Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia de Produção

Avaliação de modelos e proposta de método para representação da visão do
produto na gestão ágil de projetos

João Luís Guilherme Benassi

São Carlos
2009

João Luís Guilherme Benassi

Avaliação de modelos e proposta de método para representação da
visão do produto na gestão ágil de projetos

Dissertação apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em engenharia de Produção.

Área de concentração: “Processos e Gestão
de Operações”.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Capaldo Amaral

São Carlos
2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

B456a Benassi, João Luís Guilherme
Avaliação de modelos e proposta de método para representação da visão do produto na gestão ágil de projetos / João Luís Guilherme Benassi ; orientador Daniel Capaldo Amaral. -- São Carlos, 2009.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

1. Desenvolvimento de produto. 2. Visão do produto. 3. Gerenciamento ágil de projetos. 4. Metodologia de projeto. 5. Gerenciamento de projetos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro JOÃO LUÍS GUILHERME BENASSI.

Dissertação defendida e julgada em 15/06/2009 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **DANIEL CAPALDO AMARAL (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dr. **SÉRGIO LUIS DA SILVA**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

Prof. Dr. **NILTON LUIZ MENEGON**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

Prof. Associado **REGINALDO TEIXEIRA COELHO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Aos meus pais, Wladir e Luisa e à minha
companheira de todos os momentos desta
trajetória, Bruna.

Agradecimentos

Aos meus pais Wladir e Luisa que sempre respeitaram minhas decisões e compreenderam minhas ausências.

A minha companheira de caminhada Bruna, que sempre esteve ao meu lado me incentivando e oferecendo carinho e compreensão nas horas em que mais precisei.

Ao professor Daniel Capaldo Amaral pela oportunidade, orientação, incentivo e contribuição à minha formação acadêmica e pessoal.

Aos amigos de longa data, Antônio, Carlos Eduardo, Wilson, Fabrício, Hilson, João Paulo, Marcelo, Lima, Moacir, Nelson, Cláudio e Gil pelo convívio dos bons momentos.

Aos amigos e companheiros de pesquisa, Camila, Juliana, Sayuri, Edivandro, Mauro, Eduardo, Rafael, Guilherme e Fábio pela convivência e experiências trocadas.

A Juliana e Francis pelo apoio administrativo.

Aos alunos de iniciação científica, João Paulo Borin e Bruno Villari e aos alunos de graduação do quarto ano de Engenharia de Produção, Alex Camilli Bottene, Caroline Izumi Kawamoto, Gustavo Benincasa Velludo, Jussara Caovila de Melo e Rafael Saia por ajudarem direta ou indiretamente na condução e conclusão deste trabalho.

A Universidade de São Paulo e ao Núcleo de Manufatura Avançada pela estrutura e ambiente cedidos para a realização deste trabalho.

A CAPES e ao Ministério da Ciência e Tecnologia pelo apoio financeiro.

A DEUS por me permitir realizar mais este trabalho.

“A percepção é forte e a visão é fraca. Em estratégia, é importante ver o que está distante como se estivesse próximo e ter uma visão distanciada do que está próximo”.

(Miyamoto Musashi)

RESUMO

BENASSI, J. L. G. Avaliação de modelos e proposta de método para representação da visão do produto na gestão ágil de projetos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

A visão do produto sempre foi identificada como fator fundamental para o sucesso de projetos de desenvolvimento. O surgimento da abordagem denominada Gerenciamento Ágil de Projetos, veio recuperar a importância do tema. Os autores da área propõem práticas e modelos para a criação e representação da visão do produto, e sugerem que defini-la seria uma forma de simplificar a etapa de iniciação. Ao analisá-los, percebe-se, porém, que são melhor adaptados ao desenvolvimento de software, não diferem significativamente da prática de GP tradicional e que os autores não consideraram o uso dos modelos de representação de produtos, presentes na literatura de gestão de desenvolvimento de produto, para concebê-los. O presente trabalho apresenta uma compilação dos modelos de representação existentes e, como objetivo principal, propõe um método para apoiar a criação e registro da visão do produto no gerenciamento ágil de projetos. Foram analisadas as áreas de Gestão de Projetos, Planejamento Estratégico, Gerenciamento Ágil de Projetos, Gestão de Desenvolvimento de Produtos e Metodologia de Projeto, de forma a considerar a contribuição da literatura de desenvolvimento de produtos. O pesquisador propôs um método, (procedimento) inicial, por meio da síntese da literatura, avaliou-o e aprimorou-o por meio de tentativas sucessivas de uso em exemplos teóricos. Uma vez estabelecido, procedeu-se a uma primeira verificação em caso de aplicação em laboratório, configurando-se como pesquisa de campo do tipo participante – observador. Por fim, apresenta-se o resultado da aplicação do método, relatando sua viabilidade quando comparada a forma tradicional de declaração da visão. Essa demonstração indica que o método proposto conseguiu unir potencialidades dos modelos de representação pesquisados e que ainda abrange aspectos positivos como simplificação e desburocratização do processo. Apontam-se também necessidades de melhoria e temas para pesquisas futuras.

Palavras-chave: desenvolvimento de produto, visão do produto, gerenciamento ágil de projetos, metodologia de projeto, gerenciamento de projetos.

ABSTRACT

BENASSI, J. L. G. Evaluation of models and proposal of method for representing the product vision in agile project management. M. Sc. (Dissertation) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

The product vision has always been considered as critical factor to product development projects. The emergence of the approach known as Agile Project Management came to recover the importance of this subject. The authors from this field propose practices and models for creating an represent the product vision and suggest that this description would be a way to simplify the initiation phase. The analysis of the Agile Vision Methods demonstrates that they are better suited to software development, do not differ significantly from the traditional practice of PM and the authors did not consider the use of models for representation of products, presented at the product develop management literature. The text presents a compilation of existing models of representation and, as main objective, it proposes a method to support the creation and registration of the product vision in the agile project management. We analyzed Project Management, Strategic Planning, Agile Project Management, Product Development and Design Methodology fields in order to consider the contribution of literature from the product development. The proposed method (procedure) was developed by the literature synthesis and was improved by successive attempts, using theoretical examples and action research practices. The method was evaluated from a case study perspective, a first check, using an application in a laboratory case and the participant as observer research method. Finally, the document brings results from the method application, reporting its when compared to traditional way of the vision statement. The results indicates that the proposed method has potential of uniting models representation search and still covers the positive aspects as simplifying the process and diminished bureaucracy. It also highlights needs for improvement and issues for future research.

Keywords: product development, product vision, agile project management, project management methodology, project management.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Práticas e documentos relacionados à Visão de Projeto e de Produto segundo a abordagem ágil e tradicional	39
Quadro 2 – Riscos da modelagem	57
Quadro 3 – Compilação de trabalhos sobre utilização da BOM.....	62
Quadro 4 – Critérios para a criação de Módulos Guia.....	78
Quadro 5 – Lista de referências básicas em GDP empregadas na busca de modelos	83
Quadro 6 – Avaliação dos modelos quanto ao atendimento dos critérios de aceitação	84
Quadro 7 – Dimensões representadas pelos modelos	93
Quadro 8 – Síntese da avaliação realizada.....	94
Quadro 9 – Tipos de correlação	114
Quadro 10 – Abrangência do método em relação às dimensões de representação.....	122
Quadro 11 – Pontuação atribuída ao PVMM segundo os princípios de modelagem	125
Quadro 12 – Comparação entre o método Tradicional e o PVMM, a partir de frases modelo	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas da pesquisa	20
Figura 2. Diferenças entre processos e projetos.....	23
Figura 3. Modelo de referência para o PDP.....	24
Figura 4. Princípios do APM	27
Figura 5. Modelo de APM	30
Figura 6. Diferenças entre Escopo e Visão do projeto.....	40
Figura 7. Caixa para visão do produto e declaração de alto nível	45
Figura 8. Feature Breakdown Structure	46
Figura 9. Cartão de características	47
Figura 10. Cartão de requisitos de desempenho	47
Figura 11. Conversão de energia, material e sinal	51
Figura 12. Função total desdobrada em sub-funções.....	52
Figura 13. Modelo FAST	54
Figura 14. Bill of Material	59
Figura 15. Abrangência da BOM dentro das organizações	60
Figura 16. Representação de modelos em wireframe	66
Figura 17. Representação de modelagem sólida paramétrica.....	67
Figura 18. Representação de modelagem sólida baseada em features.....	68
Figura 19. Modelo de declaração de requisitos	72
Figura 20. Modelo de interfaces	77
Figura 21. Product Vision Management Method (PVMM).....	101
Figura 22. Termo de abertura do projeto	104
Figura 23. Captação de necessidades do produto	107
Figura 24. Desdobramento das necessidades em pré – requisitos	108
Figura 25. Matriz Item – Entrega.....	112
Figura 26. Layout do quadro para representação da Visão do Produto	116
Figura 27. Início do preenchimento da matriz Item – Entrega	120
Figura 28. Exemplo de pré – concepções criadas com o método	121
Figura 29. Quadro para representação da Visão do Produto preenchido.....	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APICS	The Association for Operation Management
APM	Agile Project Management
ATO	Assemble to order
ATP	Available - to - promise
BOM	Bill of Material
BOMM	Bill of Material and Movements
CAD	Computer Aided Design
CAPP	Computer Aided Process Planning
DFA	Design for Assembly
DP	Desenvolvimento de Produto
DSDM	Dynamic Systems Development Method
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ETO	Engineer to Order
FAST	Function Analysis System Technique
FBS	Feature Breakdown Structure
FDD	Feature-Driven Development
GBOM	Global Bill of Material
GDP	Gestão de Desenvolvimento de Produtos
GP	Gestão de Projetos
JIT	Just in Time
MLSC	Multi-level Supply Control
MPS	Master Programme Schedule
MRP	Material Requirement Planning
QFD	Quality Function Deployment
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDF	Portable Document Format
PDM	Product Data Management
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PDS	Product Design Specification
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PVMM	Product Vision Management Method
SSC's	Sistemas, Subsistemas e Componentes
XP	Extreming Programing

Sumário

1. Introdução	14
1.1. Contexto da pesquisa	15
1.2. Objetivo e perguntas de pesquisa.....	16
1.3. Justificativa	16
1.4. Classificação do método	17
1.5. Etapas de pesquisa	18
2. A visão no gerenciamento de projetos de novos produtos.....	22
2.1. Gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos.....	22
2.2. O Gerenciamento Ágil de Projetos	25
2.3. Definição de Visão.....	31
2.4. O papel da Visão na gestão de projetos de desenvolvimento de produtos.....	32
2.5. Características da Visão do Produto	35
2.6. Comparando a Visão e Escopo do Projeto.....	37
3. Modelos para criação e representação da Visão do Produto.....	43
3.1. Modelos de representação da Visão segundo a literatura do APM.....	44
3.2. Modelos de representação da Visão segundo a literatura de GDP.....	48
3.2.1. Modelos funcionais.....	50
3.2.2. Modelos de estrutura do produto	58
3.2.3. Modelos de representação digital	65
3.2.4. Modelos de requisitos	70
3.2.5. Modelos de identificação de interfaces e módulos	77
3.2.6. Modelos físicos.....	81
4. Identificação, análise de aplicabilidade e avaliação de modelos de representação...	83
4.1. Análise da aplicabilidade dos modelos de representação.....	84
4.1.1. Modelos funcionais.....	84
4.1.2. Modelos de estrutura de produto	85
4.1.3. Modelos de representação digital	86
4.1.4. Modelos de requisitos	87
4.1.5. Modelos de identificação de interfaces e módulos	88
4.1.6. Modelos físicos.....	89
4.2. Definição de princípios para a avaliação dos modelos	90
4.3. Avaliação dos modelos segundo os princípios de modelagem	94
4.3.1. Modelos funcionais.....	94
4.3.2. Modelos de estrutura de produto	95
4.3.3. Modelos de representação digital	96
4.3.4. Modelos de requisitos	96
4.3.5. Modelos de identificação de interfaces e módulos	97
4.3.6. Modelos físicos.....	98
5. Método para a Gestão da Visão do Produto (PVMM)	100
5.1. Descrição geral.....	100
5.2. Definindo o escopo	101
5.3. Captando as necessidades para o desenvolvimento do produto.....	105
5.4. Desdobrando as necessidades em pré - requisitos do produto	108
5.5. Criando pré – concepções	110
5.6. Apresentando pré – concepções	111
5.7. Preenchendo a matriz item – entrega	112
5.8. Representando a visão do produto no PVMM	115
6. Exemplo de aplicação do método.....	118
6.1. Definição da equipe e do projeto	118
6.2. Descrição da aplicação.....	119
6.3. Análise e resultados da aplicação.....	122
Percepção dos usuários frente ao método.....	122

7.	Considerações finais e perspectivas futuras	130
8.	Referências	132
9.	Apêndice A – Referências básicas e modelos potenciais analisados	140
10.	Apêndice B – Roteiro de entrevista.....	141
11.	Apêndice C – Critérios de aceitação	144
12.	Apêndice D – Tipos, elementos e perfis da BOM.....	145
13.	Apêndice E – Princípios para a avaliação	149
14.	Apêndice F – Documentos gerados pela aplicação do PVMM	150
15.	Anexo A – Minuta e Plano do Projeto	167
16.	Anexo B – Check list para obtenção dos pré-requisitos do produto.....	178

1. Introdução

Atualmente a literatura de Gerenciamento de Projetos (GP) é alvo de críticas de vários autores. Dentre estas pode – se citar a de que seus métodos seriam trabalhosos e inadequados para a aplicação em projetos de produtos que envolvam inovação. Conseqüentemente, observa-se o surgimento de várias teorias que se propõem simplificar o conjunto de processos executados atualmente nos projetos. Como exemplo, cita-se o Gerenciamento Ágil de Projetos (APM – Agile Project Management).

O Gerenciamento Ágil de Projetos surgiu entre 2001 e 2004, e foi proposto principalmente por pesquisadores da área de software, que apresentam ambientes ditos “turbulentos”, isto é, necessidade de mudanças constantes em requisitos dos clientes, tecnologias e presença de fatores de risco. Devido sua origem recente, muitas de suas técnicas pregadas ainda não estão consolidadas ou validadas em casos práticos de desenvolvimentos de produtos manufaturados (físicos).

Autores como Chin (2004), Highsmith (2004) e Smith (2007) propõem a aplicação do APM fora da área de Tecnologia de Informação, porém não se encontra atualmente trabalhos com casos práticos e somente trabalhos teóricos são encontrados (OWEN et al 2006; BARNETT 2007). Em trabalho anterior Benassi & Amaral (2008) realizaram uma análise detalhada sobre o tema onde se discute este aspecto e demonstra-se que há o potencial de aplicação, mas raros são os estudos sobre a aplicação em produtos físicos e, todos eles teóricos.

Dentre os diferenciais apontados pelos autores do APM percebe-se a necessidade de desenvolvimento de uma “Visão do Produto” nas fases iniciais do projeto, que seja ao mesmo tempo robusta e sintética (CHIN 2004; HIGHSMITH 2004; SMITH 2007). Os autores sugerem, inclusive, a substituição da fase tradicionalmente denominada de iniciação, por outra denominada de “VISÃO”. Essa fase teria como objetivo antecipar o resultado final do produto, identificar a comunidade de projeto (equipe) e definir regras para o trabalho conjunto. As duas últimas metas são comuns às atribuições dadas à fase de iniciação na literatura tradicional de GP. A primeira, porém, envolve um desafio novo. Como um Gerente de Projeto pode antecipar um conceito? Antecipar uma meta do projeto do produto para a equipe de forma que possa “iluminar”, ou seja, demonstrar o caminho que precisa ser percorrido pela equipe para a solução do problema de projeto. O diferencial, portanto, é a criação e representação da visão do produto final.

1.1. Contexto da pesquisa

Analisando-se o termo visão na literatura de gestão de desenvolvimento de produtos, constata-se também que essa preocupação estava há muito presente. Os autores já indicavam a existência de uma visão como um dos fatores essenciais para o sucesso de um projeto de desenvolvimento de produto (CHRISTENSON & WALKER 2004; COLLINS & PORRAS 1996; BROWN & EISENHARDT 1995; CLARK & FUJIMOTO 1991; CLARK et al 1987; HAYES et al 1988).

Com vistas a criar e representar a Visão do Produto, autores do APM, como Chin (2004) e Highsmith (2004), propõem algumas práticas e modelos, ditas por eles como inovadoras. Tais práticas, denominadas, Arquitetura do produto, “Caixa” para a Visão do Produto¹, Declaração de alto nível², Lista de Características do Produto e Cartões de Requisitos de Desempenho, não são, porém, descritas em detalhes e não há pesquisas empíricas demonstrando a sua utilização em casos onde há desenvolvimento de produtos manufaturados (físicos).

A análise dessas práticas, apresentada no capítulo 3 indicam que elas são melhor adaptadas ao desenvolvimento de software. Além disso, notou-se que os autores do APM não consideraram ou analisaram, ao menos até o momento, a possibilidade de utilização de modelos de descrição de produtos, já existentes na literatura de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, para elaborá-las.

A necessidade de representar o produto é um desafio antigo na área de desenvolvimento de produtos. É a representação que torna possível a proposição e discussão da solução do problema de projeto e que faz o papel de mediação entre os membros da equipe. Assim, há vários métodos e modelos na literatura de GDP e de metodologia de projeto destinados a este fim.

Deve-se notar, entretanto, que esses modelos foram desenvolvidos em outro contexto, principalmente para apoiar a fase de concepção do produto. A quantidade e qualidade de informações são maiores nesta fase do que na iniciação do projeto, onde os teóricos do Gerenciamento Ágil pregam que se inicie o seu uso.

Identificou-se então, um problema geral de pesquisa. Como criar uma Visão do Produto para produtos manufaturados dentro da abordagem do APM?

¹ Tradução do termo Product Vision Box

² Tradução do termo Elevator Test statement. Segundo o dicionário Oxford a palavra “Elevator” é um termo americano que remete à palavra “lift” na qual pode ser traduzida por: posição superior (alto nível). http://www.askoxford.com/concise_oed/elevator?view=uk

1.2. Objetivo e perguntas de pesquisa

O presente trabalho inicia-se com a resposta à questão apresentada na seção anterior. Para isso apresenta-se no capítulo 4 uma análise dos modelos de representação de produtos e, como resultado, identifica-se a possibilidade de criação de um método para a representação da visão, combinando os modelos existentes, da literatura do gerenciamento ágil de projetos, com aqueles da literatura de desenvolvimento de produtos.

O método proposto utiliza os conceitos de simplificação do APM e incorpora, total ou parcialmente, um ou mais modelos de representação da literatura de GDP. É voltado para o gerenciamento de produtos inovadores, que contenham em sua composição não somente software, mas sim hardware (produtos do tipo físico ou ditos manufaturados).

O objetivo principal do presente trabalho é analisar os modelos existentes na literatura quanto ao apoio à criação e representação da Visão do Produto e propor um método que incorpore os conceitos do APM e as potencialidades dos modelos de descrição presentes na literatura de GDP.

Além disso, o trabalho pretende responder às seguintes questões de pesquisa:

Questão 1: Quais as limitações que os modelos para a criação e representação da visão do produto, propostos pelos autores do APM, possuem para produtos manufaturados?

Questão 2: Quais as potencialidades dos modelos de representação da literatura de GDP para a criação da visão do produto?

Questão 3: Como criar um método mais abrangente de apoio à criação e representação da Visão do Produto que seja baseado nos conceitos do APM e que incorpore as potencialidades dos modelos de descrição de GDP avaliados?

1.3. Justificativa

Conforme se demonstra na revisão bibliográfica apresentada nas seções 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, a visão é um conceito fundamental no contexto do Gerenciamento Ágil de Projetos e Planejamento Estratégico e também é citado como um fator decisivo para o bom resultado do projeto de um novo produto.

A seção 2.5 contém as características para a representação de uma visão, baseado nessas duas literaturas. Demonstra-se também que as propostas específicas, da literatura do APM, são incompletas, pois os autores não consideraram os modelos de representação da literatura de GDP e são voltadas para produtos do tipo *software*. Outro ponto observado foi que os autores pertencentes ao Gerenciamento Ágil de Projetos são enfáticos no tocante a necessidade de adaptações e criação de práticas e métodos de apoio às tarefas do projeto.

Resta saber como essas adaptações devem ser feitas e como se deve proceder quando da criação de novos métodos de apoio.

Outra justificativa para o trabalho é que a análise teórica realizada, ainda na seção 2.5, indicou que os modelos de representação propostos pelos autores de GDP, poderiam ser utilizados para a concepção de produtos. Empreendeu-se então uma análise da aplicabilidade destes modelos. Isso foi feito por meio do desdobramento de critérios para a identificação dos modelos, que poderiam ser úteis para a representação e gerenciamento da visão, e para a sua avaliação. Assim, o trabalho se justifica por investigar um caminho alternativo para as pesquisas que busquem aprimorar o APM.

Por fim, vislumbrou-se a possibilidade de criar um método, combinando as potencialidades dos modelos avaliados. A criação de um método é fundamental para que se valide o caminho de pesquisa identificado. Além disso, poderá apoiar gerentes na introdução deste conceito e conseqüentemente obter os benefícios citados no capítulo 2 como, por exemplo, maior harmonia nas características do produto, maior robustez da solução, inovação e melhor produtividade da equipe de projeto.

1.4. Classificação do método

A realização da presente pesquisa agrupa diferentes abordagens. A detecção do problema surgiu da revisão bibliográfica. A revisão proporcionou também os conhecimentos necessários para:

- identificação de modelos de descrição de produtos que se fazem presentes na literatura de Gestão de Desenvolvimento de Produto (GDP);
- criação de critérios para serem utilizados como parâmetros para se considerar ou não um modelo de representação para a avaliação;
- avaliação dos modelos segundo os princípios extraídos da modelagem de empresas e que foram adaptados para o contexto do presente trabalho.

Essa pesquisa une características de uma pesquisa descritiva, na análise dos modelos, com exploratória, na busca de um método para apoio da descrição da Visão, pois, segundo Gil (1999), essa pesquisa tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Com relação ao procedimento adotado, é possível classificá-la como pesquisa de campo do tipo participante – observador, na definição de Dane (1990). A pesquisa do tipo participante – observador geralmente é caracterizada pelo envolvimento do pesquisador

enquanto estuda os eventos que ocorrem e simultaneamente se torna parte deles. Neste tipo de pesquisa o pesquisador influencia e atua diretamente nas ocorrências dos fenômenos enquanto todos os envolvidos têm conhecimento de que se trata de um pesquisador.

A classificação se justifica na medida em que o pesquisador tornou-se parte da pesquisa enquanto aplicava o método proposto. Além da participação direta do pesquisador na aplicação do método este também atuou como observador dos eventos que ocorriam durante a aplicação.

Com relação à coleta de dados que foram gerados pelos eventos ocorridos durante a aplicação empregou-se métodos como: diário de campo, observação direta dos acontecimentos no decorrer da implementação e utilização do método e, entrevistas com as pessoas envolvidas.

Por fim, a pesquisa ainda pode ser classificada como uma abordagem qualitativa, pois parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa é caracterizada pela participação intensiva do pesquisador na observação do ambiente natural como fonte de dados. Dessa maneira, as pesquisas qualitativas propiciam aos pesquisadores a compreensão dos fenômenos que estão sendo estudados a partir da perspectiva dos participantes (BOGDAN & BIKLEN, 1982 apud GODOY, 1995).

1.5. Etapas de pesquisa

A seguir apresentam-se as etapas da pesquisa. As etapas são descritas na sequência em que foram realizadas e podem ser melhor visualizadas na figura 1 onde cada etapa está numerada e mencionada nas descrições.

1. **Revisão bibliográfica incorporando os temas Gestão Ágil de Projetos, Gestão de Projetos e de Planejamento Estratégico.** A revisão bibliográfica foi iniciada com o estudo da literatura de APM (etapa 1). Dessa revisão constatou-se a importância da Visão nas fases iniciais do APM e a falta de trabalhos com resultados empíricos da aplicação dos conceitos em desenvolvimento de produtos físicos. Em seguida empreendeu-se a revisão bibliográfica envolvendo os temas Gestão de Projetos (etapa 2) e Planejamento Estratégico (etapa 3) a fim de compreender as características e o impacto da Visão no sucesso do projeto.
2. **Definição de Visão e criação de Critérios de Aceitação.** Após a etapa 3 constatou-se falta de uma definição apropriada para a Visão de Produto. Sendo assim, da revisão

bibliográfica realizada foi possível desenvolver uma definição mais focada ao contexto do presente trabalho (etapa 4). Em seguida foram criados critérios de aceitação para a seleção e avaliação de modelos de representação para a avaliação realizada.

3. **Seleção de modelos para descrição de produtos segundo critérios de aceitação.** A etapa 5 compreendeu a pesquisa de cada modelo avaliado nos livros textos principais (apêndice A). Após a pesquisa nas referências básicas empreendeu-se uma busca por trabalhos envolvendo os modelos avaliados em periódicos e revistas na área de DP. Essa busca objetivou mostrar o estado da arte dos modelos pesquisados (etapa 6).
4. **Análise da aplicabilidade dos modelos.** Essa análise (etapa 7) objetivou mostrar a aplicabilidade dos modelos pesquisados na criação e representação da Visão do Produto segundo os Critérios de Aceitação desenvolvidos na etapa 5.
5. **Definição de princípios e avaliação dos modelos.** A etapa 8 da pesquisa iniciou-se por fazer um paralelo entre a modelagem de empresas e de produtos a fim de se adaptar os princípios de modelagem para criar parâmetros de avaliação dos modelos selecionados. Após a adaptação dos princípios de modelagem para o contexto do presente trabalho procedeu-se a avaliação dos modelos pesquisados. Essa avaliação teve caráter qualitativo e foi feita de acordo com o grau de atendimento que cada modelo atingiu segundo os princípios de modelagem.
6. **Proposta de um método teórico para modelar a visão.** O método foi elaborado a partir do conhecimento gerado na revisão bibliográfica, dos resultados da análise e da experiência prévia do pesquisador (etapa 9).
7. **Avaliação e aprimoramento do método em exemplos teóricos.** Em primeiro momento, procedeu-se aplicações teóricas do método sem o envolvimento de equipes para avaliá-lo e conseqüentemente aprimorá-lo segundo as percepções do pesquisador que realizou os testes teóricos no desenvolvimento de produtos (etapa 10).
8. **Aplicação do método em conjunto com equipe.** Em segundo momento procedeu-se a aplicação do método em um exemplo de desenvolvimento de um produto com a participação efetiva de uma equipe (etapa 11).
9. **Análise dos resultados na percepção dos participantes.** Para coleta de dados a cerca de impressões dos usuários do método empregou-se o método de entrevistas semi-estruturadas (etapa 12). Vale ressaltar que esse roteiro se encontra no apêndice B.
10. **Conclusões.** A etapa 13 mostra as considerações finais e as perspectivas para trabalhos futuros.

A figura 1 apresenta as etapas de pesquisa descritas acima.

Figura 1. Etapas da pesquisa

Sendo assim, o trabalho está estruturado da seguinte maneira: capítulos 2 e 3 apresentam a revisão bibliográfica abrangendo as literaturas de Planejamento Estratégico, Gerenciamento Ágil de Projetos (APM), Gerenciamento de Projetos (GP) e a de Gestão de Desenvolvimento de Produtos (GDP). As três primeiras literaturas listadas foram utilizadas para fornecer subsídios a cerca do assunto “Visão do Produto”; conhecer seus elementos, características e práticas propostas pelos autores para a sua criação. A última listada (GDP) foi utilizada para a pesquisa dos modelos que apóiam a representação do produto. A revisão

teve como objetivo definir cada modelo e apresentar as últimas atualizações e tecnologias desenvolvidas sobre cada um deles, ou seja, identificar o estado da arte.

Em seguida o capítulo 4 mostra a análise da aplicabilidade e da avaliação dos modelos de representação. O capítulo 5 apresenta em detalhes o método proposto no presente trabalho. Já o capítulo 6 aborda a aplicação do método desenvolvido em um caso que ocorreu em laboratório para o desenvolvimento de um produto. Esse capítulo mostra ainda os resultados da avaliação do método proposto frente os princípios de modelagem e da percepção dos usuários do método.

Por fim, o capítulo 6 aborda as considerações finais e perspectivas para trabalhos futuros.

2. A visão no gerenciamento de projetos de novos produtos

Para apresentar de maneira adequada o tema visão no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos, inicia-se pela delimitação dos temas básicos, o que se entende por processo de desenvolvimento de produtos, na seção 2.1., a definição de Gerenciamento Ágil de Projetos, seção 2.2, e o significado da Visão na seção 2.3. Essas seções dão subsídios para a discussão específica da pesquisa que é o papel da visão no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos, 2.4, as características dessa visão, 2.5 e, finalmente, uma comparação crítica apresentada na seção 2.6, do que os teóricos afirmam ser a visão na abordagem do APM, frente o PDP.

2.1. Gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é definido por Rozenfeld et al (2006) como um processo de negócio que compreende desde a idéia inicial e levantamento de informações do mercado até a homologação final do produto e processo e transmissão das informações sobre o projeto e o produto para todas as áreas funcionais da empresa.

O modo de se propor soluções a fim de se atender as necessidades dentro do PDP seria justamente por meio de projetos de produtos e serviços relacionados. Sendo assim, é importante entender as diferenças e relação entre projeto e o processo de desenvolvimento de produtos. Há uma diferença básica, o primeiro se refere ao conjunto de atividades contínuas e repetitivas que são realizadas dentro de uma empresa ao passo que os projetos também são um conjunto de atividades, no entanto elas possuem um início, meio e fim, objetivos específicos e prazo determinado.

A figura 2 apresenta as diferenças entre processos e projetos.

Figura 2. Diferenças entre processos e projetos
 Fonte: Rozenfeld et al (2006)

Dessa maneira, a Gestão de Projetos (GP) atua como importante instrumento para a obtenção das metas estabelecidas e conseqüentemente a satisfação dos clientes.

Com vistas a visualizar a Gestão de Projetos dentro do Processo de Desenvolvimento de Produtos utilizou-se o modelo de referência proposto por Rozenfeld et al (2006). Esse modelo foi escolhido devido ao fato dos autores tratarem a Gestão de Projetos integrada ao Processo de Desenvolvimento de Produtos dessa maneira, sua visualização fica simplificada facilitando assim seu entendimento.

O modelo proposto por Rozenfeld et al (2006) é dividido em macrofases (Pré – desenvolvimento, Desenvolvimento, Pós - desenvolvimento) que por sua vez são divididas em fases. A divisão das fases dentro das macrofases é visualizada na figura 3.

Figura 3. Modelo de referência para o PDP
Fonte: Rozenfeld et al (2006)

No modelo de referência apresentado na figura 3, cada desenvolvimento de um novo produto torna-se um projeto único. Assim, na fase de Planejamento Estratégico de Produtos as idéias que fazem parte do portfolio são avaliadas e conseqüentemente aquelas que são aprovadas passam para a fase posterior iniciando um novo projeto.

A Gestão de Projetos inicia-se com o PDP na fase de Planejamento do Projeto onde o desenvolvimento de cada produto vira um projeto único. Seria exatamente nessa fase que o presente trabalho pretende atuar, ou seja, desenvolver um método capaz de apoiar as tarefas de criação da Visão do Produto. As fases subseqüentes são como fases do projeto que tem o seu término com a fase de Lançamento do Produto. Dessa maneira, a teoria de gestão de projetos, complementar aqui a de PDP, de forma que cada projeto deve então ser gerenciado distintamente. Entende-se, portanto, como sendo Gestão de Projetos a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender a seus requisitos (PMI, 2004).

Com a finalização do projeto na fase de Lançamento do Produto as equipes de desenvolvimento são dissolvidas e/ou realocadas em outros projetos, no entanto, o PDP ainda não está finalizado. Essa finalização se dá apenas quando há a retirada do produto do mercado.

Conclui-se, assim que a GP atua como instrumento para que todos os processos e seus participantes dentro do DP (desenvolvimento de produto) sejam conduzidos da maneira mais eficiente possível a fim de atingir as metas do projeto e a excelência operacional. Nota-se

também que uma das maneiras de melhorar o PDP seria de aprimorar as práticas de gerenciamento de projetos como, por exemplo, incorporando o Gerenciamento Ágil de Projetos, descrito na próxima seção.

2.2. O Gerenciamento Ágil de Projetos

O Gerenciamento Ágil de Projetos (APM) ³ surgiu em 2001 devido a um movimento iniciado pela comunidade internacional de desenvolvimento de sistemas de informação. Essa nova abordagem para a gestão de projetos surgiu com o intuito de responder às crescentes pressões por inovação, necessidade de reduzir ciclos de desenvolvimento de produtos, concorrência acirrada e de adaptação a um contexto dinâmico que cada vez mais revelavam a diminuição da eficiência da gestão clássica de projetos quando deparada a esse novo cenário.

A essência desse movimento é a definição do novo enfoque de desenvolvimento de software, calcado na “agilidade”, na “flexibilidade”, nas habilidades de comunicação e na capacidade de oferecer novos produtos e serviços de valor ao mercado em curtos períodos de tempo (HIGHSMITH, 2004). Por agilidade entende-se “habilidade de criar e responder a mudanças, a fim de obter lucro em um ambiente de negócio turbulento” (HIGHSMITH, 2004). Ainda, segundo Chin (2004) e Highsmith (2004), a descrição da gestão clássica de projetos vista como um conjunto de processos com foco no planejamento detalhado e resistente a mudanças, não colabora mais com as demandas desse novo contexto de forma que uma nova plataforma para o gerenciamento deve ser criada.

Dadas essas circunstâncias e conseqüente diminuição da eficiência dos métodos tradicionais de desenvolvimento, muitos especialistas criaram métodos próprios para o desenvolvimento de software como, por exemplo, Extreming Programing (XP), Scrum, Crystal Methods, Dynamic Systems Development Method (DSDM) e Feature-Driven Development (FDD). Esses métodos por sua vez, serviriam como base para o Gerenciamento Ágil de Projetos.

Com o intuito de discutir alternativas aos processos gerenciais tradicionais, aprimorar e divulgar os chamados Métodos Ágeis de Desenvolvimento de Software houve a criação da Agile Alliance⁴. A Agile Alliance por sua vez publicou o Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software cujo conteúdo contempla:

³ Tradução do termo Agile Project Management

⁴ Agile Alliance – Organização sem fins lucrativos criada para auxiliar indivíduos e organizações que utilizam os Métodos Ágeis para o desenvolvimento de software (www.agilealliance.org)

“Nós estamos descobrindo melhores maneiras para desenvolver software (produtos) ⁵, praticando e ajudando outras pessoas a fazê-lo. Por meio desse trabalho nós valorizamos:

- os indivíduos e suas interações acima dos processos e ferramentas*
- software (produtos) funcionando acima de documentação detalhada (excessiva)*
- colaboração de clientes acima da negociação de contratos*
- resposta a mudanças acima da execução de um plano.*

Ou seja, enquanto há valor nos itens da direita, nós damos mais valor aos itens da esquerda”. (BECK, et al. 2001)

Segundo autores como HIGHSMITH (2004), as declarações dos valores essenciais foram originalmente escritas para o desenvolvimento ágil de software, e podem também ser aplicadas no projeto de produtos manufaturados, principalmente no caso de produtos com caráter inovador.

Dessa maneira, Highsmith (2004) define o APM como um conjunto de valores, princípios e práticas que auxiliam a equipe de projeto a entregar produtos ou serviços de valor em um ambiente complexo, instável e desafiador. Conforme essa definição, os valores e princípios referem-se ao porquê do Gerenciamento Ágil de Projetos, já as práticas são voltadas para como realizá-lo.

Por fim, do Manifesto Ágil alguns princípios que servem como guia para as práticas do Gerenciamento Ágil de Projetos foram definidos. Esses princípios, de acordo com Highsmith (2004), são divididos em duas categorias: uma relacionada ao produto e clientes e a outra relacionada ao gerenciamento (vide figura 4).

⁵ Highsmith (2004, p. 9-10) utiliza o termo produto por se tratar de um termo mais geral

Figura 4. Princípios do APM
 Fonte: Adaptado de Highsmith (2004)

Nota-se na figura que os seis princípios propostos por Highsmith (2004) formam um tipo de “sistema” na qual devem trabalhar em conjunto. Enquanto cada princípio separadamente pode ser útil, a união dos seis ajuda a criar um ambiente que encoraja a utilização das técnicas e conseqüentemente produza os resultados esperados.

Dessa maneira, os princípios são descritos da seguinte forma:

1. Entregar valor ao cliente: esse princípio está diretamente relacionado à colaboração, ou seja, se uma equipe de projeto deseja entregar valor ao cliente, deve haver uma parceria entre desenvolvedores e consumidores, cada qual com suas responsabilidades e contabilidades. Para Highsmith (2004), existem dois aspectos importantes em entregar valor ao cliente em um ambiente de desenvolvimento de produtos. Esses aspectos são: focar na inovação e adaptabilidade ao invés de eficiência e otimização e, concentrar-se em entregas ao invés de cumprimento de atividades;
2. Empregar entregas iterativas baseadas em características: esse princípio pode ser melhor explicado em quatro aspectos diferentes. Esses aspectos são: iteração, baseado em características, espaço de tempo e incremental. O desenvolvimento iterativo significa que inicialmente existe a construção de uma versão parcial de um produto. Após isso a equipe expande essa versão inicial por meio de sucessivos e curtos períodos de desenvolvimento seguidos por revisões e adaptações. Por sua vez a entrega baseada em características significa que as equipes de engenharia devem

construir características do produto final (quando o produto for software) ou, ao menos uma representação do final produto (exemplo, modelos de simulação). Por fim os aspectos espaço de tempo e incremental estão relacionados aos curtos períodos de desenvolvimento durante as iterações e, à expansão dessas versões respectivamente;

3. Buscar excelência técnica: esse princípio está intimamente relacionado à evolução do produto, ou seja, projetos que buscam o emprego da excelência técnica no desenvolvimento de produtos possuem maiores chances de serem bem sucedidos e de sobreviverem mais tempo no mercado;
4. Encorajar a exploração: o primeiro princípio pertencente à categoria gerenciamento está diretamente relacionado às atribuições do Gerente de Projetos. Ou seja, é função do Gerente de Projeto encorajar a experimentação e o aprendizado através dos sucessos e fracassos, e ajudar os membros da equipe a compreender a Visão a ser perseguida. Dessa maneira o gerente de projeto consegue criar um ambiente propício às inovações;
5. Formar equipes adaptativas: segundo Highsmith (2004) esse é um dos princípios princípios do APM. A idéia por trás desse princípio é balancear liberdade à responsabilidade e, flexibilidade à estrutura. Ou seja, em face à inconsistência e a ambigüidade das fases iniciais em um projeto inovador a meta principal da equipe é entregar consistentemente a Visão do Produto que está prevista dentro do escopo do projeto. Similar ao princípio 4 este princípio é também uma das principais tarefas do gerente de projeto, pois é ele o responsável em formar equipes que sejam ao mesmo tempo auto-organizáveis e auto-disciplinadas;
6. Simplificar: este princípio está diretamente relacionado à burocracia, ou seja, simplificar processos como, por exemplo, detalhar tarefas de um projeto ou diminuir excesso de documentação inicial do projeto força pessoas a interagir e conseqüentemente criam um ambiente mais propício à inovação.

Ainda, com relação à capacidade de exploração, Highsmith (2004) salienta que são cinco os objetivos principais para um bom processo de exploração. Esses objetivos são: inovação contínua, adaptabilidade do produto, tempos de entregas reduzidos, capacidade de adaptação do processo e das pessoas e resultados confiáveis. De acordo com os objetivos citados acima pode-se afirmar que estes estão alinhados ao PDP, uma vez que este é gerenciado por projetos e visa, segundo Rozenfeld, et al (2006) não só o custo e desempenho técnico, mas sim a qualidade do produto no atendimento aos diferentes requisitos dos clientes; colocação do produto no mercado o mais rápido possível, para aproveitamento adequado da

janela de oportunidades, antecipando-se à concorrência; manufaturabilidade do produto e o fortalecimento, a cada projeto, das capacitações requeridas para o desenvolvimento de produto no futuro.

