



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DE CURITIBA
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
E DE MATERIAIS - PPGEM

RONALDO DOS SANTOS RODRIGUES

PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO PARA A ETAPA CONCEITUAL
DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO NO
SEGMENTO TÊXTIL

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2012

RONALDO DOS SANTOS RODRIGUES

**PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO PARA A ETAPA CONCEITUAL
DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO NO
SEGMENTO TÊXTIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia, do Programa de Pós-Graduação em engenharia Mecânica e de Materiais, Área de Concentração em Engenharia de Manufatura, do Departamento de Pesquisa e Pós Graduação, do Campus de Curitiba, da UTFPR.

Orientador: Prof. Carlos Cziulik, Ph. D.

CURITIBA

2012

TERMO DE APROVAÇÃO

RONALDO DOS SANTOS RODRIGUES

PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO PARA A ETAPA CONCEITUAL DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO NO SEGMENTO TÊXTIL

Esta Dissertação foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, área de concentração em engenharia de manufatura, e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais.

Prof. Giuseppe Pintaúde, Dr. Eng.

Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof.^a Carla C. Amodio Estorilio, Dra.Eng.
(UTFPR)

Prof. José Aguiomar Foggiatto, Dr. Eng.
(UTFPR)

Prof.^a Regina Aparecida Sanches, Dra.
Eng.
(USP)

Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.
(UTFPR)
(Orientador)

Curitiba, 27 de abril de 2012

À Cristina, minha esposa, e aos nossos filhos Leonardo e Ramon, pelo apoio, incentivo, inspiração e compreensão do esposo e pai ausente.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Carlos Cziulik por aceitar trilhar comigo uma trajetória com poucos referenciais e pela sua dedicação e paciência ao me orientar.

Agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a conclusão de mais esta etapa na minha vida.

RESUMO

RODRIGUES, Ronaldo. Proposta de sistematização para a etapa conceitual do processo de desenvolvimento de produto no segmento têxtil. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

A indústria têxtil brasileira se posiciona como a quinta maior produtora mundial neste segmento. Entretanto, se constata que seu desenvolvimento de produto é ineficiente, não fazendo uso das metodologias de processo de desenvolvimento de produto (PDP) já consagradas no segmento industrial. Especificamente no desenvolvimento do tecido de malha, recorre-se a experiência do técnico desenvolvedor, onde o retrabalho é constante e pautado na tentativa e erro, gerando atrasos no cronograma para o lançamento de uma coleção. No cotidiano das empresas, a etapa conceitual é a mais negligenciada ao se desenvolver uma malha. As metodologias clássicas de PDP indicam que a etapa do projeto conceitual se destaca incidindo, entre outros aspectos, no custo e na diferenciação do produto. As referências bibliográficas, relativas ao PDP têxtil enfatizam a etapa conceitual relacionando-a com o sucesso do produto. Porém, nessas literaturas não se encontram indicativos de como conduzir a etapa conceitual. A presente dissertação tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento de um modelo e ferramenta para desenvolvimento de malhas, na etapa conceitual. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre: algumas metodologias de PDP clássicas; a indústria têxtil e seus segmentos; e o PDP na indústria têxtil; para, posteriormente, executar um levantamento de campo junto à empresas desenvolvedoras de malha, visando um diagnóstico do seu PDP. Em seguida, os resultados obtidos no levantamento de campo foram comparados aos referenciais bibliográficos, para identificar as lacunas existentes na prática. Com a verificação de que a etapa conceitual é a mais crítica na prática, concebeu-se uma metodologia para desenvolvimento de malha na etapa conceitual, baseada em Back e co-autores. Posteriormente, foi construída uma ferramenta computacional onde a abordagem proposta se desenvolve, gerando registros de todo o processamento. Para validar a ferramenta, foi conduzido experimento simulando situações de projeto. Ao final, os participantes responderam um questionário referente às percepções sobre o modelo e a ferramenta. Os resultados obtidos foram positivos, indicando ser este modelo de grande valia para o desenvolvimento de malha, aumentando a assertividade no seu desenvolvimento.

Palavras-chave: PDP; projeto conceitual; indústria têxtil; produto têxtil; malha.

ABSTRACT

RODRIGUES, Ronaldo. Proposed systematization of the conceptual phase in the process of product development in the textile industry. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

The Brazilian textile industry is the fifth largest producer in the world. However, it has an inefficient product development process (PDP), not employing formal design methodologies, since some of them are already well established in the industrial segment. Specifically in the development of knitted fabric, the experience of the technical developer is fundamental, but it does not avoid reworking, which is most of the time guided by a trial and error approach, causing delays in the collections launching. Data from a field survey suggest that the conceptual design phase, for example, is one of the most neglected. The classical methodologies for PDP indicate that the stage of conceptual design is important because it focuses, among other things, on the cost and product differentiation. The references concerning the textile PDP emphasize the conceptual design is related to the product success. However, this literature does not indicate how to implement the conceptual design in the textile environment. This dissertation proposes the development of a model and a tool for implementing conceptual phase for knitted products. First, it started with the research of some classic methodologies of PDP, the textile industry and its segments and the PDP in the textile industry. After that, the survey was conducted with companies working with knitted products in order to diagnose their PDPs. Then, the results were compared to bibliographical references in order to identify gaps in those practices. Based on the analysis that the conceptual phase is the most critical in practice, a methodology for the development of the conceptual phase was devised, based on Back and co-authors. Subsequently, a computational tool was implemented in order to generate records during all process. To validate the tool, the experiment was conducted simulating design situations. Finally, the participants answered a questionnaire regarding the model and tool performances. The results were positive, indicating that these model and tool are relevant for the development of knitted fabric, increasing assertiveness in its development.

Keywords: PDP, conceptual design, textiles, knitted fabric.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Abordagem metodológica para o desenvolvimento do modelo proposto.	17
Figura 2.1 Estrutura da cadeia produtiva têxtil.	21
Figura 2.2 - Classificação das fibras naturais.	24
Figura 2.3 - Classificação dos tecidos.	26
Figura 2.4 – Exemplo típico de tecido não-tecido.	27
Figura 2.5 – Exemplo de entrelaçamento em tecido plano.	28
Figura 2.6 – Exemplo de tecido de malha.	29
Figura 2.7 – Exemplo de tecimento da malha.	29
Figura 2.8– Processo de tecimento da malha de trama.	31
Figura 2.9– Esquema do entrelaçamento da malha de trama.	32
Figura 2.10 – Processo de tecimento da malha de urdume.	33
Figura 2.11 - Esquema do entrelaçamento da malha de urdume.	33
Figura 2.12 – Produtos têxteis.	35
Figura 2.13- Funções dos produtos têxteis.	35
Figura 2.14 – Critérios funcionais para desenvolvimento de tecidos.	40
Figura 2.15 – Processo de PDP segundo Back.	42
Figura 2.16- Processo de PDP segundo Rozenfeld.	43
Figura 2.17- Processo de PDP segundo Pahl & Beitz.	45
Figura 3.1 – Método de estudo de caso.	47
Figura 3.2 – Fluxograma da fase de projeto conceitual.	55
Figura 3.3 – Estrutura Funcional do Descascador de Batata.	56
Figura 3.4– Estrutura Funcional do Descascador de Batata.	58
Figura 3.5 – Triagem de concepção método de Pugh.	59
Figura 3.6– Determinação dos valores da função das concepções do produto.	61
Figura 4.1– Fluxograma do modelo proposto para desenvolvimento de malhas.	64

