamento da fase 4: Melhoria do Projeto

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
1	Definição da estratégia e pontos que obrigatoriamente devem ser melhorados	Objetivos ou entregáveis da "Fase 3" Plano estratégico; Plano de Marketing;	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Planejamento Estratégico; Brainstorm; QFD; PDCA;DFMA
2	Definição de pontos que podem ser melhorados	Objetivos ou entregáveis da "Fase 3" Plano estratégico; Plano de Marketing;	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Planejamento Estratégico; Brainstorm; QFD; PDCA;DFMA
3	Elaboração do plano para bloqueio das ações identificadas	Objetivos ou entregáveis passos 1 e 2	Negócio / Qualidade / Custo / Entrega	5W2H1G; Cronograma; Orçamento
NÃO ? SIM	O plano de ação apresentado irá garantir uma maior eficiência para manufatura do produto?			
4	Monitoramento e revisão do cronograma e orçamento final	Resultado do plano de ação realizado no passo 3	Negócio / Qualidade / Custo / Entrega	Cartas de controle; Reuniões de acompanhamento; Cronograma. Gráfico de Gantt.
NÃO ? SIM	As ações definidas no plano de ação, atingiram os entregáveis desejados?			
5	Detalhamento do Projeto			

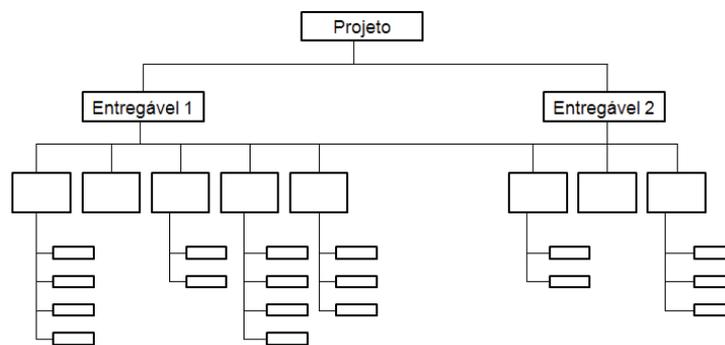
Fonte: Autor.

Para um melhor aproveitamento do método apresentado, o Apêndice A apresenta um modelo de *check-list* que guiará os projetistas com orientações para otimizar o processo de fabricação e montagem baseadas nos conceitos do DFMA.

4.3.2.4 Projeto Detalhado

A fase de detalhamento do projeto encerra a macrofase de elaboração do projeto do produto e se dá após o encerramento dos testes realizados, das análises e confecções de protótipos. Após a conclusão de todas as fases anteriores, encerra-se o desenvolvimento do projeto, iniciando-se seu detalhamento. Aqui se deve abrir a EAP do produto, detalhando cada grupo ou família até chegar ao item propriamente dito, como mostrado na Figura 30.

Figura 30: *Work Breakdown Structure* (WBS) ou estrutura analítica do projeto (EAP)



Fonte: Terribili Filho (2011).

Nessa fase também devem ser confeccionados os controles necessários à produção, à qualidade, às especificações de matéria-prima, além de confirmar a viabilidade do projeto. A representação dessa fase apresentada pela Figura 31

Figura 31: Detalhamento da fase 5: Projeto Detalhado

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
1	Detalhamento do projeto	Entregáveis da "Fase 4" Conclusões do produto; Normas, legislação, etc.	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade / Marketing	Ferramentas de desenho CAD / DXF; Softwares; Planilhas eletrônicas
2	Treinamento	Material confeccionado no passo 1	Cientes / Produto / Qualidade	Treinamento presencial / on line; Reuniões, reciclagens, etc.
3	Execução	Vendas e Manufatura	Cientes / Produto / Qualidade	Controles de produção; Controles de desempenho no campo/cliente.

Fonte: Autor.

4.3.3 Macrofase de Implementação

A macrofase de implementação é responsável pelo encerramento do processo de desenvolvimento de projeto propriamente dito. Ela se caracteriza pelo início de produção do lote piloto através da implementação do plano de produção e do encerramento do projeto. Subdivide-se em três fases: preparação da produção, controle da produção e encerramento do projeto, que serão apresentadas na sequência.

4.3.3.1 Preparação da Produção

Nessa etapa de preparação da produção se dá o *startup*, ou seja, o início da produção. Trata-se do primeiro lote do produto, no qual deve ser avaliada as questões relativas à produção, como documentação de montagem, ferramentas a serem utilizadas e parâmetros de qualidade e segurança observados. O mecanismo dessa fase é representado pela Figura 32.

Figura 32: Detalhamento da fase 6: Preparação da Produção

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
	Comparação dos resultados	Entregáveis da "Fase 5" Desempenho do produto na manufatura.	Negócio / Qualidade / Custo / Entrega	Gráficos de Pareto, cartas de controle, histogramas, FMEA, PDCA
	<p>Todas as ações satisfazem os requisitos do projeto? Verificação da continuidade ou não do problema (se apresentado)</p>			
	<p>Controle da Produção</p>			

Fonte: Autor.

Encerrando essa fase, se dá o lançamento do produto, etapa responsável pela divulgação do produto no mercado através do plano de marketing de modo a atingir o público consumidor esperado.

4.3.3.2 Controle da Produção

Fase que caracteriza o encerramento do projeto, testes finais junto ao cliente final, monitorando sua efetivação, verificando a ocorrência de acidentes, quebras entre outros. Aqui é efetivada a padronização de todas as ações desenvolvidas simultaneamente durante todo o período do desenvolvimento do projeto do produto, como representa a Figura 33.

Figura 33: Detalhamento da fase 7: Controle da Produção

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
1	Definição ou alteração do padrão	Objetivos ou entregáveis das fases 5 e 6	Negócio / Cliente Produto / Manufatura / Qualidade / Marketing	FMEA / PDCA / Planilhas e editores de textos / Treinamentos
2	Comunicação	Objetivos ou entregáveis do passo 1	Produto / Manufatura / Qualidade / Pós vendas	Comunicados, circulares, reuniões, murais, etc.
3	Educação e Treinamento		Produto / Manufatura / Qualidade / Pós vendas	Palestras / Treinamentos / Vídeos / Manuais
4	Acompanhamento do uso do padrão	Objetivos ou entregáveis do passo 3	Produto / Manufatura / Qualidade / Pós vendas	PDCA / auditorias / cartas de controle / memorandos

Fonte: Autor

4.3.3.3 Encerramento do Projeto

Essa fase é caracterizada pelo acompanhamento e monitoramento do produto até o final do seu ciclo, levando sugestões de melhorias e correções para novas análises. Nessa etapa também se documentam os passos realizados para que fiquem registrados na empresa, servindo como base de informações para novos projetos, como representa a Figura 34.