Sendo assim, Chin (2004) e Highsmith (2004) asseveram que o APM altera a postura antecipatória, fortemente calcada no planejamento prévio de ações e atividades, típicas do gerenciamento de projetos tradicional, e busca o desenvolvimento da visão do futuro e da capacidade de exploração. Ou seja, para Highsmith (2004) “planejar o trabalho e executar o plano” não é um lema adequado a uma grande variedade de projetos, em especial para os projetos de desenvolvimento de novos produtos (software ou manufaturados) relacionados a qualquer tipo de inovação tecnológica.

De modo a explicitar melhor o fluxo de trabalho no APM, Highsmith (2004) propõe um modelo (figura 5) composto por fases. Esse modelo foca nas entregas (execução) e adaptação e é composto das seguintes fases:

1. Visão: determina a visão e o escopo do produto, a identificação da comunidade do projeto e a definição de como a equipe de projeto trabalhará em conjunto;
2. Especulação: nessa fase há a identificação dos requisitos iniciais do produto, a definição das atividades como uma lista de características do produto, criação de um plano de entregas que inclui cronograma e alocação de recursos às características e um planejamento preliminar seguido por planejamentos específicos a cada iteração;
3. Exploração: compreende a entrega de componentes de produtos em curto prazo e que foram planejadas na fase anterior;
4. Adaptação: revisão dos resultados entregues, da situação atual e do desempenho da equipe e adaptação conforme o necessário;
5. Encerramento: o objetivo dessa fase é o aprendizado, ou seja, incorporá-lo ao trabalho da próxima iteração ou transferi-lo para a próxima equipe de projeto.

Com o objetivo de melhorar o produto do projeto, as fases de Especulação, Exploração e Adaptação perpetuam um ciclo iterativo representado pela espiral na figura 5. Udo & Koppensteiner e Highsmith (2004) asseveram que em cada ciclo iterativo é feito um novo planejamento de escopo, prazo, custo e qualidade, visando a entrega de produtos ou resultados e possibilitando incrementos de funcionalidades conforme a necessidade do negócio.

Figura 5. Modelo de APM
Fonte: Adaptado de Highsmith (2004)

Com relação à aplicabilidade do APM, autores como Chin, 2004 e Highsmith, 2004 discutem sobre o seu potencial. Esses autores sugerem sua aplicação em projetos de desenvolvimentos de novos produtos ou outros que requeiram alto grau de inovação, criatividade, que envolvam tecnologia de ponta, equipes de alto desempenho, que estejam sujeitos a incertezas ou inseridos em ambientes de negócio dinâmicos.

Chin (2004), ainda ressalta que a aplicabilidade do Gerenciamento Ágil de Projetos deve estar relacionada aos tipos de projeto e organizações envolvidas. Dessa forma, a GP tradicional é recomendada pelo autor em projetos com baixo grau de incerteza (ambiente operacional) e relacionados a várias ou poucas organizações interessadas. Por outro lado, projetos com alto grau de incerteza (ambiente de desenvolvimento de tecnologia e novos produtos/processos), atrelados a poucas ou várias organizações interessadas, requerem uma análise mais rigorosa de seu contexto interno e externo considerando aspectos culturais e a prontidão da organização e dos principais interessados no projeto para a adoção de uma abordagem ágil. De acordo com essa mesma linha de raciocínio, Highsmith (2004), sugere que os princípios e valores do APM são aplicáveis a projetos de qualquer tamanho, porém para equipes com mais de 50 participantes algumas práticas adicionais são necessárias. Nota-se, entretanto, que o autor não faz menção de como seriam essas práticas adicionais ou ainda, como aplicá-las.

Como limitações do APM nota-se que as práticas propostas pelos autores ainda não estão consolidadas para o desenvolvimento de produtos manufaturados. Outro ponto é que os

autores não explicam com detalhes a utilização das práticas o que dificulta o emprego e verificação de sua eficiência. Por fim, a idéia da antecipação do conceito nas fases iniciais, ou seja, a criação da Visão do Produto parece ser bastante promissora, entretanto a utilização de práticas como a FBS (Feature Breakdown Structure) onde a equipe monta uma arquitetura inicial do produto parece ainda bastante inconsistente para produtos manufaturados (físicos). Portanto, sabendo de antemão que a Visão do Produto é o início do projeto e, reflete fortemente nos seus resultados, pode se concluir que existe a necessidade de maiores estudos que visem criar métodos mais robustos para essa tarefa, preocupação principal desse trabalho.

2.3. Definição de Visão

O termo visão tem sido muito empregado e disseminado pela literatura de planejamento estratégico, no sentido de visão do negócio. Segundo Kotter (1995), a visão de um negócio é descrita como algo que ajuda a nortear a direção que se deve seguir. O autor ainda postula “se uma pessoa não conseguir comunicar a visão e obter uma reação de entendimento e interesse de alguém em menos de cinco minutos ou menos, as organizações e as pessoas envolvidas, ainda não estão prontas para as transformações necessárias em busca de melhores direções”.

Ainda, para Collins & Porras (1996), as empresas de sucessos duradouros, possuem um propósito principal e valores que permanecem fixos enquanto suas estratégias e práticas se adaptam às mudanças. Segundo os autores, essa rara habilidade em balancear continuidade e mudança, requer uma consciente disciplina que é o desenvolvimento da visão. Dessa maneira, a visão funcionaria como um guia sobre o que se deve preservar e também o que se deve mudar.

A literatura de gestão de mudança e planejamento estratégico é farta em exemplos da importância da visão. Esses tipos de mudanças são empreendimentos, assim como os projetos de novos produtos. E como tal, a existência de uma visão bem definida, que possa unir a equipe em torno de um objetivo comum, é um fator de importância para o projeto. Para Christenson & Walker (2004) a visão do projeto é um dos fatores que contribuem para o sucesso de um projeto de produto, dessa maneira sua comunicação e manutenção impactará diretamente nos resultados. Os autores vão além, para eles a descrição de visão não deve conter apenas a qualidade transformacional pregada por Kotter (1995), mas sim algo que crie entusiasmo e comprometimento entre as pessoas. Desse modo, a visão deve refletir a cultura da empresa e ainda, estar de acordo com o comportamento das pessoas que serão responsáveis por segui-la e comunicá-la.

Chin (2004), por sua vez, denomina a visão do projeto como “Big Picture”, e enfatiza que esta tem o intuito de apresentar às equipes quais são as implicações das várias alternativas do projeto. Isso faz com que a equipe tome conhecimento do escopo total do projeto de maneira a colocá-la em uma perspectiva de negócio. Assim, há a intenção de que todos entendam a complexidade e o valor de se conduzir o projeto ao sucesso. A visão serve também para ajudar as equipes a se prepararem para as inevitáveis mudanças de curso que ocorrerão durante a execução do projeto.

Semelhante a essa definição, Highsmith (2004) descreve a visão do projeto como uma descrição dos limites e condições dentre as quais o desenvolvimento deve ocorrer, ou seja, de acordo com as restrições de escopo, prazo e custo. Por outro lado, a visão do produto é definida como uma descrição expandida do que o mesmo poderia se tornar servindo assim para limitar as suas características. Um exemplo seria de que na visão do produto em um projeto pode constar que o mesmo possuirá 100 características, porém, a visão do projeto, para a versão 1 deste mesmo produto, pode constar apenas 50 características. Esse procedimento está de acordo com os princípios “entregar valor ao cliente e empregar entregas iterativas e baseadas em características” propostas por Highsmith (2004). Além disso, o autor argumenta que se deve atentar à restrição tripla de custo, prazo e escopo, durante as iterações, para que seja possível entregar novas e atualizadas versões do produto ao cliente.

Sendo assim, de modo a nortear o presente trabalho, adota-se a seguinte definição para Visão do Produto: uma descrição de alto nível, isto é sucinta e preferencialmente na forma gráfica de um produto que ainda não existe e será entregue em um projeto. Essa visão pode conter dimensões como forma, função, possíveis estados, módulos e a interface entre eles, requisitos e metas. Além disso, ela deve ter as seguintes propriedades: definir o escopo do produto, ser desafiadora e proporcionar motivação para a equipe.

Essa definição de Visão do Produto foi elaborada a partir da revisão da literatura de Planejamento Estratégico, Gerenciamento Ágil de Projetos e Gerenciamento de Projetos e foi necessária devido ao fato das definições encontradas serem superficiais e tratarem o assunto em um nível alto de abstração.

2.4. O papel da Visão na gestão de projetos de desenvolvimento de produtos

Ambientes ditos turbulentos, com mudanças constantes em requisitos e riscos, são comuns em projetos de novos produtos, tornando este processo um candidato “natural” a ser beneficiado pela teoria do APM. O principal exemplo são os produtos mais inovadores.

Eles representam problemas de projeto que não foram enfrentados antes pela equipe, suscitando a necessidade de aprendizado e, conseqüentemente, riscos. Pugh (1996) propôs uma classificação dos produtos em dinâmicos e estáticos. Para ele, os projetos estáticos são aqueles relacionados a produtos convencionais e que possuem soluções e princípios de solução que permanecem fixos no decorrer do tempo. Os projetos dinâmicos, ao contrário, são os projetos inovadores e/ou que envolvam alta tecnologia.

Para Pugh (1996), a empresa precisa lidar de forma diferente com estes tipos de projeto. Segundo o autor, o design dinâmico é crucial para a sobrevivência das empresas e deve ser estruturado de modo a lidar com as diferenças, ou seja, as diversas mudanças inerentes a esse tipo de projeto.

Mais, o autor argumenta que todos os produtos acabam sendo conceitualmente dinâmicos em um período de sua vida e que ao passar do tempo podem se tornar conceitualmente estáticos. Segundo Pugh (1996), um exemplo clássico de um produto convencional que poderia ser considerado estático é o caso da válvula utilizada em caixas d'água. O design desse produto permaneceu estático por cerca de 125 anos, no entanto, com a introdução de novos materiais um novo design do produto foi desenvolvido tornando - o dinâmico novamente. Assim, muitas empresas podem considerar um produto estático e, dessa maneira, sistematizar todo o negócio, produção e sistemas perdendo a oportunidade de inovar.

Pugh (1996) considera que é importante existir na empresa uma abordagem metódica nas fases iniciais do projeto de modo que as equipes envolvidas sejam incentivadas a criar concepções alternativas, estabelecer cenários alternativos e avaliá-los de uma maneira sistemática. Mas, ressalta que é necessária uma variação na forma de conduzir conforme o grau de novidade, respeitando as características de produtos dinâmicos e estáticos. Segundo o autor, observa-se que atualmente muitos teóricos propõem técnicas e práticas para a realização das atividades de projeto. Dentre estas propostas encontra-se o Gerenciamento Ágil de projetos que visa lidar com projetos de produtos que sejam inovadores e que envolvam tecnologia.

A abordagem ágil de gestão seria justamente a forma mais adequada de gerenciar projetos do tipo dinâmico. Assim, segundo essa teoria a empresa poderia apresentar um modelo de processo sistematizado e padrão na qual poderia ser seguido a fim de se buscar melhores resultados. Das considerações feitas nas seções 2.2 e 2.3, pode-se observar que os teóricos do ágil são enfáticos ao afirmarem a importância da Visão no sucesso do projeto. Nota-se também que essa preocupação estava há muito tempo presente na literatura de GDP.

Como exemplo dessa afirmação autoras como Brown & Eisenhardt (1995), sugeriam que um dos fatores que contribuem para a diminuição do tempo de desenvolvimento de produtos é a criação de uma visão robusta do produto. De acordo com as autoras essa visão robusta pode ser desenvolvida por líderes que exercem um controle sutil sobre suas equipes. E esse controle poderia balancear controle e liberdade a fim de incentivar a criatividade na resolução de problemas.

Resumidamente, o engajamento dos gerentes seniores no controle sutil com o intuito de comunicar uma clara visão dos objetivos a suas equipes, permite que membros da equipe tenham liberdade para trabalhar autonomamente dentro do escopo proposto pela visão, garantindo assim uma maior eficiência no desenvolvimento de produtos.

As autoras sugerem ainda que o produto deva possuir integridade e harmonia entre suas características e as necessidades do cliente. Isso implica, segundo elas, em uma clara visão da intenção, imagem e desempenho do produto. Essa visão deve ainda, estar de acordo com as competências da empresa, e os desejos e expectativas dos consumidores.

Sendo assim, ao criar uma visão o gerenciamento sênior consegue assegurar a comunicação de uma visão geral do produto para a equipe de projeto e assim, balancear a autonomia adquirida através da liderança “peso pesado”, o que corresponde a uma estrutura matricial forte segundo o PMI, (2004).

A visão poderia servir também para fazer emergir concepções e idéias pré-concebidas presentes nos membros da equipe. A esse respeito, diz Pugh (1996) que soluções anteriores servem como uma espécie de guia para o novo produto. Esse conceito é denominado por Pugh (1996) de “base genérica”. O autor a define como sendo um conceito na qual abrange todos os atributos dos conceitos dos competidores sem que atraia nenhuma deficiência deles. Ou seja, a base genérica pode ser um produto que permanece estático por um longo período de tempo e depois serve como base para a inovação. A base genérica poderia ser considerada como uma solução que faz parte da visão de um membro da equipe de projeto. Por isso, é importante que o gerente sênior do projeto saiba identificá-las dentro da equipe e utilizá-las para construir uma visão única, que oriente o trabalho de toda a equipe, e que contribuam entre si.

Ainda com relação à Visão, Tassarolo (2007) realizou um estudo empírico que demonstra como a integração (interna e externa) se relaciona com o desempenho dentro do contexto do papel da Visão do Produto. A conclusão do estudo reitera a afirmação de autores de que o envolvimento entre fornecedores e consumidores acelera o processo de desenvolvimento de produtos principalmente onde haja uma consolidação robusta da Visão do Produto. (CLARK, 1989; COOPER, 1995; COOPER & KLEINSCHMIDT, 1994;

CORDERO, 1991; DRÖGE, JAYARAM, & VICKERY, 2004; HARTLEY ET AL., 1997; HARTLEY, ZIRGER, & KAMATH, 1997; MABERT, MUTH, & SCHMENNER, 1992; PETERSEN, HANDFIELD, & RAGATZ, 2003; RAGATZ, HANDFIELD, & PETERSEN, 2002).

Exatamente como Clark et al (1987); Clark & Fujimoto, (1991); Hayes et al (1988) afirmavam. Vale ressaltar que o estudo ainda testou o modelo desenvolvido pelo autor em 157 empresas de pequeno a médio porte como o intuito de validar as conclusões mostradas acima.

A análise destes textos demonstram que a preocupação com o princípio de valorizar e estabelecer uma visão, presente na literatura de Gerenciamento Ágil de Projetos é coerente com as afirmações e preocupações dos autores de gestão de desenvolvimento de produtos. Mostram também que há dados empíricos que demonstram que a criação de visões robustas para o produto pode contribuir positivamente para o sucesso do projeto. E que isso seria ainda mais importante para a criação de produtos dinâmicos, isto é, inovadores.

Para os autores do APM quando os projetos envolvem níveis mais elevados de inovação, o desafio de construir uma visão do resultado final, compartilhada com a equipe, é mais importante do que descrever detalhadamente as tarefas que precisam ser feitas. É por meio da visão que os membros da equipe poderão caminhar em uma direção, mantendo, ao mesmo tempo, a flexibilidade necessária para adaptar as tarefas de desenvolvimento às descobertas e as inovações que são realizadas no decorrer do projeto.

2.5. Características da Visão do Produto

Considerando a definição de Visão do Produto elaborada para nortear o presente trabalho e a revisão bibliográfica empreendida, faz-se necessário nesse momento a dedução de parâmetros para a avaliação dos modelos de representação de produtos. Esses parâmetros, denominados neste trabalho de Critérios de Aceitação foram deduzidos por meio, da revisão bibliográfica que abrangeu as áreas de Planejamento estratégico, Gestão de Projetos, Gerenciamento Ágil de Projetos e Gestão de Desenvolvimento de Produtos. A idéia foi analisar as características que uma visão robusta deve conter segundo os autores destas áreas para, a partir daí criar um grupo de critérios que servirão de parâmetros para a consideração ou não de um modelo para a avaliação. Isso foi possível, pois ao se entender as características de uma visão robusta, entende-se conseqüentemente o que um modelo de representação deve possuir para criar a visão de acordo com as características salientadas pelas literaturas pesquisadas.

A análise forneceu subsídios para a avaliação de modelos e métodos existentes ou futuros que possam apoiar a sua elaboração. Como exemplo, Christenson & Walker (2004) propõem características que a visão deve conter. Elas são:

- ser entendida, ou seja, capturar o propósito essencial, o estado futuro pretendido e a essência dos objetivos do projeto;
- ser motivacional – convencer os participantes de que aquela é a melhor solução e que possa ser internalizada pelos stakeholders⁶ além de fornecer uma proposição de valor que seja atraente a todos;
- ser digna de crédito, ou seja, consistente com a cultura dos stakeholders de modo que os artefatos utilizados reflitam exatamente a visão e estejam de acordo com os valores existentes;
- ser desafiadora e exigente, ou seja, pró-ativa com vistas a um trabalho mais eficaz das equipes. Isso pode ser feito, por exemplo, definindo ou indicando metas para as equipes de trabalho.

Para os autores a presença das quatro características durante todo o ciclo de vida do projeto pode impactar positivamente no sucesso do mesmo.

Sendo assim, apresenta-se a seguir os critérios de aceitação. Os critérios de aceitação foram elaborados com o objetivo de servir como guia para a escolha dos modelos de representação a serem avaliados. Dessa maneira, considera-se apto para a avaliação qualquer modelo que atender ao menos um (01) critério da seguinte lista (apresentada também no apêndice C):

1. Representar o produto em ao menos uma (01) de suas dimensões (as dimensões de representação consideradas nesse trabalho são: necessidades dos clientes, funções, partes e características físicas);
2. Tornar o produto visível por meio de suas funções;
3. Permitir a descrição de partes (subsistemas, componentes ou módulos) e interfaces bem como sua interação de forma a facilitar a coordenação do trabalho;
4. Facilitar a compreensão do produto a todos os usuários;
5. Possibilitar a rápida e fácil visualização das partes principais do produto como sistemas, subsistemas, componentes, módulos e plataforma;
6. Permitir a utilização de linguagem comum a todos os usuários;

⁶ Partes interessadas - Pessoas e organizações, como clientes, patrocinadores, organizações executoras e o público, que estejam ativamente envolvidas no projeto ou cujos interesses possam ser afetados de forma positiva ou negativa pela execução ou término do projeto (PMBOK, 2004)

7. Permitir que a tarefa de descrição seja feita rapidamente (cerca de um dia para projetos com baixo grau de complexidade);
8. Permitir a interação entre os membros da equipe de projeto.

Por fim, após a apresentação dos critérios que serão utilizados na consideração ou não de um modelo de representação de produtos, apresenta-se na próxima seção uma breve comparação entre Visão e Escopo do Projeto. Essa comparação foi feita de modo a clarear quais são os artefatos propostos pelos autores do APM e do Gerenciamento Tradicional de Projetos e, principalmente quais suas diferenças no tocante à criação e representação da Visão do Produto.

2.6. Comparando a Visão e Escopo do Projeto

Para fins de comparação entre os termos Visão e Escopo do Projeto tomou-se como exemplo o padrão proposto no PMI (2004). Nesse padrão o primeiro momento em que se faz algo parecido com a Visão é na definição do projeto. A fase de iniciação é o momento onde se gera a primeira definição, no documento denominado de Termo de Abertura do Projeto. Ele é elaborado pela pessoa responsável pela identificação do empreendimento, em conjunto ou não com os patrocinadores do projeto. Este documento autoriza formalmente a existência de um projeto e concede ao gerente de projetos a autoridade para aplicar recursos no seu planejamento.

O Termo de Abertura do Projeto deve, em tese, descrever a primeira versão de uma Visão do Projeto e Produto, conjuntamente. No linguajar tradicional, utilizam-se os termos Escopo do Projeto e Escopo do Produto.

A Visão do Produto dentro do Termo de Abertura do Projeto se dá por meio da Declaração de Trabalho, que visa descrever os produtos, serviços e resultados a serem fornecidos pelo projeto. Dentro da Declaração de Trabalho encontra-se a descrição do escopo do produto. Esse documento registra os requisitos do produto e as características do produto ou serviço para os quais o projeto será realizado. Neste momento, durante o processo de iniciação, requisitos do produto são normalmente menos detalhados. Eles serão aperfeiçoados e detalhados durante os processos seguintes, conforme as características do produto forem progressivamente elaboradas. Para tal, propõe-se o uso de narrativas em linguagens naturais. Portanto, textos tal como o proposto no documento de visão dos teóricos do APM.

O Termo de Abertura pode conter documentos adicionais, como contratos, fatores ambientais da empresa e ativos de processos organizacionais.

Com o intuito de refinar tanto a visão do projeto quanto a do produto, existe ainda o desenvolvimento da declaração do escopo preliminar do projeto. Este documento é a definição do projeto e o que deve ser realizado por ele.

O processo desenvolver a declaração do escopo preliminar do projeto aborda e documenta as características e limites do projeto, seus produtos e serviços associados, além dos métodos de aceitação e controle do escopo. Assim, a Declaração do Escopo do Projeto inclui documentos como: objetivos do produto e do projeto, características e requisitos do produto ou serviço, critérios de aceitação do produto, limites do projeto, entregas e requisitos do projeto, restrições do projeto, premissas do projeto, organização inicial do projeto, riscos iniciais definidos, marcos do cronograma, estrutura analítica do projeto (EAP) inicial, estimativa aproximada de custos, requisitos de gerenciamento de configuração do projeto e requisitos de aprovação.

Em alguns casos o conteúdo da Declaração do Escopo do Projeto pode variar dependendo da área de aplicação e complexidade do projeto. Vale ressaltar que é de fundamental importância que haja a participação do patrocinador ou iniciador do projeto no desenvolvimento da Declaração do Escopo do Projeto. Sem que haja a interação entre as pessoas as informações necessárias podem ser de baixa qualidade gerando assim a má concepção da visão. Por sua vez, a má concepção da visão pode acabar ocasionando problemas nas fases posteriores do ciclo de vida do projeto.

O quadro 1 faz um paralelo entre as abordagens ágil e tradicional para a gestão de projetos, no tocante aos documentos e práticas relacionados à criação da Visão do Projeto e do Produto. Vale ressaltar que as práticas e modelos para a criação e representação da Visão na abordagem de Gerenciamento ágil de Projetos serão apresentadas e discutidas em detalhe na seção 3.1.

Conceitos	APM	PMI
Nome da Fase	Fase Visão	Fase Iniciação
Descrição do resultado do projeto	Visão	Escopo - do produto - do projeto
Práticas de descrição ⁷	- “Caixa” para Visão do Produto - Declaração de Alto Nível - Arquitetura do Produto - Lista de Características do Produto - Cartões de Requisitos de Desempenho	- EAP - Declaração Textual
Documentos gerados nas fases iniciais	Folha de Dados do Projeto	- Termo de Abertura do Projeto - Declaração de Trabalho - Declaração de Escopo - EAP

Quadro 1 – Práticas e documentos relacionados à Visão de Projeto e de Produto segundo a abordagem ágil e tradicional

Uma semelhança no tocante aos documentos relacionados à Visão é que tanto na abordagem ágil como na tradicional de GP os documentos que compõem a Visão do Projeto são constituídos dos documentos utilizados para criar a Visão do Produto.

No entanto, nota-se que há uma maior preocupação do APM em definir a Visão do Produto quando comparado com a tradicional. Essa conclusão é devido ao fato de que apesar do ágil possuir menor documentação em relação ao tradicional, há a existência de mais práticas que estão relacionadas à criação da Visão do Produto. Como exemplo, as práticas “caixa” para visão do produto, declaração de alto nível, arquitetura do produto, lista de características do produto e cartões de requisitos de desempenho que servem em conjunto basicamente para:

- focar nos principais requisitos e benefícios;
- se tornar uma *baseline* do projeto;
- responder perguntas como: Por que isso deve ser desenvolvido? O que deve ser desenvolvido?; Por quem isso deve ser desenvolvido?

Por outro lado nota-se que a abordagem tradicional dá maior ênfase à Visão do Projeto, haja visto o grande número de processos para a realização desta tarefa.

⁷ Autores como Highsmith (2004) e Chin (2004) pertencentes ao APM não foram rigorosos quanto à nomenclatura utilizada. Em momentos de seus livros se referem a documentos e a práticas fazendo-se uso das mesmas denominações.

A figura 6 mostra um paralelo entre o Escopo gerado pela abordagem tradicional de projetos e a Visão gerada pelo APM.

Figura 6. Diferenças entre Escopo e Visão do projeto
Fonte: elaborado pelo autor

Nota-se na figura acima duas diferenças básicas com relação aos documentos gerados. A primeira a se observar é a grande quantidade de documentos gerados pela abordagem tradicional de gestão de projetos para a criação do escopo e a segunda, seria a utilização de documentos mais simplificados e de ícones visuais para a geração da Visão segundo o APM.

Sendo assim, por meio da análise da literatura a respeito da Visão de Produto e Projeto e levando-se em consideração tanto a abordagem tradicional como o ágil para a gestão de projetos foi possível a observação das seguintes diferenças:

- Abordagem tradicional - Depois de criadas as Visões do Projeto e do Produto há por meio do grupo de processo de monitoramento e controle a iniciativa de manter a mesmas visões até o fim do projeto.
- Abordagem ágil - A criação da Visão do Produto se dá na fase inicial do ciclo de vida do projeto (fase visão), no entanto as equipes de desenvolvimento são encorajadas a rever e se preciso for, mudar as Visões de Projeto e Produto desde que estas não fujam aos objetivos e escopo do

projeto. Dentro do modelo APM proposto por Highsmith (2004) a fase visão é dividida em 4 categorias chamadas: visão do produto, visão do escopo, visão para a comunidade e visão para a abordagem. Nota-se que o autor trata das características do produto dentro da primeira categoria já, a categoria escopo trata da Visão do Projeto. As duas visões não são independentes, ou seja, a visão do projeto é criada levando-se em conta as restrições do projeto bem como as características do produto.

Ainda, é possível notar que, apesar da aparente diferença entre a abordagem ágil e tradicional em se criar a Visão do Projeto e de Produto, as definições para estes termos são praticamente iguais e as poucas diferenças encontradas são somente a respeito da burocracia em se fazer isso. Conclui-se, portanto que o escopo do projeto na abordagem tradicional da gestão de projetos é bastante similar à Visão do Projeto. Essa conclusão é obtida ao se analisar os documentos existentes tanto para a criação da Visão quanto do Escopo do Projeto. Na tradicional todos os documentos são criados para se ter a Visão do Projeto e do Produto e na ágil toda esta documentação é simplificada e condensada na Folha de Dados do Projeto.

Outro fato que torna similar a Declaração de Escopo do Projeto e a Visão do Projeto é que ambos são baseados em padrões textuais, não havendo até o momento indícios de que as práticas sugeridas pelos autores da abordagem do APM estão sendo realizadas de outras formas.

No entanto, ao se analisar a literatura de desenvolvimento de produtos nota-se que esta é farta em técnicas, métodos e modelos que apóiam a descrição das especificações do produto. Esses modelos ainda não foram explorados pelos autores do APM, como instrumentos para registro e compartilhamento da visão. O que se percebe é que existem apenas menções como a de Highsmith (2004) sobre utilizar a descrição da arquitetura e plataforma do produto para descrever a visão do produto, no entanto, o autor não é claro nos procedimentos, ou seja, não há uma explicação detalhada de como deve ser tal utilização.

Sendo assim, o grande desafio do presente trabalho concentra-se na Visão do Produto. Essa delimitação é justificada por se entender que os itens da Visão do Projeto já são contemplados pelo PMI (2004) e que até o momento não se encontra indícios de que as práticas sugeridas pelos teóricos do APM foram utilizadas para descrever um produto manufaturado.

Portanto, surge então uma nova possibilidade de pesquisa, a de desenvolver métodos e modelos que permitam a descrição da visão de um produto, voltado para apoiar a gestão do seu desenvolvimento.

No próximo capítulo, apresenta-se uma revisão dos modelos de representação de produto encontrados na literatura de Gestão de Desenvolvimento de Produto (GDP). O objetivo dessa revisão é a de mostrar ao leitor o estado da arte de tais modelos para que seja possível analisar os aspectos positivos e negativos de cada um no apoio à criação e representação da Visão do Produto tendo como base os conceitos do Gerenciamento Ágil de Projetos (APM).

3. Modelos para criação e representação da Visão do Produto

A fim de evitar imprecisões terminológicas a cerca dos termos Prática, Técnica, Método e Modelo, utilizados pelos autores de GDP e do APM, adota-se como único termo “Modelo”. Segundo o dicionário Aurélio (2004), modelo é uma representação de algo a ser reproduzido. Sendo assim a representação de um produto pode ser feita, por exemplo, por meio de suas funcionalidades, de seus requisitos, de uma representação digital, sua estrutura etc.

O modo de se materializar a visão é sempre por meio de um artefato. Esse artefato é criado pela transcrição de todos os elementos que compõem a visão em um documento. Esse documento, por sua vez, tem por objetivo comunicar de forma simples e rápida as metas do projeto e ainda levar em conta os valores organizacionais da empresa (CHRISTENSON & WALKER 2004).

Das discussões realizadas nas seções anteriores, especialmente 2. 3 e 2. 4, entende -se que uma “Visão” deve necessariamente ser precedida de uma representação do produto final do projeto. Assim, o termo “Modelo” parece mais natural. Há, porém, uma dualidade, pois ao se propor um modelo para representar um produto, normalmente ele é acompanhado de um método, passos, que descrevem como ele pode ser criado. Por isso, algumas das ferramentas encontradas na literatura, principalmente como métodos, serão aqui consideradas quanto ao resultado final, o modelo que surge da técnica.

Essa breve explicação torna-se necessária, pois os termos “prática” e “método” são muito utilizados pelos teóricos do Gerenciamento Ágil de Projetos e pelos teóricos de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, respectivamente. Não há um critério universalmente reconhecido para separá-los.

Nas seções seguintes apresenta-se e discutem-se quais os modelos para criação e representação da Visão propostos pelos autores. Os critérios para se incluir um artefato, seja ele denominado de técnica, método ou modelo, na revisão bibliográfica foram dois: 1) ser originalmente desenvolvido para auxiliar na definição de uma Visão para o APM; ou 2) possibilitar uma representação de um produto, ou parte dele, conforme os 8 Critérios de Aceitação apresentados na seção 2. 5, na qual compilou-se as características da visão de um produto. Os artefatos que satisfazem a condição 1 são apresentados na seção 3 .1 e os que satisfazem a condição 2 na seção 3. 2. Cada seção contém uma breve descrição desses modelos onde se procura demonstrar os conceitos fundamentais, estado da arte e as características que justificam sua inclusão na pesquisa.

3.1. Modelos de representação da Visão segundo a literatura do APM

O modelo de representação textual da Visão do Projeto proposto por Highsmith (2004) e Chin (2004) é um documento denominado Folha de Dados do Projeto. Esse documento é definido pelos autores como uma página simples que contém os objetivos principais do negócio, especificações do produto e informações sobre o gerenciamento do projeto. Ele ajuda as equipes na manutenção do foco do projeto, gerenciamento e consumidores e visa acima de tudo, transmitir a essência em termos de escopo, cronograma, recursos e como o projeto cumprirá todas as atividades a fim de entregar o que foi planejado na fase visão.

Para Highsmith (2004) a Folha de Dados do Projeto ainda pode conter itens como: clientes, gerente de projeto, gerente de produto, declaração de objetivos do projeto, custos de atraso, lista das principais características, benefícios ao cliente, atributos de qualidade e desempenho, arquitetura, riscos, matriz de *trade-off* e fator de exploração. Em relação aos dois últimos itens da Folha de Dados do Projeto, Highsmith (2004) descreve a Matriz de Trade-off como sendo uma tabela que estabelece a prioridade relativa do escopo, recursos, cronograma e defeitos do projeto já, o fator de exploração seria uma escala de risco (1 a 10) e incerteza do projeto. Ou seja, projetos que possuem alto grau de exploração associados a ambientes muito turbulentos teriam fator de exploração elevado.

A presença ou não de todos os itens citados acima se dá pelo grau de complexidade do projeto e pelo tamanho das equipes. Projetos complexos e com grandes equipes necessitam da Folha de Dados do Projeto com informações mais detalhadas do que para projetos menores e menos complexos. Highsmith (2004) denomina também Visão do Projeto como sendo Escopo do Projeto. A diferença entre os termos visão e escopo não é explorada pelo autor, havendo uma única menção ao termo escopo, feita na Folha de Dados do Projeto. Nota-se também que o autor não é muito rigoroso com os termos utilizados, pois em momentos diferentes de seu livro há a utilização de termos iguais para a explicação de pontos distintos. Um exemplo disso é a Folha de Dados do Projeto que em um momento é denominada como um documento como explicado anteriormente e, em outro momento é chamada pelo autor de prática.

Como dito anteriormente, a fim de melhorar o rigor terminológico adota-se para o contexto do presente trabalho o termo modelo quando houver referência aos meios pelo qual se cria e representa a Visão do Produto.

Sendo assim, os modelos de representação da Visão do Produto propostos por Highsmith (2004) são:

- “Caixa” para a Visão do Produto e Declaração de Alto Nível: Determinam a visão e o escopo do produto, a identificação da comunidade do projeto e a

definição de como a equipe de projeto trabalhará em conjunto. O termo caixa é utilizado, pois Highsmith (2004) sugere que as equipes devem construir uma imagem do produto dentro do espaço delimitado por um caixa. Por sua vez, a Declaração de Alto Nível sugere que a equipe faça um posicionamento do produto, ou seja, uma declaração curta que indica quais consumidores alvo, principais benefícios e vantagens competitivas do produto a ser desenvolvido. O termo “alto nível” se refere a uma descrição geral do produto evitando-se assim a criação de um conceito já formado. A figura 7 apresenta a Caixa para a Visão do Produto e a Declaração de Alto Nível (círculo ao lado da figura) propostos por Highsmith (2004).

Figura 7. Caixa para visão do produto e declaração de alto nível
Fonte: Adaptado de Highsmith (2004)

- Arquitetura do produto. Desenvolvimento da arquitetura técnica do produto, que facilita a exploração e assegure um direcionamento à condução dos trabalhos e à organização da equipe do projeto. Nesse modelo o autor sugere a criação da FBS (Feature Breakdown Structure) para a descrição da arquitetura do produto. A FBS é uma lista que mostra por meio de narrativas em linguagem natural, os SSC's (Sistemas, Subsistemas e Componentes) de um produto. Vale ressaltar que o autor ainda comenta que existem outras maneiras de representação técnica de um produto, no entanto, a FBS serve como instrumento de comunicação entre os consumidores e a equipe de desenvolvimento e atua como uma ponte entre as fases visão e especulação do modelo proposto em seu livro. Por

fim, a FBS identifica a “reserva” de características na qual o plano de iteração será desenvolvido. A figura 8 apresenta a FBS.

Figura 8. Feature Breakdown Structure
Fonte: Highsmith (2004)

- Lista de características do produto. Visa expandir a Visão do Produto por meio de um processo evolutivo de definição de requisitos em uma lista de características do produto (similar a uma lista expandida (explodida) de peças fabricadas). De maneira resumida, esse modelo refina a Visão do Produto criada nos modelos anteriores. Nesse modelo a equipe de desenvolvimento cria um cartão (index card) para cada característica identificada na FBS. Esses cartões contêm informações descritivas básicas e estimadas. Assim, durante a fase de especulação, dentro de uma iteração específica e na qual a característica foi planejada para a implementação, os requisitos da mesma são determinados em detalhe e assim essas características são construídas e testadas. A figura 9 apresenta um exemplo de cartão de características.

Cartão de Características			Iteração planejada	3
Identificação da característica:	25		Tipo da característica:	Custo
Nome da característica:	Estabelecer pontos de venda			
Descrição da característica:				
Criar pontos de venda baseados em padrões de áreas metropolitanas e estaduais				
Estimativa de esforço de trabalho:	4,5 dias			
Dependências com outras características:	Não há			
Testes de aceitação				
Requisitos incertos	A, C, D			

Figura 9. Cartão de características
Fonte: Highsmith (2004)

- Cartões de requisitos de desempenho. É o emprego de cartões contendo as principais funções e requisitos de desempenho do produto que será construído. Um exemplo seria o requisito “peso” para o desenvolvimento de um avião. Esse requisito afetaria todo o desempenho do produto, sendo assim, a criação de cartões pode ser útil na sua delimitação. A figura 10 apresenta um exemplo de um cartão de requisitos de desempenho.

Cartão de requisitos de desempenho	Iteração demonstrada: 6
Identificação de desempenho:	PC - 12
Nome:	Peso - Aviônica
Descrição	O peso alocado ao pacote de aviônica é 275 libras, sem incluir os displays da cabine que estão inclusos no pacote de displays da cabine
Dificuldade (A, M, B)	M (moderada)
Testes de aceitação	Alta – escala de desempenho de pesos de todos os componentes começando na iteração 3, seguida pelo peso do pacote completo de instrumentos na iteração 6

Figura 10. Cartão de requisitos de desempenho
Fonte: Adaptado de Highsmith (2004)

Outro aspecto a ressaltar é a diferença de conteúdo da Folha de Dados do Projeto entre Highsmith (2004) e Chin (2004). Para Highsmith (2004) a Folha de Dados do Projeto além de conter os dados referentes ao escopo do projeto, contém os dados referentes ao produto a ser desenvolvido. Diferentemente de Chin (2004), que considera neste artefato apenas dados do projeto. Nota-se também que Chin (2004) não é muito explícito com relação às informações referentes ao produto. Os documentos sugeridos por ele são parecidos com os de Highsmith (2004), porém sua seqüência e conteúdo não são tão detalhados quanto ao do segundo autor.

Ainda, dentro do contexto da Visão do Produto pode-se citar mais um conceito de extrema importância. O termo que define esse conceito é denominado por Highsmith (2004) e Chin (2004) de interfaces. De maneira resumida as interfaces ditam às equipes de desenvolvimento qual é a formatação final dos módulos constituintes do produto bem como suas interações.

No planejamento das interfaces não é levado em consideração como cada equipe deve executar sua tarefa. A idéia é mantê-las fixas para que não haja alterações e permitir que os membros da equipe encontrem soluções dentro desses limites a fim de atender aos requisitos do projeto.

Dessa maneira, o conceito de interfaces pode ser bastante promissor no apoio a criação da Visão do Produto. Esse conceito é bastante semelhante ao processo de especificação denominado “caixa preta” (black box) de engenharia e será melhor explicado na seção 3.2.4 onde há a apresentação dos Modelos de Requisitos.

3.2. Modelos de representação da Visão segundo a literatura de GDP

A teoria de GDP é bastante ampla e uma de suas vertentes é a modelagem de processos. Nessa área vários autores propõem modelos de processos que contemplam uma fase denominada usualmente de concepção. Nessa fase os autores propõem também a realização de uma fase denominada concepção onde aconteceria a primeira descrição de um produto, isto é, a solução de projeto. Normalmente essa fase ocorre após a definição do escopo do projeto e levantamento das informações para compreensão do problema. Nota-se também que os autores da literatura de GDP já criaram vários modelos que se prestam a apoiar esta atividade de descrição do produto. Dentre estes pode-se citar os modelos funcionais, modelos de estrutura de produtos entre outros. Estes modelos por sua vez poderiam, em tese ser utilizados para descrever um produto na Visão, porém isso acabaria ferindo a melhor prática de explorar as informações antes de partir para a solução conforme proposto, por exemplo, pela engenharia simultânea. No entanto, existem trabalhos que

demonstram que o levantamento de informações não é totalmente isento por parte dos projetistas, ou seja, haveria aí uma lacuna onde a utilização dos modelos fora de seu contexto inicial para qual foram concebidos poderia se tornar viável.

Dessa maneira, para fundamentar a idéia de utilizar os modelos de representação de produtos fora do contexto da qual são normalmente utilizados foi necessário o emprego do conceito denominado por Louridas (1999) de “design como bricolagem”.