Figura 4.2 – Formulário de requisitos de produto, do modelo DCM.	67
Figura 4.3 – Conjunto de funções para o produto, no modelo DCM.	68
Figura 4.4 – Matriz morfológica, conforme modelo DCM.	70
Figura 4.5 – Triagem de concepção método de Pugh, aplicada ao modelo DCM.....	72
Figura 4.6 – Segunda triagem das concepções, conforme modelo DCM.	74
Figura 4.7 – Ficha de aprovação para conclusão da etapa conceitual na metodologia DCM.....	76
Figura 4.8 – Fluxograma de informações na construção da ferramenta.	77
Figura 4.9 – Visão geral da ferramenta em sua primeira planilha.	78
Figura 4.10 – Primeira planilha da aplicação do modelo DCM, denominada estrutura funcional.....	80
Figura 4.11 – Matriz morfológica gerada pela ferramenta do modelo DCM.	80
Figura 4.12 – Concepções de produto no modelo DCM.	81
Figura 4.13 – Segunda planilha da aplicação do modelo DCM, denominada matriz morfológica.....	81
Figura 4.14 – Terceira planilha da aplicação do modelo DCM, denominada 1ª triagem.	82
Figura 4.15 – Quarta planilha da aplicação do modelo DCM, denominada 2ª triagem.	84
Figura 4.16 – Quinta planilha da aplicação do modelo DCM, denominada ficha de aprovação.	84
Figura 5.1 – Primeira planilha preenchida pelo participante G1A.....	89
Figura 5.2 – Material entregue pelo participante G3A.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 Requisitos de produto e suas avaliações.	66
Tabela 4.2 Valoração de critérios qualitativos (BACK <i>et al.</i> , 2008).	73
Tabela 4.3 Requisitos de produto para aplicação descritiva do modelo DCM.	79
Tabela 4.4 Funções geradas na aplicação descritiva do modelo DCM.....	79
Tabela 4.5 Critérios de seleção utilizados na segunda triagem da aplicação descritiva.	83
Tabela 4.6 Custo dos princípios de solução avaliados na segunda triagem da aplicação descritiva.	83
Tabela 5.1 Formação e experiência dos participantes do experimento.	88
Tabela 5.2 Dados do experimento com o modelo proposta.	90
Tabela 5.3 Como o participante tomou conhecimento da metodologia de PDP.....	93
Tabela 5.4 Compreensão da tarefa.	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABIT – Associação Brasileira das Indústrias Têxteis e de Confecção

CAD – *Computer-aided Design* (Projeto Auxiliado por Computador)

DCM – Desenvolvimento Conceitual de Malha

DP – Desenvolvimento de Produto

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TÊXTIL	12
1.2	PRODUTO TÊXTIL	13
1.3	APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE	14
1.4	OBJETIVOS	15
1.4.1	OBJETIVO GERAL	15
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5	JUSTIFICATIVAS.....	16
1.6	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	16
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: CONTEXTO NA INDÚSTRIA TÊXTIL..	19
2.1	INDÚSTRIA TÊXTIL.....	19
2.2	SETORES DA CADEIA TÊXTIL.....	22
2.2.1	FIBRA TÊXTIL	23
2.2.2	FIAÇÃO.....	25
2.2.3	TECELAGEM.....	26
2.2.4	BENEFICIAMENTO	34
2.3	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TÊXTIL	34
2.4	METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	41
2.4.1	METODOLOGIAS CLÁSSICAS DE PDP.....	41
3	A PRÁTICA NAS INDÚSTRIAS PRODUTORAS DE MALHA	46
3.1	LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO	46
3.1.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS-ALVO	46
3.1.2	DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE CAMPO	47
3.1.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	48
3.2	COMPARATIVO ENTRE OS REFERENCIAIS TEÓRICOS COM OS RESULTADOS OBTIDOS.....	51
3.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS.....	53
3.4	ETAPA CONCEITUAL NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	54
3.4.1	ESTRUTURA FUNCIONAL	56
3.4.2	CONCEPÇÃO DE ALTERNATIVAS	57
3.4.3	CONCEPÇÃO SELECIONADA	58
3.5	AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA ETAPA CONCEITUAL CLÁSSICA NO DESENVOLVIMENTO DE MALHA.....	61
3.6	CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE	62
4	MODELO PARA A CONDUÇÃO DA ETAPA CONCEITUAL NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE MALHA	63
4.1	PRESSUPOSTOS.....	63
4.2	FLUXOGRAMA DO MODELO	64
4.3	ETAPAS DO MODELO	65

4.3.1	LISTA DE REQUISITOS	65
4.3.2	ESTRUTURA FUNCIONAL	67
4.3.3	GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	68
4.3.4	AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DAS CONCEPÇÕES.....	71
4.3.5	AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA.....	75
4.3.6	APROVAÇÃO DA CONCEPÇÃO	75
4.4	DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA DE APOIO	77
4.5	APLICAÇÃO DESCRITIVA	78
4.6	CONSIDERAÇÕES.....	85
5	APLICAÇÃO DO MODELO	86
5.1	FORMA DE APLICAÇÃO.....	86
5.2	REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	87
5.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO.....	90
5.4	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....	92
5.4.1	CONHECIMENTO EM RELAÇÃO AO PDP.....	92
5.4.2	ENTENDIMENTO DA TAREFA	93
5.4.3	AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA	94
5.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O EXPERIMENTO	94
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	96
6.1	CONCLUSÕES.....	96
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	97
	REFERÊNCIAS.....	99
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NO LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO	102
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DOS GRUPOS G1 E G2.....	105
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO GRUPO G3.....	108

1 INTRODUÇÃO

1.1 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TÊXTIL

Com a crescente globalização, as empresas têm que lançar novos produtos no mercado com uma maior frequência, reduzindo o tempo de desenvolvimento de produto. A indústria têxtil, como importante setor gerador de renda e empregos, necessita aprimorar seu processo de desenvolvimento de produto (PDP) para acompanhar os novos desafios.