Figura 34: Detalhamento da fase 8: Encerramento do Projeto

Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas
1	Reflexão	PDP	Novos projetos	Brainstorm / Relatórios / Planilhas

Fonte: Autor.

Encerrando esse capítulo, faz-se a avaliação da proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras em comparação ao modelo de PDP, que, uma vez apresentado, faz-se as considerações de sua aplicação em comparação ao modelo de gerenciamento de projetos apresentado por uma das empresas estudadas, sendo uma breve comparação apresentada no Quadro 4:

Quadro 4: Comparativo entre a proposta apresentada e o PDP de uma das empresas estudadas

EMPRESA ESTUDADA	GUIA DE GERENCIAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PARA INDÚSTRIA MONTADORA
Sugestões de melhoria após o lançamento do produto	Sugestões de melhoria durante o desenvolvimento do projeto do produto
Melhoria na macrofase de implementação	Melhoria na macrofase de elaboração do projeto
Solicitação de melhorias através dos montadores, operadores ou clientes	Solicitações de melhorias através da diretoria ou time de PDP
PDP setorial (desenvolvido individualmente)	PDP desenvolvimento por equipes multidisciplinares
Grande tempo para desenvolvimento (até 60 semanas)	Período menor para o desenvolvimento de projetos.
Soluções reativas	Soluções proativas

Fonte:Autor.

A relevância das questões referentes à manufatura e ao seu melhoramento, no PDP da empresa estudada encontra-se na macrofase de implementação, após o produto ter sido produzido e comercializado, cujas principais entradas são as solicitações de melhoria originadas da manufatura, por dificuldades enfrentadas pelos montadores em geral e reclamações de clientes. Já a proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras apresenta como solução para essas questões reativas, a fase chamada de “melhoramento do projeto”, ainda na macrofase de elaboração do projeto de produto, de forma a antever essas solicitações através da formação de um time multidisciplinar, que irá discutir esses tópicos e aplicar as devidas soluções durante a fase de desenvolvimento do projeto.

Uma outra comparação entre os modelos apresentados é referente ao tempo do desenvolvimento do projeto do produto, sendo que no modelo apresentado pela empresa, o

tempo necessário para concluir o PDP é de 60 semanas. Essa necessidade de um período longo para desenvolvimento de um novo produto se dá pelo fato da não utilização dos conceitos de engenharia simultânea, conceitos amplamente utilizados pelo guia proposto. Essa informação é obtida pela análise do gráfico de Gantt, Anexo C, que mostra o cronograma das atividades, as quais não ocorrem simultaneamente.

Além do elevado período necessário, a não simultaneidade no desenvolvimento do produto afasta a possibilidade de pensar na manufatura do produto ainda na fase de desenvolvimento do projeto. E esse é o ponto fundamental para sucesso da aplicação de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras, que tem como característica antecipar os prováveis problemas e assim otimizar os recursos necessários para a manufatura.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Este trabalho foi proposto com o objetivo de reunir informações sobre como empresas do estado buscam otimizar os recursos para a manufatura a partir do processo de desenvolvimento de produtos. Uma vez reunidas essas informações, deveria estudar os fundamentos, as técnicas e os métodos, através de uma revisão bibliográfica de metodologias que busquem otimizar os recursos das empresas, melhorando, assim, o seu desempenho. Após essa revisão, deveria apresentar a proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras. E, finalizando esse estudo, deveria avaliar o guia apresentado, comparando-o com o modo de gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos de uma das empresas estudadas.

Com esse intuito, o estudo apresentado aqui reuniu essas informações, referentes à forma como algumas empresas localizadas no Rio Grande do Sul investiam seus recursos para otimização da manufatura durante as fases iniciais de desenvolvimento de projeto de produto. Fato esse que explicou a falta de competitividade dessas empresas, expondo suas ineficiências de fabricação e montagem de seus produtos.

Para dar um maior embasamento nessas observações foi realizada a revisão bibliográfica, a qual contribuiu significativamente para enfatizar esses questionamentos. Uma vez levantadas as hipóteses foram pesquisados os métodos e as ferramentas que poderiam auxiliar os projetistas a pensarem na manufatura ainda no momento da criação do produto, de forma proativa, e não somente após seu lançamento ou encerramento do projeto. Nessa etapa, pode-se afirmar que as metodologias revistas foram de fundamental importância para a formatação da proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras, com destaque para o gerenciamento de projetos, PDP, engenharia simultânea, DFMA e PDCA.

Após o entendimento das empresas apresentadas, em destaque a que teve o seu PDP apresentado, aliado à revisão dos conceitos e métodos pesquisados, permitiu-se o desdobramento desse estudo e a apresentação da proposta de um guia de gerenciamento de desenvolvimento de produtos para indústrias montadoras.

Após a sua definição, pode-se fazer uma comparação entre o guia apresentado como o PDP a ser seguido por empresas que devam otimizar os seus processos produtivos, em fases de desenvolvimento de produto, com o PDP de uma das empresas estudadas, o que mostrou

objetivamente a diferença no período no qual efetivamente são consideradas questões relativas às melhorias da manufatura. Sintetizando as conclusões acerca dos PDP apresentados, o guia desenvolvido sugere que essas considerações sejam realizadas na fase de melhoramento do projeto, dentro da macrofase de desenvolvimento de projetos. Já o PDP estudado mostrou que esses cuidados são dados após o lançamento do produto, tendo como solicitação de melhoria as intervenções do pessoal da manufatura, devido a algum problema apresentado ou pelos próprios clientes. Essa diferença em pensar proativamente ou reativamente sobre os problemas causados durante a manufatura de produtos representa toda a diferença entre a competitividade, eficácia e sobrevivência das empresas.

Por essas razões conclui-se que o modelo apresentado pode servir como um guia a ser seguido por projetistas, pois fornece evidências que provocarão os envolvidos no processo do desenvolvimento do produto a pensarem em melhores soluções de montagem, fabricação e manufatura de seus produtos, a fim de aumentar a competitividade da empresa.