A utilização desse conceito torna-se necessária, pois ao se pretender utilizar tais modelos fora do contexto da qual foram criados cria-se um problema. Esse problema está diretamente relacionado ao tipo de produto que o trabalho tem em vista, ou seja, o desenvolvimento de produtos inovadores. Uma maneira de explicitar melhor esse problema seria responder as seguintes questões: Como antecipar a utilização de modelos de representação que normalmente requerem grande número de informações detalhadas e que não estão disponíveis no início do projeto? E, como representar nos modelos algo que ainda não exista, pois em se tratando de produtos inovadores não existem similares?

A resposta a essas questões seria justamente o conceito de Design como bricolagem proposto por Louridas (1999). A bricolagem é definida por Louridas (1999) como uma ação de determinada pessoa que, de posse de suas experiências passadas e conhecimento pessoal atua dentro desses limites para resolver um problema específico. Ou seja, essa pessoa possui um “repertório” pessoal de soluções para determinados problemas e na qual, ele consegue adaptá-las no caso do surgimento de novos problemas.

Sendo assim, o conceito de Design como bricolagem é baseado em metáforas onde o desenvolvedor da solução redefine o significado daquilo que já possui para solucionar os problemas de projeto.

A bricolagem está, portanto à mercê das contingências quer sejam externas, na forma de influências, avisos ou sinais do mundo externo. Ou internas, na forma de idiossincrasias⁸ do desenvolvedor da solução.

Dessa maneira, a se entender o conceito de design como bricolagem e conseqüentemente se entender a forma de atuação daquele que pratica a bricolagem conclui-se que há a possibilidade de utilização dos modelos de representação de produtos propostos pela literatura de GDP. Essa conclusão é possível, pois ao se utilizar metáforas o desenvolvedor da solução tem a possibilidade de ao mesmo tempo criar algo inovador e que seja gerado de suas experiências e conhecimentos pessoais.

⁸ Segundo Ferreira (2004) as idiossincrasias referem-se à maneira própria de ver, sentir, reagir, de cada indivíduo.

Assim, as informações que são necessárias para a construção dos modelos podem ser geradas nessa fase pelas pessoas da equipe de desenvolvimento sem que haja necessariamente a inclusão de maiores especificidades nos modelos construídos.

Dessa maneira a partir da próxima seção passa-se a apresentar os modelos de representação de produtos estudados pelo presente trabalho. Vale ressaltar que para que um modelo de representação fosse incluído no presente trabalho, o mesmo deveria possibilitar a representação de um produto, ou parte dele, conforme os 8 critérios de aceitação apresentados na seção 2.5.

3.2.1. Modelos funcionais

A descrição das funções desempenhadas por um produto é uma das formas de se representá-lo. Os modelos funcionais do produto, segundo Ferreira (1997), são aqueles que permitem representá-lo por meio das suas funcionalidades, tanto aquelas na qual ele é capaz de realizar externamente, na sua interação com o ambiente, quanto às funções internas, realizadas pelas suas partes. Sendo assim, isso o torna um modelo em potencial para a criação da Visão do Produto.

Dessa maneira, os modelos funcionais visam tratar o problema de forma generalizada a fim de se obter várias soluções possíveis e não apenas uma. Eles são utilizados no desenvolvimento de produtos com o intuito de entender o problema de projeto e evitar que soluções baseadas em experiências prévias, preconceitos e convenções limitem as possíveis soluções do problema de projeto.

Para Otto & Wood (2001), a vantagem da modelagem funcional é que o modelo concentra-se no “o que” deve ser realizado por um novo conceito ou reprojeto, e não “como” deve ser realizado. Assim, ele ajuda: a auxiliar na organização da equipe de projeto; tarefas e processos; as funções podem ser obtidas ou geradas diretamente das necessidades dos clientes, definir os contornos da solução final de projetos; a criatividade é favorecida pela possibilidade de decomposição de problemas e manipulação de soluções parciais; no mapeamento das necessidades dos clientes – primeiro para funções depois para forma -; e mais soluções podem ser sistematicamente geradas para a resolução do problema de projeto.

De acordo com Baxter (2000), a análise das funções do produto é uma técnica orientada para o consumidor, sendo assim, suas funções são apresentadas como percebidas e avaliadas pelos mesmos. Dessa maneira estas funções se tornam uma formulação abstrata da tarefa, independentemente de qualquer solução em particular (PAHL et al 2005).

Assim, se todas as tarefas do produto a ser concebido forem claramente definidas – com o conhecimento de suas entradas e saídas – é possível especificar sua função total.

Essa função total pode ser dividida em sub-funções, que correspondem a sub-tarefas. O relacionamento entre as sub-funções e a função total é definido por regras de seqüência, na medida em que algumas sub-funções devem ser satisfeitas antes de outras. O primeiro passo é o estabelecimento da função total, representada graficamente por uma transformação que ocorre em uma “caixa preta” com entradas e saídas definidas.

Basicamente, essa transformação que ocorre dentro da “caixa preta” é a conversão de energia, material e sinal. Segundo a denominação de Rozenfeld et al (2006):

- Energia – é responsável pelo transporte ou transformação de matéria e sinal. A exemplo disso pode-se citar um motor elétrico que converte energia elétrica em energia mecânica e térmica;
- Matéria – possui propriedades de forma, massa cor, condições etc. Materiais podem ser misturados, separados e modificados quimicamente;
- Sinal – pode ser considerado como a forma física na qual a informação é transportada. Os sinais podem ser preparados, recebidos, comparados, combinados, transmitidos, mostrados ou gravados.

A figura 11 mostra a conversão de energia material e sinal, na qual a solução do problema ainda não é conhecida e as tarefas ou funções são descritas de acordo com suas saídas e entradas.

Figura 11. Conversão de energia, material e sinal
Fonte: Adaptado de Pahl et al, (2005)

A obtenção da função total é feita por meio da análise das especificações-meta⁹ do produto. No PDP essa atividade tem o intuito de ajudar a equipe de desenvolvimento a sintetizar o que realmente se espera do produto bem como servir de ponto de partida para a elaboração de sua estrutura funcional (ROZENFELD et al 2006).

⁹ Especificações-meta: conjunto de objetivos ou metas que o produto deve atender. O conjunto de informações deve refletir as características que o produto deverá ter para atender as necessidades dos clientes.

Em seu trabalho, Ferreira (1997), apresenta um roteiro para a obtenção da função total a partir das especificações – meta do produto. Esse roteiro compreende os seguintes passos:

1. Localizar, dentre as especificações – meta, aquelas que dizem respeito às funções do produto;
2. Detectar, nessas especificações funcionais, as principais entradas e saídas do sistema em termos de fluxo de energia, material e sinal;
3. Estabelecer os estados das principais entradas e saídas listadas no item anterior;
4. Detectar, dentre os fluxos listados, quais os fluxos principais de entrada e de saída do sistema;
5. Do relacionamento entre os fluxos principais de entrada e de saída do sistema (e de seus estados), tentar expressar a função total em termos de um verbo + substantivo;
6. Representar os dados levantados nos itens anteriores na forma de um diagrama de blocos, tal como apresentado na figura 12. Essa figura representa de forma esquemática a função total desdobrada em sub-funções.

Figura 12. Função total desdobrada em sub-funções
Fonte: Adaptado de Pahl et al, (2005)

Por fim, a análise lógica dos relacionamentos entre as funções deve sempre começar com a procura por aqueles que são essenciais e que devem estar presentes no sistema a fim de resolver o problema. Isso se aplica também ao relacionamento entre as sub-funções bem como as entradas e saídas das mesmas.

A maioria dos autores que pesquisam metodologias e modelos de processo de desenvolvimento de produto cita e recomenda a modelagem funcional. Nota-se que os autores citam também uma técnica específica denominada FAST (Function Analysis System Technique). Trata-se de uma técnica que foi concebida por Charles W. Bytheway em 1965

com o intuito de definir, analisar e entender as funções do produto e como estas se relacionam. Essa técnica, similar à modelagem funcional conta também com uma forma de representação que visa mostrar todas as dependências funcionais de um produto. Sendo assim, tendo-se em vista as características que uma Visão do Produto deve conter e as potencialidades da modelagem funcional na representação de um produto, pode-se afirmar que em tese a técnica FAST seria uma das maneiras de se criar e representar a Visão do Produto e que ainda não foram considerados pelos autores do APM.

Os principais autores de desenvolvimento de produto, dentre eles Pahl et al (2005), utilizam o FAST quando se trata de descrever funções e não há registros de outras técnicas para este fim. Portanto, atualmente a modelagem funcional e a técnica FAST se confundem. Sendo assim, por considerar essa técnica um modo de se criar e representar a Visão do Produto apresenta-se a seguir a funcionamento do FAST.

Normalmente as funções são representadas nos modelos por meio de um verbo e um substantivo a fim de fazer com que a equipe de projeto foque sua atenção aos aspectos funcionais do produto bem como em suas funções básicas e secundárias. Dessa maneira, divide-se o produto em elementos menores e que possam ser tratados separadamente.

Para Bytheway (1995), a função básica é identificada pela resposta à seguinte questão: Caso não haja a necessidade de se executar a função escolhida será necessário executar alguma outra função listada? Caso a resposta à pergunta seja “não” a função básica foi corretamente identificada. Ou seja, segundo o autor a função básica é aquela que causa a existência de todas as outras funções no modelo.

Esse modo de análise fez com que o autor formulasse mais duas questões e que norteiam a compreensão do modelo por ele desenvolvido. As questões formuladas foram: Por que esta função deve ser desempenhada? e; Como é executada atualmente esta função ou como é proposta a execução desta função?

A partir das respostas obtidas pelos questionamentos mostrados acima, tem-se o início da construção do modelo (figura 13). O modelo é composto por dois traços verticais que limitam o campo do problema. Dentro dos limites do modelo as perguntas Como e Por quê, organizam de maneira lógica as funções do sistema.

Iniciando-se a leitura do modelo perguntando-se “Como” à função global posicionada à esquerda da figura, é possível obter-se a resposta pela visualização da próxima caixa de como aquela função poderá ser obtida e assim sucessivamente. Por outro lado, pergunta-se “Por que” aquela função é realizada a fim de se abstrair o problema a um nível mais elevado.

Figura 13. Modelo FAST
 Fonte: Adaptado de Bytheway (1965)

Dessa maneira a construção do modelo FAST inicia-se com a função global. Ou seja, fazendo-se um paralelo entre a modelagem funcional e a Visão do Produto, a função global seria a Visão final do produto representada por meio de uma função que em seguida seria representada pelo detalhamento de todas as dependências funcionais das partes constituintes do produto. Dessa maneira, a função global é o propósito do produto ou processo a ser desenvolvido e pode ser decomposta em uma ou mais funções básicas dependendo do tamanho do sistema técnico. As funções básicas são as primeiras necessidades a serem satisfeitas pelo produto. Do lado direito das funções básicas são colocadas todas as outras funções (secundárias) que descrevem como a função básica é desempenhada no produto representado. Essas funções secundárias podem ser críticas, porém, pertencem a uma ordem de decomposição inferior sendo definidas de acordo com o escopo das funções de maior nível (funções básicas). Bytheway (1965), ainda formulou 3 questões que devem ser respondidas a fim de se encontrar as funções de maior nível. As perguntas são:

1. O que realmente pretende-se fazer quando é executada esta função?
2. Qual função de maior nível causou a existência desta função?
3. Por que essa função deve ser executada? De a razão funcional

A formulação de tais perguntas visa estimular a criatividade da equipe de desenvolvimento. A idéia é questionar as pessoas com as mesmas perguntas, porém formuladas de diferentes maneiras com intuito de se obter respostas diferentes aos mesmos problemas e assim conseguir a visão e o entendimento geral por parte da equipe de desenvolvimento bem como a de se obter a real função para determinada situação.

Ainda, na figura 13 as funções independentes são normalmente posicionadas acima do caminho das funções críticas (traço cheio que liga as funções) já as funções não esperadas são posicionadas abaixo da figura. As funções independentes, como o próprio nome diz, são aquelas que não dependem de outras funções para desempenhar sua própria função. Ou ainda, as funções posicionadas acima e abaixo do caminho das funções críticas são causadas pelas mesmas e ocorrem simultaneamente. Essas funções, (não esperadas e independentes) são também chamadas de funções de apoio e quando estão ligadas no diagrama são representadas por uma linha tracejada. Com o intuito de se facilitar a criação e o entendimento das funções de apoio a pergunta “Quando?” é posicionada verticalmente em relação às funções. Ainda, a função assumida é o menor nível de funções e fica posicionada no extremo direito da figura.

De acordo com Bytheway (1965), uma das melhores maneiras de se utilizar o FAST seria a de determinar a viabilidade e a oportunidade de executar certa função por meio de outro modelo. Isso explica a preocupação do autor em fazer com que a equipe envolvida na construção do modelo sempre tenha em mente a premissa de que outros modelos são bem vindos durante a criação FAST, a fim de estimular a criatividade dos participantes na criação da Visão do Produto e suas funções respectivamente. Essa prática previne que a equipe não busque apenas as alternativas mais imediatas e óbvias. Dessa maneira, segundo o mesmo autor, as funções de nível maior determinam sua viabilidade e as funções de nível menor determinam sua oportunidade.

Para Bytheway (1965), a confecção e utilização do FAST devem acontecer na fase conceitual de projeto ao invés de se utilizar em fases posteriores (hardware) onde o custo de mudanças pode se tornar muito elevado.

Por fim, a síntese dos trabalhos de Pahl et al (2005); Baxter (1998); Bytheway (1965, 1968, 1992) e Ferreira (1997) apresentam as vantagens da modelagem funcional de produtos com o objetivo de descrever sua visão:

1. Excluir soluções imediatas advindas de preconceitos ou experiências passadas;
2. Desdobramento da função total em funções menos complexas. Essa complexidade é compreendida como o grau de transparências das relações entre as entradas e saídas;

3. Propiciar a Visão do Produto mais próxima possível daquela demandada através da lista de requisitos que, por sua vez, foi desdobrada das necessidades do consumidor;
4. Diminuir tempo do projeto conceitual;
5. Possibilitar vários princípios de soluções diferentes ao mesmo produto ou ainda, que possam ser utilizadas em novos desenvolvimentos;
6. Melhorar a interface com usuários por meio de análises ergonômicas e antropométricas;
7. Provocar inovações radicais;
8. Substituição de várias páginas de descrição textual de produtos por modelos mais visuais;
9. Simplicidade dos modelos a fim de ser inteligível às pessoas que não pertencem às áreas técnicas;
10. Diminuir tempo de análises complexas;
11. Fornecer subsídios para análises de valor mais robustas;
12. Propiciar um método para organizar de forma sistemática as funções do produto e seus inter-relacionamentos.

Sendo assim, ao se observar as vantagens apresentadas acima, pode – se notar que a modelagem funcional é uma forte candidata no apoio à criação e representação da Visão do Produto, no entanto, um problema inicial surge quando da utilização de tal modelo para essa tarefa. Esse problema está relacionado justamente com a fase do projeto na qual se pretende utilizar tal modelo. Ou seja, normalmente esse modelo não é utilizado na concepção do produto devido ao fato de, a princípio não ser possível decompor em funções algo que ainda não existe. Entretanto, a idéia é de que a equipe de projeto não decomponha todo o produto nessa fase, e sim apenas as partes que já são conhecidas de antemão e que necessariamente farão parte da solução total para o problema do projeto.

Outros riscos com relação à modelagem podem ser observados no quadro 2. Nota-se que esses riscos são relacionados à modelagem em si, e não a apenas a um tipo específico de modelagem. Sendo assim, nota-se também que esses riscos se aplicam todas as formas de modelagem estudadas pelo presente trabalho.

Principais riscos	Descrição
Transferência acrítica dos resultados do modelo para a realidade	Os resultados de experimentos com modelos apenas podem ser transferidos ao sistema original através da conclusão baseada em analogia. Sendo assim, os resultados não devem necessariamente ser aplicáveis.
A capacidade de manipular os resultados	Devido à capacidade de manipulação dos resultados, a simulação tem sido, às vezes, usada como um meio para justificar decisões arbitrárias com base em argumentos utilizando alta tecnologia. Portanto, tão importante quanto analisar os resultados, é conhecer quais hipóteses foram usadas para construir o modelo.

Quadro 2 – Riscos da modelagem

Fonte: Back (2008)

Back (2008) sugere que os riscos apresentados no quadro acima estão estritamente relacionados ao entendimento da conclusão e que são baseados em analogias. Ou seja, essas analogias são por definição, indutivas e não dedutivas, sendo assim, entende-se que o raciocínio puramente indutivo não é uma forma totalmente válida. No entanto, mesmo considerando tal limitação a indução é fundamental nas ciências empíricas, pois qualquer nova lei ou teoria é desenvolvida com base na indução (ROOZENBURG & EEKELS, 1995).

Com o intuito de apresentar os trabalhos mais recentes envolvendo a modelagem funcional cita-se, por exemplo, Nilsson (2006) e Stone (2004) que não fazem mudanças na técnica em si. Estes, normalmente expandem o uso das mesmas, para áreas como: gerenciamento dos requisitos de stakeholders em sistemas de modelagem de produtos e, no desenvolvimento de um método conceitual para DFA (Design for Assembly). Neste trabalho os autores incorporam a análise DFA na fase conceitual de design. Para isso toda a modelagem funcional do produto é feita anteriormente. Como conclusão percebe-se que os autores utilizam a técnica sem modificações aparentes para servir de base em seus estudos.

Outro ponto, que vale ressaltar com relação à afirmação de que a técnica de modelagem funcional não mudou com o tempo é que não houve a necessidade de supressão de nenhum termo geral na 5ª edição de 2005 do livro de Pahl et al quando comparada à 1ª edição de 1977.

Por fim, ao se entender que a modelagem funcional pretende basicamente representar um produto por meio de uma estrutura hierárquica que apresenta suas funcionalidades, conclui-se que a princípio, esse modelo funcional pode em tese ajudar na criação da visão. No entanto, problemas como, por exemplo, os riscos da modelagem apresentados por Back (2008) e a falta de informações mais consistentes nessa fase para a construção dos modelos,

podem ser um entrave. Esse assunto será discutido no capítulo 4 onde se trata da análise da aplicabilidade dos modelos na criação da Visão do Produto.

3.2.2. Modelos de estrutura do produto

A Bill of Material (BOM) ou estrutura de produto representa a maneira como uma empresa define seus produtos. Esta maneira de definição serve como importante instrumento para planejamento e controle do produto através de todo o seu processo de manufatura. A APICS¹⁰ (The Association for Operation Management) define estrutura de produto (BOM - Bill of Material) como: “uma lista de todas as submontagens, componentes intermediários, matérias-primas e itens comprados que são utilizados na fabricação e/ou montagem de um produto, mostrando as relações de precedência e quantidade de cada item necessário”.

Para Guess (1985), a estrutura de produto (BOM - bill of material) possui uma posição de destaque entre as informações fundamentais, pois ela representa o primeiro passo para a elaboração de uma base de dados de produto totalmente integrada, e um *frame* para a definição total do produto. Ou seja, esse *frame* proporcionado pela BOM seria basicamente a Visão inicial do Produto onde as pessoas que compõem a equipe de projeto poderiam visualizar as partes já conhecidas do produto.

Entretanto, ao se pesquisar a literatura de GDP nota-se que a utilização da BOM não se dá nas fases iniciais do projeto. Isso se deve, pois normalmente a equipe de desenvolvimento não conhece ainda muito bem as partes que comporão o produto. Porém, a idéia do presente trabalho de adiantar a utilização da BOM para as fases iniciais onde há a criação do conceito pode em tese beneficiar a criação e representação da Visão do Produto. Esse adiantamento da utilização da BOM pode ser feito devido ao fato de que apesar do produto ainda ser um conceito, muitas das pessoas envolvidas na criação dessa visão possuem conhecimentos prévios e/ou experiências passadas para que seja possível saber de antemão alguns componentes que comporão a solução total. Dessa maneira, seria então possível criar uma BOM inicial, mesmo que incompleta para que a equipe de projeto possa ter um visão mais clara do produto a ser desenvolvido.

A figura 14 apresenta de forma simplificada a BOM de uma caneta.

¹⁰ APICS: organização norte-americana sem fins lucrativos, fundada em 1957 com o propósito de definir e difundir os conceitos relacionados com a gestão da produção e dos materiais. Atualmente o termo APICS significa The Association for Operation Management, porém anteriormente era denominada de American Production and Inventory Control Society para mais tarde ser chamada de Educational Society for Resource Management. Maiores informações em: www.apics.org

Figura 14. Bill of Material
 Fonte: Laurindo (2000)

Além da descrição dos itens que compõem um produto a BOM pode conter a quantidade de cada sub-item (filho) necessário para a montagem e ou fabricação do item de nível superior (pai). Outras propriedades como: especificações do material, custo, instruções de trabalho e decisões como Make or Buy podem estar presentes na BOM.

Como a BOM é um modelo para a definição do produto, cada departamento dentro de uma organização pode montar uma de acordo com suas necessidades, por exemplo, o departamento de vendas pode montar uma BOM de acordo com os produtos vendidos e não incluir os números de suas partes. Por outro lado, a engenharia pode construir uma BOM onde o nível de detalhe e o relacionamento entre as partes que compõem um produto é bem maior do que em outros departamentos. Assim, a BOM deve permanecer compatível com todas as formas existentes de definição de produto dentro de uma organização. Segundo Guess (1985), para que os sistemas de controle de manufatura sejam completamente integrados, é necessário que todas as definições de produto existentes em uma organização estejam estabelecidas e integradas. É nesse ponto que a BOM possui um papel importante para que todas as definições de produto dentro de uma organização sejam coerentes e integradas de maneira a não causar nenhum tipo de dúvida ou ambigüidade.

A figura 15 representa de forma esquemática a abrangência da BOM dentro de uma empresa.

Figura 15. Abrangência da BOM dentro das organizações
Fonte: Adaptado de Guess (1985)

Nota-se pela figura que a BOM serve como uma ferramenta integradora entre os departamentos dentro de uma organização. Essa integração além de gerar uma visão comum entre as pessoas cria também, uma alta rastreabilidade dos produtos, de seus itens e componentes. Com relação à alta rastreabilidade de produtos, componentes e itens, Oliveira (1999) acrescenta que a BOM exerce um papel chave como “espinha dorsal” (backbone) dos sistemas de gerenciamento de dados de produtos (PDM - Product Data Management).

Essa unificação dos dados do produto em uma mesma fonte proporcionada pela BOM, possibilita que as pessoas acessem as informações de maneira mais rápida e fácil (CLEETUS 1995; KEMPFER 1998). O compartilhamento facilitado dessas informações pode ajudar na criação da Visão do Produto. Esse compartilhamento de informações permite, por exemplo, que não haja redundância ou inconsistência de dados evitando-se assim problemas de perda de foco das equipes de projeto.

Sendo assim, como a literatura de GDP é farta em exemplos de aplicação da BOM e considerando-se que o assunto em questão já é bastante disseminado e consagrado, apresenta-se os tipos de BOM, seu elementos e os tipos de perfis no apêndice D. Esse apêndice foi montado segundo as referências de Guess (1985), Clement; Coldrick; Sari; (1992); Oliveira (1999) e Rozenfeld et al (2006).

Com o intuito de apresentar o estado da arte em relação às tendências e utilização da BOM apresenta-se antes uma breve compilação de trabalhos levantados por Oliveira (1999). Essa compilação de trabalhos serviu como parâmetro para a busca e pesquisa de novos trabalhos relacionados a BOM. O quadro 3 apresenta de forma sintética os trabalhos encontrados pelo autor e faz uma breve descrição das contribuições.

Autores	Descrição do trabalho
KNEPPELT (1984) e PROUD & GOINS (1993)	Revisam os principais conceitos relacionados com a BOM modular e a de planejamento, discutindo a aplicação no contexto da programação mestre da produção (MPS) e das estratégias de estoque, bem como apresentam os principais benefícios obtidos com a sua implantação.
EDELMAN (1990)	Apresenta uma metodologia para a modularização da BOM, discutindo passo a passo a sua aplicação em um produto exemplo.
GRAUF & LEIGHTON (1990)	Discutem os pontos que precisam ser considerados para se garantir o sucesso da implantação da BOM modular. É também apresentado um estudo de caso com o objetivo de discutir cronologicamente uma implantação.
KERBER JUNIOR (1990)	Discute a reestruturação da BOM, incluindo a redução do número de níveis, o aumento da precisão e a modularização, para a implantação da filosofia JIT em uma fábrica de bicicletas e cortadores de grama.
REED (1990)	Discute em seu trabalho como o conceito de BOM modular pode ser aplicado para a empresa alcançar os seus objetivos de redução de custos, do inventário, e do tempo de resposta aos pedidos do cliente
BROOKS (1993)	Apresenta o estudo de caso de três empresas que aperfeiçoaram os seus processos de manufatura desenvolvendo aplicações com o MPS e a BOM.
APICS & STONEBRAKER (1996)	Pesquisa que levantou os benefícios obtidos pelas empresas da Califórnia que reestruturaram as suas BOMs para a arquitetura modular. Entre as suas conclusões, verificou que as empresas que atuam em mercados mais competitivos e dinâmicos são as maiores usuárias dessa abordagem.
VAN VEEN & WORTMANN (1992a), VAN VEEN & WORTMANN (1992b) e HEGGE (1992)	Detalham nesta sequência de artigos a implementação de um sistema para o processamento da BOM genérica, isto é, um programa para a organização, manutenção e recuperação de suas informações.
VLIST et al. (1997)	Discutem a importância da BOM genérica como ferramenta para implantação de um sistema MLSC (Multi-level Supply Control), o qual possibilita que um produto e seus componentes sejam diferenciados, para atender a pedidos específicos, o mais tarde possível dentro da cadeia de fornecimento.
RAEKER (1994)	Apresenta os tipos básicos de configuradores de produto existentes, discutindo suas características principais, quais os mais adequados para cada ambiente, bem como suas vantagens e desvantagens.
IEMMOLO (1993)	Discute a implantação de um sistema, baseado em regras, para a configuração da BOM e do plano de processo durante a entrada de pedidos em uma fabricante de portas de madeira customizadas (num total de $1,549 \times 10^{13}$ combinações possíveis).
OLSEN & SAETRE (1997)	Desenvolveram um sistema para configuração de produtos

	baseado nos conceitos de BOM genérica. Esse sistema possibilita a especificação, modificação e gerenciamento do ciclo de vida de produtos variantes criados a partir de itens genéricos.
ASHAPA (1990)	Apresenta uma série de dicas para a resolução de problemas reais relacionados com a BOM, para os quais não existem soluções na literatura tradicional sobre o assunto.
ARNTZEN et al. (1995)	Apresentam o conceito de estrutura de produto global (GBOM - Global Bill of Material) em seu trabalho sobre o gerenciamento da cadeia global de fornecimento de uma empresa líder do setor de computadores.
BUKCHIN et al. (1997)	Discutem a importância da BOM, de um produto ou de uma família, como dado de entrada para o processo de projeto de linhas de montagem, uma vez que a BOM fornece o esquema de precedência entre os subconjuntos e o produto final.
LEE & SHIN (1996)	Discutem a reestruturação da BOM, em uma fábrica de máquinas de lavar roupa, como parte do processo para a implantação de um sistema de administração da produção que integra os conceitos de JIT (Just in Time) e MRP (Material Requirement Planning).
GUIDE et al. (1997)	Realizaram simulações para analisar o impacto da complexidade da estrutura de produto nas decisões de programação da produção em ambientes de remanufatura de produtos.

Quadro 3 – Compilação de trabalhos sobre utilização da BOM

Fonte: Oliveira (1999)

Por meio da análise do quadro contendo a síntese dos trabalhos pesquisados por Oliveira (1999), pode-se notar nos trabalhos de Van Veen & Wortmann (1992a); Van Veen & Wortmann (1992b) e Hegge (1992) que a BOM pode ser utilizada para a organização, manutenção e recuperação das informações. Essa característica a torna um promissor instrumento para a criação e comunicação da Visão do Produto.

Outro indício importante a ser ressaltado é a constatação por parte de APICS & Stonebraker (1996) da maior eficiência da BOM modular em empresas que atuam em ambientes mais competitivos e dinâmicos. Essa constatação beneficia esse tipo de BOM para a criação da Visão do Produto, pois atualmente pequenas empresas de base tecnológica e que lidam com projetos inovadores estão justamente inseridas nestes ambientes.

Por fim, as maiores dos trabalhos contidos no quadro relatam experiências de empresas que adotaram a BOM com o intuito de redução de custos de estoque bem como para planejamento de projetos de linhas de produção.

Como continuidade e atualização do trabalho realizado por Oliveira (1999) são apresentados a seguir os trabalhos levantados pela presente pesquisa. Essa pesquisa se pautou no trabalho do autor procurando artigos nos periódicos pesquisados pelo mesmo e levando-se em conta o período de tempo que abrangeu os anos de 1999 a 2008. Após essa apresentação e breve descrição faz-se uma explanação referente às novas possibilidades de uso da BOM para a criação e representação da Visão do Produto.

Sendo assim, os trabalhos levantados são:

- Bertrand; Zuijderwijk e Hegge (2000) desenvolveram uma variação da BOM modular chamada de BOM de pseudo-item hierárquica. Essa BOM é um reflexo da BOM genérica e pode ser utilizada para: checar a disponibilidade de materiais; alocação de acordo com demanda de clientes e para a reposição de materiais em estoque. Além disso, os autores propõem um modelo para otimizar o nível de planejamento mestre da produção para opções e características que guiam o processo de reposição de materiais;
- Wacker & Miller (2000) avaliam a BOM de planejamento clássica para ambientes ETO (engineer-to-order). O propósito principal dos autores é desenvolver uma BOM que atrela períodos de tempo específicos com decisões específicas, partindo do pressuposto que empresas que atuam em ambientes ETO possuem famílias de produtos que representam linhas de produtos similares. O compartilhamento dos recursos pelas famílias ou linha de produtos, faz com que aqueles que são únicos dentro de uma linha acabem possuindo um período de planejamento de tempo similar. A partir desse pressuposto a BOM de planejamento pode ser desenvolvida;
- Xiong et al (2003) descrevem um sistema Web para a criação de uma BOM dinâmica segundo um algoritmo computacional ATP (available-to-promise). Esse conceito de BOM dinâmica visa apoiar a tomada de decisões de planejamento;
- Aidyn & Gungor (2005) apresentam uma abordagem para lidar com informações de produto em um ambiente de base de dados relacional para múltiplos produtos e multi-processos de produção. A abordagem apresentada pretende reduzir esforços na definição de produtos para o sistema de produção com o propósito de gerar a BOM e executar o MRP;

- González & Adenso-Díaz (2005) apresentam uma nova abordagem para determinar a melhor estratégia para o fim de vida de produtos. Essa abordagem integra o algoritmo SS¹¹ para determinar a sequência de desmontagem das sub-montagens em cada nível da estrutura do produto. Toda a informação necessária para "alimentar" o modelo pode ser obtida da representação CAD 3D do produto e de sua BOM que contém dados técnicos e de custos;
- Ram; Naghshineh-Pour & Yu (2006) apresentam situações onde a BOM flexível pode ser utilizada para lidar com ineficiências inesperadas quando há a utilização do MRP para planejamento de requisitos de itens de demanda dependentes;
- Hua; Huang & Zhang (2008) propõem medidas de flexibilidade do processo quando as restrições da BOM são consideradas. Regras para problemas de expansão de capacidade são desenvolvidas por meio do estudo de propriedades estruturais em diferentes casos onde há grande flexibilidade de processo;
- Pires; Carvalho & Moreira (2008) propõem uma evolução da BOM. Ou seja, para eles a BOM tradicional exerce um papel fundamental em sistemas de gerenciamento tradicional dentro de ambientes empresariais simples. No entanto, esse tipo de BOM começa a ter problemas em empresas que operam em ambientes virtuais (Virtual Enterprises Environments). Dessa maneira, os autores propõem o que eles chamam de BOMM (Bill of Material and Movements) como sendo uma BOM equivalente para tais ambientes. Essa BOM inclui além da estrutura do produto, dados como: informações de alto nível de planejamento do processo e graus de composição do ambiente virtual.

Como resultado da continuidade do trabalho de levantamento bibliográfico de Oliveira (1999) nota-se que apesar de existirem novas formas de utilização da BOM como, por exemplo, visando diminuição de impactos ambientais, BOM baseadas na Web, e estratégias para utilização da BOM em ambientes ATO e ETO o objetivo principal ainda seria o de reduzir custos de produção através do planejamento mestre da produção bem como para otimização de níveis de estoque.

¹¹ SS – Scarter Search Metaheuristic (pesquisa metaheurística dispersa) – é utilizada para calcular o custo de desmontagem em cada nível da BOM

Em síntese, a utilização da BOM no apoio a criação e representação da Visão do Produto deve ser considerada como um fator positivo, haja visto, que apesar desse não ser o contexto original de sua utilização, há pelo menos em tese a possibilidade de que uma estrutura inicial possa ser feita. Assim, com a união das informações dessa estrutura inicial com as informações propiciadas por outros modelos de representação seria possível traçar um norte a ser seguido pela equipe de projeto.

3.2.3. Modelos de representação digital

As representações digitais são descrições do produto na linguagem de desenho técnico, criadas por meio de ferramentas de desenho auxiliado por computador (FERREIRA, 2002). Essas ferramentas computacionais denominadas CAD (Computer Aided Design) são utilizadas em projetos de desenvolvimento e otimização de produtos e tem o intuito de auxiliar a sua especificação, modelagem, visualização e simulação. O CAD pode ainda, produzir modelos tridimensionais (3D) ou bidimensionais (2D) que tem como intuito representar todos os componentes físicos de um produto em diferentes posições: parte do componente, o componente completo ou conjuntos com vários componentes. A transição do desenho produzido em CAD 2D para a versão 3D é benéfica sob vários aspectos, como por exemplo, facilidade de compreensão e maior agilidade no desenvolvimento. Como limitação da representação em 2D pode-se mencionar o processamento da informação por parte do interlocutor, ou seja, há a possibilidade de que detalhes importantes possam ficar retidos com o projetista responsável pelo desenho (conhecimento tácito) ou serem erroneamente compreendidos. Isso pode ser um entrave quando se considera que para a criação da Visão do Produto dentro do APM todos os membros da equipe devem possuir a mesma visão daquilo que está sendo representado. Ou seja, o conhecimento nessa fase deve ser explicitado seja por representações gráficas ou textuais que não deixem margem para interpretações errôneas.

Por outro lado, na representação tridimensional a possibilidade de erros é menor, visto que o formato é mais intuitivo e próximo da realidade (FERREIRA, 2002, apud, MATTAR, 2007). Além disso, os softwares permitem que, a qualquer momento, sejam feitas análises parciais, através de cortes, plantas e elevações sem a necessidade de recorrer aos projetistas.

Apesar disso, a representação em 2D continua sendo utilizada, pois, é mais precisa na descrição de detalhes específicos de um componente, dado que simplifica a realidade. A exemplo disso Pahl et al (2005) afirmam que as representações em 2D são vantajosamente utilizadas na elaboração de circuitos, projetos de circuitos integrados, diagramas de fluxo, desenhos para produção de peças planas e com simetria de revolução.

Para Kerry (1997), as ferramentas CAD, na acepção da palavra, deveriam suportar qualquer atividade de projeto na sua criação, modificação, recuperação ou documentação. Mas, apesar da sigla "CAD" incluir o termo "Design", observa-se que poucos eram os casos em que o computador realizava efetivamente o projeto. Na verdade, naquela época o CAD servia mais como uma ferramenta de auxílio à confecção de desenhos de engenharia e, sua maior contribuição ocorria na modelagem dos produtos, componentes, e no detalhamento de seus desenhos. Em alguns sistemas CAD, o termo "design" foi trocado por "drafting", tal sua aplicação como elemento puramente voltado à documentação do projeto, o que em alguns casos pode levar a subutilização do sistema (KERRY, 1997).

Rozenfeld et al (2006) afirmam que a utilização das ferramentas CAD deve se dar nas fases iniciais (projeto conceitual) do PDP. Isso permite agilizar o PDP e evitar a subutilização de tais ferramentas, fazendo com que a equipe de desenvolvimento trabalhe com modelos geométricos e que podem ser enviados para máquinas de prototipagem rápida para se obter um modelo físico do produto.

A seguir são apresentados alguns modelos 3 D produzidos por ferramentas CAD.

- Modelagem por wireframe - Wireframe é um termo técnico que define a estrutura por debaixo de todo acabamento virtual. Segundo a Wikipedia (2008), um modelo wireframe é a representação visual eletrônica de um objeto tridimensional ou objeto físico usado em gráficos 3D de computador. O desenho é criado especificando-se cada limite do objeto físico onde duas superfícies se encontram conectando-se os vértices constituintes do objeto por linhas ou curvas. Assim o objeto é projetado na tela do computador por meio das linhas desenhadas e de acordo com cada limite. A figura 16 apresenta exemplos de formas simples 3D representadas em wireframe.

Figura 16. Representação de modelos em wireframe
Fonte: Wikipedia (2008)

- Modelagem sólida paramétrica - Os modelos paramétricos são freqüentemente chamados de sólidos, pois são eles que dão forma ao volume, diferentemente dos modelos de wireframe que definem apenas os limites. Nesse modelo a peça é representada por volumes, sendo que as suas dimensões são parâmetros que podem ser ajustados pelo usuário do sistema. A modelagem sólida paramétrica dá ao usuário a flexibilidade para ajustar os parâmetros que controlam o tamanho e a forma de um modelo. Essa flexibilidade permite também que o usuário visualize imediatamente na tela do computador as modificações. A figura 17 apresenta um exemplo de modelagem paramétrica. Nota-se que a figura é composta por dois desenhos. O primeiro mostrando a peça base e o segundo, mostrando a peça já finalizada. Vale ressaltar que uma figura intermediária é construída antes da peça finalizada. Ela será mostrada no tópico Modelagem Sólida Baseada em Features.

Figura 17. Representação de modelagem sólida paramétrica
Fonte: Autodesk (2008)

- Modelagem Sólida Baseada em Features – para Kerry (1997), um feature pode ser definido como um elemento físico de uma peça que tem algum significado para a engenharia. Ainda, um feature deve satisfazer as seguintes condições: ser um constituinte físico de uma peça; ser mapeável para uma forma geométrica genérica; ser tecnicamente significativo, sob o ponto de vista da engenharia; e ter propriedades predizíveis. Segundo o mesmo autor a modelagem por features é baseada na idéia de se desenhar utilizando building blocks - blocos de construção. Ao invés de se usar formas analíticas como paralelepípedos, cilindros, esferas e cones como primitivos, o usuário cria um modelo do produto usando primitivos de

maior nível que são mais relevantes para sua aplicação específica. Para Moura (2003) um dos principais objetivos da modelagem baseada em features é a integração entre as etapas do ciclo de vida do produto, pois apesar dos sistemas CAD e CAPP¹² já existirem há pelo menos duas décadas, a maioria das atividades de projeto e planejamento do processo é feita em separado.

Sendo assim, pelo fato da Modelagem Baseada em Features ter como premissa dividir a peça em pedaços menores (blocos), há a possibilidade, pelo menos em tese, deste tipo de representação ter um potencial na descrição de interfaces dos sistemas, subsistemas e componentes dos produtos para a criação da Visão do Produto. A figura 18 mostra um exemplo da modelagem sólida baseada em features.

Figura 18. Representação de modelagem sólida baseada em features
Fonte: Autodesk (2008)

Ainda, uma das vantagens que as ferramentas CAD proporcionam é a facilidade com que os usuários podem armazenar e recuperar informações. Essa facilidade torna todo o processo de desenvolvimento mais rápido, pois os usuários podem se basear em desenhos pré-existentes ou ainda modificá-los conforme o necessário. Outros exemplos de facilidades são: cálculos automáticos de perímetro, volume, área e, a modelagem paramétrica que permite modificações do desenho pela simples entrada de números indicando dimensões e relações entre as entidades ou objetos desenhados.