No Brasil, as indústrias têxteis enfrentam ainda a concorrência dos produtos asiáticos, optando por trabalhar com produtos de alto valor agregado, ganhando mercado pela qualidade e diferenciação no produto final (OLIVEIRA, 2007).

Quando se tem a necessidade de desenvolver produtos diferenciados em um período reduzido de tempo, é imprescindível a utilização de ferramentas e metodologias que venham a aperfeiçoar o desenvolvimento de novos produtos.

As indústrias têxteis brasileiras se caracterizam por não possuir um PDP sistematizado, com procedimentos metodológicos definidos, que possibilitem o uso racional dos recursos, garantindo que os produtos desenvolvidos sejam bem sucedidos. Nessas empresas, a pesquisa de mercado em busca de tendências e levantamento das necessidades dos clientes são bem definidas e estruturadas, assim como o trato da viabilidade produtiva e de custo do que se está projetando.

A parte mais frágil do PDP neste segmento se encontra no trabalho com as funções do produto, assim como no desenvolvimento conceitual. Etapas estas que, por definição, podem determinar o sucesso ou fracasso de qualquer desenvolvimento.

O PDP têxtil tem como prática basear-se prioritariamente na experiência de seus desenvolvedores, com uso intenso de tentativas e erros, que resultam muitas vezes em redesenvolvimento dos produtos, para atender as especificações exigidas.

Outro ponto relevante é a geração e arquivamento da documentação produzida nas etapas do desenvolvimento, que serve de histórico para projetar ou reprojetar novos produtos, o que não ocorre de um modo geral nas malharias. Os

desenvolvedores de malha carregam consigo todas as experiências vividas no PDP, de um modo geral, apenas na memória.

A cadeia têxtil envolve os segmentos de geração de:

- a. Fibras têxteis, como: algodão, seda, lã, poliéster, poliamida, elastano, viscose, entre outros;
- b. Produção de fios;
- c. Produção de tecido, podendo ser: tecido plano, tecido não-tecido e malha.

Em indústrias que produzem simultaneamente produtos têxteis e de confecção, no caso tecido de malha e vestuário, o setor de confecção funciona como cliente interno, e seus *estilistas*¹ (*designers*) executam a pesquisa de mercado, juntamente com o setor de marketing, determinando as necessidades dos clientes.

1.2 PRODUTO TÊXTEL

Produto industrial segundo Back *et al.* (2008), refere-se a um objeto produzido com características e funções específicas para atender a um público alvo.

Na indústria têxtil, produto é um bem físico, produzido em diferentes setores. Os produtos são as fibras, fios e tecidos. Os produtos têxteis podem encontrar aplicações nos ramos têxteis subsequentes dentro da cadeia têxtil, ou em outros ramos da economia, como fibras de poliéster que são utilizadas para fabricação de fio ou para serem incorporadas ao concreto, evitando rachaduras em lajes na construção civil. Fios são utilizados na fabricação de tecidos e, também, para suturar cortes na medicina.

O tecido por sua vez, além da aplicação como matéria-prima da confecção de vestuário, pode ser utilizado em diferentes segmentos como forração de carros, filtros industriais, utilidades do lar, decoração em cortinas e tapetes, manta asfáltica, cobertura de carros conceituais e até em revestimento de aviões para diminuir o consumo de combustível.

¹ Estilista: especialista em moda.

A construção da estrutura dos tecidos, associada a outras variáveis como matéria-prima e processos de acabamento, entre outros, determinam as propriedades do produto final.

1.3 APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE

De acordo com Oliveira (2007), a inovação de produtos e processos aliados aos baixos custos, atendimento da qualidade exigida e entrega ágil, são requisitos essenciais para a competitividade. O desenvolvimento de produto é cada vez mais crítico nas empresas, face à crescente internacionalização do mercado, em um ambiente que exige das empresas habilidade e competência, para agir com dinamismo e flexibilidade. O setor têxtil brasileiro possui dificuldades a serem superadas quanto à inovação e diversificação de produtos, com insuficiência de parâmetros mensuráveis de projeto, modelos e técnicas que permitam um planejamento e controle da capacidade de inovação.

A importância de um de PDP estruturado é fundamental para que o produto atenda a todos os requisitos no prazo determinado e com o custo esperado. A fase conceitual no desenvolvimento, trata das funções que deverão ser implementadas e da geração das alternativas de concepção, segundo Back *et al.* (2008). Nesta fase, implementa-se os diferenciais que garantirão o sucesso do produto, incidindo diretamente no custo.

Na bibliografia referente à indústria têxtil, Neves (2000) propõe a qualidade conceitual. Já Matsuo e Suresh (1997) falam sobre desenvolvimento conceitual e funcional, enquanto Araújo e Castro (1987b), associam o desenvolvimento a otimização de funções para gerar soluções. A importância da fase conceitual no PDP têxtil fica evidente, porém, a literatura não fornece referências de como aplicá-la a este setor.

Quando se verifica na prática, a etapa conceitual, apesar de sua relevância, nota-se que ela é negligenciada nas indústrias de malharia. Muitas das idéias de concepções de produto são perdidas, ou por não terem sido criadas devido a falta de metodologias e ferramentas adequadas, ou por não serem registradas e avaliadas para uso posterior.

Desta forma, verifica-se a necessidade de se compor um modelo, tendo como referência as metodologias clássicas de PDP, para a etapa do desenvolvimento conceitual de malhas, objetivando verificar a sua aderência à etapa conceitual e os ganhos reais que pode trazer.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho é desenvolver um modelo e correspondente ferramenta, que possa ser utilizada na etapa conceitual de projeto, em desenvolvimento de malhas, baseada em metodologias clássicas de PDP, que possam ser mapeadas no desenvolvimento de produtos de grandes empresas têxteis do norte do estado de Santa Catarina.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que o objetivo geral do presente trabalho seja atingido devem ser considerados os seguintes objetivos específicos:

1. caracterizar o PDP da malha, em indústrias têxteis verticalizadas;
2. analisar qual das metodologias clássicas melhor se aplica ao desenvolvimento têxtil;
3. identificar, na metodologia clássica selecionada, quais procedimentos melhor se encaixam no desenvolvimento de malhas, no que diz respeito ao projeto conceitual;
4. desenvolver uma ferramenta que tenha a finalidade de otimizar a aplicação do modelo proposto.

1.5 JUSTIFICATIVAS

Com o desenvolvimento de uma sistematização para a etapa conceitual, no desenvolvimento de malhas, os seguintes resultados e benefícios são esperados:

- a) formalizar um modelo para o do PDP de grandes indústrias têxteis, produtoras de malha;
- b) instituir um referencial teórico para desenvolvimento de malha na fase conceitual;
- c) reduzir o tempo de desenvolvimento nas indústrias têxteis;
- d) gerar documentação do desenvolvimento do produto, no segmento de interesse.