Sugere-se aqui que para a sua continuação e aprimoramento, o mesmo seja aplicado em diferentes tipos de empresas, também montadoras tendo em vista que o modelo proposto foi baseado em técnicas e ferramentas que visam otimizar a montagem de produtos, bem como o seu fundamento englobou montadoras conceituadas. Por esta razão destacam-se a seguir algumas recomendações e sugestões futuras:

- a) Aplicar a ferramenta proposta, comparando o modo atual e o modelo proposto;
- b) Verificar se é possível a sua aplicação em diferentes indústrias e setores;
- c) Submeter a avaliações por profissionais dessa área do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG, 2006.
- ANDERSON, D.M. **Design for Manufacturability and Concurrent Engineering**. Cambria: CIM Press, 2006.
- BACK, Nelson et alli. **Projeto integrado de produtos: Planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.
- BARBOSA, G.F. **Aplicação da metodologia DFMA – Design for Manufacturing and Design for Assembly no projeto e fabricação de aeronaves**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. São Carlos, EESC – USP, 2007.
- BRASIL, A. D. **Conhecimento e uso de metodologias de desenvolvimento de produtos: uma pesquisa envolvendo 30 empresas situadas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, agosto de 1997.
- BELAY, Alemu M. et alli. Effects of Quality Management Practices and Concurrent Engineering in Business Performance. **International Journal of Business and Management**, 2011. Disponível em: <<http://journal.ccsenet.org/index.php/ijbm/article/view/File/9692/6945>>. Acesso em: 8 jan. 2013.
- CAMPOS, V. Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Nova Lima: INDG, 2013.
- _____. **O verdadeiro poder**. Nova Lima: INDG, 2009.
- _____. **TQC: Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. 8. ed. Nova Lima: INDG, 2004.
- _____. **Qualidade total: Padronização de empresas**. ed. Nova Lima: INDG, 2004.
- CARNEVALLI, J.A. et alli. Uma investigação sobre os benefícios dificuldades na adoção da modularidade em uma montadora de automóveis. **Revista Produto & Produção**, V 12, n1, p. 60-90, 2011.
- CARVALHO, C. E. B. **Proposta de um modelo de gestão de serviços baseado em requisitos de qualidade demandada: um estudo na construção civil**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, PPGEPS – PUC-PR, 2012.
- CAUCHICK, P.A. et alli. O papel do FMEA no processo de tomada de decisão em desenvolvimento de novos produtos: estudo em uma empresa automotiva. **Revista Produto & Produção**, V. 9, n. 2, p. 106-119, 2008.

COMIL ÔNIBUS S.A. Disponível em URL: <www.comilonibus.com.br>. Acesso em: 20 mar. 2014.

CUNHA, Gilberto Dias da. A Evolução dos Modos de Gestão do Desenvolvimento de Produtos. **Revista Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, 2008.

FILHO, A. T. **Gerenciamento de Projetos em Sete Passos. Uma abordagem prática**. São Paulo: MBooks, 2011.

GIACOMIN, M.L. **Apoio à decisão para implantação de ferramentas de projetos no processo de desenvolvimento de produtos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Florianópolis, PPGEM – UFSC, 2007.

GUITMAN, L.J. **Princípios da Administração Financeira**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.

GUERRA IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS. Disponível em: <www.guerra.com.br>. Acesso em: 20 nov. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação nacional da atividade econômica – versão 2.0**. Disponível em: <http://www.cnae.ibge.gov.br/estrutura.asp?TabelaBusca=CNAE_200@CNAE%202.1>. Acesso em: 15 maio 2014.

_____. **Índice de preço ao produtor**. Disponível em: <<http://www.ipp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

LAUDARES, P. **Gestão estratégica o caminho para a transformação**. Nova Lima: INDG, 2008.

LIKER, J.K. **The Toyota Way**. New York, MacGraw Hill, 2004.

LINDEMANN, U. **Methods are networks of methods**. International Conference on Engineering Design – ICED 03, Stockholm, p. 19-21, August 2003. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/scholar?q=Lindemann+2003+methods+are+network+of+methods&btnG=&hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2001&as_yhi=2003>. Acesso em: 20 maio 2014.

MELLO, Carlos H. P. et alli. Projeto conceitual de componentes de um forno industrial por meio da integração entre a engenharia reversa e o DFMA. **Gestão e Produção**, V. 17, n. 3, p. 497-511, 2010.

OLIVEIRA, C.A. **Inovação, da tecnologia, do produto e do processo**. Nova Lima: INDG 2010.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a Systematic Approach**. Berlin: Springer Verlag, 1996.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**, 2008.

_____. **Benchmarking em Gerenciamento de Projetos Brasil**, 2010. Disponível em: <<http://www.pmsurvey.or>>. Acesso em: 21 set. 2012.

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

_____. **Desenvolvimento de máquinas agrícolas: Planejamento, Projeto e Produção**. São Paulo: Blucher 2013.

ROZENFELD, H; FORCELLINI, F. AMARAL, D.C; TOLEDO, J; ALLIPRANDINI, D. SILVA, S.L. e SCALICE, R. **Gestão de Desenvolvimento de Produto: uma referência para Melhoria de processos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SALES, O.P. **Método híbrido de desenvolvimento de produto: um estudo de caso baseado nos Modelos Funil e Stage Gate**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, PPGEPS – PUC-PR, 2013.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Check-List Aplicação DFMA