Segundo a Wikipedia (2008), além das facilidades citadas acima, as ferramentas CAD podem incluir capacidades como:

¹² Computer Aided Process Planning – planejamento do processo assistido por computador

- reutilização de componentes de design;
- entregas de documentação de engenharia como, por exemplo, Bill of Material (BOM);
- geração automática de padrões de design;
- validação/verificação de desenhos em comparação as especificações;
- visualização de desenhos e modelos em vários ângulos;
- possibilidade de se manter bibliotecas de peças;
- importação e exportação de dados de outros softwares;
- geração automática de componentes padrões de design;
- geração de dados automática para sistemas de manufatura.

Ao se analisar a lista de capacidades apresentadas acima pode-se observar que as ferramentas CAD possuem grande potencial no auxílio à concepção e representação da Visão do Produto. Alguns exemplos como a reutilização de componentes de design, a possibilidade de se manter bibliotecas de peças e a importação e exportação de dados de outros softwares podem agilizar a criação da Visão do Produto. No entanto, a exemplo da modelagem funcional o CAD também não costuma ser utilizado nas fases iniciais do projeto. Isso se deve, pois para a criação de desenhos por meio dessas ferramentas existe a necessidade de informações detalhadas que na maioria das vezes não estão disponíveis no início do projeto.

Apesar de todas as capacidades das ferramentas CAD nota-se atualmente na literatura a tendência de estudos que visam criar ambientes integrados onde se possa agrupar o máximo conhecimento possível durante as fases de design. Fator esse, considerado importante para a criação da Visão do Produto segundo os autores do APM.

Essas novas versões de CAD utilizam desde tecnologias estruturais até as tradicionais como, por exemplo, análise de estrutura funcional, quebrando assim a barreira que havia antigamente entre as funções e a arquitetura do produto (ROUCOULES & TICHKIEWITCH, 2000).

Para Hartmann et al (2003) a necessidade de criação de ambientes comuns e conseqüente evolução de ferramentas CAD é devido ao fato das tarefas dentro de um projeto serem inter-relacionadas. Assim, a comunicação e o compartilhamento de dados torna-se uma questão importante para perfeito andamento das atividades. A intenção dos autores em criar um ambiente comum onde as pessoas possam compartilhar suas respectivas visões tem como base o trabalho de Fischer et al (2000) apud Hartmann et al (2003), que apontam desperdício (cerca de 40 %) de tempo em descrever informações relacionadas ao projeto

durante reuniões em que apenas se faz uso de informações (desenhos, gráficos etc.) impressas e ou escritas em papéis. Por outro lado, com a utilização de espaços de trabalho interativos onde seja possível a utilização de informação no formato digital bem como a recuperação de dados provenientes da integração de softwares este percentual pode ser reduzido para cerca de 10%.

Outros avanços em ferramentas CAD podem ser observados no trabalho de Kim & Maher (2008) que mostram o impacto produzido pela utilização de interfaces tangíveis na cognição espacial de designers. Neste estudo os autores fazem uma comparação entre duas ferramentas. Na primeira os usuários movimentam blocos 3D para a criação de um ambiente de trabalho (escritório). Na segunda ferramenta a mesma tarefa é dada aos usuários, no entanto, o ambiente onde acontecem as atividades não conta com blocos 3D para manipulação, mas sim apenas representações que podiam ser manipuladas com o mouse. Como resultados Kim & Maher (2008), descobriram que a manipulação direta de objetos por parte dos designers faz com que estes tenham uma imersão maior nas tarefas de design garantindo assim, um raciocínio espacial mais eficiente.

Isso mostra de certa maneira que a idéia de se utilizar objetos ou “blocos padrões” durante as reuniões de criação da Visão do Produto pode em tese beneficiar: a integração entre os membros da equipe, o surgimento de novas concepções e conseqüentemente melhorar o desempenho na realização dessa tarefa.

3.2.4. Modelos de requisitos

Segundo Pugh (1995), todo o trabalho de criação de um produto começa, ou pelo menos deveria começar com uma necessidade. Essa necessidade quando satisfeita, abriria lugar a um novo produto no mercado existente ou criaria um novo mercado.

O autor argumenta que a declaração desta necessidade deve ser feita na forma textual, em um documento que ele denomina de Especificação de Design do Produto (PDS)¹³. A PDS é, portanto, um modelo textual tal qual uma declaração de requisitos e atua como controle da atividade de design devido ao fato dele impor limites para o campo de ação dos membros da equipe durante todo o processo de desenvolvimento. Assim, o design conceitual ocorre dentro dos limites da declaração de requisitos e deve ser revisto em todos os outros estágios do projeto.

¹³ PDS – Product Design Specification

Para Pugh (1995), a declaração de requisitos não deve ser estática, mas sim, ser compreendida como um documento que evolui para se adequar às características do produto final. Esse documento deve ser de fácil compreensão e inequívoco.

Segundo o autor, a não existência das características acima em uma declaração de requisitos pode levar ao fracasso do produto. A exemplo disso pode-se pensar em uma situação na qual um designer tenha em mãos para o desenvolvimento de seu trabalho uma declaração de requisitos de baixa qualidade ou faltando informações. O que se sucede é que naturalmente o designer tenderá suprir a falta de informações com suas próprias experiências, o que pode acarretar em um produto final que não atenda completamente as necessidades dos clientes.

Pugh (1995) propõe um conjunto de elementos que devem ser utilizados na delimitação de requisitos e que seriam aplicáveis a todos os tipos de produtos. O autor lista quais são os principais elementos primários que devem ser considerados na evolução da declaração de requisitos, entre eles: patentes, prazo de validade de armazenamento, qualidade/confiabilidade, embalagem, competição, manutenção, peso, restrições de mercado, políticas, facilidades de manufatura, descarte, restrições da companhia, possibilidades de remessa, tamanho, processos, consumidores, escala de tempo (tempo do projeto até o lançamento do produto no mercado), custo alvo do produto, desempenho, tempo de vida útil, tempo de vida no mercado, instalação, estética, especificações padrão, ergonomia, materiais, quantidade, documentação, legalidade, segurança, testes e meio ambiente.

O autor ressalta que as informações vindas dos clientes são normalmente superficiais nos estágios iniciais de design e que devem ser detalhadas durante o PDP, sem que não haja a perda de contato entre design e clientes.

O modelo final de requisitos segundo Pugh (1995) contém, além das necessidades dos clientes desdobradas em requisitos técnicos, informações como: descrições dos elementos que devem ser considerados em sua evolução e parâmetros de classificação do produto em desenvolvimento com relação a outros produtos similares.

A figura 19 mostra um modelo de declaração de requisitos.

Produto: _____				
Data: _____ Assunto: _____				
Desempenho:	Parâmetros			
	Melhores concorrentes	Modelos atuais (nossos)	Neste design (intenção)	World Class (meta)
Descrição				
Segurança:				
Descrição				

Figura 19. Modelo de declaração de requisitos
Fonte: Adaptado de Pugh (1995)

Como complemento, Pugh (1995) sugere algumas orientações para a preparação do modelo de declaração de requisitos:

1. Deve ser um documento de controle, sendo assim, deve representar o que a equipe tenta buscar e não no alcance em si;
2. É um documento que será utilizado por várias pessoas, sendo assim, deve ser escrito de forma clara e sucinta;
3. Deve ser escrita com declarações curtas e precisas. Ela deve possuir também espaços para alterações e comentários.
4. Deve ser criado no início da concepção;
5. Deve conter parâmetros específicos como, por exemplo, peso ou tamanho. Caso haja dúvidas um esboço é recomendado;
6. A relação entre os vários elementos da lista apresentada varia de acordo com o projeto, sendo assim, é recomendável que a declaração de requisitos seja iniciada variando-se o ponto de início. Fazendo-se isso a equipe pode obter mais idéias durante a concepção;
7. Deve conter sempre data e número do assunto tratado;
8. Deve registrar as alterações feitas.

Ao se comparar o modelo de requisitos com os outros modelos apresentados anteriormente como, por exemplo, Folha de Dados do Projeto, Termo de Abertura do Projeto, Declaração de Trabalho e Declaração de Escopo Preliminar do Projeto pode-se observar que todos utilizam narrativas em linguagens naturais. As narrativas em linguagens naturais são amplamente utilizadas no PDP para a declaração de requisitos e conseqüentemente para a descrição dos produtos.

Entretanto, Cheng & Melo (2007) resumem a posição de autores da área de QFD (Quality Function Deployment) que adicionam um conceito importante e que está relacionado com os requisitos. Trata-se do conceito de necessidade dos clientes. Para estes autores, as necessidades são as informações primeiras ou originais obtidas do contato com o cliente. Existiria então uma diferença entre essa informação e os requisitos, uma informação do ponto de vista mais técnica e estruturada.

De acordo com Cheng & Melo (2007), o ato de transformar as necessidades dos clientes em qualidade exigida (requisitos) demanda que a equipe de desenvolvimento pense em todas as possíveis necessidades dos clientes. Para isso a equipe de desenvolvimento pode utilizar, por exemplo, o método de Desdobramento de Cenas.

Esse método, desenvolvido por Ohfuji, Ono & Akao (1997) consiste em identificar possíveis cenas por meio de respostas às perguntas Quando? Como? Onde? O que? Por quê? e Quem? (5W1H). Como exemplo, poderíamos citar um isqueiro que possui como dado primitivo “não apagar mesmo em local de vento forte”. Por meio da formulação das perguntas acima, imagina-se, por exemplo, uma cena onde o usuário poderia utilizar esse produto ao acender o cigarro em uma praia. A partir dessa cena, pode-se extrair o item exigido que no caso seria o de “chama estável mesmo com vento forte”. De posse do item exigido, a equipe de desenvolvimento passa a desdobrá-lo em qualidade exigida. Esse desdobramento segundo Ohfuji, Ono & Akao (1997) se inicia com a busca de informações lingüísticas relacionadas à qualidade e que estejam nos itens exigidos.

As informações devem ser expressas de modo claro e simples, ou seja, expressões que não tenham duplo sentido. Sendo assim, converte-se o item exigido para qualidade exigida pensando-se no porquê daquele item. Dessa maneira, com o porquê das palavras dos clientes propicia-se à equipe de desenvolvimento extrair um grande número de itens para solucionar o problema em questão. Retornando ao exemplo do isqueiro citado acima, as qualidades exigidas extraídas do item exigido seriam: “acender sem falhas” e “chama estável mesmo em locais com vento forte”.

Sendo assim, nota-se que os desdobramentos sucessivos têm o intuito de aproximar a necessidade do cliente ao linguajar técnico. Essa linguagem normalmente é voltada para mensurar as dimensões do produto a ser desenvolvido. Com isso, a equipe desenvolvimento consegue ao mesmo tempo foco e limites que balizarão todo o projeto. A transformação das necessidades dos clientes em requisitos do produto é de extrema importância para o desenvolvimento das organizações. Essa afirmação é sustentada por um estudo realizado por Bailetti & Litva (1995). Ao revisarem a literatura sobre desenvolvimento de produto concluíram que a tarefa mais importante para o desenvolvimento quando o produto e seu contexto são complexos e mutáveis, é a integração dos requisitos dos clientes junto aos detalhes do design do produto (CLARK; CHEW & FUJIMOTO 1987; CLARK & FUJIMOTO 1991).

Para Bailetti & Litva (1995) é de extrema importância criar mecanismos para assegurar que as informações relacionadas aos requisitos dos clientes e que são advindas de várias fontes diferentes sejam internamente consistentes. Segundo os autores, para atingir essa consistência as organizações devem assegurar que as informações sobre os requisitos dos clientes produzidas pelo departamento de marketing satisfaçam os requisitos de processamento de informação da comunidade de design.

Como complemento, os autores sugerem que o conhecimento aplicado pelos projetistas para produzir um novo produto deve incorporar as informações dos requisitos dos clientes apoiada pelo marketing e gerenciamento de produto em todos os estágios do desenvolvimento do produto.

Em outro estudo, Karlsson; Nellore & Söderquist (1998) discutem a especificação de requisitos entre fabricantes e fornecedores. Os autores realizaram um levantamento (survey) com empresas fabricantes de peças originais automotivas que desenvolvem produtos conjuntamente com seus fornecedores. O objetivo do estudo seria o de ressaltar quais fatores críticos afetam o processo de especificação.

O processo de especificação utilizado neste caso seria o conceito de “caixa preta” (black box) de engenharia. Para Karlsson; Nellore & Söderquist (1998) esse conceito redefine o papel da especificação, ou seja, ao invés de um documento fixo que dita aos fornecedores exatamente o que devem fazer, a especificação funciona como um meio para a comunicação de requisitos funcionais, desempenho e de ajustes técnicos necessários. Vale ressaltar que esse conceito é muito parecido com o conceito de interfaces utilizado pelos autores do Gerenciamento Ágil de Projetos e pode ainda ser uma boa opção para a criação da Visão do

Produto onde as “caixas pretas” representadas nos modelos significariam que essas soluções ainda necessitam ser desenvolvidas.

Como conclusões Karlsson; Nellore & Söderquist (1998) ressaltam:

1. Frequentemente as especificações ambíguas fornecidas pelas empresas tem como fonte conflitos funcionais internos (por exemplo, entre marketing, engenharia e compras);
2. A pro - atividade do fornecedor foi vista como efeito positivo no processo de especificação;
3. O desenvolvimento de componentes integrados deve começar na fase de especificação. O envolvimento da equipe de design é pertinente e necessário para assegurar que haja um contato direto entre eles e seus clientes internos bem como seus fornecedores;
4. As mudanças dentro do conceito de “caixa preta” de engenharia são inevitáveis, no entanto, devem ser entendidas como oportunidade de aprendizado por parte das empresas e, por parte dos fornecedores deve ser entendida como a possibilidade de trabalhar com várias soluções funcionais em paralelo para o mesmo problema.

Vale lembrar que os estudos citados até o momento são de autoria de especialistas em desenvolvimento de produtos e/ou foram publicadas em periódicos específicos de desenvolvimento de produto. Esta informação torna-se necessária, pois quando se passa a pesquisar em periódicos específicos da área de design, outros termos surgem.

Como exemplo, pode-se citar o *Brief* e o *Briefing*. O Brief seria o produto do Briefing, ou seja, o Brief nada mais é que um documento que contém o conhecimento necessário e os requisitos para se construir um projeto, tal qual o modelo de requisitos mostrado anteriormente. Por sua vez o Briefing é o processo pelo qual o Brief é obtido. Segundo Ryd (2004) a construção do Brief também chamado por Oakley & Pawar (1983) de *Design Brief* define o projeto em termos de quantidade, qualidade custo e tempo. Ryd (2004) assevera que o Brief descreve as especificações no que diz respeito a funções, interfaces, necessidades, sistemas técnicos, ambiente de trabalho, design de arquitetura e orçamento.

Para Ryd (2004), o estudo de maneiras para melhorar o processo de Briefing é de grande importância, pois é nele que as informações dos clientes são captadas e traduzidas em linguagem técnica. A conclusão da autora é a de que deve haver uma maior integração entre os clientes e as empresas e o gerenciamento das expectativas devem ser realizado continuamente. Ou seja, para a autora a estrutura do Brief em si não é tão importante desde

que este contenha as informações corretas e que a partir destas, as expectativas sejam gerenciadas.

Com relação às novas abordagens para a especificação de produtos, autores como Ozkaya & Akin (2006) estudam a viabilidade de definir uma rastreabilidade formal de informações ligada aos requisitos e ao design com o intuito de facilitar a mudança da concepção convencional para a digital.

Segundo os autores, os desenhos produzidos pelos projetistas informam a respeito das soluções, no entanto não transmitem informações sobre os requisitos de design e como estas soluções resolvem esses requisitos. Sendo assim, torna-se necessário um ambiente integrado onde os designers possam gerenciar o desenvolvimento das especificações do problema e geração de soluções. A abordagem leva em consideração o desenvolvimento do design e de seus requisitos como atividades paralelas.

De modo a alcançar esse paralelismo entre atividades Ozkaya & Akin (2006) integram as relações dos objetos de design em um processo de geração de requisitos baseados em design computacional. Por fim, o que se percebe na literatura é que a forma de captação e refino das necessidades dos clientes em requisitos do produto varia muito. De acordo com Darlington & Culley (2004), vários fatores podem resultar em variações no desenvolvimento de requisitos de design. Entre estes fatores: tipo de empresa, tipo do novo produto (plataforma, customizado), tipo de atividade de design (original, adaptação), complexidade efetiva do produto e metodologia empregada.

Neste estudo os autores ressaltam que normalmente os requisitos de engenharia para design de eletrônicos normalmente são melhor especificados quando comparados com especificações de design mecânicos. Isso se deve ao fato dos produtos eletrônicos além de possuírem descrições e desenhos como no design mecânico, possuem maiores informações como, por exemplo, diagramas elétricos do produto. Dessa maneira, conclui-se a princípio que existe a necessidade de criar outras formas de complementar a descrição do produto produzida pelos modelos. Essas formas de complementação podem ser desde a união de potencialidades dos vários modelos até a criação de ambientes integrados para compartilhamento de informações.

Por fim, nota-se a possibilidade ao menos em tese de se agrupar certas potencialidades desse modelo como, por exemplo, a delimitação dos requisitos propostos por Pugh (1995) ou ainda da própria estrutura simples do modelo e que foi formatada pelo autor.

3.2.5. Modelos de identificação de interfaces e módulos

Segundo Rozenfeld et al (2006), a integração entre os sistemas, subsistemas, componentes e módulos de um produto pode ser definida por meio de suas interfaces.

Para Erixon, Yxkull & Arnström (1996), as interfaces possuem uma vital influência no produto final e na flexibilidade de se produzir diferentes produtos. De acordo com os autores as interfaces podem ser fixas, móveis ou um meio de transmissão. As interfaces fixas somente conectam os módulos em um produto e transmitem forças. Já, as interfaces móveis transmitem energia em forma de rotação ou de formas alternadas. Por fim, uma interface como meio de transmissão poderia ser, por exemplo, fluídos ou eletricidade.

Com o intuito de representar as interfaces do produto, Erixon, Yxkull & Arnström (1996) criaram um modelo. Esse modelo (figura 20) serve como um indicador de interfaces que devem ser observadas e eventualmente melhoradas.

Na figura a letra E refere-se às interfaces de movimento e transmissão já a letra G refere-se a interfaces com especificações exclusivamente geométricas na conexão. O modelo possui também os tempos de operação de montagem representados pelos números logo após as letras indicadoras dos tipos de interfaces.

Figura 20. Modelo de interfaces
Fonte: Adaptado de Erixon; Yxkull & Arnström (1996)

No modelo criado por Erixon, Yxkull & Arnström (1996), as interfaces preferenciais são marcadas com setas. As interfaces fora da área coberta pelas setas não são desejadas e devem ser evitadas e/ou serem pontos de melhoria.

A padronização de módulos e suas interfaces são de extrema importância para a sua reutilização em diferentes gerações e variações de produtos (SELIGER; KERNBAUM & ZETTL 2006; e ULRICH & EPPINGER 1995). De maneira a alcançar a independência funcional de um produto, os módulos devem ser agrupados de forma adequada. Os grupos

devem ser pensados de maneira a considerar as metas diferentes e às vezes conflitantes ao longo de todo o seu ciclo de vida. Esses grupos podem ser descritos como “Módulos Guia”. Segundo Erixon, Yxkull & Arnström (1996), os Módulos Guia são critérios que devem ser observados e que estão por trás da modularização e ao longo de todo o ciclo de vida do produto. O Quadro 4 apresenta esses critérios bem como uma breve descrição.

Critérios	Descrição
Desenvolvimento de produto e Design	Transferência – uma função pode ser um módulo separado quando a solução técnica atual pode ser transferida para produtos de uma nova geração; Evolução tecnológica – uma função pode ser um módulo separado caso haja risco da tecnologia mudar durante o ciclo de vida do produto; Mudanças de design planejadas – uma função pode ser um módulo separado caso ela seja a “portadora” das características que mudarão de acordo com o plano.
Variação	Especificação técnica – deve ser adaptável para concentrar mudanças em um módulo; Estilo – uma função pode ser um módulo separado caso seja influenciada por tendências, de modo que sua forma e/ou cor possam ser alterados, por exemplo.
Manufatura	Unidade comum – uma função que possui a mesma solução física em cada variação de produto pode ser separada em módulos; Processo/Organização – algumas razões para um módulo ser separado poderiam ser quando uma função: <ul style="list-style-type: none"> • Possui um conteúdo e trabalho adaptável ao grupo; • Ajusta-se ao Know-how da empresa; • É uma montagem pedagógica; • Possui um lead-time que difere extremamente dos outros.
Qualidade	Teste separado – uma função deve ser um módulo separado quando a mesma puder ser testada separadamente.
Pós-Vendas	Serviço e manutenção – serviços e reparos podem ser facilitados caso a função seja separada em um módulo; Atualização – caso atualizações sejam previstas é mais fácil que a função seja separada em um módulo; Reciclagem – pode ser uma vantagem concentrar materiais poluentes em um módulo.

Quadro 4 – Critérios para a criação de Módulos Guia
Fonte: Adaptado de Erixon; Yxkull & Arnström (1996)

Os critérios que servem como guia para a modularização podem a princípio parecer genéricos, no entanto, devem ser complementados pelas especificidades de cada companhia, limitações financeiras e outros fatores como legislações vigentes. Assim, o conceito de Módulos Guia representa uma ligação direta entre os requisitos e os sistemas de manufaturas. Para Erixon, Yxkull & Arnström (1996), a combinação de um design modular com um

elaborado sistema de planejamento simplifica o desenvolvimento de produtos, processos e mudanças no sistema de montagem.

Com vistas a atualizar o assunto em questão cita-se a seguir alguns trabalhos de autores que pesquisam novas maneiras de representação e identificação de módulos e interfaces. Eles são:

Chen & Liu (2005), propõem uma matriz estratégica de possibilidades de interfaces na inovação de produtos modulares. Neste estudo, os autores dividem as interfaces em duas categorias: internas e externas. As interfaces internas coordenam os elementos funcionais para desempenhar as funções totais do produto enquanto as interfaces externas conectam produtos (exemplo: produtos complementares) ou usuários e afetam o desempenho do sistema técnico de maior nível. Para os autores as companhias devem considerar ao mesmo tempo ambas as categorias quando se avalia a estratégia que será adotada nas interfaces do produto. Isso visa construir competência tanto do produto quanto da companhia. Como conclusões, os autores argumentam que os padrões existentes de interfaces externas impõem limites à inovação de produtos fazendo com que os esforços em inovação tendam a ficar focados nas interfaces internas e módulos.

Palominos et al (2008) propõem um método para a geração de uma ampla gama de produtos advinda de um pequeno número de componentes. O método proposto consiste basicamente em três passos: a) Selecionar uma família de produto; b) Identificar os componentes e as funcionalidades das partes; c) Analisar o relacionamento entre as partes; d) Agrupar os componentes em módulos que serão utilizados na fabricação de diferentes produtos. Com relação ao item C (Analisar o relacionamento entre as partes) do método nota-se a intenção de se representar as interfaces do produto. Para que a análise de interação entre as partes do produto seja feita os autores desenvolveram duas matrizes. A primeira, denominada de Matriz de Interação de Componentes por Produto onde, uma vez os componentes e suas respectivas funcionalidades foram identificadas determina-se quais componentes se relacionam com outros componentes ou com outros produtos. A segunda matriz denominada de Matriz de Interação de Funcionalidades objetiva mostrar se uma funcionalidade interage (ou não) com outra. Sendo assim, conclui-se que essa parte do método é bastante similar ao modelo desenvolvido por Erixon, Yxkull & Arnström (1996).

O método ainda, conta com tecnologia de grupo e uma série de algoritmos que assegura sua aplicação e implementação. Por fim, a base do método apresentado pelos autores é a identificação e quantificação dos relacionamentos entre os componentes de famílias de

produtos. O processo de agrupamento dos componentes nos módulos é executado de acordo com suas funcionalidades e interações.

Hsuan & Hansen (2007) apresentam resultados preliminares no processo de gerenciamento de plataformas, em uma empresa dinamarquesa fabricante de brinquedos.

Neste estudo os autores descrevem como jogos estão sendo utilizados de modo a simular e reproduzir vários cenários para o alinhamento das plataformas existentes na empresa. Os autores propõem um framework baseado no gerenciamento de portfolio para avaliar o grau de modularidade em uma determinada plataforma e em que medida esta é alinhada às outras.

Jacobs et al (2007), analisam o efeito da modularidade de produtos em quatro aspectos do desempenho competitivo. Entre estes: custo, qualidade, flexibilidade e ciclo de vida. Como conclusão os autores argüem que a modularidade influencia diretamente e positivamente cada aspecto do desempenho competitivo e para cada estratégia de integração testada. Sendo assim, a estratégia de modularidade de produto gera melhoramentos simultâneos em várias dimensões do desempenho competitivo.

Hata, Kato & Kimura (2001) propõem uma metodologia para desenvolver estruturas modulares de produtos que facilita o gerenciamento do ciclo de vida sem que haja a redução de variações de produtos dentro de suas famílias.

Em síntese os autores criam um projeto modular de produto que leva em conta o gerenciamento de famílias de produtos e gerenciamento de seus ciclos de vida. Dessa maneira, o design modular pode ser arranjado por parâmetros gerando assim uma estrutura modular que está de acordo com o cenário de ciclo de vida do produto. Nota-se nesse trabalho que a representação do produto é feita por um modelo denominado de Modelo de Dependência Funcional, no entanto, os autores não mencionam formas de representar as interfaces do produto.

Por fim, conclui-se que os trabalhos mais atuais apresentam, por exemplo, variações de modelos de identificação de interfaces, utilização de sistemas computacionais no apoio à criação e identificação de módulos e novos meios de gerenciamento de plataforma por meio de criação de cenários para avaliar o grau de modularidade das mesmas. No entanto, o modelo de representação e os critérios apresentados por Erixon, Yxkull & Arnström (1996) para a criação de Módulos Guia são os únicos que propõem um modelo para representar estas interfaces. Sendo assim, levando-se em consideração que o conceito de interfaces é de extrema importância para a representação da Visão do Produto segundo os autores do APM e preocupação principal do presente trabalho, surge então possibilidade ao menos em tese de se

adaptar os critérios para identificação de módulos a fim de possibilitar que a identificação das interfaces seja facilitada nas fases iniciais do projeto.

3.2.6. Modelos físicos

Um modelo físico é aquele que, como o próprio nome diz, objetiva representar fisicamente e tridimensionalmente um produto. Além disso, os modelos físicos podem ser construídos com diferentes tipos de materiais e também em diferentes escalas.

Ao se analisar a literatura de PDP nota-se que os autores denominam também esse tipo de representação como “Modelos Icônicos”. No entanto, para o contexto desse trabalho utiliza-se o termo Modelos Físicos, pois se entende que a denominação “Modelos Icônicos” abrange uma vasta gama de representações como, por exemplo, representações CAD, ou qualquer outro tipo de modelo apresentado anteriormente nesse texto. Sendo assim, as referências que serão feitas a cerca desse modelo serão feitas tendo como objetivo a representação física e em 3D de um produto.

Segundo Back (1983), um modelo físico é aquele que se parece com o original, ou é visualmente um equivalente geométrico em escala reduzida ou ampliada. Tal modelo normalmente mostra tão somente partes ou características relevantes ao seu propósito imediato. Exemplos de modelos físicos são: maquetes, arranjos físicos em miniatura, mock-ups.

Similar a essa definição, Monahan (2000) assevera que um modelo físico é a representação de um objeto que preserva suas características e que usualmente envolvem mudança na escala. Como complemento Goldbarg & Luna (2005) ressaltam que esses modelos são imagens da realidade e geralmente são concretos e de manipulação experimental difícil. Apesar dessa dificuldade existe a possibilidade de realização de testes em modelos físicos, no entanto, estes devem comportar-se como o original e, além disso, as condições do ambiente também devem ser similares às condições originais (ROOZENBURG, 1995; FERREIRA, 1997).

Dessa maneira, segundo Baxter (1998) os modelos físicos podem:

- ser um excelente meio para apresentar o novo produto aos potenciais consumidores e outras pessoas da empresa;
- auxiliar os projetistas a desenvolver novas idéias, principalmente quando se trata de produtos com complexidade tridimensional, que dificilmente seriam visualizados no papel;

- ser utilizados para visualizar a integração entre os diversos componentes do produto.

Observando-se os pontos ressaltados acima por Baxter (1998) nota-se que, os modelos físicos podem ser úteis no apoio a criação e representação da Visão do Produto. No entanto, esses modelos podem se tornar demasiadamente caros, principalmente quando devem representar produtos complexos. Outro problema é que, esses modelos servem principalmente para o estudo das formas e da integração dos componentes do produto, não havendo a possibilidade de testes mais completos; que seriam possíveis apenas com a utilização de protótipos que normalmente são construídos com os mesmos materiais do produto final e com os mesmos mecanismos que o fazem funcionar.

Além disso, como nas fases iniciais do projeto muito dos componentes ainda não são conhecidos, a produção de modelos físicos completos seria praticamente impossível.

Entretanto, a idéia por trás da utilização de modelos físicos para a criação e representação da Visão do Produto estaria justamente nas partes dos componentes, ou seja, como não é possível representar o produto completamente nessa fase, a representação física de partes já conhecidas poderia em tese, ajudar as equipes a desenvolverem as partes desconhecidas do produto por meio do conhecimento das interfaces das partes já desenvolvidas e representadas por esse tipo de modelo.

4. Identificação, análise de aplicabilidade e avaliação de modelos de representação

Os modelos avaliados são apresentados no quadro 5. A revisão foi realizada em textos sobre GDP e metodologia de projetos de novos produtos. Esse quadro encontra-se também no apêndice A. Os trabalhos utilizados como fonte para identificar os modelos foram:

Modelos	Autores
Funcionais	BAXTER (2000); BYTHEWAY (1962; 1965; 1992); PAHL et al (2005); ROZENFELD et al (2006)
Estrutura de produto	CLEMENT (1992); GUESS (1985); ROZENFELD et al (2006)
Representação digital	FERREIRA (1997); ROZENFELD (2006); PAHL et al (2005); FISCHER et al (2000)
Requisitos	CHENG (2007); CLARK (1987; 1989; 1991); PUGH (2005)
Identificação de interfaces e módulos	ERIXON, G.; YXKULL, A. V.; ARNSTRÖM (1996); ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D (1995)
Físicos	BACK (1983); BAXTER (1998); ROOZENBURG & EEKELS (1995)

Quadro 5 – Lista de referências básicas em GDP empregadas na busca de modelos

Numa primeira etapa foram identificados vários modelos. Empregaram-se um conjunto de critérios (Critérios de Aceitação) para considerar um modelo como sendo capaz de auxiliar a visão. Os critérios de aceitação foram obtidos da definição da visão, apresentada na seção 2.5. e são aqui apresentados novamente.

1. Representar o produto em ao menos uma (01) de suas dimensões (As dimensões de representação consideradas nesse trabalho são: necessidades dos clientes, funções, partes, (SSC's e módulos) e características físicas);
2. Tornar o produto visível por meio de suas funções;
3. Permitir a descrição de partes (subsistemas, componentes ou módulos) e interfaces bem como sua interação de forma a facilitar a coordenação do trabalho;
4. Facilitar a compreensão do produto a todos os usuários;
5. Possibilitar a rápida e fácil visualização das partes principais do produto como sistemas, subsistemas, componentes, módulos e plataforma;
6. Permitir a utilização de linguagem comum a todos os usuários;
7. Permitir que a tarefa de descrição seja feita rapidamente (cerca de um dia para projetos com baixo grau de complexidade);
8. Permitir a interação entre os membros da equipe de projeto.

O quadro 6 apresenta a avaliação de cada modelo quanto ao atendimento ou não dos Critérios de Aceitação. Nota-se que a numeração adotada no quadro 6 corresponde à mesma numeração da lista de critérios apresentados acima e no apêndice C.

Critérios	Modelos					
	Funcionais	Estrutura de produto	Representação digital	Requisitos	Identificação de interfaces e módulos	Físicos
1	sim	sim	sim	sim	sim	sim
2	sim	não	sim	sim	não	não
3	sim	sim	sim	sim	sim	sim
4	sim	sim	não	sim	sim	sim
5	sim	sim	não	não	sim	sim
6	sim	sim	não	sim	sim	sim
7	não	sim	sim	sim	sim	sim
8	sim	sim	não	sim	sim	sim

Quadro 6 – Avaliação dos modelos quanto ao atendimento dos critérios de aceitação

A seção seguinte apresenta a análise da aplicabilidade de cada modelo na criação e representação da Visão do Produto de acordo com os Critérios de Aceitação. Após essa breve análise apresenta-se na seção 4.2 os princípios que serão utilizados na avaliação dos modelos. Essa avaliação terá como objetivo checar a potencialidade de cada modelo no apoio a criação e representação da Visão do Produto e será apresentada na seção 4.3.

4.1. Análise da aplicabilidade dos modelos de representação

4.1.1. Modelos funcionais

A premissa para se construir uma visão robusta é a concepção do produto. Para isso o FAST pode contribuir positivamente, haja visto o modo de funcionamento descrito na seção 3.2.1. No entanto, tal modelo possui alguns pontos que devem ser observados antes de sua utilização.

A primeira vista nota-se que o FAST contempla quase todos os critérios da lista, no entanto ao analisarmos os itens com maior detalhe percebe-se que os itens 3 e 7 podem trazer algumas limitações ao modelo. Com relação ao item 3 a dificuldade seria a ausência no modelo de meios que propiciassem a descrição das interfaces entre os elementos do produto. Isso é observado, pois no FAST há a presença de entradas nas funções e sub-funções e saídas das mesmas resultantes do processo de transformação dentro da “caixa preta”. Para que o modelo fosse mais completo segundo os Critérios de Aceitação seria necessário que houvesse além das entradas e saídas, um tipo de descrição de interfaces entre os elementos. No entanto

essa descrição poderia dificultar o entendimento em representações de produtos mais complexos. Uma solução para esse problema seria a construção de representações complementares aos modelos funcionais e que descrevessem as interfaces, os módulos e suas interações.

Com relação ao item 7 da lista de critérios, o FAST pode trazer problemas com relação ao tempo de criação da Visão do Produto. Produtos complexos que são compostos por vários módulos e que por sua vez possuem várias funções podem resultar em um modelo FAST bastante complexo e extenso. Sendo assim, o tempo despendido nessa tarefa pode ser bastante alto além de gerar modelos de difícil entendimento.

Ainda, como apoiador da visão do produto, o FAST pode condizer com as características que a visão deve possuir e que são apontadas por Christenson & Walker (2004). Ou seja, ser de fácil entendimento, motivacional, digna de crédito, desafiadora e exigente. Portanto, a associação do modelo com práticas ágeis, como “Caixa” para Visão do Produto, Declaração de Alto Nível, Arquitetura do Produto, Lista de Características do Produto e Cartões de Requisitos de Desempenho propostas por Highsmith (2004), para a descrição da Visão do Produto podem contribuir muito para a criação de uma visão mais robusta. Nota-se que esta associação de modelos já era desejada e incentivada por Bytheway em 1965. O autor argumenta que outros modelos podem trazer grandes contribuições para a criação de novas alternativas de soluções. Ou seja, a melhor maneira de se determinar a viabilidade e a oportunidade de se executar certa função criada pelo modelo seria por meio da utilização de outros modelos de apoio.

4.1.2. Modelos de estrutura de produto

No tocante a criação da Visão do Produto percebe-se que existem hoje softwares que são configuradores de produtos para facilitar a criação da BOM. A utilização destes softwares pode ser benéfica para essa atividade, no entanto o nível de detalhe que a BOM deve possuir, não deve ser maior do que a capacidade de interpretação de pessoas que, por exemplo, não fazem parte das áreas técnicas. O que seria um problema quando se comparado ao item 4 da lista de Critérios de Aceitação. Estes softwares acima citados, ainda podem possuir desvantagens como, oferecer uma grande opção de configuração de produtos e, no entanto não levar em consideração as restrições do chão de fábrica que por vezes, pode não ser capaz de fabricar certos produtos.

Em síntese, a BOM atende bem os Critérios de Aceitação 1, 3, 5, 6 e 8 indicando assim que esse modelo pode, ao menos em tese, contribuir para a criação e representação da Visão do Produto.

No entanto, a utilização da BOM deve contar com alguns cuidados com relação aos critérios 2 e 7.

Com relação ao critério 2 a BOM não prevê a descrição das funcionalidades do produto, sendo assim, deve-se estudar maneiras de inserir tais funcionalidades junto aos componentes representados nos modelos. O critério 7 trata do tempo que a tarefa de descrição é feita, ou seja, os modelos de estrutura de produto que representam produtos complexos podem levar muito tempo para serem criados.

Dessa maneira, essas restrições podem tornar a BOM inviável para a criação e representação da Visão do produto ao menos que haja a criação de uma estrutura de produto que contenha características como:

- informações de alto nível para fácil e rápido entendimento entre os membros da equipe;
- criação da BOM deve ser rápida (a criação da visão de produtos simples não deve exceder um dia);
- ser um misto entre a BOM global e modular para não causar ambigüidade entre os departamentos;
- possuir a opção de acesso via Web para equipes que estão dispersas;
- não conter informações, pelo menos a princípio, à respeito de custos de componentes, quantidades necessários ou ainda processos de fabricação envolvidos.

Por fim, apesar do modelo de estrutura de produto atender bem o critério que trata da descrição das interfaces, o mesmo não conta com a descrição de suas interações. Sendo assim, haveria a necessidade de se estudar um modo de inserir esse tipo de informação nos modelos.

4.1.3. Modelos de representação digital

Analisando-se a aplicabilidade do uso de ferramentas CAD e dos modelos produzidos por esta, para a criação e representação da Visão do Produto, segundo os Critérios de Aceitação elencados pelo presente trabalho, tem - se que:

- a ferramenta propicia grande possibilidade de detalhamento do produto em suas mais diversas dimensões;

- há a possibilidade, por meio da modelagem sólida baseada em features, de decompor o produto em SSC's. Este tipo de modelagem pode facilitar a descrição das interfaces bem como seu relacionamento com os outros componentes e/ou módulos;
- a compreensão da Visão do Produto por meio de modelos CAD pode ser limitada em produtos complexos;

Dessa maneira, como nos outros modelos apresentados, as ferramentas CAD possuem grande potencial para a descrição da Visão do Produto. A criação de um rascunho digital em 3D ou de figuras sobre o produto poderia auxiliar na visualização do que se espera obter ao final do projeto. Outra possibilidade seria a utilização de meios que propiciassem o manuseio direto dos modelos facilitando assim o trabalho de design e a interpretação de todos os envolvidos na tarefa.

A dificuldade para a utilização do CAD está exatamente no manuseio e tempo que seria necessário para a elaboração de uma visão do produto utilizando a ferramenta. Seria necessário que todas as pessoas tivessem um bom treinamento para que a manipulação dos modelos fosse de forma significativamente rápida. Esse treinamento seria necessário, pois normalmente as equipes de desenvolvimento são compostas por pessoas advindas das mais diversas áreas da empresa.

O treinamento por sua vez, pode consumir muito tempo, ou ainda, como os projetos podem envolver mais pessoas durante seu ciclo de vida, existe o risco dos novos participantes não estarem habituados a lidar com a ferramenta.

Por fim, o grande problema na representação digital não está nos modelos, mas, sim nas ferramentas que apóiam a criação dos mesmos. Essas ferramentas ainda requerem alto grau de conhecimento dos usuários quer queira na manipulação da própria ferramenta como da linguagem altamente técnica associada às tarefas de execução dos desenhos.

4.1.4. Modelos de requisitos

Analisando-se os modelos de requisitos e comparando seus elementos aos Critérios de Aceitação tem-se que.