1.6 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente trabalho tem abordagem teórico-prática, pois objetiva criar uma metodologia para desenvolvimento de malha na etapa conceitual, tendo como base um levantamento bibliográfico em conjunto com os dados coletados a partir de pesquisa de campo.

Na sua fase inicial, a pesquisa tem caráter exploratório, proporcionando maior familiarização com o tema proposto e demonstrando a necessidade de se criar a metodologia proposta.

Sob o ponto de vista de sua natureza a pesquisa é aplicada, pois se destina a geração de conhecimento para a aplicação prática na resolução de um problema específico, pois a metodologia adotada envolve a criação de uma ferramenta e demonstra a realização de um experimento para verificar o seu comportamento em uma situação de projeto.

A Figura 1.1 apresenta, de forma esquemática, a abordagem metodológica adotada para o presente trabalho.

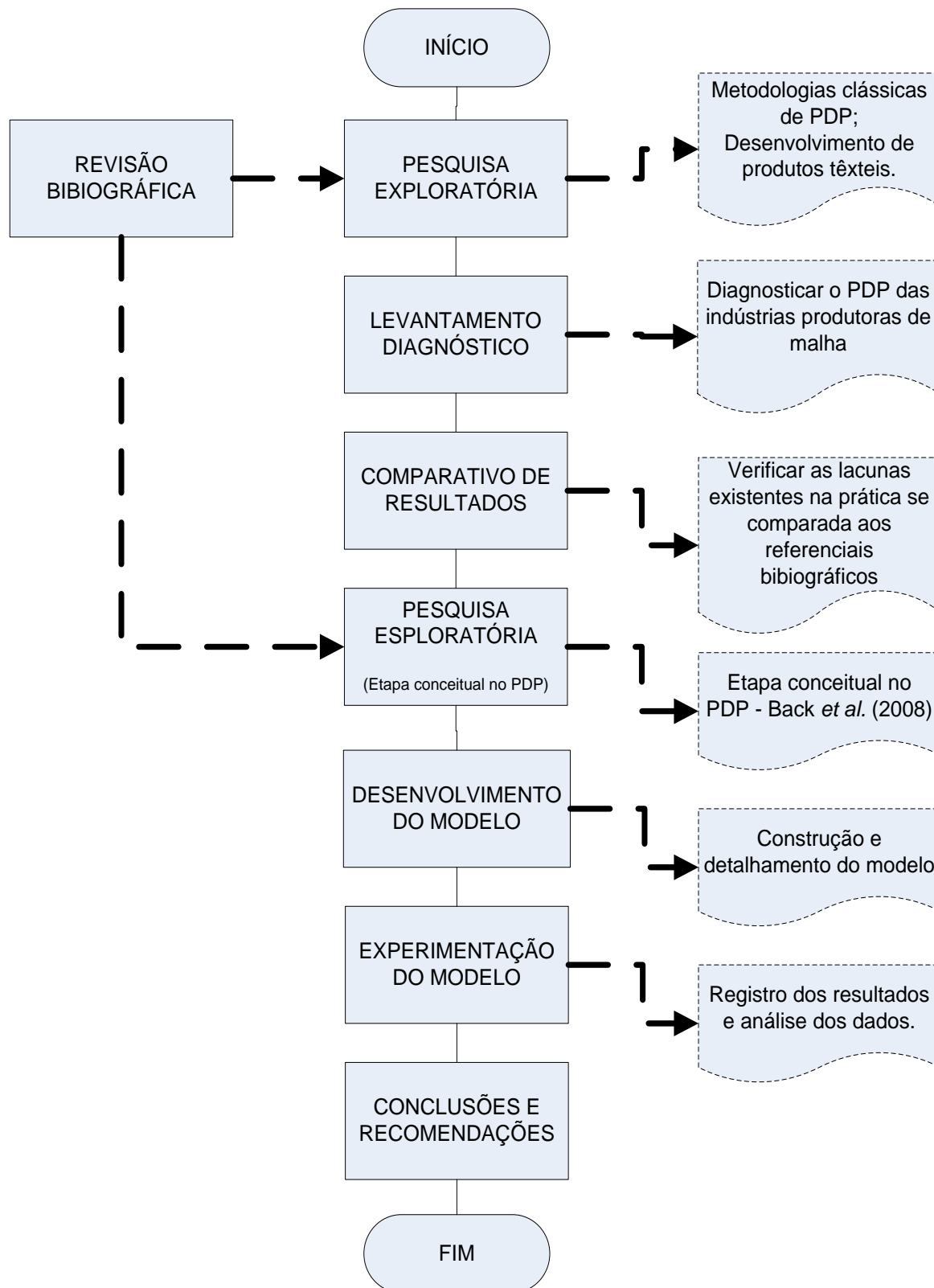


Figura 1.1 Abordagem metodológica para o desenvolvimento do modelo proposto. ²

² Todas as figuras, tabelas e quadros sem indicação explícita da fonte foram produzidos pelo autor da dissertação.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2, encontra-se o referencial teórico e a pesquisa diagnóstica que caracterizam as lacunas identificadas e serviram como base para o desenvolvimento da abordagem proposta para desenvolvimento de malha na etapa conceitual.

Tem-se no capítulo 3 o desenvolvimento do modelo seguido da construção de uma ferramenta capaz de dar suporte à etapa conceitual do PDP de malhas.

O capítulo 4 trata da aplicação do modelo e ferramenta desenvolvida e a sua avaliação.

Finalizando, no capítulo 5 têm-se as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: CONTEXTO NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Este capítulo tem por objetivo descrever os referenciais teóricos examinados nos temas de interesse desta investigação. Este será contextualizado a partir de um panorama do setor têxtil, destacando como ele ocorre nas malharias. Na sequência, são descritos os setores pertencentes ao fluxo da cadeia produtiva têxtil.

Também, serão apresentadas, de modo sintético, as metodologias clássicas de desenvolvimento de produto.

2.1 INDÚSTRIA TÊXTIL

A atividade têxtil está entre as práticas mais antigas da humanidade. O setor têxtil, papel preponderante na revolução industrial é, de um modo geral, uma das primeiras atividades industriais implantadas em um país.

Em 2010, o setor têxtil movimentou aproximadamente US\$ 600 bilhões a nível global. O Brasil ocupa a quinta posição no ranking dos maiores produtores têxteis mundiais, com um faturamento de US\$ 60 bilhões em 2010, representando 17,5% do PIB da indústria de transformação brasileira. Em 2010, o setor ocupou 1,7 milhões de pessoas em mão de obra direta, sendo ainda responsável por empregar 70% de toda a mão de obra feminina do país (ABIT, 2011).