Check-List DFMA: Pontos a ser observados para otimizar o processo de manufatura	Sim	Não	Meta %	Realizado %
a.1 – Estratégias de montagem:				
▪ Eliminar problemas de usos passados ou atuais relacionados ao produto;				
▪ Desenvolver projetos com fácil fabricação, processos e montagem;				
▪ Minimizar tolerâncias exageradas;				
▪ Assegurar a não obstrução de acessos a ferramentas e componentes;				
▪ Garantir independência entre as partes, facilitando eventuais remoções;				
▪ Ordenar a montagem de peças com maior duração sejam montadas antes e peças suscetíveis ao desgaste;				
▪ Permitir que novas peças possam ser adicionadas facilmente;				
▪ Assegurar que a vida do produto possa se estender a novos conceitos;				
▪ Maximizar uso de módulos e pré-conjuntos, o mesmo para conjuntos que necessitem ser comprados.				
a.2 – Agilidade e velocidade de montagem:				
▪ Usar o menor número possível de grampos e fixadores;				
▪ Usar poucos fixadores grandes ao invés de muitos fixadores pequenos;				
▪ Maximizar o uso de fixadores padronizados;				
▪ Minimizar o uso de porcas;				
▪ Considerar dispositivos fixos sempre que possível;				
▪ Dar preferência por montagem de cima para baixo, com auxílio da força da gravidade;				
▪ Usar fixadores (parafusos, rebites, porcas) com a mesma geometria e diâmetro;				
▪ Evitar o uso de arruelas e arruelas autotravantes em separado;				
▪ Evitar o uso de parafusos de fenda;				
▪ Usar sempre que aplicável o uso de parafusos autotravantes e autobrocantes;				
▪ Eliminar uso de fixadores que necessitem de combinação de peças;				
▪ Usar encaixes e fixadores do tipo engate rápido;				
▪ Projetar prevendo uma maior tolerância de fabricação e montagem.				
a.3 – Montagem de partes móveis:				
▪ Projetar para uma montagem fácil e que assegure alinhamento das partes móveis a serem montadas;				
▪ Evitar que os produtos necessitem de ajustes, ou correções, desde que não seja uma exigência dos clientes;				
▪ Se ajustes forem necessários, assegurar que possam ser realizados independentes e de maneira simples;				
▪ Eliminar ou simplificar o processo de calibração na montagem;				
▪ Projetar para que testes e certificações sejam realizados nos módulos ou peças, não no conjunto montado;				
▪ Minimizar o uso de fios e cabos elétricos bem como padronizar o tipo e dimensão dos fios a serem usados;				
a.4 – Testes, ajustes e certificações:				
▪ Submontagens e módulos devem estar estruturados para permitir inspeções independentes;				
▪ Assegurar instrumentos padrões para aferição;				
▪ Instrumentos de medição devem possuir um acesso apropriado;				
▪ Minimizar necessidade de teste e ajustes;				
▪ Todo teste deve prover um diagnóstico que minimize o tempo de reparo;				
▪ Projetar com qualidade (diferente de inspecionar com qualidade).				
a.5 – Manutenção e reparos:				
▪ Providenciar um consistente método para ser capaz de diagnosticar eventuais problemas;				
▪ Ter certeza que a maioria das tarefas de manutenção ou reparos possam ser realizadas facilmente;				
▪ Garantir que as tarefas de reparo/manutenção necessitem de poucas ferramentas;				
▪ Use dispositivos de rápida conexão e desconexão;				
▪ Garantir uma fácil e barata reposição de peças;				
▪ Se possível usar peças suscetíveis a manutenção periódica posicionadas sobressalente ou externamente;				
▪ Usar produtos ou subprodutos modulares de modo que sua reposição possa ser feita modularmente;				
▪ Garantir que módulos possam ser testados, inspecionados e ajustados no conjunto como um todo;				
▪ O produto deve prever possíveis incidentes de modo a prevenir partes sensíveis a acidentes;				
▪ Garantir a fácil remoção de peças danificadas ou que preventivamente devam ser substituídas;				
▪ Proteger sistemas com fusíveis e outros dispositivos de prevenção de sobrecarga;				
▪ Garantir acesso fácil a módulos ou subconjuntos por meio de portas ou painéis;				
▪ Usar conexões de rápida montagem e de fácil desconexão bem como evitar acessos cobertos ou sobrepostos;				
▪ Garantir que reparos e manutenção necessários não coloquem em perigo nenhum trabalhador;				
▪ Garantir que peças e sub conjuntos sejam facilmente reposicionadas após a sua remoção para manutenção.				
a.6 – Referências de projeto para manutenção:				
▪ Projetar produtos para o mínimo de manutenção;				
▪ Projetar produtos com capacidade de se autocorriger;				
▪ Projetar produtos com capacidade de realizar auto diagnósticos;				
▪ Projetar dispositivos e sensores para auxiliar na manutenção preventiva;				
▪ Incluir dispositivos e sensores de alerta para prevenção de quebras e panes;				

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE A – Check-List Aplicação DFMA (continuação)

Check-List DFMA: Pontos a ser observados para otimizar o processo de manufatura	Sim	Não	Meta %	Realizado %
b.1 – Projeto de peças:				
▪ Respeitar as especificações de projeto e dos processos a serem envolvidos para a construção das peças;				
▪ Evitar peças espelhadas ou com lado direito e esquerdo, consolidando peças similares e únicas;				
▪ Projetar peças simétricas, se não for possível garantir que as mesmas sejam completamente assimétricas;				
▪ Projetar peças para facilitar a fixação;				
▪ Minimizar a necessidade de ferramentas;				
▪ Deixar claro a diferença entre peças;				
▪ Especificar tolerância ótima, diferente de tolerância extremamente justas;				
▪ Garantir o padrão de qualidade exigido das peças em cada parte do processo;				
b.2 – Fabricação de peças:				
▪ Escolher o melhor processo de fabricação, cuidar dimensões de fabricação muito grande;				
▪ Projetar para um rápido e seguro sistema de fixação de ferramentas e das peças a serem fabricadas;				
▪ Usar dimensões e matéria prima padrões sempre que possível;				
▪ Projetar peças para serem fabricadas com um único setup ou única troca de ferramenta;				
▪ Minimizar ou padronizar o uso de ferramentas de corte para peças usinadas;				
▪ Priorizar o uso de ferramentas, matéria prima, peças, fixadores, etc. De uso comercial;				
▪ Escolher materiais que possam minimizar o custo das peças e assim do produto;				
▪ Projetar peças para uma rápida fabricação, alta qualidade e baixo custo;				
▪ Projetar e utilizar dispositivos e fixadores versáteis;				
▪ Evitar projetos com cortes interrompidos ou com conicidade muito complexa que causem vibrações;				
▪ Evitar a utilização de superfícies e geometrias complexa que dificultem a fabricação;				
▪ Relacionar e mensurar a importância e a interferência causada pela determinação da tolerância.				
b.3 – Padronização:				
▪ Usar peças padrões;				
▪ Projetar dispositivos e recursos padronizados;				
▪ Minimizar o número e tipo de peças e componentes;				
▪ Minimizar o número e variabilidade de ferramentas;				
▪ Maximizar o uso de materiais padrões e lineares;				
▪ Viabilizar o uso de materiais pré-acabados ou pré-fabricados;				
▪ Combinar componentes diversões em uma única peça;				
▪ Pré-definir critérios que impeçam a combinação de vários componentes;				
b.4 – Projetar para automação:				
▪ Projetar produtos no qual as peças sejam montadas em baixo;				
▪ Evitar o uso de vários planos (dimensões) para montagem;				
▪ Projetar e selecionar peças orientadas para a automação e fácil manutenção;				
▪ Usar peças e componentes que possam ser montados em simultaneidade;				
▪ Projetar peças que possam ser transportadas facilmente;				
▪ Projetar peças que não danifiquem umas às outras quando transportadas ou manuseadas;				

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE B – Planejamento do Projeto