- Os modelos de requisitos permitem representar um produto de acordo com suas dimensões utilizando-se declarações textuais;
- Os modelos de requisitos podem às vezes conter a descrição de funções do produto, no entanto a visualização do produto apenas por meio da

descrição de suas funções pode ser uma tarefa difícil sem que haja a utilização de elementos gráficos;

- Os modelos de requisitos não seriam capazes de descrever as interfaces bem como sua interação com os módulos constituintes de um produto. Porém, o conceito de divisão do produto em módulos do tipo Black Box poderia ser utilizado para se identificar os requisitos de cada módulo, facilitando a discussão da equipe;
- É preciso separar bem as necessidades dos clientes, isto é, suas reclamações e propostas, dos requisitos que precisam ser claros, objetivos e escritos com linguagem técnica e metas. A técnica de cenas propostas por Ohfuji, Ono & Akao (1997) poderia ser utilizada para captar as necessidades e transformar em requisitos de um produto.
- A evolução de um documento de requisitos pode ser bastante dispendiosa e demorada caso todos os elementos apresentados por Pugh (1995) forem considerados.

Semelhante aos modelos de representação apresentados até o presente momento, o modelo de requisitos necessita também de outras formas que a apoiem na tarefa de descrição. Particularmente neste modelo uma maneira de apoio seria uma representação gráfica do produto, haja visto que os modelos de requisitos apenas se baseiam em declarações textuais.

4.1.5. Modelos de identificação de interfaces e módulos

Analisando-se a aplicabilidade do modelo de identificação interfaces e módulos de acordo com os critérios elencados pelo presente trabalho nota-se que este permite:

- a representação do produto na dimensão interface, portanto, mostrando as inter-relações entre módulos e componentes;
- a descrição de itens (sistemas, subsistemas, ou módulos) e interfaces;
- a compreensão do produto aos usuários;
- a rápida e fácil visualização das partes principais do produto como sistemas, subsistemas, componentes, módulos e plataforma;
- a utilização de linguagem comum a todos os usuários;
- que a tarefa de descrição seja feita rapidamente devido ao fato de se dividir o produto em módulos;
- a interação entre os membros da equipe.

Além dos pontos positivos apresentados existe a possibilidade de representar nos modelos o tempo de montagem dos módulos o que pode facilitar o planejamento da produção.

Como ponto negativo nota-se que o modelo não permite a descrição do produto por meio de suas funções. Isso pode se tornar um problema quando se considera que um modelo de apoio a criação e representação da Visão do Produto deve ser o mais abrangente possível, ou seja, representar o produto em várias dimensões. A impossibilidade de descrever o produto por meio de suas funções pode trazer dificuldade de entendimento para os membros da equipe de desenvolvimento. Sendo assim, existe a necessidade de se criar um modo de descrever as funções junto aos módulos representados pelos modelos. No entanto, a possibilidade de se descrever as funções nesse tipo de modelo pode torná-los complexos e de difícil compreensão, o que nos permite pensar que tal descrição poderia ser feita separadamente ou ainda antecipadamente à criação dos modelos.

4.1.6. Modelos físicos

A aplicabilidade dos modelos físicos na criação e representação da Visão do Produto segundo os Critérios de Aceitação é descrita da seguinte forma:

Com relação ao critério 1 os modelos físicos podem representar um produto em ao menos em uma dimensão. No entanto esses modelos não tornam o produto visível por meio de suas funções (critério 2), valendo uma ressalva, pois a menos que a pessoa conheça profundamente como cada componente do produto trabalha e conseqüentemente realiza sua função, não é possível saber exatamente quais são as funções dos componentes apenas observando-os na forma física.

Com relação às interfaces e aos módulos, os modelos físicos têm grande potencial de representação, haja visto a dimensão física de representação abrangida. Dessa maneira, a representação dos módulos e das interfaces é de grande importância para o presente trabalho, pois ele ajuda na coordenação dos trabalhos das equipes segundo os autores do APM. Ainda, esses modelos podem facilitar a rápida visualização do produto e de suas partes constituintes (SSC's) além de permitir a interação da equipe por meio de reuniões para análise e discussão dos modelos.

Outro ponto a ressaltar nos modelos físicos é com relação ao tempo de construção. Esse tempo de construção do modelo pode levar vários dias dependendo da complexidade do produto ou do material a ser usado no modelo. Assim, levando-se em conta que as mudanças são incentivadas na criação da Visão do Produto percebe-se que se cria um paradigma com a utilização desse modelo. Ou seja, as mudanças são incentivadas, no entanto, essas mudanças,

em especial nesse modelo, podem se tornar demasiadamente caras e/ou lentas impedindo assim a criação da Visão do Produto dentro de um tempo hábil e que seja razoável para as discussões da equipe, criação e modificação da representação.

4.2. Definição de princípios para a avaliação dos modelos

A modelagem de empresas envolve as técnicas capazes de descrever uma organização e o seu funcionamento. Trata-se de uma teoria onde vários modelos de descrição já foram desenvolvidos e que conta com vários princípios que permitem avaliá-los. Sendo assim, trata-se também de uma tarefa complexa e similar à descrição de uma visão de um produto. Dessa maneira, optou-se por realizar um paralelo entre os princípios da modelagem empresarial e a modelagem de produtos, de forma a se obter parâmetros a serem utilizados na avaliação dos modelos de descrição da visão.

Em seu trabalho Vernadat (1996) sugere 8 princípios para a modelagem de empresas que complementam 5 princípios propostos por Ward & Mellor (1985). Por se tratar de princípios para a modelagem de empresas, apresentam-se apenas os princípios adaptados para o contexto do presente trabalho. Vale ressaltar que do total de 13 princípios, 6 foram omitidos por serem princípios que estão mais relacionados à processos empresariais, recursos e separação de comportamento empresarial de suas funcionalidades, sendo assim, não foram considerados e conseqüentemente não foram adaptados para a utilização neste trabalho. Dessa maneira, os princípios adotados (apresentados também no apêndice E) são descritos da seguinte maneira:

1. Princípio da decomposição funcional. Produtos podem ser considerados como sistemas complexos definidos por suas funcionalidades. As funções maiores são estruturadas em sub-funções e assim por diante. Essa divisão é feita de acordo com os objetivos do produto e objetivos individuais de cada divisão. Sendo assim, o modelo deve possuir a capacidade de dividir o produto em partes menores;
2. Princípio da modularidade. Os modelos devem ser modulares Para facilitar o gerenciamento de mudanças. Dessa maneira, o modelo deve possuir a capacidade de representar o produto de maneira modular, isto é, identificar partes com interfaces bem definidas;
3. Princípio do “Modelo genérico” – muitos componentes de um produto embora diferentes possuem propriedades idênticas ou similares. Portanto, é importante definir “blocos” padrões como classes genéricas com o intuito de atribuir atributos e comportamentos comuns. Dessa maneira as classes podem ser adaptadas ou

especializadas na modelagem de aplicações e/ou componentes peculiares. Sendo assim, deve possuir elementos genéricos para a decomposição de produtos e que permitam adaptações conforme a necessidade dos mesmos;

4. Princípio da reusabilidade – para reduzir “esforços” de modelagem e aumentar a modularidade do modelo, blocos pré-definidos ou modelos parciais devem ser reutilizados e customizados às necessidades específicas tanto quanto possível quando da modelagem de novas partes de um sistema. Esse princípio se refere a customização e, sendo assim, representa outro meio de quebrar a complexidade dos modelos e reduzir o tempo de desenvolvimento dos mesmos;
5. Princípio do modelo visual – para facilitar a comunicação, a abordagem de modelagem deve ser apoiada por uma forma gráfica inequívoca e simples;
6. Princípio da simplicidade versus adequação – a primeira característica de uma linguagem de modelagem é ser rica o suficiente para expressar o que necessita ser demonstrado. Por um lado uma linguagem com poucos construtos pode não representar corretamente a complexidade de um modelo e, por outro, a alta complexidade pode requerer muito esforço inicial para ser aprendida e só depois ser corretamente utilizada. Sendo assim, o modelo deve ser simples, isto é, utilizar um número adequado de construtos e regras de acordo com o sistema a ser modelado e/ou representado;
7. Princípio do rigor da representação – o modelo não deve ser nem ambíguo nem redundante e deve servir como base para verificar propriedades, analisar comportamentos ou simular o sistema modelado.

Após a apresentação dos princípios passa-se a avaliar os modelos de acordo com o grau de atendimento aos mesmos. Essa escala de atendimento ao princípio varia de 0 a 3, onde: 0 – Não atende o princípio; 1 – Atende superficialmente o princípio; 2 – Atende razoavelmente o princípio; 3 – Atende completamente o princípio.

Vale ressaltar que essa avaliação é de caráter qualitativo, e foi possível realizá-la por meio do estudo e compreensão dos meios de funcionamento e particularidades de cada modelo considerado para a avaliação.

O quadro 7 mostra a abrangência de cada modelo, ou seja, a dimensão do produto que cada um pode representar. Nesse quadro há também breves considerações a respeito dos modelos contemplarem ou não determinadas dimensões.

Modelos						
Dimensão do produto representada ¹⁴	Funcionais	Estrutura de Produto	Representação digital	Requisitos	Identificação de interfaces e módulos	Físicos
Necessidades dos clientes	Não. Os modelos funcionais não representam diretamente as necessidades dos clientes, pois normalmente elas são desdobradas antes com a utilização de métodos como o QFD por exemplo. Essa atividade normalmente se dá na fase de projeto informacional dentro do PDP	Os modelos de estrutura de produto não contemplam diretamente as necessidades dos clientes. Nesse caso a explicação é que normalmente esses modelos são utilizados em fases posteriores do DP e, sendo assim, as necessidades dos clientes já foram desdobradas anteriormente.	Idem aos modelos funcionais, e de estrutura de produto os modelos digitais não representam diretamente as necessidades dos clientes. Esses modelos são normalmente utilizados nas fases de projeto preliminar e detalhado.	Sim. Os modelos de requisitos são aqueles que expressam diretamente as necessidades dos clientes. Isso é feito de maneira textual na declaração de requisitos.	Não. Essa dimensão de representação não é contemplada nos modelos de identificação de interfaces e módulos, pois a inserção desses dados dificultaria a compreensão das matrizes.	Modelos físicos não representam diretamente as necessidades dos clientes. Esses modelos são normalmente utilizados nas fases de projeto detalhado onde há a construção de protótipos
Funções	Sim. Normalmente utilizados na fase de projeto conceitual	Os modelos de estrutura de produto não representam as funções de um produto porque normalmente os modelos funcionais são criados antes dos modelos de estrutura de produto e acabam servindo como dados de entrada para esse tipo de modelo.	Não. Os modelos de representação digital normalmente não são utilizados para a construção de diagramas funcionais.	Normalmente os modelos de requisitos não cobrem essa dimensão. No entanto, por se tratar de uma declaração textual, há a possibilidade, em tese, de descrever outras dimensões de um produto, entretanto isso dificultaria muito a compreensão desse modelo.	Idem anterior	Não. Apesar de existir modelos físicos funcionais, não se considera para o escopo deste trabalho que estes modelos representem tal dimensão. Isso é devido ao fato de que apesar desses modelos poderem executar a função do produto ele normalmente representa apenas a função global do produto para as pessoas, não sendo possível observar as funções e subfunções dos módulos e componentes de sua estrutura.

¹⁴ As dimensões de representação consideradas nesse trabalho são: necessidades dos clientes, funções, partes, (SSC's e módulos) e características físicas.

Dimensão do produto representada	Modelos					
	Funcionais	Estrutura de Produto	Representação digital	Requisitos	Identificação de interfaces e módulos	Físicos
Partes (SSC's e módulos)	Os modelos funcionais não representam as partes de um produto, pois normalmente os modelos que se prestam a fazer essa tarefa são utilizados em fases posteriores do DP como, por exemplo, projeto preliminar	Sim	Sim. Os modelos em CAD podem representar com riqueza de detalhes as partes de um produto	Idem anterior	Os modelos de identificação de interfaces e módulos representam necessariamente as partes do produto. Isso é feito para que seja possível identificar suas interfaces.	Sim, Os modelos físicos representam com precisão as partes de um produto.
Características físicas	Os modelos funcionais não representam as características físicas do produto, porque normalmente os modelos utilizados para esse tipo de representação são protótipos (funcionais ou não) e são construídos em fases posteriores como, por exemplo, projeto detalhado	Não. As características físicas não são representadas nos modelos de estrutura de produto, pois isso normalmente é feito em modelos em escala (protótipos) onde se pode inclusive testar as propriedades dos materiais que comporão o produto.	Sim. Os modelos em CAD podem representar as características físicas de um produto e ainda fazer simulações do comportamento dos materiais diante de várias situações.	Idem anterior	Não. Os modelos de identificação de interfaces e módulos não representam essa dimensão do produto, pois a inserção desses dados nas matrizes dificultaria a interpretação por parte dos usuários.	Sim. Os modelos físicos podem representar as características físicas de um produto desde que o protótipo seja construído com os mesmos materiais que serão utilizados no produto final.

Quadro 7 – Dimensões representadas pelos modelos

Nota-se no quadro que apenas dois modelos (representação digital e física) conseguem abranger duas dimensões do produto. Os outros modelos conseguem representar apenas uma dimensão. Dessa maneira, esse é mais um indício de que existe a necessidade de um método mais abrangente que conte com modelos mais completos.

Por fim o quadro 8 mostra a pontuação atribuída a cada modelo de representação segundo os princípios de modelagem. Vale ressaltar que essa avaliação foi realizada pelo autor e possui caráter qualitativo.

Princípios	Modelos					
	Funcionais	Estrutura de Produto	Representação digital	Requisitos	Identificação de interfaces e módulos	Físicos
1) Decomposição funcional	3	1	3	2	2	2
2) Modularidade	2	2	3	1	3	3
3) “Modelo genérico”	3	2	1	2	1	1
4) Reusabilidade	3	2	3	2	1	1
5) Modelo visual	3	3	3	0	0	3
6) Simplicidade versus adequação	2	2	1	3	3	1
7) Rigor da representação	1	2	3	1	2	3

Quadro 8 – Síntese da avaliação realizada

Apresenta-se nas próximas seções o motivo da atribuição das notas a cada modelo bem como sua avaliação.

4.3. Avaliação dos modelos segundo os princípios de modelagem

4.3.1. Modelos funcionais

Os modelos funcionais apresentam grande potencialidade no apoio à criação e representação da Visão do Produto, quando comparados os princípios 1, 3, 4 e 5. Eles permitem a decomposição do produto em funcionalidades, um aspecto fundamental para os profissionais envolvidos na criação da solução. Permite também representar as precedências, isto é, inter-relações entre funções do produto. Há também a possibilidade de se criar “blocos” padrões nos modelos e que podem ser reutilizados na criação de modelos de outros produtos a serem desenvolvidos. Essa possibilidade trás benefícios, como por exemplo, diminuição do tempo de criação dos modelos e conseqüente diminuição do tempo total do desenvolvimento, além de facilitar o trabalho da equipe e diminuir erros, pois os membros começam a se familiarizar com os padrões utilizados nos modelos.

Com relação ao princípio 2, embora a identificação das funções permita decompor o produto em partes, o modelo não permite a descrição das interfaces entre elas. No entanto a descrição das interfaces é fundamental para a criação e identificação de módulos.

Ao analisarmos o princípio 6 atribuiu-se nota 2 devido ao fato do modelo em questão não possuir uma preocupação com a utilização do linguajar técnico. A única recomendação que é feita na construção do modelo em relação à utilização das narrativas em linguagem natural é que as funções devem ser representadas por um verbo seguido de um substantivo, no entanto não se percebe a preocupação em se adequar o vocabulário à complexidade do sistema a ser modelado. A nota ao princípio 6 não foi menor do que 2, pois apesar do modelo possuir a limitação descrita acima há em tese, a possibilidade da utilização de regras para delimitar ou expandir a especificidade dos construtos de acordo com o tipo de desenvolvimento.

O princípio menos atendido neste modelo é o de número 7. Isso se deve ao fato do mesmo trabalhar em um nível alto de abstração não sendo possível simular ou verificar o modelo funcional de forma rigorosa.

4.3.2. Modelos de estrutura de produto

Com relação aos modelos estrutura de produto percebe-se que o princípio melhor atendido é o da visualização (princípio 5). O modelo propicia aos usuários a visualização do produto por meio de seus sistemas, subsistemas e componentes.

Contudo, estes modelos podem tornar-se complexos quando da apresentação de produtos compostos por muitos componentes, justificando a nota 2 em simplicidade versus adequação (princípio 6). Outro aspecto negativo é não contemplar dimensões importantes do produto como: funcionalidades dos componentes (princípio 1) e interface entre eles (princípio 2). Porém, a nota atribuída ao princípio 2 não foi menor, devido ao fato de haver a possibilidade de se criar BOM's modulares que contemplem a separação do produto em módulos justificando assim a nota 2 (atende razoavelmente o princípio). Sendo assim, o registro das informações nos modelos pode ser útil na criação da Visão do Produto, no entanto, o modo como tais informações devem ser inseridas e disponibilizadas deve ser melhor estudado para que os mesmos não fiquem visualmente poluídos e de difícil compreensão. Este estudo identificaria também qual o nível de detalhe e que tipo de informações devem ser inseridas a fim de disponibilizar somente as informações que são necessárias nesta fase do desenvolvimento. Com relação ao princípio 3 a nota 2 atribuída ao modelo é justificada por não ser observada a preocupação em gerar modelos genéricos que

possam ser adaptáveis. No entanto, é possível criá-los para que esse princípio seja melhor atendido e torne assim o modelo mais abrangente. Isso se estende para os princípios 4 e 7 onde a utilização de blocos padrões para a modelagem e o estudo de meios que possibilitem uma melhor inserção de dados nos modelos faria com que os princípios de reusabilidade e rigor da apresentação fossem melhor atendidos.

4.3.3. Modelos de representação digital

A principal vantagem dos modelos de representação digital são as funcionalidades para a execução das tarefas de desenho, visualização e reutilização de modelos pré-existent. Esses modelos atendem completamente os princípios 1, 2, 4, 5 e 7. Com destaque para o princípio 7, pois, considerando os modelos de representação 3D, é possível descrever o produto eliminando totalmente a ambigüidade. O principal problema está exatamente no grande nível de detalhe que pode ser gerado. Ele compromete a simplicidade. Para criar uma representação com o CAD é preciso ter em mãos muitos detalhes, inviabilizando a descrição do produto de forma mais genérica ou abstrata. Sendo assim, talvez o conhecimento necessário do produto a ser desenvolvido nesta etapa do projeto ainda seja insuficiente para o desenvolvimento desse tipo de modelo, criando assim um paradigma. Outro aspecto é que as ferramentas que apóiam a construção de desenhos digitais são bastante complexas. A complexidade pode trazer problemas a membros da equipe de projeto que não tenham familiaridade com tais ferramentas.

Esse problema poderia ser resolvido com treinamentos dos envolvidos na criação da Visão do Produto para que os mesmos conseguissem manipular os desenhos de maneira significativamente rápida. Porém, essa velocidade em manipular os modelos pode variar muito de pessoa para pessoa o que poderá tomar mais tempo do que o disponível na fase inicial do projeto. Outro problema seria a utilização de linguagem muito técnico (ver pontuação princípio 6) nos desenhos o que dificultaria a materialização de conceitos mais abstratos.

4.3.4. Modelos de requisitos

Os modelos de requisitos têm a vantagem de ser o meio mais simples de representação do produto estudada pelo presente trabalho. Basta um construto (requisito) e poucas regras para que se possa construí-lo. Porém, o modelo prevê exclusivamente a utilização de narrativas em linguagem natural o que dificulta o rigor da representação. Isso explica a baixa pontuação no princípio 7. Os outros princípios foram atendidos apenas razoavelmente pelo mesmo motivo apresentado acima, ou seja, a descrição única e exclusiva em linguagem natural. Nota-se ainda que ele não possui uma representação gráfica, recebendo zero neste

princípio, fundamental para obter-se uma visão segundo os teóricos do APM. Uma vantagem do modelo de requisitos é que ele é o único, entre os analisados, que permite representar desejos ou necessidades do cliente. Essa vantagem pode tornar necessário o seu emprego de maneira conjunta com outros modelos. A idéia seria de empregar esse modelo como apoio a outros modelos onde a declaração de requisitos poderia ser utilizada como um documento que concentrasse as informações do produto levando-se em conta os elementos primários citados por Pugh (1995). De posse desse documento os membros da equipe poderiam utilizá-lo como entrada de dados para outro modelo que abranja outras dimensões do produto e que não são consideradas nos modelos de requisitos.

4.3.5. Modelos de identificação de interfaces e módulos

Os modelos de identificação de interfaces e módulos apesar de receber baixa pontuação em princípios como modelo genérico, reusabilidade e rigor da representação obteve nota máxima nos princípios 2 e 6. O princípio 2 que trata da descrição das interfaces e criação de produtos modulares é de extrema importância para a criação da Visão do Produto. Os autores do APM são enfáticos nesse quesito, pois com a definição clara das interfaces as equipes podem além de visualizar melhor o produto, compreender os limites que balizam seu trabalho. Sendo assim, como esse modelo foca na identificação de interfaces e módulos pode ser muito útil no apoio à criação da Visão do Produto. O modelo obteve nota máxima também no princípio de número 6. Essa nota é justificada, pois o modelo possui campos pré-definidos para a inserção das informações. Esses campos pré-definidos ajudam os usuários no preenchimento dos modelos, pois existe um padrão de entrada de dados (vide significado das letras na figura 20 da seção 3.2.5). Esse aspecto reduz o risco de redundância e inconsistência de dados. A nota 0 em relação ao princípio 5 é devido ao fato de que o modelo não contempla esboços ou desenhos do produto a ser desenvolvido.

Outro ponto a ser observado é em relação ao princípio 1. A nota 2 atribuída a esse princípio se dá pelo motivo de que os autores desse modelo criaram critérios que devem ser considerados para identificar as sub-funções e separá-las em módulos. Dessa maneira, esses critérios servem como guia para as equipes de desenvolvimento na criação de soluções.

O modelo atende ao princípio 7 razoavelmente, pois representa os tipos de interfaces (fixas, móveis ou um meio de transmissão) no entanto, não conta com informações que serviriam, por exemplo, para verificar propriedades dos materiais utilizados.

Por fim, o modelo atende apenas superficialmente os princípios 3 e 4 porque seria bastante improvável a concepção de blocos padrões ou modelos parciais para reutilização em outros modelos de identificação de interfaces e módulos.

4.3.6. Modelos físicos

Os modelos físicos podem ser eficientes na comunicação da visão, haja visto, que os modelos são réplicas perfeitas ou muito aproximadas do estado final do produto que se pretende desenvolver. Isso justifica a nota 3 no atendimento ao princípio 5. As notas máximas atribuídas aos princípios 2 e 7 deveu-se ao fato de que os modelos em tese podem ser construídos segundo os princípios de modularização citados por Erixon, Yxkull & Arnström (1996) e, o rigor da representação ser bastante elevado. Com relação ao princípio 1 a nota atribuída foi 2 pois, os modelos físicos podem representar as funcionalidades dos produtos, no entanto para que isso aconteça é necessário um amplo conhecimento técnico dos componentes que compõem o produto. Isso pode ser considerado como ponto negativo, pois como normalmente as equipes são compostas por especialistas de diversas áreas, o entendimento pode ficar comprometido para algumas pessoas. Outro problema seria com relação às mudanças sugeridas. Durante a criação da Visão do Produto a equipe de desenvolvimento necessita de um meio ágil para incorporar e excluir idéias à visão, o que seria teoricamente impossível ou demorado nos modelos físicos.

Outro princípio que foi atendido superficialmente por esse modelo foi o de número 4, pois dificilmente seria possível a reutilização de partes componentes de um modelo em outro devido ao fato de características específicas como, por exemplo, materiais, e formas geométricas particulares.

A nota 2 ao princípio 3 foi atribuída, pois com a possibilidade de se construir modelos físicos modulares, a utilização de “blocos” padrões genéricos pode ser empregada em outros modelos. No entanto, a utilização de “blocos” genéricos pode esbarrar em características específicas como apresentado no princípio 4.

Sendo assim, apesar dos modelos físicos abrangerem a dimensão física de representação de um produto nota-se que normalmente eles são concebidos quando já se tem uma boa idéia do que será construído. Sendo assim, esses modelos são altamente exclusivos e a utilização deles para representar outro produto ou parte de um produto para a qual não foi concebido pode ser bastante difícil ou ainda, mais trabalhosa do que conceber um novo modelo.

Por fim, das discussões feitas no capítulo 4 a cerca da avaliação e das potencialidades de cada modelo estudado apresenta-se a seguir o método proposto pelo presente trabalho. Como dito anteriormente esse método foi criado com o intuito de abranger as potencialidades dos modelos estudados e preencher a lacuna levantada anteriormente, ou seja, a de que nenhum modelo estudado é suficientemente abrangente. Dessa maneira, apresenta-se a seguir o método proposto junto com seus passos e formulários e também uma breve descrição dos aspectos que foram incorporados dos modelos estudados.

5. Método para a Gestão da Visão do Produto (PVMM)

5.1. Descrição geral

O método de apoio para elaboração e registro da visão do produto é denominado no presente trabalho de PVMM, a sigla em inglês para *Product Vision Management Method*.

O PVMM foi concebido para a definição de uma visão de um produto por meio do trabalho em grupo, incluindo-se os representantes dos clientes, durante as fases iniciais de um projeto. O resultado final é uma visão compartilhada do produto, ou seja, é o registro da visão do produto em um ou mais documentos para facilitar o entendimento comum da equipe do projeto.

Em síntese o PVMM funciona baseado na utilização de formulários, contendo textos e figuras que possam esclarecer as características e formas de utilização dos produtos. Esses formulários são preenchidos de maneira seqüencial e têm como objetivo desdobrar as idéias iniciais e condensá-las em uma Visão do Produto tal qual definida¹⁵ pelo presente trabalho.

A figura 21 apresenta uma visão geral do PVMM. Nessa figura estão representados todos os passos (numeração dentro dos círculos), os responsáveis por cada passo e os formulários utilizados em todo o processo.

¹⁵ Visão do Produto: uma descrição de alto nível, isto é sucinta e preferencialmente na forma gráfica de um produto que ainda não existe e será entregue em um projeto. Essa visão pode conter dimensões como forma, função, possíveis estados, itens e a interface entre eles, requisitos e metas. Além disso, ela deve ter as seguintes propriedades: definir o escopo do produto, ser desafiadora e proporcionar motivação para a equipe

Figura 21. Product Vision Management Method (PVMM)

As seções seguintes apresentam em detalhes os passos do método bem como os formulários utilizados e os respectivos participantes de cada etapa.

Para isso, além de se utilizar o desenvolvimento de um produto como exemplo para facilitar a explicação, as seções abaixo foram denominadas de acordo com as atividades que ocorrem em cada fase do método. Na figura 21 existem também círculos numerados que servem para indicar os passos do método que serão descritos nas seções abaixo e na ordem que aparecem na figura.

De modo a facilitar a explicação do método, utiliza-se um exemplo de desenvolvimento de um produto durante a apresentação dos formulários que compõem todo o processo de criação e representação da visão do produto. O produto exemplo utilizado é uma braçadeira de engate rápido para mangueiras de uso doméstico.

5.2. Definindo o escopo

O primeiro passo PVMM consiste na atividade de definir o escopo do projeto. A maneira de definir o escopo do projeto no PVMM é preenchendo-se um formulário denominado de Termo de Abertura do Projeto. O objetivo do Termo de Abertura do Projeto é transmitir as informações iniciais do projeto aos stakeholders (participantes do projeto). A

idéia desse passo é montar uma declaração de alto nível do produto a ser desenvolvido com o intuito de informar os envolvidos no projeto. Essa declaração de alto nível deve conter informações do produto a ser desenvolvido como, por exemplo: mercado alvo, descrição custo meta e canal de distribuição.

Dessa maneira, o preenchimento do Termo de Abertura do Projeto deve ficar a cargo do gerente do projeto em conjunto com o proponente (cliente). Nesse formulário o proponente e o gerente de projeto definem quais serão os stakeholders e o separam em duas equipes. A primeira equipe é constituída dos stakeholders que preencherão o formulário de Captação de Necessidades do Produto (passo 2 do método). A idéia é que esses stakeholders preencham esse formulário em duplas, sendo assim, essas duplas devem ser definidas pelo gerente e pelo proponente do projeto e, devem ser constituídas de preferência por um cliente e um desenvolvedor.

A segunda equipe é definida apenas pelo gerente do projeto e será constituída somente de desenvolvedores e que ficará a cargo de compilar os dados dos formulários de captação de necessidades do produto para, no passo 3 do método haver o desdobramento dessas informações em pré – requisitos.

O Termo de Abertura é composto dos seguintes campos:

1. Identificação – esse campo serve para identificar o documento. No caso, Termo de Abertura do Projeto;
2. Nome do Projeto – campo contendo o nome do projeto na qual os stakeholders devem se referir para a identificação;
3. Data – campo contendo a data de criação do documento;
4. Apelido – campo contendo o apelido do projeto.
5. Nome do produto – campo contendo o nome do produto a ser desenvolvido no projeto. No caso do exemplo ilustrativo para apresentação do método denomina-se “EasyHug”;
6. Gerente de Projeto – nesse campo há a identificação formal da pessoa que será responsável pela condução do projeto;
7. Stakeholders – nesse campo o gerente de projeto junto ao proponente do projeto identifica todos os stakeholders. Há também campos que diferenciam os stakeholders por organizações (cliente ou executora), nome dos stakeholders, respectivas funções e as iniciais de cada um. Essas iniciais servirão para ajudar na identificação dos stakeholders na Matriz Item – Entrega (passo 6 do método);

8. Declaração de alto nível – posicionamento do produto, ou seja, uma declaração curta que indique mercado alvo, descrição custo meta e canal de distribuição. Tomando – se como exemplo o caso da braçadeira a declaração de alto nível ficaria da seguinte maneira:

Mercado alvo: domésticas, jardineiros, donas de casa e pessoas idosas (classes C, D, E) que necessitam de um utensílio, rápido, seguro e prático para acoplar e desacoplar a mangueira do bocal da torneira.

Descrição: a EasyHug é uma braçadeira para mangueiras de jardim que deve permitir ao usuário fixá-la e soltá-la sem a necessidade de utilização de ferramentas.

Custo meta: cerca de R\$ 4,00 a unidade.

Distribuição: a princípio o produto será comercializado em lojas populares e de ferragens em todo o interior de São Paulo.

9. Potenciais concorrentes e / ou patentes – nesse campo o gerente de projeto em conjunto com o proponente deve preencher com indicações, quando houver, de possíveis produtos similares e patentes. Essa indicação pode ser feita com imagens que mostrem os concorrentes ou até mesmo fontes (internet ou referências bibliográficas) onde as patentes ou os concorrentes podem ser encontrados. Voltando ao exemplo da braçadeira esse campo poderia ser preenchido da seguinte maneira:

Não existem concorrentes com tais características para o produto, no entanto existe um dispositivo similar no mercado e que é utilizado para outros fins. Trata-se de uma braçadeira rápida para fixar o cano do selim ao quadro da bicicleta e seu valor médio de mercado é R\$ 10,00.

Vale ressaltar que o proponente ou o gerente de projeto poderiam aqui colocar, por exemplo, uma foto do produto similar com o intuito de mostrar melhor a intenção deles quanto ao desenvolvimento do novo produto.

Ainda com relação ao item “concorrentes e patentes” existe ainda junto ao Termo de Abertura de Projeto uma lista separada que deve ser preenchida com o nome de possíveis concorrentes ou patentes identificadas. Essa lista é separada do primeiro formulário apenas pelo fato de que caso não haja espaço suficiente no Termo de Abertura do Projeto ela deve ser usada.

10. Fornecedores de idéias – nesse campo são indicadas as duplas de stakeholders que deverão preencher o formulário de captação de necessidades do produto (passo 2). Aconselha-se que essas duplas devam ser constituídas preferencialmente de um

desenvolvedor e um cliente para que haja melhor aproveitamento das idéias que surgirão durante o preenchimento desse formulário;

11. Responsáveis pela Matriz Item – Entrega – esse campo deve ser preenchido pelo gerente de projeto. Nele o gerente de projeto indica quais serão os stakeholders que farão a compilação dos dados do passo 2 para desdobrá-los em pré requisitos (passo 3). Esses stakeholders também serão responsáveis pela atualização da Matriz Item - Entrega (passo 6).

A figura 22 apresenta o formulário contendo os campos explicados acima.

Termo de Abertura do Projeto			
Nome do projeto		Data	
Apelido			
Nome produto			
Gerente de projeto			
1 - Participantes (Stakeholders)			
Proponente (sponsor)	Nomes	Iniciais	Função
Executor			
2 - Declaração de alto nível			
3 - Potenciais concorrentes e/ou patentes			
4 - Fornecedores de Idéias		5 – Responsáveis pela Matriz Item - Entrega	

Figura 22. Termo de abertura do projeto

Após a conclusão do Termo de Abertura do Projeto, o proponente e o gerente de projeto devem divulgar o documento, entregando – se cópias desse formulário aos stakeholders que participarão do passo 2 do método.

O Termo de Abertura do Projeto funcionará como um norteador para conduzir as equipes na captação das necessidades do produto. A lista de principais concorrentes e patentes deve também ser entregue aos stakeholders, para ajudar no preenchimento do formulário

seguinte, pois essa informação (caso haja) complementar as informações do Termo de Abertura do Projeto e poderá ser uma fonte para inspirar o surgimento de novas idéias.

Por fim nota-se que esse formulário foi criado agrupando-se características de alguns modelos estudados e avaliados na presente pesquisa. Esses modelos são: descrição de alto nível advinda da teoria do APM e também campos comumente encontrados na declaração de requisitos criada por Pugh (1995) e em minutas de projeto padronizadas e sugeridas pelo PMI (2004).

5.3. Captando as necessidades para o desenvolvimento do produto

A atividade de captar as necessidades é realizada no PVMM preenchendo – se o formulário denominado de Captação de Necessidades do Produto. Similar ao formulário anterior, esse possui um cabeçalho de identificação, contendo: nome do formulário, nome do projeto, data de criação do documento, apelido do projeto e nome do produto.

Como o próprio nome diz esse formulário tem como objetivo captar dos stakeholders as necessidades que estes têm com relação ao produto. Nota – se, no entanto que como o produto ainda não existe e vai ser desenvolvido, é natural que as necessidades dos stakeholders reflitam ou dêem indícios dos pré-requisitos para que o produto possa ser desenvolvido. Dessa maneira, isso explica o nome dado a esse formulário.

Esse formulário deve ser preenchido pelos stakeholders indicados no Termo de Abertura do Projeto e a idéia é que esse preenchimento deva ser feito por pares para que haja maior aproveitamento da captação das necessidades e das idéias que porventura possam surgir.

Para o preenchimento desse formulário os stakeholders recebem também o formulário preenchido contendo o Termo de Abertura do Projeto e a lista de principais concorrentes e patentes (caso haja). Essa visão inicial serve para delimitar o projeto e ajudar na compreensão do produto que será desenvolvido no projeto.

As diferenças no cabeçalho desse formulário com relação ao formulário do passo 1 são dois campos: um é denominado “autores” onde os stakeholders devem preencher com seus respectivos nomes e o outro onde devem indicar se conhecem algum produto similar àquele que o projeto em questão pretende desenvolver. Caso a resposta seja sim os stakeholders prosseguem o preenchimento do campo ao lado com as fontes (sejam elas internet, imagens ou arquivos físicos que possam ajudar com informações de especificações) onde o produto similar possa ser encontrado.

Dando continuidade ao preenchimento do formulário os stakeholders devem proceder da seguinte maneira:

1. Coluna 1 (identificação) – essa coluna do formulário é preenchida com uma numeração seqüencial utilizada para identificação. Isso é feito, pois como a coluna 2 pode ser preenchida com imagens, é necessário que haja a identificação das linhas da qual elas se referem. Assim cada linha deve conter uma numeração para facilitar a leitura e compreensão de outros stakeholders que porventura venham a ler esse formulário;
2. Coluna 2 (cenar) - deve ser preenchida com imagens e / ou cenar que façam menção ao produto a ser desenvolvido. Essas imagens podem ser desde cenar de uso do produto (quando existente) até aquelas que expressem algum sentimento (bom ou ruim) que possa estar associado ao produto. Vale ressaltar que as “cenar” não precisam ser necessariamente imagens, elas podem ser “retratadas” também com uma breve descrição textual. No caso do exemplo da braçadeira utilizado os stakeholders poderiam colocar uma imagem representando, por exemplo, uma pessoa com dificuldades ou até se machucando ao instalar uma braçadeira em um bocal de torneira.
3. Coluna 3 (problemas) – essa coluna é dividida em “descrição” e “explicação”. Na coluna de descrição os stakeholders devem fazer uma descrição sucinta do problema a ser resolvido com o produto. Vale ressaltar que essa descrição do problema pode ou não estar associada a uma cena da coluna anterior. Isso acontece caso não seja possível encontrar imagens que retratem a cena. Voltando ao exemplo da braçadeira a explicação para a cena da coluna anterior descrita acima poderia ser “as pessoas se machucam ao instalar e desinstalar braçadeiras convencionais”.
 Na coluna “explicação” os stakeholders devem preenchê-la pensando – se no “por que” do problema descrito na coluna anterior, ou seja, uma explicação que mostre o “por que” da ocorrência do problema listado. No caso do exemplo a frase “algumas pessoas e idosos não tem destreza nas mãos para apertar o parafuso da braçadeira” poderia ser escrita para explicar o problema listado anteriormente.
4. Coluna 4 (sugestões) – nessa coluna os stakeholders devem descrever o “como”, ou seja , como na opinião deles o problema descrito nas colunas anteriores deve ser solucionado. Como sugestão de solução para o problema listado na coluna anterior os stakeholders poderiam preencher esse campo com a frase “braçadeira poderia ser instalada e desinstalada manualmente para apertar a mangueira contra o bocal da torneira”;

5. Coluna 5 (necessidades) – aqui os stakeholders fazem uma descrição dos atributos (funcionais ou não) que gostariam de notar no produto a ser desenvolvido. Voltando ao exemplo da braçadeira a frase “braçadeira não requer ferramentas para sua instalação e desinstalação” poderia ser uma das necessidades listadas.

Ao final do passo 2, pretende-se obter vários formulários preenchidos, cada qual indicando necessidades expressas pelos stakeholders (clientes e desenvolvedores). Outro ponto importante a ser ressaltado é que assim como todos os outros formulários do método esse(s) formulário(s) ficará(ão) exposto(s) em um quadro (apresentado na seção 5.5.8) e que servirá para: expor os dados da Visão do Produto, funcionar como meio de comunicação entre stakeholders e também para gerar novas idéias. Sendo assim, como as necessidades e os pré – requisitos de todos os stakeholders estarão expostos, podem vir a ser úteis para que em primeiro lugar todos conheçam as idéias uns dos outros e que em segundo, a partir desse conhecimento, novas necessidades e pré-requisitos vão surgindo no decorrer do projeto.

A figura 23 apresenta o formulário de captação de necessidades do produto.

Captação de necessidades do produto					
Nome do projeto				Data	
Apelido					
Nome do Produto					
Autores					
O produto possui similar?					
Sim Não					
ID	Cenas	Problemas		Sugestões	Necessidades
		Descrição	Explicação		
01					
02					
03					
04					
05					
06					

Figura 23. Captação de necessidades do produto

Em síntese a figura 23 mostra que esse passo do método engloba inicialmente o método de desdobramento de cenas criado por Ohfuji, Ono & Akao (1997) nas 3 primeiras colunas para se ter uma noção melhor do problema de projeto e em seguida completar as outras colunas baseados nas descrições das colunas anteriores e também na experiência prévia de cada membro da equipe.

5.4. Desdobrando as necessidades em pré - requisitos do produto

Durante o passo 3 a equipe indicada no termo de abertura como “Responsáveis pela Matriz Item – Entrega” começa a criar os pré – requisitos do produto.

A atividade começa com uma reunião onde os participantes devem compilar todos os formulários do passo anterior e construir um formulário simples (figura 24). Esse formulário é constituído de um cabeçalho contendo os campos: nome do projeto, data, apelido do projeto, nome do produto e autores. Esse formulário deve conter também três colunas onde, na primeira a equipe atribui uma identificação (normalmente uma numeração) e na segunda coluna devem transcrever todas as necessidades indicadas pelos outros stakeholders que preencheram o formulário do passo anterior. Por fim a equipe preenche a terceira coluna com os pré – requisitos que satisfaçam as necessidades da coluna anterior.