Como país com forte indústria têxtil, o Brasil se destaca na produção de fios e filamentos, tecidos planos, tecidos de malha e em artigos confeccionados. Possui um diferencial na moda praia, *jeanswear* e *homewear*, atingindo em 2010 a produção de (*ibidem*):

- a. Fibra de algodão – 1,5 milhões de toneladas;
- b. Fibras químicas – 370 mil toneladas;
- c. Tecido plano – 1,4 milhões de toneladas;
- d. Tecido de malha – 638 mil toneladas;
- e. Vestuário – 5,5 bilhões de peças.

O tecido de malha assume relevância no cenário nacional, visto que o Brasil é o 3º maior produtor mundial de malha, onde 56% das indústrias têxteis brasileiras são malharias e que 63% dos artigos de vestuário utilizam malha como matéria-prima (ABIT, 2011).

Entretanto, sua participação no cenário mundial ainda é bastante pequena - menos de 0,5% das exportações mundiais. Apesar da grande produção, o setor têxtil apresentou em 2010, segundo ABIT (2011), um saldo negativo na balança comercial de US\$ 3,52459 bilhões, não conseguindo abastecer o mercado interno. Os maiores fornecedores de têxteis para o Brasil são:

- 1º. China (43,2%);
- 2º. Índia (11,8%);
- 3º. Indonésia (6,2%);
- 4º. EUA (3,8%);
- 5º. Argentina (3,7%).

Os maiores importadores dos têxteis brasileiros são:

- 1º. Argentina (27,1%);
- 2º. EUA (16,5%);
- 3º. Paraguai (5,8%);
- 4º. Uruguai (4,6%);
- 5º. México (4,2%).

Os principais produtos exportados são: fibras de algodão (36,3%), tecidos (11,7%), tecidos técnicos (11,9%), têxtil lar (8,1%), fibras têxteis exceto algodão (8,4%). Os principais produtos importados são: tecido (26,9%), vestuário (21,3%), fios (15,2%), filamentos (15,1%) e tecidos impregnados (5,6%) (ABIT, 2011).

O primeiro elo da cadeia têxtil é a produção de insumo básico como a produção de fibras ou filamentos. No segmento industrial, a fiação produz o fio que será transformado em tecido pela tecelagem ou malharia. A fase seguinte é o beneficiamento onde será realizado o tingimento e o acabamento final (SANCHES, 2006). A cadeia têxtil é extremamente heterogênea no que diz respeito às matérias-primas utilizadas, processos produtivos existentes, padrões de concorrências e estratégias empresariais. Alguns segmentos estão ligados à indústria da moda.

A figura 2.1 apresenta os vários segmentos da cadeia têxtil. As etapas podem ser sequenciais dentro de uma mesma empresa. Dependendo do grau de integração, na mesma indústria, podem-se ter uma, algumas ou todas as etapas de produção (JORDAN, 2004).

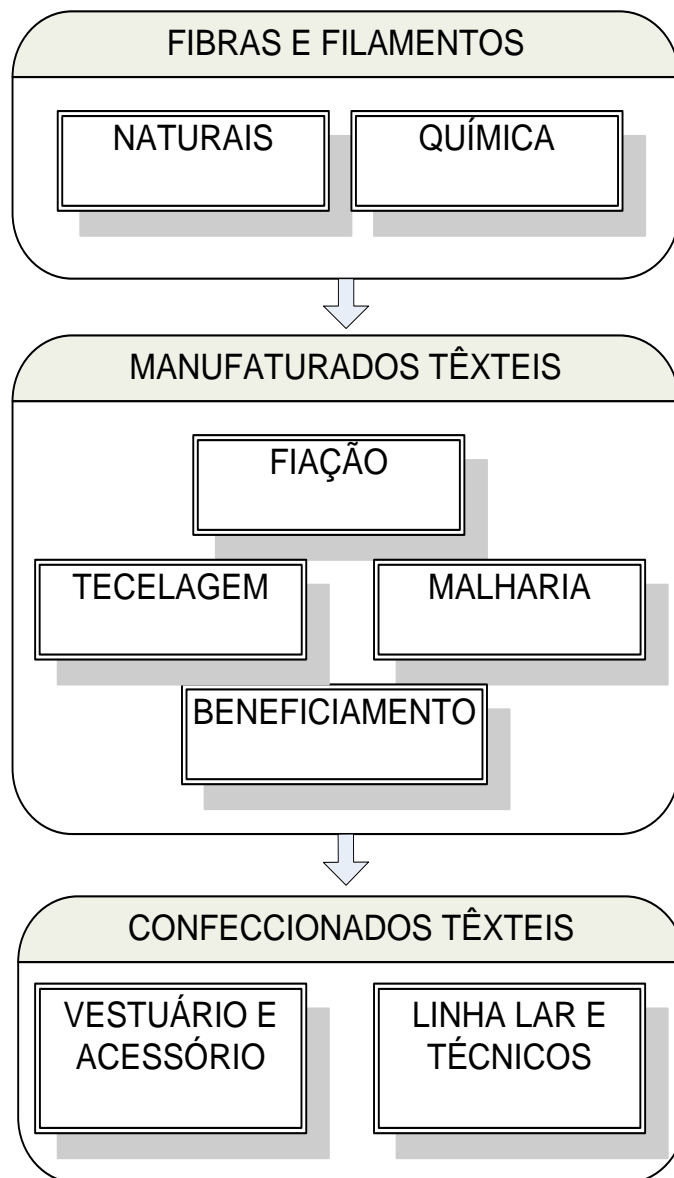


Figura 2.1 Estrutura da cadeia produtiva têxtil.
 Fonte: Brasil Têxtil (2005).

Cada um desses segmentos tem seu próprio padrão de comportamento econômico, com especificidades relativas à matéria-prima, tecnologia, mercados, entre outros (*ibidem*).

A integração entre os setores é mais visível nas indústrias produtoras de malha onde 54% das empresas trabalham também com vestuário. 63% dos artigos de confecção produzidos no país utilizam malha como matéria-prima (ABIT, 2010). As indústrias produtoras de malha correspondem a 56% das indústrias têxteis nacionais (*ibidem*).

De acordo com Araújo e Castro (1987a) e Ribeiro (1984), embora estejam intimamente ligadas, existe uma distinção entre indústria têxtil e indústria de confecção. A indústria têxtil inicia seu ciclo com a produção da fibra têxtil e encerra no acabamento final do tecido. Esse produto pode ser usado em diferentes segmentos, como: confecções, decorações, revestimentos, aplicações especiais, entre outros. A indústria de confecção está relacionada com a produção de vestuário.

Os países asiáticos, e alguns em desenvolvimento, são mais competitivos na produção de artigos em massa, caracterizados como *commodities*: denim, tecidos de algodão, camisetas brancas da China, Índia e Paquistão e tecidos sintéticos da Coréia e Taiwan. Nos Estados Unidos e Europa, as empresas enfrentam problemas com a competitividade, direcionando a produção para artigos diferenciados (FEGHALI; DWYER, 2001). No Brasil, as indústrias estão saindo da produção de artigos têxteis básicos manufaturando itens diferenciados com maior valor agregado (JORDAN, 2004), tendo a necessidade de aprimorar o seu processo de desenvolvimento de produto.