Fase 1: Planejamento do Projeto								
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável Não Sim	Ganho %	
<pre> graph LR 1((1)) --> 2((2)) 2 --> 3((3)) 3 --> 4((4)) 4 --> 5((5)) </pre>	Identificação do Problema	Diretrizes gerais do Planejamento Estratégico; Tendências de mercado;	Negócio; Mercado; Produto / Stakeholders.	Diretrizes gerais e indicadores do planejamento estratégico	Aumento do faturamento; Aumento da Lucratividade / Rentabilidade; Resposta a mudanças de mercado.			
	Histórico do Problema	Requisitos dos clientes; Avaliação dos concorrentes.	Negócio; Mercado;	QFD; EAV; PDCA; Entrevistas; Brainstorm.	Melhoria na qualidade / design do produto; Otimização dos recursos da organização.			
	Mostrar Perdas e Ganhos	Índice de satisfação de clientes; Mercado; Itens / Produtos Obsoletos; Desenvolvimento constante de fornecedores	Negócio; Mercado; Produto / Stakeholders.	Gráficos de acompanhamento que sejam capaz de mostrar: Quanto está perdendo? Quanto é possível ganhar?	Aumentar os ganhos?			
	Análise	Planejamento estratégico; Mercado; Novas tecnologias Clientes Concorrentes Viabilidade Preço / Custos	Negócio; Mercado; Produto / Stakeholders.	Pesquisa de mercado; Análise de Pareto; EAV; QFD; PDCA; Benchmarking; Preço e Custo Alvo; Indicadores de pós venda;	Definir o "escopo" do projeto. Qual vai ser o objetivo esperado com o desenvolvimento do projeto? Nota: Não há a necessidade aqui de buscar as causas.			
	Nomear Responsáveis e Prazos	Objetivos/Entregáveis dos passos 1,2,3 e 4	Negócio / Mercado / Stakeholders	5W2HIG	Nomear a pessoa responsável (pessoa física); Definir os prazos e cronograma.			

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE C – Projeto Informacional

Fase 2: Projeto Informacional						
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável Sim Não Ganho %
<pre> graph LR 1((1)) --> 2((2)) 2 --> 3((3)) </pre>	Observação: Descoberta das características do projeto através da coleta de dados.	Objetivos / Entregáveis da "Fase 1"	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura.	Análise Pareto (estratificação/folha de verificação/gráfico de Pareto) 5 por quês; Diagrama de Ishikawa	Observações relativo ao tempo/sazonalidade; Observações de espaço: onde e como será utilizado; Tipo de material aplicado x função esperada; Investigar possíveis anomalias e suas causas; Formação time multidisciplinar; Reuniões periódicas de acompanhamento; Monitoramento do mercado (marketing)	
	Descoberta das características desejáveis	Avaliação do escopo do projeto	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura.	Análise no local da ocorrência com as pessoas envolvidas (clientes, usuários, concorrentes)	Considerações iniciais de influencia na manufatura; Estudo de capacidade de fornecedores; Informações de sustentabilidade	
	Esboço de cronograma, orçamento e meta	Plano estratégico / Escopo	Custo; Qualidade; Entrega e Manufatura	Gráfico Gantt; Planilhas eletrônicas.	Estimativa de prazo (cronograma) Custo meta do produto Definir Meta: qualidade / custo / entrega do produto	

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE D – Projeto Conceitual

Fase 3: Projeto Conceitual							
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável Sim Não	Ganho %
	Definição dos conceitos relevantes ao desenvolvimento do projeto	Objetivos ou Entregáveis da "Fase 2" Escopo do Projeto	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Brainstorm (envolvendo pessoas de diferentes áreas dentro da empresa); 5 por quês; Diagrama de Ishikawa;	O projeto irá atender ao prazo definido? O projeto irá atender aos custos definidos? Atende aos anseios de qualidade exigidos pelo cliente? Quais as causas/consequências desse projeto? Quais os efeitos dessas ações? Aspectos de maior importância? Pontos críticos Fabricação interna ou terceirização? Pode ser apresentado mais de um leilante do projeto? Existe alternativas para esse leilante? Qual opção se melhor encaixa ao primeiro passo?		
	Definição dos conceitos mais prováveis/críticos	Definições da diretoria / planejamento estratégico; Requisitos indispensáveis (clientes, legislação, normas) Efeitos apontados para as prováveis causas levantadas no passo anterior.	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Brainstorm (envolvendo pessoas de diferentes áreas dentro da empresa); 5 por quês; Diagrama de Ishikawa; FMEA	Informações obtidas em campo/cliente? Análise encima da causa raiz? Atende ao escopo do projeto?		
	Análise dos conceitos mais prováveis/críticos	Entregáveis do passo 2	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Ferramenta de coleta de dados; QFD, PDCA. Análise dos dados; 5W2HIG			

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE E – Melhoria do Projeto

Fase 4: Melhoria do Projeto							
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável	
						Não Sim	
							Ganho %
1	Definição da estratégia e pontos que obrigatoriamente devem ser melhorados	Objetivos ou entregáveis da "Fase 3" Plano estratégico; Plano de Marketing;	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Planejamento Estratégico; Brainstorm; QFD; PDCA; DFMA	Irà melhorar a qualidade? As sugestões irão reduzir o custo? Reduz a quantidade de componentes/códigos? Aumenta a quantidade de sub conjuntos? Melhora a fabricação e manufatura		
2	Definição de pontos que podem ser melhorados	Objetivos ou entregáveis da "Fase 3" Plano estratégico; Plano de Marketing;	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade	Planejamento Estratégico; Brainstorm; QFD; PDCA; DFMA	Irà melhorar a qualidade? As sugestões irão reduzir o custo? Reduz a quantidade de componentes/códigos? Aumenta a quantidade de sub conjuntos? Melhora a fabricação e manufatura		
3	Elaboração do plano para bloqueio das ações identificadas	Objetivos ou entregáveis passos 1 e 2	Negócio / Qualidade / Custo / Entrega	5W2HIG; Cronograma; Orçamento	O que será feito (What)? Quando será feito (When)? Quem "pessoa física", o fará (Who)? Onde será feito (Where)? Por que será feito (Why)? Como será feito (How)? Quanto será investido (How much)? Qual a META? Quais os ganhos (Gains)?		
NÃO					Essa etapa deve ser concluída de modo à atender os requisitos do negocio / empresa, em otimizar os recursos necessários para fabricar e manufaturar os produtos desenvolvidos. Melhorar a qualidade do produto		
4	Monitoramento e revisão do cronograma e orçamento final	Resultado do plano de ação realizado no passo 3	Negócio / Qualidade / Custo / Entrega	Cartas de controle; Reuniões de acompanhamento; Cronograma. Gráfico de Gantt.	As ações melhoriam reduzem custos? As ações melhoriam otimizam a fabricação? As ações de melhoria otimizam a montagem? As ações de melhoria refletiram no negócio? Os custos foram reduzidos? A fabricação foi otimizada? A montagem foi otimizada? Houve ganhos para a empresa?		
NÃO							
5		As ações definidas no plano de ação, atingiram os entregáveis desejados?					
Detalhamento do Projeto							