Desdobramento das necessidades em pré - requisitos			
Nome do projeto			Data
Apelido			
Nome do produto			
Autores			
ID	Necessidades	Pré - requisitos	
01			
02			
03			
04			
05			
06			

Figura 24. Desdobramento das necessidades em pré – requisitos

Em relação ao termo requisitos, nota-se que a literatura de Gestão de Desenvolvimento de Produtos (GDP) contempla métodos como, por exemplo, o QFD, cujo objetivo é apoiar o desdobramento das necessidades dos clientes em requisitos do produto, no entanto, isso não é recomendado durante a aplicação do PVMM. A construção da casa da qualidade necessita de informações mais robustas o que não acontece ainda nessa fase. Além disso, a aplicação do QFD nessa fase consumiria muito tempo e provavelmente não traria resultados que justificassem sua aplicação. Essa informação torna-se importante, pois sabendo – se de antemão que um dos requisitos não funcionais do PVMM é a simplicidade a aplicação poderia ser prejudicada. Não se descarta, porém, a utilização do QFD em fases mais avançadas, na concepção. Não se trata, portanto, de concorrer ou “substituir” o que já é realizado pelo QFD.

Sendo assim, no PVMM o desdobramento das necessidades em pré – requisitos deve inicialmente ser baseado no conhecimento específico e nas experiências passadas de cada profissional que faz parte da equipe de desenvolvimento. Dessa maneira, o termo pré – requisito é utilizado nesse trabalho justamente para diferenciá-lo do termo requisitos de engenharia onde as informações são em grande parte melhor detalhadas e estruturadas.

A falta de detalhamento dos pré – requisitos no DP se dá por motivos inúmeros como, por exemplo, falta de conhecimento da tecnologia envolvida na solução. No entanto, essa falta de detalhamento não prejudica nesse momento a criação da visão do produto. A idéia é de que a equipe de desenvolvimento quando deparada com esse tipo de situação indique posteriormente no passo 6 a necessidade de estudos para maiores detalhamentos.

Voltando ao exemplo utilizado, um pré – requisito que poderia ser desdobrado da necessidade apresentada no passo anterior poderia ser: “a braçadeira deve possuir uma alavanca que permita instalação e desinstalação manual”.

Essa simplificação não deve prejudicar nesse momento a criação e representação da Visão do Produto, pois o objetivo que se tem em mente deve ser, mesmo que parcial, uma visão sucinta, clara e comum de todos os envolvidos. No entanto, caso a tecnologia e/ou o produto permitam que haja melhor detalhamento dos requisitos, nada impede que o (s) stakeholders com maior conhecimento preencha os formulários com maiores especificidades.

Vale ressaltar também que muitas das soluções sugeridas nessa fase são ainda parciais e com o tempo devem ser melhor detalhadas à medida que o conhecimento técnico e do produto em si começam a aumentar. Dessa maneira, a equipe de desenvolvimento consegue evoluir na criação da visão do produto e conseqüentemente consegue também apresentar ao cliente os primeiros esboços das idéias iniciais em um curto espaço de tempo.

Sendo assim, esse formulário abrange características de modelos como, por exemplo, a PDS criada por Pugh (1996) e o QFD que visa desdobrar as necessidades em requisitos. No entanto, como dito anteriormente não trata-se de substituir o QFD, pois as informações nessa fase de projeto são normalmente menos detalhadas e estruturadas. Outro modelo que está implícito nesse formulário seria o de funcionalidades, pois, as funções podem apenas ser descritas de maneira textual nesse formulário não havendo a possibilidade de se criar diagramas mais complexo devido ao estágio inicial do projeto.

Por fim essas idéias iniciais são representadas no passo 4 (pré – concepção) que será detalhado na próxima seção.

5.5. Criando pré – concepções

No passo 4 a equipe de desenvolvimento deve criar os esboços iniciais do produto a ser desenvolvido tendo-se em mente os pré – requisitos que foram desdobrados anteriormente. Com isso pretende-se “materializar” as idéias de cada membro da equipe para permitir um melhor entendimento mútuo do problema de projeto. A apresentação das diferentes pré-concepções propostas pelos membros da equipe permitirá uma confrontação melhor das idéias de projeto, fazendo com que cada integrante entenda melhor as diferenças entre concepções. Eliminando, portanto, possíveis divergências de interpretações dos requisitos e maior troca de experiência entre as equipes.

Este esforço deverá gerar um produto mais coeso e condizente com as necessidades expressadas pelos clientes e conseqüentemente se agregar mais valor nas fases iniciais.

A equipe de desenvolvimento de posse dos pré – requisitos que foram desdobrados no passo anterior devem iniciar a criação das pré – concepções. De maneira geral as pré – concepções são esboços que a equipe de desenvolvimento cria para começar a entender e visualizar o produto que será desenvolvido no projeto. Essas pré – concepções podem abranger desde formatos do produto (design) até princípios de solução que já possam ser adiantados nesse momento.

Dessa maneira, o cliente conhecerá qual é a visão do produto que a equipe de desenvolvimento possui. Isso deve acontecer em uma reunião agendada pelos desenvolvedores para a apresentação das pré – concepções ao cliente. Caso essa visão não seja condizente com a visão do cliente o processo deve ser refeito (esse passo será melhor explicado na seção seguinte).

Aconselha-se que a equipe de desenvolvimento seja formada de preferência por pessoas das mais diversas áreas de especialização como, por exemplo, designers, engenheiros, projetistas etc. Isso faz com que as pré – concepções geradas sejam mais completas no sentido de que várias pessoas foram ouvidas e, objetivando assim, propiciar um senso comum e compartilhado da visão do produto entre os membros da equipe.

Ainda com relação aos esboços a maneira ou o meio (digital ou a mão livre) de criação pode variar no PVMM de acordo com o perfil de cada participante da equipe. A única ressalva a ser feita é com relação ao formato da representação. Interessa que ela seja da forma mais simples, tal que cada membro possa se expressar mais livremente, eliminando potenciais barreiras.

Optou-se, então, por adotar uma restrição simples e única. Deve ser impressa em uma folha no tamanho A4. Isso porque essas folhas, assim como os formulários dos passos

anteriores serão dispostos posteriormente em um quadro (apresentado na seção 5.8) onde a equipe conseguirá visualizar o andamento dessa fase de criação da visão do produto bem como realizar as atualizações necessárias conforme o surgimento de novas idéias e informações sobre o produto a ser desenvolvido. Com os meios eletrônicos ficaria fácil também segui-la. Caso seja feito um protótipo, pode-se fotografá-lo, ou ainda caso seja realizada uma montagem com figuras. Utilizando o Photoshop, pode-se gerar um PDF (Portable Document Format), por exemplo.

Dessa maneira, nota-se nessa fase do PVMM a intenção foi abranger modelos de representação como, por exemplo, representações digitais e/ou representações criadas à mão e, modelos funcionais caso os membros da equipe sintam a necessidade de se criar diagramas para explicar melhor os esboços criados.

5.6. Apresentando pré – concepções

O passo 5 é o feedback dos desenvolvedores para o cliente. Esse passo é constituído por uma reunião que deve ser agendada pelo gerente de projeto para a apresentação das pré – concepções criadas até o momento para o cliente.

É importante que haja a presença da equipe de desenvolvimento para melhorar o conhecimento da visão do produto que o cliente possui e, em segundo, para que caso questões mais técnicas sejam abordadas.

O cliente conhecerá melhor a visão da equipe de desenvolvimento e também caso haja sinta necessidade deve sugerir modificações. Essas modificações podem ser sugeridas pelo cliente à medida que este visualiza melhor com o passar do tempo o produto a ser desenvolvido ou ainda, visualize novas oportunidades de negócio.

Outro ponto a ressaltar é que nessa reunião de apresentação de pré - concepções não deve haver descarte ou validação de nenhuma opção. A idéia é que as opções apresentadas possam ser desenvolvidas em paralelo até que os momentos seguintes, projeto informacional e conceitual, quando informações e concepções serão detalhadas até que se possa optar por uma verdadeira concepção, isto é, uma solução completa do projeto. Dessa maneira, não se corre o risco de se descartar uma opção que no início pode ser considerada ruim e, no entanto, com o tempo mostrar - se viável de acordo com o aumento do conhecimento do produto a ser desenvolvido.

Por fim, os esboços criados na fase anterior e que foram apresentados para o cliente nessa fase devem também ser colocados no quadro utilizado para a representação e

somente algumas partes, sistemas e/ou subsistemas estariam representados nesse campo e, com o tempo os membros da equipe atualizariam a lista.

Como exemplo de preenchimento desse campo da matriz pode – se citar o sistema “alavanca” para a braçadeira. Provavelmente esse sistema contaria não só com a alavanca, mas com algo como uma “cinta” que abraçaria o bocal da mangueira e algum tipo de dispositivo que faria a transmissão da força da alavanca para a cinta. Dessa maneira, esse sistema poderia ser colocado na BOM justamente devido ao pré – requisito que trata do acionamento manual da braçadeira. Ou seja, para que esse acionamento seja manual é possível deduzir que uma alavanca seria necessária para cumprir essa tarefa;

2. O campo 2 representa os pacotes de trabalho (PC's). A equipe deve descrever o trabalho a ser executado quando não se conhece de antemão a parte, sistema, subsistema ou a solução para determinada situação. Um exemplo de pacote de trabalho para o exemplo dado no presente trabalho seria o estudo de possíveis materiais que comporão o produto. Nesse estudo os desenvolvedores fariam um levantamento das opções de materiais e pontos fortes e fracos de cada um para o tipo de utilização que seria feito no produto. Assim esse PC seria planejado para uma data específica (representada no campo 6) e seria base para a tomada de decisão dos membros com relação à composição do material que constituirá o produto. Um exemplo de entrega para a braçadeira seria: testar materiais para a alavanca. Essa entrega seria planejada para uma data específica dentro do campo 6 e o resultado esperado para essa entrega seria, por exemplo, um documento que indicaria o melhor material a ser utilizado para compor a alavanca;
3. O campo 3 representa o relacionamento dos pré – requisitos com as partes, sistemas e/ou subsistemas descritos no campo 1 e com os PC's do campo 2. A numeração que se observa no campo 3 deve ser a mesma do formulário de desdobramento das necessidades em requisitos, pois dessa maneira é possível identificar qual número representa cada pré - requisito na matriz. Após fazer a descrição dos sistemas e/ou subsistemas iniciais do produto no campo 1 e identificar os primeiros PC's a equipe começa a relacioná-los com os requisitos. Isso é feito utilizando-se a escala de correlação utilizada no QFD. Os tipos de correlação utilizados na matriz e os números que as representam estão descritos abaixo no quadro 9 e foram adaptados das definições utilizadas por Cheng (2008). Vale ressaltar que os relacionamentos entre as partes, sistemas e/ou subsistemas da BOM e os pré – requisitos estão diretamente

associados à satisfação do cliente quanto ao grau de atendimento das necessidades expressadas.

Correlação	Número	Descrição
Forte	3	Indica que um sistema e/ou subsistema da BOM ou resultado de um PC pode afetar fortemente a satisfação do cliente.
Média	2	Esse relacionamento indica que a satisfação do cliente pode ser afetada, no entanto, caso o produto cumpra sua função básica satisfatoriamente não haverá problemas de aceitação.
Fraca	1	Afeta fracamente a satisfação do cliente. Posteriormente esse item pode ser revisto para quem sabe ser até excluído do produto caso não afete sua função básica.
Inexistente	0	Não existe correlação entre esse item e a satisfação do cliente.

Quadro 9 – Tipos de correlação

Sendo assim, esses relacionamentos servem para mostrar à equipe de projeto quais são os pontos que merecem mais atenção no desenvolvimento, pois eles representam aqueles aspectos que foram percebidos como mais importantes devido às necessidades expressadas nos formulários anteriores.

Seguindo a correlação apresentada no quadro 9 e voltando ao exemplo da braçadeira, o pré – requisito “acionamento manual” estaria fortemente relacionado com o sistema “alavanca”. Dessa maneira o número 3 deveria ser colocado na interseção entre os dois itens no campo 3.

4. O campo 4 deve representar os responsáveis pelas partes, sistemas e/ou subsistemas e pelos pacotes de trabalho. Isso é feito colocando-se as iniciais dos responsáveis no campo pré – definido (segunda linha da matriz abaixo do campo responsável iniciais). Vale ressaltar que existe uma tabela separada da matriz (campo 7) que deve ser preenchida com o nome da pessoa e suas respectivas iniciais para caso haja dúvidas. Em seguida, deve-se representar na matriz o relacionamento entre responsáveis e as partes, sistemas e/ou subsistemas e, responsáveis e PC's. Isso é feito indicando – se com um X na matriz a interseção das iniciais da pessoa com a(s) partes, sistemas e/ou subsistemas e/ou com o(s) PC (s) da qual ele é responsável;
5. As interfaces entre as partes, sistemas e subsistemas da BOM simplificada são representados no campo 5. Para isso a equipe deve repetir a numeração da BOM que está representada ao lado esquerdo do campo 1 no campo 5. Feito isso a equipe deve

indicar as interfaces entre eles marcando com um X as intercessões que as representam;

6. O campo 6 representa o planejamento das entregas e dos gates. Isso é feito preenchendo - se com datas a segunda linha da matriz (campo abaixo das inscrições gate 1, gate 2 ,). Feito isso a equipe deve indicar na matriz quais serão as partes, sistemas e/ou subsistemas e ou PC's que serão entregues nas datas planejadas. O modo de representar as entregas difere um pouco das representações anteriores na matriz. A idéia é que a equipe coloque na interseção entre data e componente uma breve descrição da entrega. Um exemplo de descrição de PC para a braçadeira seria “estudar ou testar materiais alternativos para compor a alavanca”. Por outro lado, o modo de representação dos sistemas e subsistemas da BOM é o mesmo das outras matrizes, ou seja, representa-se com um X a interseção entre data e item da BOM;
7. O campo 7 serve para indicar os nomes e as respectivas iniciais dos stakeholders que são responsáveis pela matriz. Esse campo é preenchido para auxiliar a interpretação das iniciais que são colocadas no campo 4, pois caso a equipe seja grande pode ser que cause confusões devido ao elevado número de iniciais na matriz.

Em síntese, a Matriz Item - Produto possibilita a todos os stakeholders conhecer o planejamento prévio do desenvolvimento do produto, ou seja, as principais partes, sistemas e/ou subsistemas do produto (modelos de estrutura do produto) e os principais pacotes de trabalho (conjunto de entregas) e as suas interfaces (modelos de interfaces). Ademais, permite identificar claramente os responsáveis assim como as datas planejadas para as entregas das partes do produto e dos PC's.

Dessa maneira, na seção seguinte apresenta-se como a Visão do Produto deve ser representada no PVMM, ou seja, como arranjar todos os formulários e a Matriz Item – Entrega de modo que todos os envolvidos possam acessar e consultar as informações criadas até o momento.

5.8. Representando a visão do produto no PVMM

O conjunto de todos os documentos gerados no PVMM até o momento significa a representação de um produto. Ele contém as “regras do jogo” (no termo de abertura), as necessidades e requisitos e as possíveis soluções que se poderá obter com o projeto.

Entretanto, falta ainda uma forma simples de se consultar e apresentar esta documentação. Para isso o PVMM conta com um quadro denominado simplesmente de “Visão do Produto” onde todos os formulários e a matriz apresentada durante as seções

superior do quadro conta com um cabeçalho simples contendo a identificação do quadro (Visão do Produto), nome do projeto e uma frase sucinta que descreva a missão do produto.

Passando – se para os formulários e lendo - se o quadro da esquerda para a direita tem – se a seguinte seqüência de documentos:

1. Espaço destinado ao Termo de Abertura do Projeto e à Lista de possíveis concorrentes / patentes;
2. Espaço destinado aos formulários de Captação de Necessidades do Produto;
3. Espaço destinado ao formulário de necessidades *versus* pré – requisitos;
4. Espaço destinado às pré – concepções criadas e apresentadas ao cliente;
5. Espaço destinado à Matriz Item – entrega.

6. Exemplo de aplicação do método

6.1. Definição da equipe e do projeto

O exemplo de aplicação do método desenvolvido foi realizado no laboratório do Grupo de Engenharia Integrada e de Engenharia de Integração (Grupo EI 2). O grupo EI 2 faz parte do Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA) e é parte da rede de pesquisa do Instituto Fábrica do Milênio. O principal campo de pesquisa do grupo é o gerenciamento de projetos e processo de desenvolvimento de produto, que fazem parte de uma área do conhecimento da engenharia da produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC - USP).

A definição da equipe para aplicação pautou-se no conhecimento prévio dos membros a serem escolhidos. Ou seja, a equipe foi composta por três membros, sendo dois alunos da graduação pertencentes ao 3º e 4º ano e um mestrando. Todos os membros escolhidos são alunos do curso de Engenharia de Produção e possuem familiaridade com as áreas de Gestão de Projetos e Desenvolvimento de Produtos. Vale ressaltar que, durante a aplicação do método, o aluno de mestrado fez o papel de gerente de projetos e participou de todo o processo junto à equipe atuando simultaneamente como tutor, em caso de dúvidas relacionadas ao método, e também como desenvolvedor do produto junto à equipe.

Outro aspecto importante para a escolha dos membros da equipe foi o próprio produto a ser desenvolvido no projeto. Nesse caso trata – se do desenvolvimento de um bocal para lâmpadas com engate rápido.

A idéia de um bocal de lâmpadas com engate rápido seria a de propiciar ao usuário um meio de facilitar as trocas de lâmpadas do tipo padrão utilizadas em residências. Portanto, a forma como a lâmpada era acoplada e desacoplada do bocal deveria ser facilitada evitando – se a maneira usual, ou seja, por rosqueamento.

Esse produto foi escolhido, pois outra turma, composta de cinco alunos de graduação da disciplina de Processo de Desenvolvimento de Produto, desenvolveu paralelamente a Visão do Produto de maneira tradicional, ou seja, elaborando a minuta e o plano do projeto. Dessa maneira, a análise considerou não apenas a avaliação da aplicação do PVMM. Foi possível comparar as duas maneiras de se criar uma Visão do Produto e fornecer assim informações importantes a cerca das impressões de uso e de qualidade de informações geradas ao final de cada aplicação.

6.2. Descrição da aplicação

A aplicação do PVMM consumiu 23 horas de trabalho sendo que desse total cerca de 7 horas foram despendidas em reuniões com os membros da equipe e o restante gasto em tarefas individuais dos membros como, por exemplo, preenchimento de formulários, busca de patentes, e criação de pré – concepções.

Os detalhes da aplicação e o tempo respectivo gasto em cada etapa são descritos da seguinte forma:

1. A apresentação do método aos alunos foi feita pelo gerente de projeto. Após isso houve uma discussão a cerca dos procedimentos do método e maiores explicações em caso de dúvidas. Todo esse trabalho consumiu de 1 hora e meia;
2. Deu-se início ao Termo de Abertura do Projeto (TAP). Nessa etapa os membros da equipe foram informados do produto a ser desenvolvido no projeto, no caso um soquete elétrico para lâmpadas que permitisse o acoplamento de desacoplamento da lâmpada sem necessidade de rosqueamento. A idéia era de que os membros da equipe por se tratar de alunos da graduação conduzissem o projeto que possivelmente pudesse ser fruto de uma empresa nascente. Esse trabalho consumiu em média 1 hora e vinte minutos de cada membro. Nessa etapa cada membro fez também uma busca por produtos similares e patentes em bases de dados nacionais e internacionais;
3. Após o preenchimento da TAP, realizou-se uma nova reunião com os três membros da equipe para apresentação da TAP de cada, discussão e formatação da TAP final que foi criada agrupando-se as idéias das três TAP's concebidas individualmente. Os membros também agruparam as informações relativas às patentes e produtos similares encontradas nas buscas efetuadas na Internet em bases de patentes nacionais e internacionais. Esse trabalho consumiu cerca de 1 hora e trinta minutos;
4. Captação de necessidades – o formulário de captação de necessidades do produto foi preenchido individualmente pelos membros da equipe e o trabalho consumiu em média 2 horas e vinte minutos. Após o preenchimento desse formulário foi realizada mais um reunião que durou cerca de 1 hora e quinze minutos para que cada membro apresentasse seu formulário ao outro e discutisse as idéias, as necessidades e as dificuldades encontradas nessa etapa. Essa discussão pautou-se nas necessidades trazidas por cada membro. Por sua vez essas necessidades foram norteadas pela TAP e criadas individualmente pelos membros da equipe por meio de buscas efetuadas na Internet em busca de maiores informações a cerca de possíveis soluções para o problema do projeto. Durante essa reunião os membros da equipe foram instruídos a

preencher o formulário de desdobramento das necessidades em pré – requisitos. A figura 27 apresenta dois membros da equipe em reunião para discussão das necessidades levantadas e início do preenchimento da matriz Item – Entrega;

Figura 27. Início do preenchimento da matriz Item – Entrega

5. Os formulários de desdobramento das necessidades em pré – requisitos foram preenchidos individualmente pelos membros da equipe e esse trabalho consumiu cerca de 50 minutos em média. Para isso cada membro utilizou-se de seus conhecimentos prévios adquiridos em experiências passadas ou pela teoria assimilada em aulas do curso de graduação;
6. Durante a etapa de pré – concepção, os membros criaram individualmente cerca de duas a três pré – concepções para o produto do projeto. O trabalho consumiu em média 55 minutos de cada membro. Após esse trabalho foi realizada uma nova reunião para apresentação e discussão das pré – concepções. Nessa reunião os membros analisaram todas as pré – concepções e escolheram apenas uma para facilitar o preenchimento da matriz Item – entrega. Em seguida houve também a compilação de todos os pré – requisitos levantados pelos membros da equipe. Essa compilação foi feita para que cada pré – requisito pudesse ser numerado e conseqüentemente ser melhor identificado no preenchimento da matriz item – Entrega.

Esse preenchimento ocorreu na mesma reunião e todo o trabalho de compilação dos pré-requisitos, discussão, escolha das pré - concepções e preenchimento da matriz item

– entrega levou cerca de 2 horas e 40 minutos. A figura 28 e 29 mostram duas das pré-concepções desenvolvidas e o quadro para representação da Visão do Produto com os documentos gerados.

Figura 28. Exemplo de pré – concepções criadas com o método

Figura 29. Quadro para representação da Visão do Produto preenchido

Finalizada todas as etapas, os membros da equipe foram entrevistados para a coleta de informações a cerca das impressões de cada.

Vale ressaltar que todos os documentos gerados durante a aplicação do método são apresentados no apêndice F.

6.3. Análise e resultados da aplicação

A primeira avaliação do método foi realizada com o objetivo de identificar impressões dos participantes da equipe do projeto, com relação às dificuldades enfrentadas e a percepção sobre a adequação do método aos critérios de avaliação utilizados na etapa inicial da pesquisa. Para o trabalho de coleta de informações foi utilizado um roteiro de entrevista. Esse roteiro de entrevista (apêndice B) foi elaborado com o objetivo de cobrir tópicos como: abrangência do método com relação às dimensões de representação; atendimento aos princípios de modelagem e percepções individuais dos usuários com relação à forma tradicional de concepção da Visão do Produto (anexo A) e PVMM.

Para essa última análise foi apresentado aos membros da equipe que utilizaram o método a minuta e o plano de projeto desenvolvido por alunos da graduação de outra turma. Essa minuta e plano de projeto descreviam exatamente o mesmo produto, ou seja, um bocal para lâmpadas com engate rápido. Depois de apresentado esses documentos os membros da equipe descreveram quais foram suas impressões a cerca das informações contidas no modo tradicional e no PVMM. As entrevistas realizadas com os membros da equipe duraram em média em 30 minutos e, com as respostas obtidas foi possível comparar as duas formas de se criar a Visão do Produto no tocante à qualidade de informações propiciadas em cada Visão.

Essas análises e os resultados são apresentados na seção seguinte.

Percepção dos usuários frente ao método

O quadro 10, a seguir, apresenta uma síntese das impressões dos usuários com relação à abrangência das dimensões de representação.

Necessidades dos clientes	Funções	Partes do produto (SSC's)	Características físicas
Sim – os respondentes afirmaram que o método abrange essa dimensão, no entanto um dos respondentes teve dificuldades com a utilização das cenas para descrever o problema do projeto.	Parcial – os respondentes afirmaram que o método abrange superficialmente essa dimensão de representação. No entanto, consideraram ser suficiente por se tratar da fase inicial do projeto.	Sim – os respondentes afirmaram ser possível decompor, mesmo que superficialmente ou parcialmente o produto no método.	Parcial – a representação das características físicas se dá apenas descritivamente.

Quadro 10 – Abrangência do método em relação às dimensões de representação

De maneira geral os entrevistados ressaltaram que o método abrange a dimensão “necessidades dos clientes”. Para eles o processo de captação de necessidades é simples e a maneira como é realizado ajuda bastante o entendimento. Segundo os respondentes, a idéia de se preencher o formulário em conjunto com o cliente seria uma ótima oportunidade para se descobrir e entender as reais necessidades logo no início do projeto. No entanto, como limitação dessa aplicação, dado que se tratava de um bem de consumo, os clientes potenciais eram diversos seria necessário o emprego de técnicas complementares como pesquisas do tipo clínicas, levantamentos etnográficos, pesquisas de marketing, etc. Isso não ocorreu, por limitações de tempo e técnicas da equipe, no entanto, a equipe se pautou pelas buscas em fontes secundárias denominadas por Aaker, Kumar & Day (2001) de “Dados Publicados” e de “Uso Comum”. Essas fontes fornecem basicamente informações dirigidas ao grande público sobre o setor ou o mercado consumidor e foram amplamente exploradas pelos membros da equipe durante a utilização do método.

Outro ponto que merece ser melhor pesquisado seria a utilização das cenas no formulário de captação de necessidades. Nesse caso não foi possível avaliar exatamente qual foi o impacto delas na captação das necessidades, pois as observações dos entrevistados foram antagônicas, ou seja, enquanto um ressaltou que as cenas não ajudavam muito no entendimento do problema do projeto, o outro afirmou que as cenas junto à sequência de explicações que compõem o formulário ajudaram sobremaneira o entendimento. Sendo assim, conclui-se que essa aparente oposição entre opiniões dos entrevistados com relação ao desdobramento de cenas pode ser explicada pela própria diferença entre personalidade e perfis de aprendizagem dos envolvidos. Uma vez que cada indivíduo acaba tendo maior facilidade em aprender e transmitir conhecimento de maneira diferente, seja ela na forma escrita, falada ou representada por imagens.

Com relação à dimensão funções os entrevistados afirmaram que o método a trata de forma superficial. Ou seja, para eles essa dimensão de representação não é tratada de modo detalhado, entretanto quando questionados sobre o papel da representação das funcionalidades no método, afirmaram que era suficiente para aquela fase do projeto. Dessa maneira, conclui-se que o método abrange apenas parcialmente essa dimensão de representação e maiores estudos necessitam ser desenvolvidos para incrementos posteriores.

Para os entrevistados a dimensão “partes do produto” foi representada em três etapas do método. Essas etapas foram o desdobramento dos pré – requisitos, pré – concepção e na matriz Item – entrega. A única ressalva a ser feita com relação a essa dimensão de representação foi a simplicidade do produto, o que na opinião dos entrevistados facilitou

bastante o andamento dos trabalhos. Uma das observações que os entrevistados fizeram durante a etapa de preenchimento da matriz Item – Entrega foi de uma possível dificuldade em decompor o produto caso sua estrutura fosse complexa. Nesse ponto vale ressaltar também que a experiência dos membros da equipe foi lembrada nesse tipo de tarefa como fundamental para que o trabalho ocorresse sem maiores entraves.

Já para a dimensão “características físicas” considera – se que o método atendeu-a superficialmente. Os respondentes afirmaram ser possível representar de maneira descritiva as características físicas na etapa de desdobramento de necessidades em pré – requisitos. No entanto, essa representação é apenas descritiva e não há a possibilidade ainda no método de se representar um produto fisicamente na forma de protótipos e/ou *mock – ups*.

A outra maneira de se analisar o método foi atribuindo – se notas ao atendimento dos princípios de modelagem, seguindo-se os mesmos princípios que foram utilizados para avaliar os modelos de representação, na seção 4.2.

O conhecimento prévio adquirido pela revisão bibliográfica realizada, a avaliação dos modelos de GDP, a participação efetiva do pesquisador durante a utilização do método e coleta de dados relatados pelos outros membros da equipe forneceu subsídios para proceder essa análise. Vale ressaltar que como a análise anterior realizada essa segunda análise foi também feita pelo pesquisador e pode ser classificada como qualitativa no tratamento e interpretação dos dados.

As notas atribuídas obedeceram à mesma escala de pontuação utilizada anteriormente onde: 0 – Não atende o princípio; 1 – atende superficialmente o princípio; 2 – atende razoavelmente o princípio; 3 – atende completamente o princípio. O quadro 11 apresenta novamente a tabela da seção 4.2 com a avaliação realizada anteriormente. Nota-se no quadro (coluna em destaque) a inserção de mais uma coluna contendo as notas que o modelo de representação gerado pelo PVMM obteve. Considera-se, portanto como modelo de representação no PVMM o quadro para representação da Visão do Produto (apresentado na seção 5.8.) onde constam todos os documentos gerados pela aplicação do método.

Princípios	Modelos						
	PVMM	Funcionais	Estrutura de Produto	Representação digital	Requisitos	Identificação de interfaces e módulos	Físicos
Decomposição funcional	1	3	1	3	2	2	2
Modularidade	2	2	2	3	1	3	3
“Modelo genérico”	3	3	2	1	2	1	1
Reusabilidade	2	3	2	3	2	1	1
Modelo visual	3	3	3	3	0	0	3
Simplicidade versus adequação	3	2	2	1	3	3	1
Rigor da representação	2	1	2	3	1	2	3

Quadro 11 – Pontuação atribuída ao PVMM segundo os princípios de modelagem

A descrição dos motivos pelos quais as notas foram atribuídas é apresentada a seguir.

1. **Decomposição funcional.** A nota 1 atribuída a esse princípio deveu – se ao fato do PVMM não contar formalmente com um meio como, por exemplo, um diagrama para a definição das funções do produto. No entanto, há a possibilidade de descrever textualmente as funções na etapa de desdobramento de necessidades em pré - requisitos, porém as funções descritas nessa etapa foram superficiais e não foram capazes de descrever o produto completamente pelas funções justificando assim a nota 1 para esse princípio. Conclui – se, portanto que inicialmente o método poderia ser considerado fraco nesse princípio, no entanto, ao se levar em consideração a pouca experiência dos membros da equipe em decomposição funcional, nota – se pelas observações dos mesmos durante a aplicação que as informações geradas pelas descrições das funções foram suficientes nessa fase inicial do projeto para o entendimento do problema e conseqüente geração das pré – concepções;
2. **Modularidade.** Apesar de durante a aplicação do método não haver um estudo mais aprofundado para se modularizar o produto a ser desenvolvido, os usuários afirmaram que era possível visualizar as interfaces das partes que foram definidas. Uma ressalva a ser feita com relação à visualização das interfaces foi de que os usuários afirmaram que era possível visualizar as interfaces, no entanto não suas formas. Ou seja, para eles nesse momento do projeto as formas das interfaces ainda permaneciam obscuras. Entretanto, a nota 2 para esse princípio justifica –se, pois ao se entender que os usuários conseguiram visualizar as interfaces conclui – se que elas cumpriram a

função de além de mostrar as interfaces propriamente ditas mostraram também as interfaces entre as pessoas responsáveis por cada parte do produto, facilitando assim a gestão;

3. **“Modelo genérico”.** O método atendeu completamente esse princípio (nota 3) principalmente em razão do planejamento das entregas. Para os usuários a idéia de se fazer entregas padrões para produtos similares pareceu bem razoável, sendo assim, conclui-se que o método possui elementos que podem se tornar genéricos para o desenvolvimento de produtos similares em projetos diferentes;
4. **Reusabilidade.** A nota 2 atribuída a esse princípio deveu-se ao fato de que apesar de não ser possível modularizar o produto devido ao tempo inerente ao processo de modularização onde é necessário se construir todo o diagrama de funções do produto para depois a partir da observação das setas que conectam as funções se iniciar a divisão do produto em módulos, é possível, na opinião dos entrevistados se criar modelos parciais que podem ser customizados de acordo com cada tipo de projeto;
5. **Modelo visual.** O método atendeu completamente a esse princípio, pois os membros da equipe afirmaram que as etapas de captação de necessidades e, principalmente a de pré – concepção eram bastante instrutivas e de fácil compreensão. Na opinião deles o método conta com elementos gráficos que facilitam a compreensão do problema do projeto e conseqüente comunicação entre os membros da equipe. A única ressalva foi feita foi com relação à capacidade das pessoas ao fazer esboços ou desenhos. Um dos entrevistados relatou que a tarefa de tentar se expressar por meio de um desenho foi difícil e, sendo assim, pode – se concluir que pesquisas posteriores nesse aspecto devem ser desenvolvidas. Uma das possibilidades de se facilitar essa tarefa seria a de inserir na equipe de projeto um membro com conhecimentos em softwares ou até mesmo habilidades de desenho a mão livre com o objetivo de “traduzir” para o papel as idéias de outras pessoas que por ventura não tenham tais habilidades ou conhecimentos;
6. **Simplicidade versus adequação.** A simplicidade do método foi um dos pontos fortes ressaltados pelos entrevistados. Para eles qualquer pessoa com um mínimo de conhecimento necessário e com uma breve apresentação do método conseguiria facilmente utilizá-lo. Isso justifica a nota 3 atribuída a esse princípio, pois apesar do método não determinar formalmente um conjunto de regras e construtos para as pessoas se expressarem a comunicação entre os membros e o entendimento mútuo ocorreu sem maiores problemas;

7. **Rigor da representação.** Esse princípio foi atendido razoavelmente pelo método, pois na aplicação realizada os membros da equipe utilizaram esboços feitos a mão e alguns utilizando – se programas simples de desenho (*paint*). No entanto, essa nota poderia ser até maior caso algum dos membros tivesse habilidade com softwares de desenho como AutoCad ou similares. Conclui – se, portanto, que o rigor da representação no método está diretamente relacionado ao conhecimento e habilidade dos usuários e sendo assim, o nível do rigor da representação deve ficar a critério dos membros sempre lembrando – se que a equipe normalmente é composta por pessoas de diversas áreas de formação e que, a menos que haja uma pessoa dedicada a criar os esboços a partir das idéias dos outros membros e explicá-las em linguagem acessível a todos, o bom senso deve prevalecer;

Por fim, a última análise do método foi feita comparando-se o modo tradicional de obtenção da visão (minuta e plano do projeto)¹⁶ com o PVMM. Para isso os membros da equipe receberam os documentos do projeto desenvolvido na forma tradicional e depois foram questionados a cerca das informações contidas nas duas formas de se criar a Visão do Produto.

Em princípio os respondentes afirmaram que o Termo de abertura do Projeto no PVMM comparado com a Minuta do Projeto tradicional contém mais detalhes e que a forma como ela é preenchida, ou seja, junto com representantes do cliente e desenvolvedores a interação aumenta e conseqüentemente a qualidade das informações é maior. Esse aspecto foi relatado como positivo pelos membros porque na opinião deles o Termo de Abertura do Projeto ajudou muito o início da aplicação do método e serviu para nortear os trabalhos de criação da Visão do Produto.

Uma observação a ser feita dentro desse formulário foi com relação à busca por patentes e produtos similares realizada individualmente. Um dos respondentes mencionou que deveria haver algum tipo de sistemática na busca, pois para ele corre-se o risco de não haver uma varredura completa nas bases disponíveis.

Sendo assim, para que essa deficiência seja sanada no método sugere-se que durante o passo 1 (confecção do termo de projeto e buscas de patentes) os envolvidos no projeto utilizem um check-list para obtenção dos primeiros pré – requisitos do produto. Esse check-list baseado em Pugh (1995) e adaptado por Rozenfeld et al (2006) é apresentado no anexo B

¹⁶ A minuta e o plano de projeto foram elaborados por alunos de graduação do curso de Engenharia de Produção da EESC-USP e são apresentados no anexo A.

e deve ser utilizado no método com vistas a reduzir as chances de que algum parâmetro ou alguma informação importante seja desconsiderada nessa fase do projeto.

Na comparação entre o plano do projeto e o método proposto os respondentes no geral afirmaram que o modo tradicional e o PVMM acabam se complementando, ou seja, para eles o tradicional não consegue transmitir de maneira simples e rápida a Visão do Produto e por outro lado o PVMM não passa uma visão detalhada de todas as tarefas do projeto.

Em síntese o quadro 12 mostra um comparativo entre o modo tradicional (minuta e plano do projeto) e o PVMM no tocante aos pontos positivos e negativos de cada e relatados nas entrevistas realizadas.

Pontos negativos Tradicional	Pontos positivos PVMM
Utiliza muitos tópicos, dificultando a leitura do documento.	Mais visual. A utilização de quadros permite uma melhor compreensão do projeto.
As necessidades do produto e suas características funcionais são pouco exploradas em favor do planejamento, metas, prazos e entregas.	O método foca bastante o levantamento de necessidades do produto e a transformação das mesmas em atributos funcionais. Não deixa de considerar prazos e o plano, mas o faz de maneira simples, com foco nas entregas, relacionadas diretamente à visão do produto (plano mais concreto).
O relatório segue um roteiro rígido que não colabora com o compartilhamento de idéias.	Estimula o surgimento de idéias para a solução de problemas. Os quadros de desdobramento de necessidades em pré-requisitos e as pré-concepções permitem a visualização e exposição das idéias de vários participantes do projeto.
O detalhamento das atividades e dos pacotes de trabalho é pouco abrangente e visual.	Matriz item - entrega. Possibilita a visualização dos pacotes de trabalho e das entregas de maneira mais sistêmica, permitindo ao participante do projeto ter uma noção mais geral das atividades do projeto.
Pontos positivos Tradicional	Pontos negativos PVMM
Mostra de maneira mais clara as partes envolvidas no projeto, como instituições financiadoras, fornecedores de máquina e matérias primas, etc.	Mostra de maneira mais resumida as partes envolvidas no projeto.
Mostra de maneira mais detalhada e abrangente as fases do desenvolvimento do produto, desde o pré-desenvolvimento até o lançamento do produto. Dando uma idéia mais abrangente do projeto.	Não há grande foco nas fases de desenvolvimento do produto.
Possui um bom detalhamento dos custos do projeto	Não inclui medidas de quantidade de trabalho empregadas ou utilização de recursos nas atividades, o que pode dificultar o levantamento de custos.
Por estar estruturado na forma de um único documento pode ser mais facilmente controlado e utilizado para fins burocráticos e para armazenamento de registros	Por ser composto por vários documentos pode exigir maior esforço para o controle dos mesmos. Além disso, não é muito apropriado para fins burocráticos.

Quadro 12 – Comparação entre o método Tradicional e o PVMM, a partir de frases modelo

A análise do quadro acima permite notar que o PVMM atendeu bem aspectos importantes como simplificação e desburocratização do processo, itens fundamentais segundo os autores do APM. Outro ponto relevante foi a utilização mais intensa no PVMM de ícones visuais para facilitar a compreensão do problema de projeto. Segundo os respondentes esse aspecto foi bastante positivo quando comparado ao método tradicional.

Com relação aos pontos negativos do PVMM em comparação ao método tradicional nota-se que de maneira geral existem riscos em relação ao versionamento dos documentos, gerados segundo os respondentes. Esse aspecto chamou a atenção da equipe, entretanto, como tratou – se de uma aplicação que contou apenas com meios físicos (preenchimento e disposição dos formulários e esboços em um quadro informativo) para se representar a Visão do Produto considera-se inicialmente esse aspecto um problema menor. Isso pode ser concluído, pois a utilização de ferramentas computacionais e sistemas de informação poderiam em muito ajudar nas tarefas de versionamento e compartilhamento de documentos acabando ou diminuindo o impacto desse aspecto.