A busca constante de inovação caracteriza o contexto atual das indústrias têxteis, onde a garantia de baixo custo, atendimento da qualidade exigida e entrega ágil, não são mais vantagens competitivas, mas sim requisitos essenciais para o sucesso do negócio (OLIVEIRA, 2007).

2.2 SETORES DA CADEIA TÊXTIL

Na sequência serão descritos os setores da cadeia produtiva têxtil.

2.2.1 FIBRA TÊXTIL

Matéria-prima para a fabricação de fio, caracterizada por sua flexibilidade e comprimento muito superior ao seu diâmetro. Podem ser descontínuas, com comprimento limitado a alguns centímetros, ou contínuas, limitando seu comprimento a razões técnicas como a capacidade de uma embalagem ou, no caso específico da seda o conteúdo de um casulo (ARAÚJO; CASTRO, 1987a).

As fibras têxteis são classificadas de acordo com sua origem, podendo ser:

- a. De origem natural: produzidas pela natureza sob uma forma apta para o processamento têxtil;
- b. De origem não natural: que são produzidas por processos industriais, quer a partir de polímeros naturais transformados por ação de reagentes químicos (fibras regeneradas), quer por polímeros obtidos por síntese química (fibras sintéticas) (*ibidem*).

2.2.1.1. FIBRAS NATURAIS

As fibras naturais vêm exercendo um papel fundamental na história da civilização. Desde o início dos tempos até o presente e, certamente no futuro, as fibras naturais nunca deixarão de ter uma participação significativa na produção dos mais variados artigos industrializados. Estas fibras são facilmente encontradas nos segmentos de vestuário e de artigos confeccionados (SANCHES, 2006).

A figura 2.2 mostra a classificação das fibras naturais segundo Araújo e Castro (1987a).

As fibras mais disseminadas na atividade têxtil são as encontradas na natureza: a seda, a lã, os pelos e as crinas de origem animal (carneiro, alpaca, vicunha, entre outros) e os caules, folhas e sementes de diversas plantas (algodão, linho, juta, rami, entre outros), que permitem a extração de fibras de origem vegetal. O algodão representa 97% do total de fibra natural consumida (SANCHES, 2006).

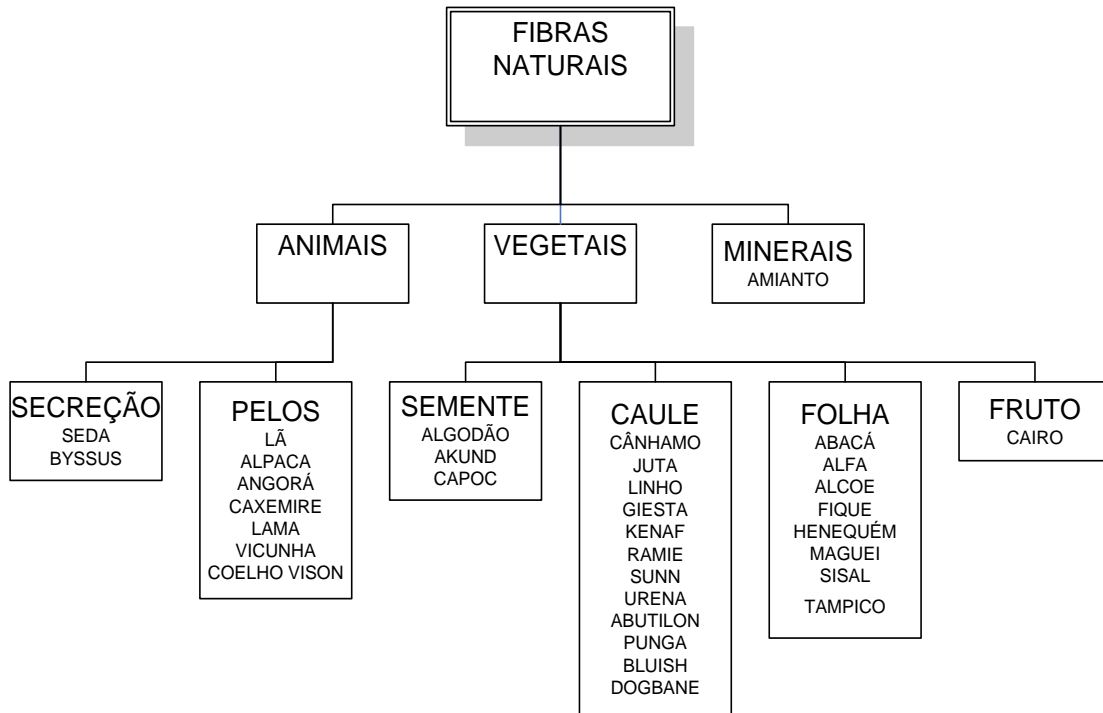


Figura 2.2 - Classificação das fibras naturais.

Fonte: Araújo e Castro (1987a).

2.2.1.2. FIBRAS QUÍMICAS

As fibras químicas surgiram como uma nova opção de matéria-prima a ser utilizada por diversas indústrias, que antes eram completamente dependentes das fibras naturais. Ocuparam uma posição de relevância frente ao mercado.

A produção das fibras químicas originou-se com o intuito de copiar e melhorar as características e propriedades das fibras naturais. As fibras químicas passaram a ter elevada aceitabilidade, tornando-se uma necessidade, especialmente pelo fato de o crescimento da população solicitar vestuários confeccionados com maior rapidez e a um custo menor, diminuindo também a dependência da indústria têxtil das eventuais crises de escassez de fibras naturais (SANCHES, 2006).

Devido às suas qualidades e sua grande aceitação no mercado, observou-se um incremento em sua utilização. O segmento de confecção é um dos grandes demandantes dessas fibras (*ibidem*). Podem ser classificadas em:

- a. Fibras regeneradas: são obtidas a partir de pasta de celulose, oriunda de madeira ou línter³ de algodão, após fiagem e coagulação. Dentre as fibras regeneradas mais utilizadas na indústria têxtil tem-se: viscose, modal, acetato e proteína regenerada a partir de leite, amendoim, soja, milho, entre outros (ARAÚJO; CASTRO, 1987a);
- b. Fibras sintéticas: são originárias da petroquímica. Dentre as fibras sintéticas mais utilizadas na indústria têxtil tem-se: acrílico, elastano, poliamida e poliéster (*ibidem*).

Não seria possível, atualmente, atender a demanda de fibras somente com fibras naturais.