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE F – Projeto Detalhado

Fase 5: Projeto Detalhado							
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável	Ganho %
						Não	Sim
1	Detalhamento do projeto	Entregáveis da "Fase 4" Conclusões do produto; Normas, legislação, etc.	Negócio; Mercado / Stakeholders; Produto / Manufatura / Qualidade / Marketing	Ferramentas de desenho CAD / DXF; Softwares; Planilhas eletrônicas	Desenhos do produto; Desenhos de produto / peças; Instruções (qualidade, montagem, uso); Manuais e publicações		
2	Treinamento	Material confeccionado no passo 1	Clientes / Produto / Qualidade	Treinamento presencial / on line; Reuniões, reciclagens, etc.	Certificar que todos os envolvidos na fabricação e comercialização do produto entenderam claramente as observações e medidas propostas.		
3	Execução	Vendas e Manufatura	Clientes / Produto / Qualidade	Controles de produção; Controles de desempenho no campo/cliente.	Certificar que todas ações estejam ocorrendo na empresa e no cliente.		

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE G – Preparação da Produção

Fase 6: Preparação da Produção								
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável	Ganho %	
						Não	Sim	
	<p>Comparação dos resultados</p>	<p>Entregáveis da "Fase 5" Desempenho do produto na manufatura.</p>	<p>Negócio / Qualidade / Custo / Entrega</p>	<p>Gráficos de Pareto, cartas de controle, histogramas, FMEA, PDCA</p>	<p>O processo de manufatura esta como o projetado? A qualidade esta de acordo com o projetado? As aquisições estão de acordo com o projetado? Reduziu os recursos necessários para manufatura?</p>			
<p>Todas as ações satisfazem os requisitos do projeto? Verificação da continuidade ou não do problema (se apresentado)</p>								
<p>Controle da Produção</p>								

Fonte: Autor, 2014

APÊNDICE H – Controle de Produção e Encerramento do Projeto

Fase 7: Controle da Produção							
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável Não Sim	Ganho %
	Definição ou alteração do padrão	Objetivos ou entregáveis das fases 5 e 6	Negócio / Cliente Produto / Manufatura / Qualidade / Marketing	FMEA / PDCA / Planilhas e editores de textos / Treinamentos	Definir o padrão de manufatura; Definir o padrão de qualidade; Monitorar todo o processo (manufatura/cliente)?		
	Comunicação	Objetivos ou entregáveis do passo 1	Produto / Manufatura / Qualidade / Pós vendas	Comunicados, circulares, reuniões, murais, etc.	Evitar confusões e desencontros; Difundir o rigor e a forma de verificação do padrão.		
	Educação e Treinamento		Produto / Manufatura / Qualidade / Pós vendas	Palestras / Treinamentos / Vídeos / Manuais	Garantir que o padrão alcance a todos; Certificar que todos estão aptos a executar as tarefas.		
	Acompanhamento do uso do padrão	Objetivos ou entregáveis do passo 3	Produto / Manufatura / Qualidade / Pós vendas	PDCA / auditorias / cartas de controle / memorandos	Gerenciar o risco da alteração do projeto; Monitorar periodicamente o desempenho do produto.		
Fase 8: Encerramento							
Fluxograma	Tarefas	Entradas	Ações Estratégicas	Ferramentas	Objetivos / Entregáveis (recomendações de projeto)	Aplicável Não Sim	Ganho %
	Reflexão	PDP	Novos projetos	Brainstorm / Relatórios / Planilhas	Aspectos referente ao cronograma e custos;		
					Identificação de problemas (causas e efeito);		
					Houve participação efetiva do time multidisciplinar?		
					O grupo era o melhor?		
					As reuniões eram produtivas?		
Houve algum problema em alguma reunião?							
As tarefas foram distribuídas adequadamente?							
Considerações sobre o escopo x produto final.							

Fonte: Autor, 2014

ANEXO

Anexo A – Estrutura Detalhada da CNAE

52  IBGEClassificação Nacional de Atividades Econômicas - Versão 2.0
Estrutura da CNAE 2.0

2.2 - Estrutura detalhada da CNAE 2.0: Códigos e denominações

(continuação)

Seção	Divisão	Grupo	Classe	Denominação
		24.3		Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura
			24.31-8	Produção de tubos de aço com costura
			24.39-3	Produção de outros tubos de ferro e aço
		24.4		Metalurgia dos metais não-ferrosos
			24.41-5	Metalurgia do alumínio e suas ligas
			24.42-3	Metalurgia dos metais preciosos
			24.43-1	Metalurgia do cobre
			24.49-1	Metalurgia dos metais não-ferrosos e suas ligas não especificados anteriormente
		24.5		Fundição
			24.51-2	Fundição de ferro e aço
			24.52-1	Fundição de metais não-ferrosos e suas ligas
	25			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
		25.1		Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada
			25.11-0	Fabricação de estruturas metálicas
			25.12-8	Fabricação de esquadrias de metal
			25.13-6	Fabricação de obras de caldeiraria pesada
		25.2		Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras
			25.21-7	Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central
			25.22-5	Fabricação de caldeiras geradoras de vapor, exceto para aquecimento central e para veículos
		25.3		Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais
			25.31-4	Produção de forjados de aço e de metais não-ferrosos e suas ligas
			25.32-2	Produção de artefatos estampados de metal; metalurgia do pó
			25.39-0	Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais
		25.4		Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas
			25.41-1	Fabricação de artigos de cutelaria
			25.42-0	Fabricação de artigos de serralheria, exceto esquadrias
			25.43-8	Fabricação de ferramentas
		25.5		Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições
			25.50-1	Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições
		25.9		Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente
			25.91-8	Fabricação de embalagens metálicas
			25.92-6	Fabricação de produtos de trefilados de metal
			25.93-4	Fabricação de artigos de metal para uso doméstico e pessoal
			25.99-3	Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente
	26			FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS
		26.1		Fabricação de componentes eletrônicos
			26.10-8	Fabricação de componentes eletrônicos
		26.2		Fabricação de equipamentos de informática e periféricos
			26.21-3	Fabricação de equipamentos de informática
			26.22-1	Fabricação de periféricos para equipamentos de informática

Fonte: IBGE, 2013

Anexo A – Estrutura Detalhada da CNAE (continuação)

Classificação Nacional de Atividades Econômicas - Versão 2.0
Estrutura da CNAE 2.0

IBGE 55

2.2 - Estrutura detalhada da CNAE 2.0: Códigos e denominações

(continuação)