7. Considerações finais e perspectivas futuras

O trabalho apresentou o problema da visão no gerenciamento ágil de projetos de desenvolvimento de novos produtos. Nas seções de revisão bibliográfica demonstrou-se a necessidade de um método para a definição da Visão do Produto. Ela se justifica no impacto positivo da visão nos resultados dos projetos de novos produtos, demonstrado na seção 2.4 e inadequação das técnicas propostas pela literatura de APM para o caso de produtos que envolvem hardwares, na seção 3.1. A revisão permitiu também identificar quais são os benefícios potenciais de se empregar o conceito de visão. Dentre estes, pode - se citar: diminuição do tempo de desenvolvimento, maior integração entre membros da equipe e clientes, antecipação de problemas, simplificação e desburocratização do processo.

A segunda contribuição do trabalho foi demonstrar que a literatura de GDP é farta de propostas de modelos que se destinam a representar produtos. Isso foi apresentado na seção 3.2. Demonstrou-se que a grande maioria dos modelos foi originalmente desenvolvida para a fase de concepção. O trabalho levantou a hipótese de reutilizá-los em um novo contexto, ou seja, antecipar o seu uso empregando-os na fase de iniciação do projeto, de forma a captar as percepções e visões dos diferentes membros da equipe, e sintetizá-las em uma visão comum. Seguindo nesta direção contribuiu-se com uma análise dos modelos quanto a sua aplicabilidade neste novo contexto.

A terceira contribuição foi demonstrar a possibilidade e a criação propriamente dita de um método para apoiar a descrição da visão, combinando-se os modelos avaliados e inicialmente estudados. O método foi descrito neste trabalho no capítulo 5. Deu-se um passo além, com a realização de um exemplo do método aplicado, em toda a sua extensão, no desenvolvimento de um produto conforme apresentado no capítulo 6.

O método é a principal contribuição do trabalho. Mostrou-se viável para aplicação no caso realizado, indicando que testes com o seu uso poderiam ser feitos na formulação atual. Outro aspecto a ser ressaltado é que o método conseguiu abranger todas as dimensões de representação avaliadas no presente trabalho. Isso mostra que o resultado da aplicação do método seria mais abrangente que a aplicação isolada de cada um dos modelos de representação analisados. As únicas ressalvas são para as dimensões “características físicas” e “funções”, representadas parcialmente e carecem de maiores estudos. Além disso, o método mostrou-se em consonância com aspectos importantes do APM como, por exemplo, simplificação e desburocratização do processo. É um importante passo inicial, mesmo

reconhecendo que há espaço para significativos aprimoramentos e a necessidade de testes em condições mais próximas da realidade.

A aplicação demonstrou também aspectos que devem ser objeto de melhoria no método. Estudar maneiras de se representar os dados gerados pela equipe é uma delas, a fim de melhorar o compartilhamento e disposição das informações. Indica-se, inclusive, explorar recursos de ferramentas de computação como, por exemplo, telas digitais do tipo *multi touch screen* que possam permitir aos usuários melhores condições para condução das atividades dentro dessa fase do projeto.

Outro ponto a ser ressaltado seria a incorporação de membros com conhecimento e/ou habilidades com a tecnologia CAD ou representações físicas, que possam servir de apoio aos membros com dificuldade de expressar suas idéias. Isso traria novas perspectivas à etapa de pré – concepções, pois foi observado no exemplo que existe o risco de idéias serem perdidas pela simples dificuldade de expressão seja ela na forma verbal ou gráfica demonstrada pelos membros, durante a aplicação.

As perspectivas para trabalhos futuros são:

- Avaliação mais aprofundada do método em um caso real de aplicação, isto é, empresas reais;
- Realização de casos de aplicação do método em empresas para testar de modo mais aprofundado sua viabilidade, aspectos positivos e negativos;
- Desenvolvimento de uma solução computacional que incorpore os elementos do método para apoio à gestão de projetos;
- Desenvolvimento de painéis digitais que tragam novas tecnologias como, por exemplo, multi touch screen, onde os usuários possam acessar, editar e compartilhar os documentos gerados pelo método;
- Desenvolvimento de técnicas de versionamento de documentos para apoiar a utilização do método e conseqüentemente do APM.
- Estudo e incorporação de novos modelos de representação no método proposto.

8. Referências

- AAKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. S. Pesquisa de marketing. São Paulo: Atlas, 2001.
- ARNTZEN, B.C.; BROWN, G.G.; HARRISON, T.R.; TRAFTON, L.L. Global supply chain management at Digital Equipment Corporation. *Interfaces*, v.25, n.1, p.69-93, 1995.
- ASHAPA, M.R. Neat tricks I have learned using the BOM. In: APICS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, New Orleans, 1990. Proceedings. Falls Church, APICS. p.100-103, 1990.
- AUTODESK, Inc. Autodesk Inventor 2009 - Getting started. January 2008. Disponível em: <http://images.autodesk.com/adsk/files/inventor_sim_2009_getstart.pdf>. Acesso em 08/04/2008.
- AYDIN, A. O.; GUNGOR, A. Effective relational database approach to represent bills-of-materials. *International Journal of Production Research*, v. 43, p. 1143-1170, 2005.
- BACK, N. Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- BACK, N. et al. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008.
- BAILETTI, A. J.; LITVA, P. F. Integrating customer requirements into product designs. *The Journal of Product Innovation Management*. v. 12, p. 3-15, 1995.
- BARNETT, L. Why Use Agile Processes Outside of IT? Jun. 2007. Disponível em <<http://www.agilejournal.com/articles/from-the-editor/why-use-agile-processes-outside-of-it?.html>> Acesso em: 19 julho 2007.
- BAXTER, R. Projeto de produto: um guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
- BECK, K. et al. Manifesto for agile software development. Feb. 2001. Disponível em <<http://www.agilemanifesto.org/>>. Acesso em: 05 Jun 2007.
- BENASSI, J.L.G.; AMARAL, D. C. Gerenciamento ágil de projetos aplicado ao desenvolvimento de produto físico. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14, 2007. Bauru. Anais... Bauru: UNESP, 2007.
- BENASSI, J. L. G.; AMARAL, D. C. Avaliação de métodos de apoio à criação da visão do produto no enfoque ágil de gestão de projetos. In: ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro. 2008.
- BENASSI, J. L. G.; AMARAL, D. C. . Propondo métodos para descrever a visão do produto: uma análise da viabilidade por meio da avaliação de métodos da literatura de PDP. In: II Assembléia Geral do Instituto Fábrica do Milênio, 2008, Campinas. 2008
- BERTRAND, J. W. M.; ZUIJDERWIJK, M.; HEGGE, H. M.H. Using hierarchical pseudo bills of material for customer order acceptance and optimal material replenishment in

assemble to order manufacturing of non-modular products. *Int. J. Production Economics*, v. 66, p.171-184, 2000.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Qualitative research for education: an introduction for to theory and methods*, Boston: Allyn and Bacon, 1982.

BROWN, S. L.; EISENHARDT, K. M. Product development: past research, present findings, and future directions. *Academy of management review*. v. 20, n° 2, p. 343-378, 1995.

BUKCHIN, J.; DAREL, E.; RUBINOVITZ, J. Team-oriented assembly system design: a new approach. *International Journal of Production Economics*, v.51, p.47-57, 1997.

BYTHEWAY, C. W. Basic Function Determination Technique. *Save Proceedings 1965. FIFTH National Conference, Vol II, p. 21-23. Disponível em: <http://wendt.library.wisc.edu/miles/ve_studies/vecwbas.pdf>. Acesso em: 23/01/08.*

BYTHEWAY, C. W. FAST - An Intuitive Thinking Technique. *International Conference of the Society of American Value Engineers (SAVE). Phoenix, Arizona 1992. Disponível em: <http://www.value-eng.org/pdf_docs/conference_proceedings/1992/9228.pdf>. Acesso em: 15/01/08.*

BYTHEWAY, C. W. FAST - An Organized Stimulus to Applied Creativity Disponível em: <http://wendt.library.wisc.edu/miles/ve_studies/vecwfas.pdf>. Acesso em 23/01/2008.

BYTHEWAY, C. W. Simplyfying Complex Mechanisms During Research and Development. *Proceedings of the SaVE conference. 1968. Disponível em: <http://wendt.library.wisc.edu/miles/ve_studies/vecwsim.pdf>. Acesso em: 23/01/2008.*

CHEN, K. M.; LIU, R. J. Interface strategies in modular product innovation. *Technovation*. v. 25. p. 771–782, 2005.

CHENG, L. C.; MELO, F. L. D. R. *QFD: Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos*. São Paulo: Blucher, 2007.

CHIN, G. *Agile Project Management: how to succeed in the face of changing project requirements*. NY: Amacon, 2004.

CHRISTENSON, D.; WALKER, D. H. T. Understanding the role of “vision” in project success. *Project Management Journal*. v 35, pg 39-52, 2004.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. *Product development performance*. Boston, MA: Harvard Business Scholl Press, 1991.

CLARK, K.B. Project scope and project performance: the effect of parts strategy and supplier involvement on product development. *Management Science*, v. 33, p. 1247 - 1263, 1989.

CLARK, J. B.; CHEW, W.B.; FUJIMOTO, T. Product development in the world auto industry. *Brookings Papers on Economy Activity*, v. 3, p. 729-781, 1987.

CLEETUS, K.J. Modeling Evolving Product Data for Concurrent Engineering. *Engineering with Computers*, v.11, p.167-172, 1995.

CLEMENT, J.; COLDRICK, A.; SARI, J. Manufacturing data structures: building foundations for excellence with bills of material and process information. Atlanta: Oliver Wight, 1992.

COLLINS, J. C.; PORRAS, J. I. Building your company's vision. Harvard Business Review. v. 74, p. 1996.

COOPER, R.G. Developing new products on time, in time. Research-Technology Management v. 38, p. 49–57, 1995.

COOPER, R.G., KLEINSCHMIDT, E.J. Benchmarking the firm's critical success factors in new product development. Journal of Product Innovation Management. v. 12, p. 374–391, 1995.

CORDERO, R. Managing for speed to avoid product obsolescenc - A survey of techniques. Journal of Product Innovation Management. v. 8, p. 283–294. 1991.

COUGHLAN, P., COGHLAN, D. Action research for operation management. International Journal of Operations & Production Management. v. 22, p. 220-240, 2002.

DANE, Francis. C. Research Methods. Belmont, California: Wadsworth, 1990.

DARLINGTON, M. J.; CULLEY, S. J. A model of factors influencing the design requirement. Design Studies. v. 25, p. 329-350, 2004.

DRÖGE, C., JAYARAM, J., VICKERY, S.K. The effects of internal versus external integration practices on time-based performance and overall firm performance. Journal of Operations Management. v. 22, p.557–573, 2004.

EDELMAN, M.P. Modularizing bills of material. In: APICS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, New Orleans, 1990. Proceedings. Falls Church, APICS. p.448-450, 1990.

ELSTER, B. APICS training aid: flattened bill of material. Revised edition, Falls Church, American Production and Inventory Control Society. 1996.

ERIXON, G.; YXKULL, A. V.; ARNSTRÖM, A. Modularity - the Basis for Product and Factory Reengineering. CIRP Annals - Manufacturing Technology, v. 45, Issue 1, Pg 1-6, 1996.

FERREIRA, M. G. G. Utilização de modelos para a representação de produtos no projeto conceitual. 198f. Dissertação (Mestrado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

FERREIRA, A. B. H. Miniaurélio: o minidicionário da língua portuguesa. 6º ed. Curitiba: Positivo, 2004.

FERREIRA, R. C. Estudo para definir os requisitos necessários para a utilização de ferramentas em 3D para a compatibilização no desenvolvimento de projetos. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Porto Alegre, UFRGS, 2002.

FISCHER, M. et al. Requirements and benefits of interactive workspaces in construction. The 8th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Stanford University Silicon Valley, CA, USA, August, 2000.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas, v. 35, p. 57-63, 1995.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GONZÁLEZ, B.; ADENSO-DÍAS, B. A bill of materials-based approach for end-of-life decision making in design for the environment. International Journal of Production Research, v. 43, p. 2071–2099, 2005.

GRAUF, W.M.; LEIGHTON, J. Simplifying the make-to-order environment via the modular bill of material. In: APICS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, New Orleans, Proceedings. Falls Church, APICS. p.397-400, 1990.

GUESS, V.C. APICS training aid: bills of material. Revised edition, Falls Church, American Production and Inventory Control Society. 1985.

GUIDE JR, V.D.R.; SRIVASTAVA, R.; KRAUS, M.E. Product structure complexity and scheduling of operations in recoverable manufacturing. International Journal of Production Research, v.35, n.11, p.3179-3199, 1997.

HARTLEY, J.L., MEREDITH, J.R., MCCUTCHEON, D., KAMATH, R.R. Suppliers' contributions to product development: An exploratory study, IEEE Transactions on Engineering Management. v. 44, p.258–267, 1997.

HARTLEY, J.L., ZIRGER, B.J., KAMATH, R.R. Managing the buyer–supplier interface for on-time performance in product development. Journal of Operations Management, v. 15, p. 57–70, 1997.

HARTMANN, T et AL. Integration of three dimensional CAD environment into an interactive workspace. CIFE Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University. August, 2003. Disponível em <<http://cife.stanford.edu/online.publications/TR146.pdf>>. Acesso em: 20/02/2008.

HATA, T.; KATO, S.; KIMURA, F. Design of product modularity for life cycle management. 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign'01), 2001.

HAYES, R. H.; WEELWRIGHT, S. C. CLARK, K. B. Dinamic manufacturing. New York: Free Press, 1988.

HIGHSMITH, J. Agile Project Management: creating innovative products. Boston: Addison - Wesley, 277 p, 2004.

HSUAN, J.; HANSEN, P. K. Platform development: implications for portfolio management. Gestão & Produção, v.14, n.3, p.453-461. 2007.

HUA, Z.; HUANG, F.; ZHANG, B. Process flexibility with bill of material constraints. *International Journal of Production Research*, v. 46, p. 1567–1586, 2008.

IEMMOLO, G.R. 'Vaporware': transitory bills of material and routers. In: *APICS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE*, San Antonio, Proceedings. Falls Church, APICS. p. 570-573, 1993.

JACOBS, M. The effects of product modularity on competitive performance: Do integration strategies mediate the relationship? *International Journal of Operations & Production Management*. v. 27, p. 1046-1068, 2007.

KARLSSON, C.; NELLORE, R.; SÖDERQUIST, K. Black Box Engineering: redefining the role of product specifications. *The Journal of Product Innovation Management*, v. 15, p. 534-549, 1998.

KERBER JUNIOR, W.M. Structuring and managing the bill of material under changing company conditions. In: *APICS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE*, New Orleans, Proceedings. Falls Church, APICS. p. 421-424, 1990.

KEMPFER, L. PDM takes to the web. 1998. Disponível em: <http://www.penton.com/cae/res/archives/9711pdmweb.html>. Acesso em: 10/02/2008.

KERRY, H. T. Planejamento de processo automático para peças paramétricas. 160f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1997.

KIM, M, J.; MAHER, M. L. The impact of tangible user interfaces on spatial cognition during collaborative design. *Design Studies*, v. 29, p. 222-253, 2008.

KNEPPELT, L.R. Product structuring considerations for master production scheduling. *Production & Inventory Management Journal*, v.25, p.83-99, 1984.

KOTTER, J. P. Leading change: Why transformation efforts fail. *Harvard Business Review*. v. 73, p. 59-67, 1995.

LAURINDO, F. J. B.; MESQUITA, M. A. Material requirements planning: 25 anos de história – uma revisão do passado e prospecção do futuro. *Gestão e Produção*, v.7, p.320-337, 2000.

LEE, Y.; SHIN, H. CIM implementation through JIT and MRP integration. *Computers and Industrial Engineering*, v.31, n.3-4, p. 609-612, 1996.

LOURIDAS, P. Design as bricolage: anthropology meets design thinking. *Design Studies*, v. 20, n. 6, November, 1999.

MABERT, V.A., MUTH, J.F., SCHMENNER, R.W. Collapsing new product development times: six case studies. *Journal of Product Innovation Management*, v. 9, p. 200–212, 1992.

MARINI, V. K.; ROMANO, L. N. The function structure as a tool for analysing an existing concept of a centrifugal fertilizer spreader. *Product: Management & Development*, v. 5, p. 77 – 89, 2007.

MARQUEZ, P. A et al. Inovação nos Sistemas Técnicos Através de um Método Integrado de Decomposição Centrado na Criação de Valor. 8º Congresso Iberoamericano de Ingenieria Mecânica. Cusco. Outubro 2007.

MATTAR, D, G. Processo de projeto para edifícios residenciais inteligentes e o integrador de sistemas residenciais. 163f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. UFSCAR, 2007.

MONAHAN, G. E. Management Decision Making: Spreadsheet Modeling, Analysis, and Application. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

MOURA, A. A. A. Contribuições para o desenvolvimento de um modelador baseado em form features com interface STEP - ISO 10303. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba. UNIMEP, 2003.

NILSSON, P.; FAGERSTRÖM, B. Managing stakeholder requirements in a product modelling system. Computers in Industry, v. 57, p. 167–177, 2006.

OAKLEY, M. H.; PAWAR, K. S. Research the design/production interface: product specifications. Design Studies. v. 4, p. 13-19, 1983.

OHFUJI, T.; ONO, M.; AKAO, Y. Método de desdobramento da qualidade. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1997.

OLIVEIRA, C. B. M. Estruturação, identificação e classificação de produtos em ambientes integrados de manufatura. 102f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1999.

OLSEN, K.A.; SAETRE, P. Managing product variability by virtual products. International Journal of Production Research, v.35, n.8, p. 2093-2107, 1997.

OWEN, R.; KOSKELA, I.; HENRICH, G.; CODINHOTO, R. Is agile project management applicable to construction?. Proceedings IGLC-14, Santiago, Chile, July 2006.

OZKAYA, I.; AKIN, Ö. Requirement-driven design: assistance for information traceability in design computing. Design Studies. v. 27, p. 381-398, 2006.

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

PALOMINOS, P. Design of Modular Products: A Method for Modules Identification. 4th International Conference on Production Research - ICPR Americas' 2008.

PETERSEN, K.J., HANDFIELD, R.B., RAGATZ, G.L. A model of supplier integration into new product development. Journal of Product Innovation Management. v. 20, p. 284–299, 2003.

PIRES, L. C. M.; CARVALHO, J. D. A.; MOREIRA, N. A. The role of Bill of Materials and Movements (BOMM) in the virtual enterprises environment. International Journal of Production Research, v. 46, p. 1163–1185, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. Guia PMBok: Um guia do conjunto de conhecimentos do gerenciamento de projetos. Pennsylvania: Project Managemnt Institute, 3. ed, 2004.

PUGH, S. Creating innovative products using total design: the living legacy of Stuart Pugh. Reading, MA: Addison Wesley, 1996.

PUGH, S. Total design: integrated methods for successful product engineering. Addison Wesley. 1995.

RAEKER, R. Reducing the configurator confusion. In: APICS ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, San Diego, Proceedings. Falls Church, APICS. p.558-559, 1994.

RAGATZ, G.L., HANDFIELD, R.B., PETERSEN, K.J. Benefits associated with supplier integration into new product development under conditions of technology uncertainty. Journal of Business Research. v. 55, p.389–400, 2002.

RAM, B.; NAGHSHINEH-POUR, R.; YU, X. Material requirements planning with flexible bills-of-material. International Journal of Production Research, v. 44, p. 399–415, 2006.

ROOZENBURG, N. F. M., EEKELS, J. Product design: fundamentals and methods. New York: Wiley, 1995.

ROUCOULES, L.; TICHKIEWITCH, S. CoDE: A Cooperative design environment— A new generation of CAD systems. Concurrent Engineering: Research and Applications. v. 8, p. 263 -280, 2000.

ROZENFELD, H et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SELIGER, G.; KERNBAUM, S.; ZETTL, M. Remanufacturing Approaches Contributing to Sustainable Engineering. Gestão & Produção, v.13, n.3, p. 367-384. 2006.

SMITH, G. P. Flexible Product Development: Building Agility for Changing Markets. Jossey-Bass, 2007.

STONE, R. B.; McADANS, D. A.; KAYYALETHEKKEL, V. J. A product architecture-based conceptual DFA technique. Design Studies. v. 25, p. 301 – 325, 2004.

STONEBRAKER, P.W. Restructuring the bill of material for productivity: a strategic evaluation of product configuration. International Journal of Production Economics, v.45, p.251-260, 1996.

TESSAROLO, P. Is integration enough for fast product development? an empirical investigation of the contextual effects of product vision. International Journal of Product Innovation Management. v. 24, p. 69-82, 2007.

UDO, N.; KOPPENSTEINER, S. Will agile change the way we manage software projects? Agile from a PMBoK guide perspective. Projectway, [S.1.], 2003.

ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D. Product Design and Development. McGraw-Hill, 1995.

VAN VEEN, E.A; WORTMANN, J.C. Generic bill of material in assemble to order manufacturing. *International Journal of Production Research*, v. 25, p. 1645-1658, 1987.

VAN VEEN, E.A; WORTMANN, J.C. Generative bill of material processing systems. *Production Planning and Control*, v.3, p. 314-326, 1992a.

VAN VEEN, E.A; WORTMANN, J.C. New developments in generative BOM processing systems. *Production Planning and Control*, v. 3, p. 327-335, 1992b.

VLIST, P.; HOPPENBROUWERS, J.J.E.M.; HEGGE, H.M.H. Extending the enterprise through multi-level supply control. *International Journal of Production Economics*, v. 53, p. 35-42, 1997.

VERNADAT, F. B. Enterprise modeling and integration: principles and applications. London: Chapman & Hall. 1996.

WARD, P. T.; MELLOR, S. Structured Development for Real-time Systems. Yourdon Press, New York, New York. 1985.

WACKER, J. G.; MILLER, M. Configure-to-order planning bills of material: simplifying a complex product structure for manufacturing planning and control. *Production and Inventory Management Journal*, v. 41, p. 21-26, 2000.

WIKIPEDIA. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wire_frame_model>. Acesso em 25/03/2008.

WIKIPEDIA. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/CAD>>. Acesso em: 23/03/2008

WIXSON, J. R. Function Analysis and Decomposition using Function Analysis Systems Technique. Lockheed-Martin Idaho Technologies Company, Inc.1999. Disponível em: <<http://www.onewest.net/~wix/99paper.pdf>>. Acesso em 16/01/2008.

XIONG, M. et al. A web-enhanced dynamic BOM-based available-to-promise system. *Int. J. Production Economics*, v.84, p.133–147, 2003.

Apêndices

9. Apêndice A – Referências básicas e modelos potenciais analisados

Modelos	Autores
Funcionais	BAXTER (2000); BYTHEWAY (1962; 1965; 1992); PAHL et al (2005); ROZENFELD et al (2006)
Estrutura de produto	CLEMENT (1992); GUESS (1985); ROZENFELD et al (2006)
Representação digital	FERREIRA (1997); ROZENFELD (2006); PAHL et al (2005); FISCHER et al (2000)
Requisitos	CHENG (2007); CLARK (1987; 1989; 1991); PUGH (1995)
Identificação de interfaces e módulos	ERIXON, G.; YXKULL, A. V.; ARNSTRÖM (1996); ULRICH, K.T.; EPPINGER, S.D (1995)
Físicos	BACK (1983); BAXTER (1998); ROOZENBURG & EEKELS (1995)

10. Apêndice B – Roteiro de entrevista

Identificação

Respondente: _____

Data: ____/____/____

Início: _____

Fim: _____

Parte 1 – Análise da abrangência

1. Em sua opinião qual (ou quais) dimensões de representação do produto o método abrange?

- a) Necessidades dos clientes
- b) Funções do produto
- c) Partes do produto (SSC's)
- d) Características físicas

2. Caso tenha indicado alguma(s) dimensão(ões) na pergunta anterior, descreva abaixo em que passo ou parte do método essa dimensão do produto fica visível.

3. Em sua opinião o método possui elementos gráficos que facilitam a compreensão do problema que o projeto objetiva resolver?

- a) Sim
- b) Não

Observações: (sugestões, dificuldades, etc.)

4. Em sua opinião o método permite descrever as funcionalidades do produto a ser desenvolvido no projeto?

- a) Sim
- b) Não

c) Em sua opinião o método permite decompor as funcionalidades do produto a ser desenvolvido no projeto?

- a) Sim
- b) Não

5. Em caso afirmativo para a questão 7 e/ou 8, descreva abaixo em que passo ou parte do método é possível observar as funcionalidades do produto.

Parte 2 – Análise do atendimento aos princípios

6. Em sua opinião o método permite dividir a descrição do produto em partes menores?

a) Sim

b) Não

7. Em caso afirmativo, você acredita que é possível visualizar as interfaces entre as partes?

a) Sim

b) Não

Em caso afirmativo indique como.

8. Em sua opinião o método permite criar elementos genéricos que possam ser reutilizados para representar partes de outros produtos?

a) Sim

b) Não

Em caso afirmativo, indique um exemplo.

9. Em sua opinião o método conta com elementos gráficos que facilitam a comunicação entre os membros da equipe?

a) Sim

b) Não

10. Em caso afirmativo, você acredita que esses elementos gráficos são simples?

a) Sim

b) Não

11. Em caso negativo, descreva as dificuldades encontradas durante a aplicação do método.

12. Descreva abaixo como você “classificaria” a qualidade de informações quando o modo tradicional (minuta) e o PVMM são comparados.

13. Ao se comparar o modo tradicional (minuta) e o PVMM como você descreveria as informações geradas?

Parte 3 – Aspectos positivos e negativos

14. Descreva abaixo de acordo com cada formulário quais as dificuldades e as facilidades encontradas durante cada fase de utilização do método.

- Descrição do termo de abertura do projeto

- Captação de necessidades do produto
- Desdobramento das necessidades em pré – requisitos
- Criação de pré – concepções
- Matriz Item – entrega

15. Descreva abaixo os aspectos positivos que você julga estarem presentes no método.

16. Existe alguma informação que você julga ser necessária e não está presente no método? Qual/ quais?

17. Existe alguma informação que você julga desnecessária? Qual / quais?

11.Apêndice C – Critérios de aceitação

Número dos critérios	Critérios de Aceitação
1	Representar o produto em ao menos uma (01) de suas dimensões
2	Tornar o produto visível por meio de suas funções;
3	Permitir a descrição de partes (subsistemas, componentes ou módulos) e interfaces bem como sua interação de forma a facilitar a coordenação do trabalho
4	Facilitar a compreensão do produto a todos os usuários;
5	Possibilitar a rápida e fácil visualização das partes principais do produto como sistemas, subsistemas, componentes, módulos e plataforma;
6	Permitir a utilização de linguagem comum a todos os usuários;
7	Permitir que a tarefa de descrição seja feita rapidamente (cerca de um dia para projetos com baixo grau de complexidade);
8	Permitir a interação entre os membros da equipe de projeto

12. Apêndice D – Tipos, elementos e perfis da BOM

BOM simples/padrão (flattened/standard BOM)

O tipo mais simples de BOM pode contemplar dois níveis, um deles correspondente às matérias-primas e itens comprados e outro, ao produto final. De acordo com Guess (1985); Clement, Coldrick, Sari; (1992); Oliveira (1999) e Rozenfeld et al (2006), a única razão para a criação de mais níveis são as necessidades de planejamento e controle da produção (PCP), como a criação de submontagens ou itens intermediários que precisam ser estocados.

A BOM simples pode ainda conter itens chamados de fantasmas e pseudo-itens. Os itens fantasmas são aqueles produzidos no processo de manufatura, possuem “pais” definidos, mas não são estocados. Estes itens apesar de existirem fisicamente são consumidos rapidamente como componentes do item do nível imediatamente superior.

Por sua vez, o pseudo-item é uma coleção artificial de componentes que são agrupados para serem utilizados no planejamento.

BOM modular (modular BOM)

Caso um produto possua muitas opções de escolha de itens, o número de combinações torna-se muito elevado. Isso dificulta a previsão de vendas e o planejamento mestre da produção de cada produto final. A solução para este problema é a utilização da BOM modular. Ao invés de se manter uma BOM para cada produto final possível, dentro de uma família, são identificadas as opções para cada um dos seus componentes, as quais são organizadas em módulos. A idéia por trás da BOM modular é a de dividir um produto em sistemas e subsistemas, ou seja, módulos que facilitam a criação, planejamento e manutenção da BOM. O processo na qual as empresas devem passar ao decidir por uma BOM modular é começando a entender o tipo e a variedade dos produtos produzidos. Esse processo se dá por meio do conhecimento do perfil da estrutura do produto. A figura 1 apresenta alguns exemplos de perfis de estrutura de produto.

Figura 1 – Perfis de estrutura de produto

Fonte: adaptado de CLEMENT; COLDRICK; SARI (1992) e GUESS (1985)

Com relação aos perfis tem-se que:

1. O perfil 1 é típico de empresas que possuem pequeno número de matérias-primas e um processo relativamente padronizado, porém possuem uma grande variedade de produtos finais altamente personalizados. Um exemplo seria uma empresa que produz segundo pedidos.
2. O perfil de estrutura de produto do tipo 2 é de empresas que possuem apenas um produto final formado por um grande número de componentes. Um exemplo clássico é a linha de produção de Henry Ford na qual a frase “qualquer cor desde que seja preto” explica bem, ou seja, era oferecido um produto padrão composto por vários componentes, e sem opções de personalização.
3. As atuais montadoras de automóveis são um exemplo do perfil de estrutura de produto do tipo 3. As mesmas montagens de chassis, transmissões, sistemas de freios e motores são utilizadas em uma grande variedade de veículos. Este perfil acaba unindo os pontos positivos das outras estruturas, ou seja, existe a personalização e a impressão de se estar fabricando contra pedido no estágio final da montagem, combinando isso a economia de escala e estabilidade de produção de alto volume no estágio de fabricação dos módulos.
4. Similar ao perfil 1 porém, com menor padronização o perfil 4 é típico, por exemplo, de indústrias petroquímicas. Neste caso, uma pequena variedade de matérias-primas é utilizada para produzir uma grande variedade de produtos e subprodutos, dependendo apenas de pequenas mudanças nas formulações.

BOM de planejamento

É o nome dado às estruturas de produto utilizadas para projetar o plano de produção através do conhecimento das configurações demandadas pelos clientes. Dessa maneira a BOM de Planejamento resulta da Bom Modular e contém os itens que são comuns a todos os produtos, facilitando-se assim a previsão de vendas.

Outra razão para se utilizar a BOM Modular acontece nos casos em que o lead-time de manufatura (tempo total de produção de um produto) é maior que o tempo de entrega aceito pelo consumidor. Nesses casos, a modularização pode suportar a implantação da estratégia de estoque Assemble to order (ATO), reduzindo o tempo entre a entrada do pedido do cliente e entrega. A previsão é feita no nível dos módulos, que são fabricados e estocados. Quando ocorre um pedido do cliente, a configuração desejada é produzida, utilizando-se os módulos previamente preparados.

BOM genérica

A estrutura de produto genérica é uma aplicação do conceito de BOM modular para as atividades de vendas técnicas e controle de configurações, assim como a BOM de planejamento é uma aplicação para previsão de vendas e planejamento mestre da produção. As aplicações para a configuração de produtos são uma extensão natural do conceito de BOM modular. Ao invés de módulos predefinidos, com os usados na BOM modular, o configurador pode utilizar algoritmos, regras e condicionais para selecionar e calcular os componentes de um produto e seus requisitos de manufatura. A BOM genérica não é utilizada diretamente para propósitos de planejamento e manufatura, ela é apenas um frame para a criação das BOMs específicas no momento necessário, geralmente durante a entrada do pedido do cliente. Para Van Veen & Wortmann (1987), assim como a BOM específica descreve exatamente um produto, a BOM genérica descreve uma variedade de produtos (conceito de BOM modular).

BOM de manufatura

De acordo com Oliveira (1999), a BOM de manufatura representa a integração lógica da estrutura de produto e do plano de processo. A sequência de operações é especificada e a cada operação são associados os itens necessários da BOM. Esse tipo de BOM é usado como guia para a fabricação e montagem de um produto, sendo que seus níveis refletem o fluxo de produção e pontos de estoque. Para Oliveira (1999), a BOM de manufatura é especialmente interessante na programação da produção de produtos com montagens demoradas, componentes caros e com defasagem de tempo entre a utilização deles na montagem.

BOM de informação

A BOM para informação é normalmente utilizada para analisar as configurações do produto em todas as variedades de termos, ou seja, podem ser relatórios padrões gerados pelos sistemas de informação para suportar análises diversas sobre a BOM e seus itens.

Os principais formatos de BOM de informação são:

- Estrutura de produto indentada (indented bill of material)
- Estrutura de produto de onde é usado (where-used bill of material)
- Estrutura de produto custeada (costed bill of material)
- Estrutura de produto matriz (matrix bill of material)
- Estrutura de produto resumida (summarized bill of material)

BOM única

Com o objetivo de minimizar erros de redundância e inconsistência de dados criados pelas várias BOM's presentes nos diferentes departamentos em uma empresa, a BOM única serve como ferramenta para fornecer múltiplas visões do produto de maneira que suporte as necessidades de todos os usuários. Para isso, a BOM única deve necessariamente utilizar

expressões comuns a todos os departamentos de maneira a reduzir o riscos de redundância, inconsistências e erros de interpretação.

13.Apêndice E – Princípios para a avaliação

Princípios	Descrição
Decomposição funcional	Produtos podem ser considerados como sistemas complexos definidos por suas funcionalidades. As funções maiores são estruturadas em sub-funções e assim por diante. Essa divisão é de acordo com os objetivos do produto e objetivos individuais de cada divisão. Sendo assim, o modelo deve possuir a capacidade de dividir o produto em partes menores
Modularidade	Com o intuito de facilitar o gerenciamento de mudanças, os modelos devem ser modulares. Dessa maneira, o modelo deve possuir a capacidade de representar o produto de maneira modular, isto é, identificar partes com interfaces bem definidas
“Modelo genérico”	Muitos componentes de um produto embora diferentes possuem propriedades idênticas ou similares. Portanto é importante definir “blocos” padrões como classes genéricas com o intuito de atribuir atributos e comportamentos comuns. Dessa maneira as classes podem ser adaptadas ou especializadas na modelagem de aplicações e/ou componentes peculiares. Sendo assim, o modelo deve possuir representações genéricas para a decomposição de produtos e que permitam adaptações conforme a necessidade dos mesmos
Reusabilidade	Para reduzir “esforços” de modelagem e aumentar a modularidade do modelo, blocos pré-definidos ou modelos parciais devem ser reutilizados e customizados às necessidades específicas tanto quanto possível quando da modelagem de novas partes de um sistema. Esse princípio se refere à customização e, sendo assim, representa outro meio de quebrar a complexidade dos modelos e reduzir o tempo de desenvolvimento dos mesmos
Modelo visual	Para facilitar a comunicação, a abordagem de modelagem deve ser apoiada por uma forma gráfica inequívoca e simples
Simplicidade versus adequação	A primeira característica de uma linguagem de modelagem é ser rica o suficiente para expressar o que necessita ser demonstrado. De um lado, uma linguagem com poucos construtos pode não representar corretamente a complexidade de um modelo e, por outro, uma linguagem complexa composta de muitos construtos pode requerer muito esforço inicial para ser aprendida e só depois ser corretamente utilizada. Sendo assim, o modelo deve ser simples, isto é, utilizar um número adequado de construtos e regras de acordo com o sistema a ser modelado e/ou representado
Rigor da representação	O modelo produzido não deve ser nem ambíguo e nem redundante e deve servir como base para verificar propriedades, analisar comportamentos ou simular o sistema modelado

14. Apêndice F – Documentos gerados pela aplicação do PVMM

Termo de Abertura o Projeto (TAP)

1 – Termo de Abertura o Projeto (TAP)

Termo de Abertura do Projeto			
Nome do projeto	Bocal de engate rápido		Data 09/02/09
Apelido	Bocal		
Nome produto	Fast Plug		
Gerente de projeto	João Benassi		
1 - Participantes (Stakeholders)			
Patrocinador (sponsor)	Nome	Iniciais	Função
Executor			
NUMA – EI 2	João Benassi João Paulo Borin Bruno Villari	J. B J. P B. V	Gerente de Projeto Engenheiro de produto Designer
2 - Declaração de alto nível			
<p>Descrição: O Fast Plug é um bocal de engate rápido destinado a lâmpadas incandescentes e fluorescentes padronizadas que tenha rosca como forma de acoplamento. Esse produto é constituído de um dispositivo que permita ao usuário trocar a lâmpada de forma rápida prática e segura.</p> <p>Mercado alvo: pessoas das mais variadas faixas etárias (todas as classes), responsáveis pela manutenção predial (empresas, residências), e/ou pessoas com dificuldades (idosos, deficientes) que necessitem de um utensílio prático para tomar as trocas de lâmpadas mais fáceis, seguras e rápidas.</p> <p>Custo – Meta: cerca de R\$ 7,00</p> <p>Distribuição: lojas de ferragens, materiais elétricos e de construção e grandes redes de supermercados.</p>			
3 - Potenciais concorrentes e/ou patentes			
Ver documento em anexo			
4 - Fornecedores de Idéias		5 - Responsáveis pela Matriz Item - Entrega	
João Benassi João Paulo Borin Bruno Villari		João Benassi João Paulo Borin Bruno Villari	

Lista de Patentes / Concorrentes

PATENTES

<http://www.patentesonline.com.br/patente.pesquisar.do?pesquisa=bocal%20de%20lampa da>

1) Título da Patente: ENGATE RÁPIDO PARA INSTALAÇÃO DE LÂMPADAS ELÉTRICAS

Patente número: PI9201422-4

Número da Patente: PI9201422-4

Data do depósito: 13/ 04/ 1992

Nome do inventor: Carlos Francisco Meissner

Palavras-chave: pressão maior no bocal lâmpadas elétricas extremidade macho extremidade bocal

Resumo: Patente de invenção de um engate rápido para instalação de lâmpadas elétricas, compreende de um corpo sólido, em materiais como: Baquelite, resina-epoxi, cerâmica, PVC, ambatex e afins... Este corpo, de forma cilíndrica, adapta-se a um bocal, através da extremidade onde o diâmetro é menor, como no sistema "macho-fêmea" (nesta extremidade macho), fixando o adaptador ou "engate rápido", o antigo bocal de rosca, possibilitando, através da outra extremidade (onde o diâmetro é maior) fixar-se a lâmpada. Facilitando assim a colocação de lâmpadas em locais de difícil acesso, e agilizando a substituição das mesmas, diminuindo sensivelmente a possibilidade de emperrar a lâmpada, por efeito de ferrugem. A fixação se dá através de fitas de aço moldadas e encaixadas, de forma a exercer uma pressão maior no bocal. Substituindo o sistema de rosca.