2.2.2 FIAÇÃO

A fiação está envolta na história da humanidade, acompanhando a evolução da sociedade. Entende-se por fiação o conjunto das operações necessárias para transformar as fibras têxteis em fio. Conforme Araújo e Castro (1987a), o processo compreende três aspectos que podem ocorrer de forma simultânea ou não, que são:

- a. Limpeza, abertura e homogenização das fibras;
- b. Regularização e redução de massa por unidade de comprimento;
- c. Coesão da massa fibrosa.

A fiação de fibras químicas segue o mesmo processo da produção da fibra, por extrusão, que consiste em pressionar a resina, em forma pastosa, através de furos finíssimos numa peça denominada fieira. Os filamentos que saem desses furos são imediatamente solidificados. As fibras tomam sua forma final através de estiramento, realizado através de dois processos básicos (SANCHES, 2006):

1. As fibras são estiradas durante o processo de solidificação;
2. O estiramento é feito após estarem solidificadas.

³ Línter: Fibras curtas que ficam aderidas ao caroço após o descaroçamento, não se prestando para a produção de fios.

2.2.3 TECELAGEM

A tecelagem tem como objetivo transformar fibras e fios em tecido, através de entrelaçamento, a fim de que seja mantida uma estrutura dimensional (RIBEIRO, 1984).

Ainda segundo Ribeiro (1984), “tecido é um produto manufaturado, em forma de lâmina flexível, resultante do entrelaçamento, de forma ordenada ou desordenada, de fios ou fibras têxteis entre si.”.

A classificação dos tecidos quanto as principais estruturas (formação) pode ser visto na figura 2.3 (*ibidem*):

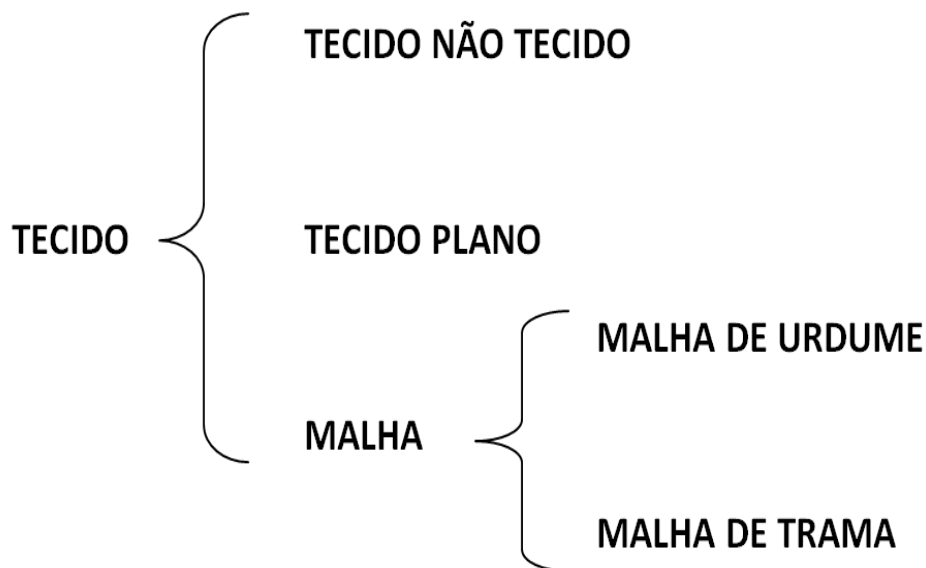


Figura 2.3 - Classificação dos tecidos.

Estes serão melhor detalhadas nas seções seguintes.

2.2.3.1. TECIDO NÃO TECIDO

Fruto das novas tecnologias, com o objetivo de eliminar total, ou parcialmente, as operações têxteis convencionais como: fiação, tecelagem e malharia. Os tecidos não tecidos são produzidos a partir de uma camada fibrosa, podendo esta ser uma manta fibrosa, um sistema de fibras ou fios estendidos aleatoriamente ou de forma

ordenada, possivelmente combinada com materiais têxteis ou não-têxteis, tais como tecidos convencionais, filmes poliméricos, camadas de espuma, folhas metálicas, entre outros, formando com eles um produto têxtil mecânica ou quimicamente ligado (ARAÚJO; CASTRO, 1987a). Os principais exemplos são: feltros, filtros industriais, tecido para artesanato e folheados.

A figura 2.4 mostra a ampliação de uma estrutura de tecido não-tecido.

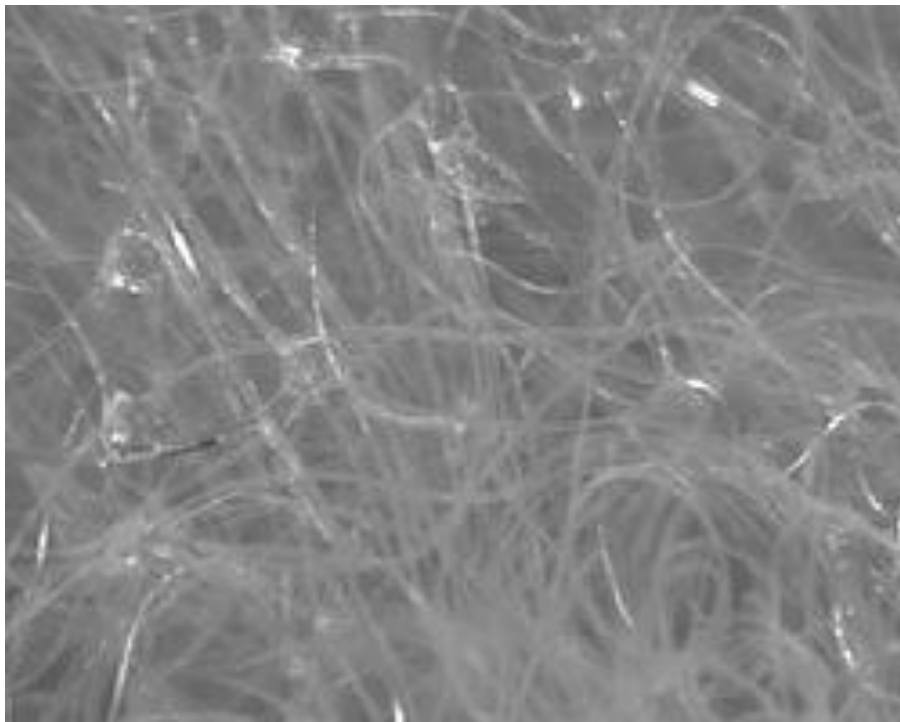


Figura 2.4 – Exemplo típico de tecido não-tecido.

2.2.3.2. TECIDO PLANO

Os tecidos planos são obtidos pelo entrelaçamento de duas camadas perpendiculares de fio. A camada longitudinal é denominada urdume e a camada transversal recebe o nome de trama (RIBEIRO, 1984).