Seção	Divisão	Grupo	Classe	Denominação
		29.2		Fabricação de caminhões e ônibus
			29.20-4	Fabricação de caminhões e ônibus
		29.3		Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores
			29.30-1	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores
		29.4		Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores
			29.41-7	Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor de veículos automotores
			29.42-5	Fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão de veículos automotores
			29.43-3	Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios de veículos automotores
			29.44-1	Fabricação de peças e acessórios para o sistema de direção e suspensão de veículos automotores
			29.45-0	Fabricação de material elétrico e eletrônico para veículos automotores, exceto baterias
			29.49-2	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores não especificados anteriormente
		29.5		Recondicionamento e recuperação de motores para veículos automotores
			29.50-6	Recondicionamento e recuperação de motores para veículos automotores
30				FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES
		30.1		Construção de embarcações
			30.11-3	Construção de embarcações e estruturas flutuantes
			30.12-1	Construção de embarcações para esporte e lazer
		30.3		Fabricação de veículos ferroviários
			30.31-8	Fabricação de locomotivas, vagões e outros materiais rodantes
			30.32-6	Fabricação de peças e acessórios para veículos ferroviários
		30.4		Fabricação de aeronaves
			30.41-5	Fabricação de aeronaves
			30.42-3	Fabricação de turbinas, motores e outros componentes e peças para aeronaves
		30.5		Fabricação de veículos militares de combate
			30.50-4	Fabricação de veículos militares de combate
		30.9		Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente
			30.91-1	Fabricação de motocicletas
			30.92-0	Fabricação de bicicletas e triciclos não-motorizados
			30.99-7	Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente
31				FABRICAÇÃO DE MÓVEIS
		31.0		Fabricação de móveis
			31.01-2	Fabricação de móveis com predominância de madeira
			31.02-1	Fabricação de móveis com predominância de metal
			31.03-9	Fabricação de móveis de outros materiais, exceto madeira e metal
			31.04-7	Fabricação de colchões
32				FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS
		32.1		Fabricação de artigos de joalheria, bijuteria e semelhantes
			32.11-6	Lapidação de gemas e fabricação de artefatos de ourivesaria e joalheria
			32.12-4	Fabricação de bijuterias e artefatos semelhantes

Fonte: IBGE, 2013

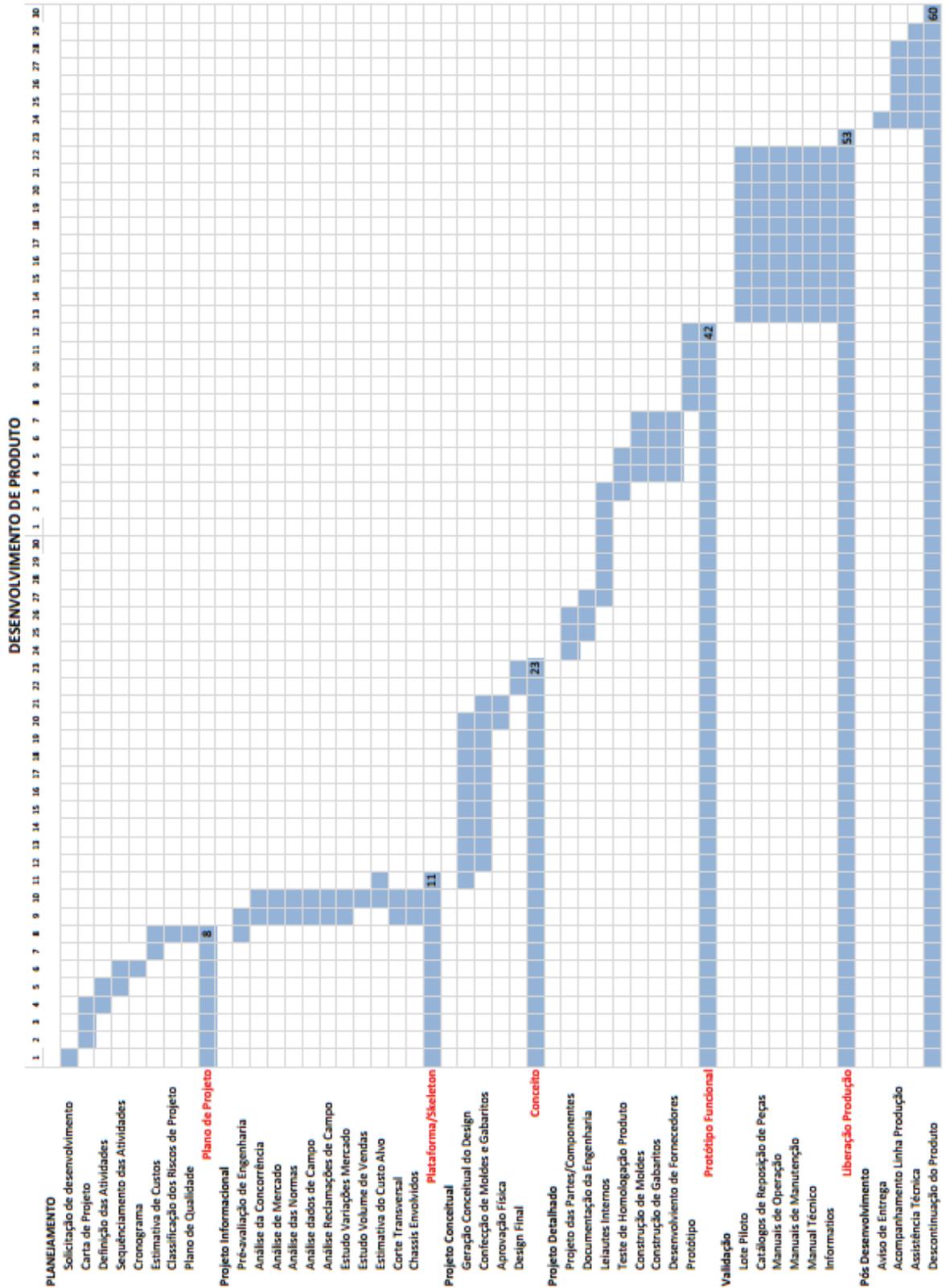
Anexo B – Índice de Preços ao Produtor

TABELA 6
Índice de Preços ao Produtor - Indústrias de Transformação
 Indústria de Transformação e Atividades
 M/M₋₁₂ (%)