1) Título da Patente: BOCAL PARA LÂMPADAS PADRONIZADAS COM ENGATE RÁPIDO E DESLIZANTE

Patente número: PI0500683-0

Data do depósito: 07/03/2005

Nome do inventor: Sadi Iuskow

Palavras-chave: serao fixados no corpo interior do corpo principal rapidos de lâmpadas rosqueada da lâmpada metalico base base rosqueada base lâmpada

Resumo: "BOCAL PARA LÂMPADAS PADRONIZADAS COM ENGATE RÁPIDO E DESLIZANTE". A presente solicitação de patente referencia a um bocal (1) para engate e desengate rápidos de lâmpadas padronizadas (2), dotado de um corpo principal (3), onde se introduz a lâmpada padronizada (2), sendo que a base rosqueada (4) da lâmpada será fixada no interior do corpo principal (3) pelo contato direto com sua superfície interna e com uma placa metálica curva (5), atuando como uma mola fixadora e como contato elétrico com a base rosqueada da lâmpada padronizada (2), tendo no extremo interno central, outro elemento metálico base (6), circular, vazado, completando o circuito elétrico, garantindo o pleno funcionamento das lâmpadas padronizadas. Tanto a placa metálica curva (5), quanto o elemento metálico base (6), serão fixados no corpo principal (3) por rebites metálicos integrantes dos elementos fixadores (7) dos condutores elétricos

Imagens:

174 P10500683

Figura 1

Figura 2

214 P10500683

Figura 3

Figura 4

314 P10500683

Figura 5

314 P10500683

Figura 6

<http://www.sibi.usp.br/patentes/>

http://apps.isiknowledge.com/DIIDW_GeneralSearch_input.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&SID=T14Hdd2g5gFAe9Ggba8&preferencesSaved=

Derwent Innovations Index

USPTO - <http://www.uspto.gov/> (United States Patent and Trademark Office)

[http://patft.uspto.gov/neta/cgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnet+html%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=7&p=1&f=G&l=50&d=PTXT&S1=\(\(quick+AND+coupling\)+AND+socket\)+AND+lamp\)&OS=quick+and+coupling+and+socket+and+lamp&RS=\(\(quick+AND+coupling\)+AND+socket\)+AND+lamp](http://patft.uspto.gov/neta/cgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnet+html%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=7&p=1&f=G&l=50&d=PTXT&S1=((quick+AND+coupling)+AND+socket)+AND+lamp)&OS=quick+and+coupling+and+socket+and+lamp&RS=((quick+AND+coupling)+AND+socket)+AND+lamp)

United States Patent 7,413,456
DiFusco August 19, 2008

1) Quick connect light bulb socket

Abstract

The present invention relates to an electrical socket for a standard light bulb. The socket is configured to allow the bulb to be pushed into and pulled from the socket. The sockets are provided with spring members where the spring members have ridges thereon to engage the threaded end of the light bulb. The spring members are unevenly spaced about the circumference of the socket and the spring members are provided with an upper end that can move vertically away from the bottom of the socket. When a bulb is pushed into the socket, the force of the bulb on ridges on the spring members cause the spring members to elongate and allow the bulb to slide into the socket. When the bulb is pulled from the socket the spring members elongate allowing the bulb to slide from the socket.

Inventors: DiFusco; Frank (Hopewell Junction, NJ)

Appl. No.: 11/599,570

Filed: November 14, 2006

Current U.S. Class: 439/257; 439/253; 439/356; 439/665

Current International Class: H01R 4/38 (20060101)

Field of Search: 439/356,157,668,226,255,253,257,665

IPDL – Industrial Property Digital Library - http://www.ipdl.inpit.go.jp/homepg_e.ipdl

(43)Date of publication of application : 19.01.2001

(51)Int.Cl.

H01R 33/22

F21V 19/00

(21)Application number : 11-187397

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC
WORKS LTD
ASAHI NATIONAL
LIGHTING CO LTD

(22)Date of filing : 01.07.1999

(72)Inventor : IMAI MASARU
YAJIMA SATOSHI

1) LAMP SOCKET

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lamp socket capable of connecting each tab terminal certainly to a plug-in type connection terminal.

SOLUTION: A socket part 1 has an approx. cylindrical form and is furnished with a bulkhead 8 inside the cylindrical protrusively, and tab terminals 3 are installed on the two surfaces of the bulkhead 8. Each plug-in type connection terminal 4 is formed approx. in U-shape from an electroconductive material, wherein one side piece 4b is furnished with a terminal connection part 5 to be fitted to the tab terminal 3 while the other side piece 4c is furnished with a caulking part 6 where to power supplying leads 22 are caulked fast. The connection terminal 4 is connected with the tab terminal 3 in the condition that the coupling part 4a to couple together the two side pieces 4b and 4c is directed oppositely to the socket body 2. The socket body 2 is furnished protrusively with ribs 7 whose tips abut to the coupling part 4a of each connection terminal 4 in the condition that the terminal connection part 5 is inserted to the root of the tab terminal 3.

CONCORRENTES / IDEIA

Captação de necessidades do produto

Captação de necessidades do produto						
Nome do projeto		Bocal de engate rápido			Data	10/02/2009
Apelido		Bocal				
Nome do Produto		Fast Plug				
Autor		João Benassi				
O produto possui similar?		Ver lista de patentes				
☒ Sim ☐ Não						
ID	Cenas	Problemas		Sugestões	Necessidades	
		Descrição	Explicação			
04		Dificuldade em substituir a lâmpada	A rosca do bocal pode enferrujar e dificultar a substituição da lâmpada. A base da lâmpada pode enferrujar e dificultar a substituição	Modificar maneira de acoplar lâmpada ao bocal Modificar material que compõe o bocal	O bocal deve possuir outra maneira de fixar a lâmpada (encaixar, deslizar) Deve ser fabricado com material que resista às intempéries Deve ser robusto (resistir a choques e temperatura)	
05		Lâmpada quebra ou enrosca dentro do soquete (bocal)	Base da lâmpada e bocal podem se fundir com temperatura	Excluir rosca interna do bocal	O modo de fixação deve ser robusto (não permitir que a lâmpada se solte) O bocal deve possuir as mesmas dimensões e formas de bocais convencionais (em caso de substituição).	

Captação de necessidades do produto						
Nome do projeto		Bocal de engate rápido para lâmpadas			Data	10/02/09
Apelido		Bocal				
Nome do Produto		FastPlug				
Autores		BV				
O produto possui similar?						
☒ Sim ☐ Não						
ID	Cenas	Problemas		Sugestões	Necessidades	
		Descrição	Explicação			
01		Durante a troca a pessoa corre o risco de tomar choque	Há materiais condutores de eletricidade que podem ser tocados por alguma pessoa durante a troca de uma lâmpada	O produto deve impor dificuldade de alcance aos materiais condutores de eletricidade e os materiais que serão tocados durante a troca das lâmpadas devem ser de materiais com o mínimo possível de condutividade elétrica.	Material com o mínimo possível de condutividade elétrica. Design do produto deve restringir o acesso do usuário a materiais com condutividade elétrica.	
02		Durante a troca a lâmpada corre o risco de estourar	O bulbo da lâmpada trata-se de um material frágil	O dispositivo do produto deve exigir o mínimo de força para completar a troca das lâmpadas	Dispositivo com material dúctil	

03		Durante a troca da lâmpada a pessoa corre o risco cair	O risco deve-se a altura da lâmpada e a dificuldade de trocá-las com os bocais existentes no mercado	Dispositivo que elimina a necessidade de rosquear a lâmpada enquanto a pessoa estiver em cima da escada	Dispositivo com encaixe rápido do produto com a parede ou com a lâmpada.
04		A troca de lâmpada é lenta	Pelo fato da lâmpada ser retirada do bocal através de rosca, o processo de troca torna-se lento	Dispositivo que elimina a necessidade de rosquear a lâmpada durante a troca	Dispositivo com encaixe rápido do produto com a lâmpada
05		Quebra do dispositivo do produto durante a troca de lâmpadas	O dispositivo feito com material muito frágil	Utilizar material com resistência compatível à força que será submetido	Dispositivo com material resistente

Captação de necessidades do produto					
Nome do projeto		Bocal de engate rápido para lâmpadas			Data 10/02/2009
Apelido		Bocal			
Nome do Produto		Fast Plug			
Autor		João Bonm			
O produto possui similar?					
Sim					
ID	Cenas	Problemas		Sugestões	Necessidades
		Descrição	Explicação		
01		Dificuldades na operação de acoplamento e desacoplamento devido ao emperramento da lâmpada.	Durante a troca da lâmpada a mesma pode emperrar devido a introdução incorreta da rosca ou a existência de ferrugem no bocal.	-A lâmpada poderia ser instalada sem a necessidade de ser rosqueada. -A mesma poderia ser instalada através de um encaixe deslizante ou de um encaixe por pino(s).	-Pode-se criar um adaptador que seja rosqueado na lâmpada e que permita que a mesma seja encaixada no bocal da rede elétrica, que pode ser ou não modificado. -Pode-se, também, fazer modificações no bocal da rede elétrica (utilização de placas metálicas com molas) de forma que a lâmpada não precise ser rosqueada.
02		Idosos, deficientes e outras pessoas podem ter maior dificuldade em trocar as lâmpadas.	Locais altos podem causar dificuldades a pessoas que não sentem confiança em subir em escadas.	-Trazer o lustre até a pessoa. -Fazer com que a lâmpada não precise ficar no alto. -Utilizar algum equipamento longo para encaixar a lâmpada.	- Usar um sistema de cabos que permitam abaixar o suporte da lâmpada. - Usar um sistema baseado em uma lâmpada refletora que transmita a luminosidade da base até um local mais alto. - Usar um equipamento longo que permita retirar e colocar lâmpadas em lugares altos, a utilização de lâmpadas que não precisam ser rosqueadas seria mais interessante nesse caso.

03		Locais de difícil acesso dificultam a troca de lâmpada	A troca de lâmpadas de postes de iluminação é difícil e de manutenção custosa devido à necessidade de aparatospeados e também a circulação de pessoas e carros		
04		Locais que dificultam o movimento de rotação		- As lâmpadas poderiam ser encaixadas.	- Deve possuir um sistema de engate rápido
05		A troca de lâmpadas é demorada	A necessidade de se trocar o mais rápido possível uma lâmpada por ser um local que não pode ficar sem luminosidade ou porque o ato de trocar a lâmpada atrapalhe de alguma forma outras pessoas.	- A troca de lâmpada poderia ser mais rápida se a lâmpada não precisasse ser <u>rosqueada</u> .	- Pode-se utilizar um sistema de gancho, no qual a lâmpada só precisaria ser pendurada.

Desdobramento de necessidades em pré - requisitos

Desdobramento das necessidades em pré - requisitos			
Nome do projeto	Bocal de engate rápido	Data	12/02/2009
Apelido	Bocal		
Nome do produto	Fast Plug		
Autores	JB; JP; BV		
ID	Necessidades	Pré - requisitos	
01	Bocal deve ser de fácil manuseio		
02	Facilitar a substituição da lâmpada	Deve utilizar molas e esferas para fixar lâmpadas ao bocal As molas devem ficar em guias para não escapar	
03	O tempo de substituição da lâmpada deve ser menor quando comparado com a substituição utilizando – se bocais convencionais		
04	O bocal deve ser seguro	Corpo de material isolante (baquelite ou similar) Os dois pinos de condução de eletricidade devem ficar acomodados dentro de uma “tampa superior” também de material isolante	
05	O bocal deve possuir outra maneira de fixar a lâmpada (encaixar, deslizar)	Deve utilizar um corpo imantado para fixar a lâmpada Fixar soquete à rede elétrica por meio de um plug (semelhante ao utilizado em cabos de instrumentos musicais – guitarra)	
06	Deve ser robusto (resistir a choques e temperatura)	Seguir norma NBR	
07	Deve ser fabricado com material que resista às intempéries		
08	O modo de fixação deve ser robusto (não permitir que a lâmpada se solte)		
09	O bocal deve possuir as mesmas dimensões e formas de bocais convencionais (em caso de substituição).		
09	Material com o mínimo possível de condutividade elétrica.	Material de plástico ou emborrachado	
10	Design do produto deve restringir o acesso do usuário a materiais com condutividade elétrica.	O bocal deve apresentar uma restrição de aproximação das mãos da pessoa que está trocando a lâmpada, tanto em relação a parte metálica da lâmpada quanto em relação a parte metálica do fastsocket	
11	Dispositivo com material dúctil	Material de plástico ou emborrachado	
12	Dispositivo com encaixe rápido do produto com a parede ou com a lâmpada	O dispositivo deve ser dotado de um sistema de alavancagem de encaixe acionado pela lâmpada ou pela pessoa que está trocando a lâmpada.	
13	Dispositivo com encaixe rápido do produto	O dispositivo deve ser dotado de um sistema	

	com a lâmpada	de alavancagem de encaixe acionado pela lâmpada ou pela pessoa que está trocando a lâmpada.
14	Dispositivo com material resistente	Material de plástico
15	Dispositivo de engate rápido	O bocal deve possuir, internamente, filetes flexíveis que permitam que a lâmpada seja encaixada ao invés de rosqueada. Os filetes se prenderiam quando a lâmpada entrasse e se soltariam quando a lâmpada saísse.
16	Dispositivo de engate rápido	Pode-se criar um adaptador que seja primeiramente encaixado na lâmpada (rosqueado) e, posteriormente, encaixado no bocal através de um encaixe deslizante. Para tal, o adaptador deve ser rosqueado internamente e deve possuir filetes flexíveis externamente.
17	Dispositivo de engate rápido	Pode-se criar um adaptador rosqueado internamente. O bocal pode ser transformado em um gancho sendo o adaptador pendurado ao mesmo.
18	O bocal deve ser seguro	O design do bocal deve restringir o toque das mãos para evitar choques.
19	Deve ser fabricado com material que resista às intempéries Deve ser robusto (resistir a choques e temperatura)	
20	O modo de fixação deve ser robusto (não permitir que a lâmpada se solte)	A força aplicada pelo bocal para segurar a lâmpada deve ser suficiente para que a lâmpada não se solte.
21	O bocal deve possuir as mesmas dimensões e formas de bocais convencionais (em caso de substituição).	
22	Dispositivo com material dúctil	
23	O dispositivo do produto deve exigir o mínimo de força para retirar a lâmpada do bocal das lâmpadas	A lâmpada pode ser retirada com maior facilidade se ao ser aplicada uma pequena força empurrando a lâmpada, os filetes que a fixavam se soltem.
24	Utilizar material com resistência compatível à força que será submetido	

Pré – concepções

Matriz Item – Entrega

BOM										Responsável (iniciais)	BOM (ID)	BOM (Descrição)	Pré - requisitos					Entregas /Gates		
ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9				1	2	3	4	5	Gate 1	Gate 2	Gate 3
										JB	JP	BV						10/03/09	30/03/09	21/04/09
1		x	x							X			1	3					X	
2					X	X					X		2	2					X	
3			X	X			X	X			X		3		3		1			X
4													4					X		
5										X			5			2			X	
6											X		6				1	X		
7											X		7				1	X		
8										X			8			2		X		
9													9				1	X		
													PC'S (ID)							
											X		1		1			1º teste		Final
										X			2	2					Versão final	
											X		3		1			Lista de opções	Final	
												X	4				1			

Nome	Inicial
João Benassi	JB
João P. Borin	JP
Bruno Villari	BV

15. Anexo A – Minuta e Plano do Projeto

Minuta do Projeto

1. Título do Projeto

Bocal de lâmpada de fácil encaixe e desencaixe

2. Apelido do Projeto

Lâmpada Fácil

3. Descrição do produto

É um bocal de lâmpada que permite, sem muito esforço, o encaixe e o desencaixe de uma lâmpada padrão.

4. Mercado-alvo

População de idosos em geral, que moram sem a companhia de jovens.

5. Concorrentes

Os principais concorrentes do produto descrito acima são os fabricantes de bocais para lâmpadas em geral. Como ainda não há no mercado um bocal com a tecnologia de engate/desengate rápido, proposta neste projeto, os produtos concorrentes deste novo lançamento seriam os bocais comuns já comercializados, desde os mais simples até os mais modernos. Mesmo com a entrada no mercado de um bocal inovador, de fácil engate/desengate e mais prático que os atuais existe a possibilidade de não aceitação do produto e preferência dos consumidores pelos convencionais devido a resistência à mudança ou por fatores diversos.

Atualmente existem no mercado bocais de porcelana, de louça, de plástico, de baquelite, de metal, de vidro, tipo Plafon para lâmpadas fluorescentes e incandescentes, com ou sem suporte e de diversos tamanhos. A maioria destes bocais apresenta a forma de encaixe tradicional, ou seja, por rosqueamento.

6. Patentes

- Título da Patente: Engate Rápido para instalação de lâmpadas

Número da Patente: PI9201422-4

Data do depósito: 13/ 04/ 1992

Nome do inventor: Carlos Francisco Meissner

Resumo: Patente de invenção de um engate rápido para instalação de lâmpadas elétricas. Compreende de um corpo sólido de forma cilíndrica que se adapta um bocal, através da extremidade onde o diâmetro é menor, possibilitando, através da outra

extremidade (onde o diâmetro é maior), a fixação da lâmpada no engate. A fixação se dá através de fitas de aço moldadas e encaixadas, de forma a exercer uma pressão maior no bocal.

- Título da Patente: Bocal para Lâmpadas Padronizadas com Engate Rápido e Deslizante

Número da Patente: PI0500683-0

Data do depósito: 07/03/2005

Nome do inventor: Sadi Iuskow

Resumo: Patente de invenção um bocal (1) para engate e desengate rápidos de lâmpadas padronizadas (2). É dotado de um corpo principal (3), onde se introduz a lâmpada padronizada (2), sendo que a base rosqueada (4) da lâmpada será fixada no interior do corpo principal (3) pelo contato direto com sua superfície interna e com uma placa metálica curva (5), atuando como uma mola fixadora e como contato elétrico com a base rosqueada da lâmpada padronizada (2), tendo no extremo interno central, outro elemento metálico base (6), circular, vazado, completando o circuito elétrico, garantindo o pleno funcionamento das lâmpadas padronizadas.

1/4 PID500683

Figura 1

Figura 2

2/4 PID500683

Figura 3

Figura 4

3/4 PID500683

Figura 5

4/4 PID500683

Figura 6

1.1 Plano do Projeto

1.1.1 Declaração do Escopo de Projeto

1.1.1.1. Título do Projeto

Bocal de lâmpada de fácil encaixe e desencaixe

1.1.1.2. Apelido do Projeto

Lâmpada Fácil

1.1.1.3. Contexto

O aumento na expectativa de vida da população brasileira criou um novo mercado relacionado à invenções criativas para a solução dos problemas encontrados por essa faixa etária. Seguindo esta tendência, este projeto procura desenvolver um produto que facilite a execução de uma tarefa doméstica por parte de pessoas com idade avançada.

1.1.1.4. Justificativa

O bocal de lâmpada de engate rápido proporciona uma prática e simples troca de lâmpada, o que diminui as dificuldades da execução dessa tarefa por pessoas idosas. O mecanismo de encaixe da lâmpada no novo bocal proposto oferece uma instalação mais rápida e segura.

1.1.1.5. Objetivos

O presente projeto procura desenvolver um bocal de engate/desengate rápido para lâmpadas de diversos tipos e tamanhos. O encaixe deve ser seguro, robusto e rígido. O bocal deve possuir um mecanismo que possibilite um encaixe/desencaixe direto, sem rosqueamento e que exija pouco esforço, podendo ser realizado com o uso de apenas uma mão.

1.1.1.6. Partes Envolvidas

- Instituições financiadoras (relacionamento comercial);
- Empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos (relacionamento comercial);
- Fornecedores de matéria-prima (relacionamento comercial);
- Governos municipal, estadual e federal (relacionamento jurídico-legal);
- Sócios da empresa
- Distribuidores de materiais de construção em geral (relacionamento comercial);
- Lojas de materiais de construção, materiais elétricos, supermercados, etc. (relacionamento comercial);
- Consumidores do produto (relacionamento comercial);

1.1.1.7. Equipe Responsável/Organização

A equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto será:

Tabela 1 - Equipe

Membro	Competência	Responsabilidade	Dedicação
Alex Camilli Bottene	Eng. de Produção	Gerente de Projeto	Total
Caroline Izumi Kawamoto	Eng. de Produção	Gerente de Projeto	Total
Gustavo Benincasa Velludo	Eng. de Produção	Gerente de Projeto	Total
Jussara Caovila de Melo	Eng. de Produção	Gerente de Projeto	Total

Rafael Saia	Eng. de Produção	Gerente de Projeto	Total
-------------	------------------	--------------------	-------

1.1.1.8. Lista de Produtos do Projeto

- Pré-desenvolvimento
 - Minuta do Projeto
 - Escopo do Projeto
 - Escopo do Produto
- Projeto informacional
 - Requisitos com valores-meta
- Projeto conceitual
 - BOM
 - Layout e estilo do produto
 - Macro-processo de fabricação e montagem
- Projeto detalhado
 - Configuração do produto
 - Desenhos com tolerâncias
 - Planos de fabricação e montagem
 - Protótipo funcional
 - Projetos dos recursos
- Preparação da Produção
 - Projeto da Fábrica
 - Documentos de Homologação
 - Especificações dos processos de produção
 - Especificações dos processos de manutenção
 - Capacitação de pessoal
 - Lote piloto
- Lançamento do produto
 - Documento Lançamento
 - Especificação do Processo de Vendas
 - Especificação do Processo de Distribuição
 - Especificação do Processo de Assistência Técnica
- Acompanhar Produto e Processo
 - Relatório de avaliação da satisfação do cliente
 - Propostas de necessidades de modificações no produto
 - Síntese das lições aprendidas
 - Solicitações de descontinuidade do produto
- Descontinuar Produto
 - Solicitação de descontinuidade do produto
 - Plano de descontinuidade do produto
 - Relatório de retirada do produto

1.1.1.9. Deliverables

- ✓ Minuta do Projeto

- ✓ Planilha de Avaliação de Portfólio
- ✓ Plano do Projeto
- ✓ Pesquisa de Mercado
- ✓ QFD
- ✓ Relatório de Projeto Conceitual
- ✓ FMEA
- ✓ Plano Macro de Processos
- ✓ Relatório de Análise Financeira

1.1.1.10. Premissas, Limitações e restrições

- Preço compatível com os bocais comuns do mercado;
- Mecanismo robusto, sem folga e seguro;
- Possibilidade de encaixe de qualquer tipo de lâmpada existente;
- Resistência compatível aos bocais existentes;
- O material a ser usado será cerâmica
- Uso de uma tecnologia (mecanismo) simples que não torne complexo o processo de fabricação e não encareça o produto

1.1.1.11. Estratégias

O Time de desenvolvimento ficará totalmente dedicado ao projeto e serão feitas reuniões semanais para discussão e solução de problemas encontrados. Um membro do time será designado como líder (gerente de projeto) para coordenar e gerenciar o desenvolvimento do projeto.

1.1.1.12. Metodologia

O modelo de referência a ser seguido é o apresentado por Rozenfeld, H.; Forcellini, F.; Amaral, D.C.; Toledo, J.C.; Silva, S.; Alliprandini, D.H.; Scallice, R. no livro Gestão de desenvolvimento de projetos: uma referência.

1.1.1.13. Prazos Máximos a Serem Atingidos

Tabela 2 - Prazos do Projeto

Atividade	Prazo
Projeto informacional	20/05/09
Projeto conceitual	26/08/09
Projeto detalhado	30/12/09
Preparação da Produção	06/01/10
Lançamento do produto	10/03/10

1.1.1.14. Custo e Preço-Meta

Por meio de uma análise dos produtos similares existentes no mercado, verificou-se que o preço médio dos bocais é de R\$ 5,00. Dessa forma, o preço-meta da lâmpada fácil não

deve exceder R\$ 10,00, uma vez que o produto possui um diferencial em relação aos concorrentes.

1.1.1.15. Plano de Gerenciamento do Escopo

O projeto será controlado e gerenciado pelos alunos do grupo (equipe responsável no item 7). As possíveis mudanças no decorrer do projeto serão solicitadas pelos próprios integrantes do grupo, à medida que surgirem necessidades de modificações. Todos na equipe têm o mesmo poder de decisão e de opinião. Contudo, qualquer decisão ou aprovação só será tomada mediante o consenso de todos.

1.1.1.16. Embasamento Teórico/ Referências

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALLICE, R. **Gestão de desenvolvimento de produtos:** uma referência. São Paulo: Saraiva, 2006.

<www.pdp.org.br>, acessado em 26 de setembro de 2008.

Patentes anexadas na Minuta do Produto

1.1.2. WBS

- Tabela de Recursos

Tabela 3 - Tabela de Recursos (parte 1)

Id

Nome do recurso

Trabalho

1

Rafael

941,8 hrs

id	Nome da tarefa	Unidades	Trabalho	Atraso	Início	Término
69	Especificação do Processo de venda	100%	40 hrs	0 dias	Qui 19/11/09	Qua 25/11/09
19	Fazer análise QFD	100%	40 hrs	0 dias	Qui 9/4/09	Qua 15/4/09
23	Definir requisitos funcionais	67%	26,67 hrs	0 dias	Qui 16/4/09	Qua 22/4/09
24	Definir alternativas de solução para o produto	67%	53,6 hrs	0 dias	Qui 23/4/09	Qua 6/5/09
25	Selecionar concepção do produto	67%	26,8 hrs	0 dias	Qui 7/5/09	Qua 13/5/09
27	Validar estrutura de produto inicial	67%	53,6 hrs	0 dias	Qui 14/5/09	Qua 27/5/09
42	Preparar desenhos detalhados de SSC	100%	40 hrs	0 dias	Qui 1/10/09	Qua 7/10/09
43	Desenhos finais com tolerância	100%	40 hrs	0 dias	Qui 8/10/09	Qua 14/10/09
58	Realizar ajustes nos processos	100%	40 hrs	0 dias	Qui 3/12/09	Qua 9/12/09
62	Definir macrolocalização	100%	60 hrs	0 dias	Qui 1/1/09	Seg 12/1/09
83	Definir microlocalização	100%	80 hrs	0 dias	Seg 12/1/09	Seg 26/1/09
84	Relatório de Impacto Ambiental	100%	80 hrs	0 dias	Seg 26/1/09	Seg 9/2/09
31	Calcular e desenhar os SSCs	67%	80,4 hrs	0 dias	Qui 28/5/09	Qua 17/6/09
32	Plano macro do processo	67%	107,2 hrs	0 dias	Qui 18/6/09	Qua 15/7/09
50	Plano de fim de vida do produto	100%	120 hrs	0 dias	Qui 3/9/09	Qua 23/9/09
85	Relatório de custos	100%	13,33 hrs	0 dias	Seg 9/2/09	Qua 11/2/09
37	Fazer ajustes funcionais	50%	40 hrs	0 dias	Qui 20/6/09	Qua 2/9/09

2

Jussara

713,33 hrs

id	Nome da tarefa	Unidades	Trabalho	Atraso	Início	Término
40	Preparar BOM final	100%	40 hrs	0 dias	Qui 3/9/09	Qua 9/9/09
82	Definir macrolocalização	100%	60 hrs	0 dias	Qui 1/1/09	Seg 12/1/09
83	Definir microlocalização	100%	80 hrs	0 dias	Seg 12/1/09	Seg 26/1/09
84	Relatório de Impacto Ambiental	100%	80 hrs	0 dias	Seg 26/1/09	Seg 9/2/09
85	Relatório de custos	100%	13,33 hrs	0 dias	Seg 9/2/09	Qua 11/2/09
19	Fazer análise QFD	100%	40 hrs	0 dias	Qui 9/4/09	Qua 15/4/09
53	Planejar produção piloto	100%	80 hrs	0 dias	Qui 12/11/09	Qua 25/11/09
71	Definir fornecedores de regiões	100%	160 hrs	0 dias	Qui 26/11/09	Qua 23/12/09
72	Definir locais de vendas	100%	160 hrs	0 dias	Qui 24/12/09	Qua 20/1/10

3

Alex

728,27 hrs

id	Nome da tarefa	Unidades	Trabalho	Atraso	Início	Término
19	Fazer análise QFD	100%	40 hrs	0 dias	Qui 9/4/09	Qua 15/4/09
17	Analisar perfil técnico e de mercado	100%	40 hrs	0 dias	Qui 2/4/09	Qua 8/4/09
13	Definir requisitos do cliente	50%	20 hrs	0 dias	Qui 5/3/09	Qua 11/3/09
23	Definir requisitos funcionais	67%	26,67 hrs	0 dias	Qui 16/4/09	Qua 22/4/09
24	Definir alternativas de solução para o produto	67%	53,6 hrs	0 dias	Qui 23/4/09	Qua 6/5/09
25	Selecionar concepção do produto	67%	26,8 hrs	0 dias	Qui 7/5/09	Qua 13/5/09
31	Calcular e desenhar os SSCs	67%	80,4 hrs	0 dias	Qui 28/5/09	Qua 17/6/09
43	Desenhos finais com tolerância	100%	40 hrs	0 dias	Qui 8/10/09	Qua 14/10/09
66	Projeto da embalagem	100%	40 hrs	0 dias	Qui 12/11/09	Qua 18/11/09
32	Plano macro do processo	67%	107,2 hrs	0 dias	Qui 18/6/09	Qua 15/7/09
27	Validar estrutura de produto inicial	67%	53,6 hrs	0 dias	Qui 14/5/09	Qua 27/5/09
42	Preparar desenhos detalhados de SSC	100%	40 hrs	0 dias	Qui 1/10/09	Qua 7/10/09
40	Preparar BOM final	100%	40 hrs	0 dias	Qui 3/9/09	Qua 9/9/09
73	Especificação do processo de Atendimento ao cliente	100%	120 hrs	0 dias	Qui 19/11/09	Qua 9/12/09

4

Caroline

510 hrs

id	Nome da tarefa	Unidades	Trabalho	Atraso	Início	Término
15	Identificar os requisitos do produto	50%	40 hrs	0 dias	Qui 12/3/09	Qua 25/3/09
16	Analisar e classificar os requisitos do produto	100%	40 hrs	0 dias	Qui 26/3/09	Qua 1/4/09

Tabela 4 - Tabela de Recursos (parte 2)

<

Tabela 5 - Tabela de Recursos (parte 3)

Id	Nome do recurso	Trabalho
*Estagiário 3ª continuação		
9	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
	84 Relatório de Impacto Ambiental 100% 80 hrs 0 dias Seg 26/1/09 Seg 9/2/09	
	30 Criar, reutilizar, procurar e codificar SSCs 67% 53,33 hrs 0 dias Qui 14/5/09 Qua 27/5/09	
10	RH 280 hrs	
	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
	97 Contratar pessoas 100% 200 hrs 0 dias Qui 19/2/09 Qua 25/3/09	
11	56 Pessoal treinado 100% 80 hrs 0 dias Qui 3/12/09 Qua 16/12/09	
	Advogado 200 hrs	
	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
12	88 Contactar Prefeitura 100% 40 hrs 0 dias Qui 1/1/09 Qua 7/1/09	
	89 Providenciar documentos 100% 40 hrs 0 dias Qui 8/1/09 Qua 14/1/09	
	90 Entrar com pedido 100% 40 hrs 0 dias Qui 15/1/09 Qua 21/1/09	
13	93 Recolher documento necessários 100% 40 hrs 0 dias Qui 29/1/09 Qua 4/2/09	
	94 Entrar com pedido de registro 100% 40 hrs 0 dias Qui 5/2/09 Qua 11/2/09	
	Financeiro 120 hrs	
14	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
	96 Adquirir terreno 100% 40 hrs 0 dias Qui 12/2/09 Qua 18/2/09	
	91 Identificar e pagar taxas 100% 40 hrs 0 dias Qui 22/1/09 Qua 28/1/09	
15	75 Avaliar viabilidade de descontinuidade 50% 40 hrs 0 dias Qui 19/11/09 Qua 2/12/09	
	Construtora 600 hrs	
	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
16	98 Construir instalação 100% 600 hrs 0 dias Qui 26/3/09 Qua 9/7/09	
	Técnico 640 hrs	
	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
17	38 Montar subconjunto 100% 40 hrs 0 dias Qui 13/8/09 Qua 19/8/09	
	62 Produzir lote piloto 100% 80 hrs 0 dias Qui 31/12/09 Qua 13/1/10	
	59 Montar e instalar máquinas 200% 80 hrs 0 dias Qui 10/12/09 Qua 16/12/09	
18	60 Testar recursos 200% 160 hrs 0 dias Qui 17/12/09 Qua 30/12/09	
	37 Fazer ajustes funcionais 50% 40 hrs 0 dias Qui 20/8/09 Qua 2/9/09	
	35 Fabricar peças 100% 120 hrs 0 dias Qui 23/7/09 Qua 12/8/09	
19	41 Projetar e construir ferramentas 100% 120 hrs 0 dias Qui 10/9/09 Qua 30/9/09	
	MKT 480 hrs	
	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
20	76 Solicitação de descontinuidade do produto 100% 80 hrs 0 dias Qui 3/12/09 Qua 16/12/09	
	77 Gerar relatório de descontinuidade do produto 100% 40 hrs 0 dias Qui 17/12/09 Qua 23/12/09	
	75 Avaliar viabilidade de descontinuidade 50% 40 hrs 0 dias Qui 19/11/09 Qua 2/12/09	
21	78 Definir maneiras de descontinuidade sem afetar os clientes 100% 40 hrs 0 dias Qui 3/12/09 Qua 9/12/09	
	8 Análise de demanda e projeção de vendas 100% 160 hrs 0 dias Qui 1/1/09 Qua 28/1/09	
	12 Coletar as necessidades dos clientes em cada fase do ciclo de vida 100% 120 hrs 0 dias Qui 12/2/09 Qua 4/3/09	
22	Eng. De Processo 320 hrs	
	<i>Id Nome da tarefa Unidades Trabalho Atraso Início Término</i>	
	63 Avaliar meios de medição 100% 80 hrs 0 dias Qui 14/1/10 Qua 27/1/10	
23	64 Avaliar capacidade do processo 100% 80 hrs 0 dias Qui 14/1/10 Qua 27/1/10	
	65 Otimizar produção 100% 120 hrs 0 dias Qui 28/1/10 Qua 17/2/10	
	48 Especificações dos processos de produção 50% 40 hrs 0 dias Qui 15/10/09 Qua 28/10/09	

- Tabela de Custos

Tabela 6 - Tabela de Custos

Id	Nome da tarefa	Custo fixo	Acumulação de custo fixo	Custo total	Linha de base	Variação
1	Projeto informacional	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
2	Projeto conceitual	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
3	Projeto detalhado	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
4	Preparação da produção	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
5	Lançamento do produto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
6	Projeto do produto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 56.869,28	R\$ 62.337,53	(R\$ 5.468,26)
7	Documento com análise de mercad	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 2.080,00	R\$ 1.120,00	R\$ 960,00
8	Análise de demanda e projeção de ve	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 1.280,00	R\$ 0,00	R\$ 1.280,00
9	Documento com Ciclo de vida do proc	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 800,00	R\$ 1.120,00	(R\$ 320,00)
10	Especificações-meta do produto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 7.560,00	R\$ 8.880,00	(R\$ 1.320,00)
11	Requisitos do cliente	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 1.360,00	R\$ 560,00	R\$ 800,00
14	Requisitos do produto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 1.400,00	R\$ 1.920,00	(R\$ 520,00)
17	Analisar perfil técnico e de mercado	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 1.200,00	R\$ 1.600,00	(R\$ 400,00)
18	Analisar restrições de projeto do prod	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 600,00	R\$ 800,00	(R\$ 200,00)
19	Fazer análise QFD	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 3.000,00	R\$ 4.000,00	(R\$ 1.000,00)
20	Especificações Iniciais	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 12.009,28	R\$ 16.257,53	(R\$ 4.248,26)
21	Arquitetura do produto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 8.793,28	R\$ 11.969,53	(R\$ 3.176,26)
32	Plano macro do processo	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 3.216,00	R\$ 4.288,00	(R\$ 1.072,00)
33	Protótipo funcional	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 6.000,00	R\$ 6.720,00	(R\$ 720,00)
34	Comprar peças	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 200,00	R\$ 320,00	(R\$ 120,00)
35	Fabricar peças	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 600,00	R\$ 0,00	R\$ 600,00
36	Montar subconjunto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 200,00	R\$ 0,00	R\$ 200,00
37	Fazer ajustes funcionais	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 800,00	R\$ 800,00	R\$ 0,00
38	Especificações Finais	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 10.220,00	R\$ 12.400,00	(R\$ 2.180,00)
39	Especificações do produto otimizar	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 4.200,00	R\$ 4.800,00	(R\$ 600,00)
44	Plano de fabricação e montagem de	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 4.220,00	R\$ 5.200,00	(R\$ 980,00)
50	Plano de fim de vida do produto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 1.800,00	R\$ 2.400,00	(R\$ 600,00)
51	Homologação da produção	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 9.280,00	R\$ 6.560,00	R\$ 2.720,00
52	Lote piloto	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 9.280,00	R\$ 6.560,00	R\$ 2.720,00
66	Projeto da embalagem	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 600,00	R\$ 800,00	(R\$ 200,00)
67	Documento de lançamento do prod	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 9.120,00	R\$ 9.600,00	(R\$ 480,00)
68	Plano de vendas	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 7.200,00	R\$ 9.600,00	(R\$ 2.400,00)
74	Plano de descontinuidade do produ	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 1.920,00	R\$ 0,00	R\$ 1.920,00
79	Fábrica pronta para operar	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 79.906,67	R\$ 12.960,00	R\$ 66.946,67
80	Planejamento da construção	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 11.986,67	R\$ 12.960,00	(R\$ 973,33)
81	Dossiê de localização	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 9.266,67	R\$ 12.960,00	(R\$ 3.693,33)
86	Documentos legais	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 2.720,00	R\$ 0,00	R\$ 2.720,00
95	Fábrica construída	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 67.920,00	R\$ 0,00	R\$ 67.920,00
96	Adquirir terreno	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 320,00	R\$ 0,00	R\$ 320,00
97	Contratar pessoas	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 1.600,00	R\$ 0,00	R\$ 1.600,00
98	Construir instalação	R\$ 0,00	Rateado	R\$ 66.000,00	R\$ 0,00	R\$ 66.000,00
		R\$ 0,00		R\$ 136.775,94	R\$ 75.297,53	R\$ 61.478,41

16. Anexo B – Check list para obtenção dos pré-requisitos do produto

- **Desempenho**

Qual (is) a(s) função (ões) que o produto deve cumprir? Quais são os parâmetros pelos quais as características funcionais serão avaliadas (velocidade, potencia, precisão, capacidade etc.)

- **Meio ambiente**

Quais as influências ambientais a que o produto estará sujeito durante a manufatura, armazenamento, transporte uso (temperatura, vibrações, umidade etc.)? Quais os efeitos do produto sobre o meio ambiente que deveriam ser evitados?

- **Vida em serviço**

Quais as faixas de utilização do produto? Qual é a vida útil esperada para o produto?

- **Eficiência**

Quais as características relativas à eficiência que o produto deverá exibir? Custos, disponibilidade, confiabilidade (tempos, modos e efeitos associados às falhas), manutenabilidade (tempos) etc?

- **Transporte**

Quais são os requisitos de transporte durante a produção e entrega do produto?

- **Embalagem**

Embalagem é necessária? Contra quais influencias deve a embalagem proteger o produto?

- **Quantidade**

Qual o tamanho do lote? A produção será contínua ou por batelada?

- **Infra – estrutura**

O produto deverá ser projetado para infra – estruturas de manufatura existentes? São possíveis investimentos em novas instalações para a produção?

- **Tamanho e peso**

Quais são os limites de tamanho e peso em função da produção, transporte e uso?

- **Estética, aparência e acabamento**

Quais são as preferências dos consumidores? Deverá o produto ter que seguir alguma tendência ou estilo específico?

- **Materiais**

São necessários materiais especiais? Existem materiais que não devem ser usados (por razões de segurança dos usuários ou por efeitos do meio ambiente)? Quais as propriedades dos materiais que são necessárias?

- **Normas**

Quais são as normas (internas, nacionais e internacionais) aplicáveis ao produto e a produção?

- **Ergonomia**

Quais os requisitos com relação à percepção, uso, manipulação etc., a que o produto deverá atender?

- **Armazenamento e vida de prateleira**

São necessários longos períodos de tempo de armazenamento durante a produção, distribuição e uso? Isso torna necessária alguma medida específica de conservação?

- **Testes**

Para quais testes funcionais e de qualidade o produto será submetido, dentro e fora da empresa?

- **Segurança**

Deverá ser providenciada alguma estrutura ou instalação especial para a segurança dos usuários e não usuários?

- **Política do produto**

A família ou plataforma do produto impõem algum requisito sobre o produto?

- **Implicações sociais e políticas**

Qual a opinião do público em relação ao produto?

- **Responsabilidade do produto**

Quais são as possíveis consequências não intencionais da produção, operação e uso pelas quais o fabricante poderá ser responsabilizado?

- **Operação e instalações**

Quais requisitos são necessários para montagem e instalação final fora da fábrica, e para o aprendizado, uso e operação do produto?

- **Reuso, reciclagem e descarte**

É possível prolongar o ciclo dos materiais pelo reuso dos materiais e partes? Podem os materiais e suas partes ser separados para o descarte?