Atividade	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13	jan/14	fev/14	mar/14	abr/14	maio/14	jun/14	jul/14
Indústria de Transformação	4,98	5,92	5,81	5,09	5,49	5,69	7,31	8,24	7,98	7,10	6,56	5,01	3,45
10 - Fabricação de produtos alimentícios	3,58	4,72	5,60	6,30	7,13	6,80	6,80	10,25	11,55	10,84	9,20	6,56	2,62
11 - Fabricação de bebidas	5,35	7,58	6,55	7,88	8,12	8,68	8,73	8,81	8,36	7,17	6,43	6,65	5,72
12 - Fabricação de produtos do fumo	11,70	16,18	13,54	10,50	14,63	14,69	16,97	19,31	16,12	11,51	9,65	4,63	1,61
13 - Fabricação de produtos têxteis	6,86	6,96	6,87	7,94	6,57	8,50	8,18	7,33	8,57	7,56	6,13	5,57	3,72
14 - Confeção de artigos do vestuário e acessórios	3,38	1,68	1,30	0,93	1,28	1,51	3,51	4,58	4,03	4,63	3,72	5,16	5,11
15 - Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	3,27	6,53	5,78	5,97	8,03	10,87	12,90	14,50	14,49	13,97	13,13	11,26	7,76
16 - Fabricação de produtos de madeira	5,92	7,41	4,16	4,21	3,66	4,08	4,86	5,51	2,13	0,63	-1,30	-2,35	-3,98
17 - Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	10,26	11,90	10,02	7,78	8,84	8,80	12,36	11,04	10,11	6,02	4,78	0,10	-0,40
18 - Impressão e reprodução de gravuras	-1,66	-3,24	-5,81	-5,95	-5,65	-7,13	-7,87	-9,04	-10,45	-9,95	-8,67	-6,38	-6,90
19 - Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	5,56	5,63	6,37	5,16	4,34	7,03	11,68	10,58	9,91	9,80	9,26	9,35	8,93
20B - Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	1,77	2,05	-0,03	-0,64	1,12	-0,69	2,40	0,34	0,42	1,62	1,82	1,84	1,91
20C - Fabricação de outros produtos químicos	10,60	13,47	9,92	4,33	3,45	5,47	6,81	7,95	7,13	5,91	5,69	2,71	-0,23
21 - Fabricação de produtos farmacêuticos e farmacêuticos	2,88	5,57	6,77	6,05	7,02	6,18	6,80	5,09	6,30	6,65	4,73	4,30	3,99
22 - Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	6,24	6,52	5,54	5,98	4,88	4,49	5,13	5,30	5,34	4,48	4,32	3,58	3,11
23 - Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	2,46	2,04	3,69	5,09	5,51	5,52	6,05	5,62	5,23	4,03	4,86	3,84	4,22
24 - Metalurgia	5,88	6,95	7,79	6,93	8,08	5,76	9,26	10,52	9,03	7,58	7,56	6,73	6,01
25 - Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	6,55	7,08	8,84	7,73	7,40	7,36	6,76	6,92	7,37	8,09	8,07	6,65	4,02
26 - Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	-0,95	-0,54	-0,85	-0,40	1,01	-0,90	3,43	4,92	1,57	-0,17	0,36	-2,78	-2,79
27 - Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3,47	4,68	3,67	4,23	8,19	7,37	9,54	11,12	11,30	10,25	12,76	11,78	11,46
28 - Fabricação de máquinas e equipamentos	4,62	3,91	3,78	4,51	3,31	3,82	6,10	6,29	5,58	3,93	3,41	3,08	1,87
29 - Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	1,76	1,76	2,85	2,74	3,44	2,81	3,01	3,65	3,71	3,68	3,46	2,62	2,88
30 - Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos	5,86	8,27	6,27	3,87	6,06	7,31	10,92	12,80	11,13	7,85	6,89	3,32	1,71
31 - Fabricação de móveis	4,68	4,83	5,11	3,87	3,83	3,93	7,45	9,47	7,82	7,91	8,19	5,82	5,62

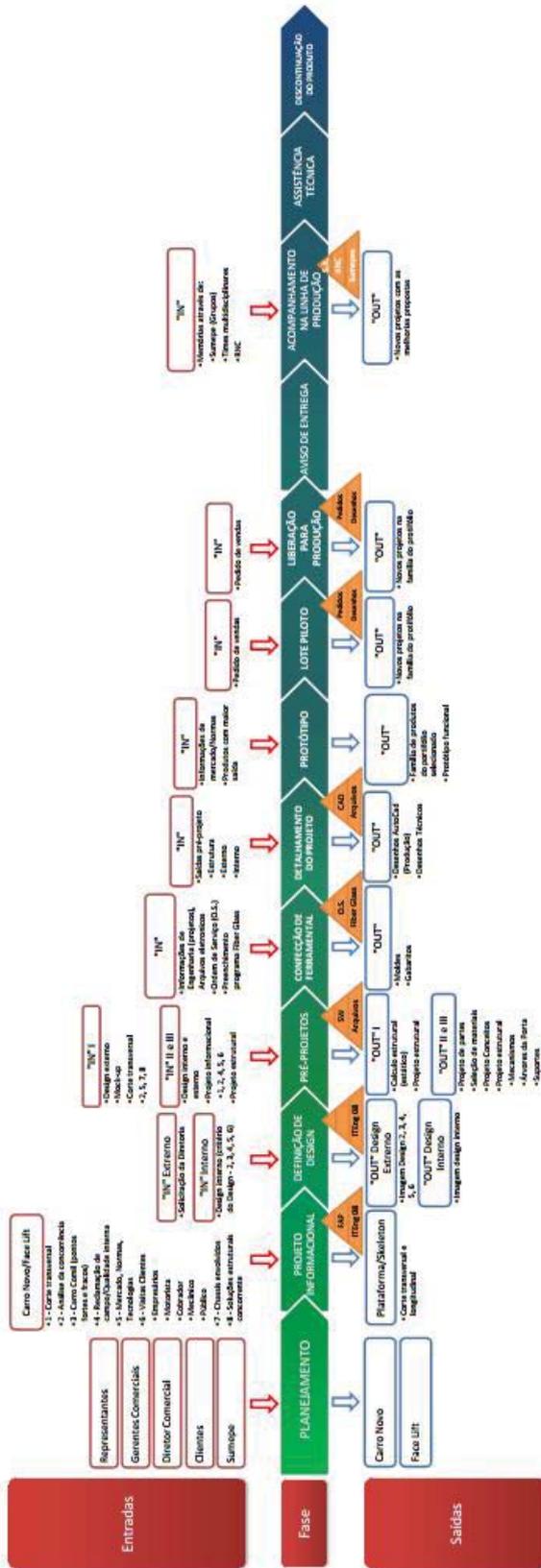
Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria

Anexo C – Gráfico de Gant



Fonte: Comil Ônibus SA, 2011

Anexo D – Exemplo de PDP



Fonte: Comil Ônibus SA, 2011