A obtenção desse entrelaçamento ocorre através do cruzamento do urdume com a trama. (O urdume é um sistema de fios paralelos entre si e ao comprimento do tecido. A trama é um sistema de fios paralelos entre si e a largura do tecido.) Os fios de trama são cruzados um a um com os fios de urdume que se encontram

dispostos no tear. Este cruzamento é feito de modo que cada fio de trama fique por cima ou por baixo de determinado fio de urdume. Tecer é, portanto, executar o movimento necessário para confeccionar o tecido (ARAÚJO; CASTRO, 1987a).

A figura 2.5 mostra o entrelaçamento de um tecido plano.

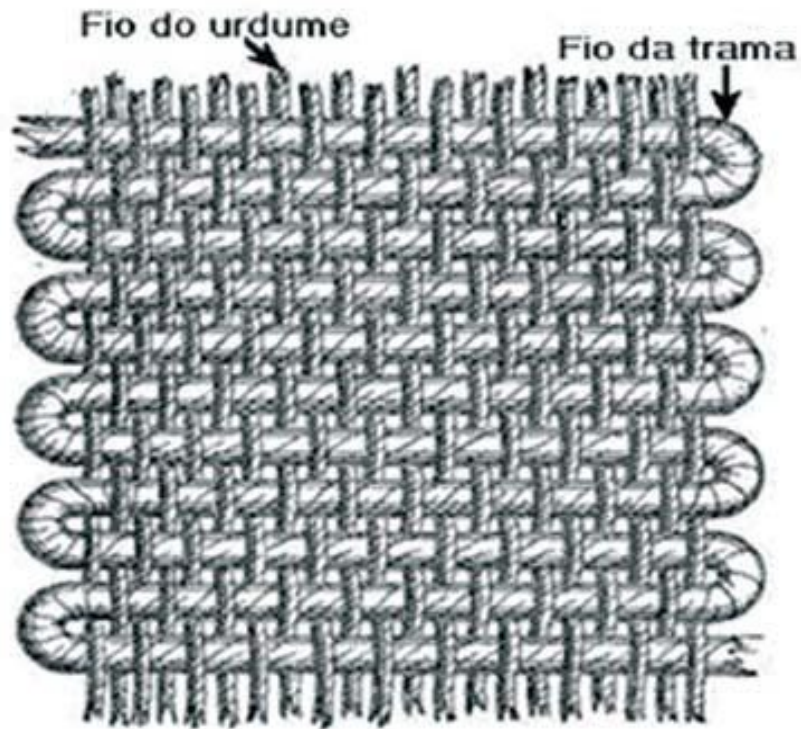


Figura 2.5 – Exemplo de entrelaçamento em tecido plano.

Fonte: Araújo; Castro (1987a).

2.2.3.3. MALHA

Embora se desconheça a data do início da utilização do método de fazer malha ou tricotar, recentes descobertas de tecidos de malha no Egito provam que esse método já era conhecido no século V a.C.. Entretanto, o primeiro tear de malha surgiu na Inglaterra em 1589 (PEZZOLO, 2007). A figura 2.6 mostra a ampliação de um tecido de malha.

O tecido de malha é obtido pelo entrelaçamento de um ou mais fios que formam laços que se interpenetram, apoiando-se lateral e verticalmente nas outras laçadas. Esse processo só é possível em máquinas devido a agulhas especiais, (a

mais utilizada é a agulha de lingueta), que se acham dispostas lado a lado no tear e o seu deslocamento lateral e elevação, permite a tricotagem da malha (LYER; MAMMEL; SCHÄCH, 1992).

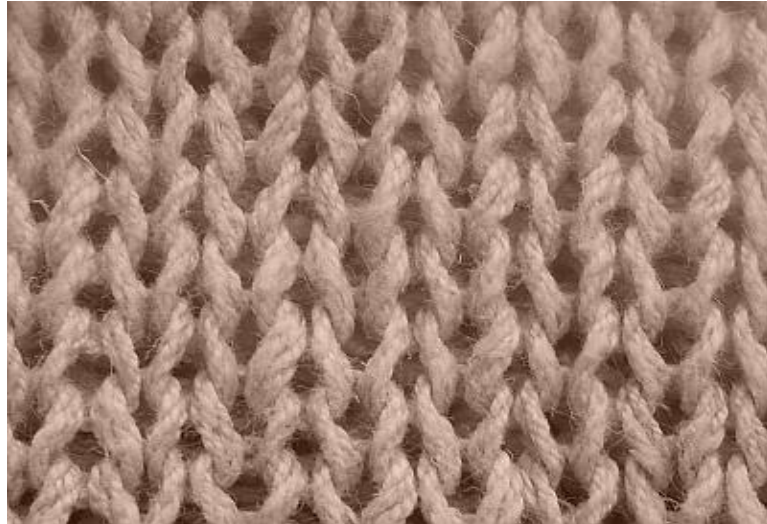


Figura 2.6 – Exemplo de tecido de malha.

A figura 2.7 mostra as agulhas de lingueta se alimentando do fio, tecendo a malha.

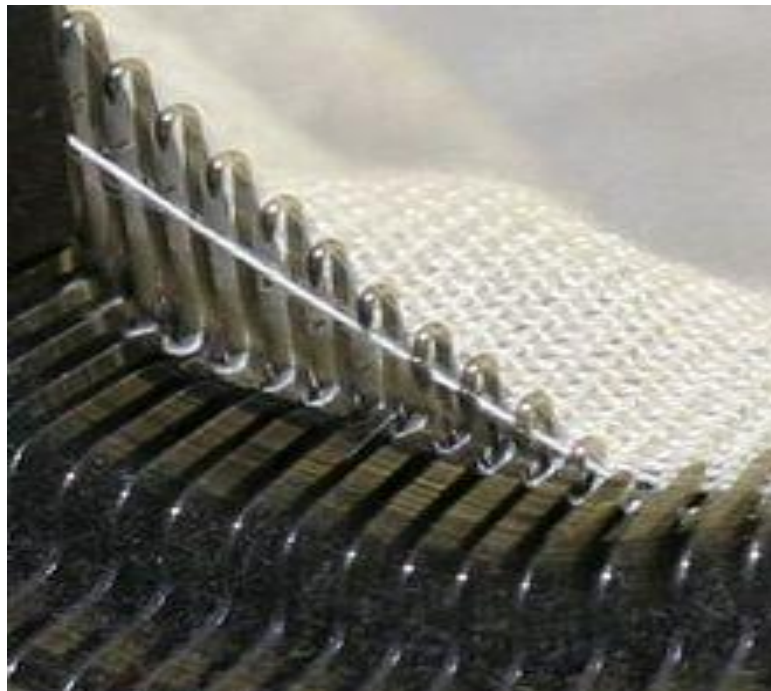


Figura 2.7 – Exemplo de tecimento da malha.

Fonte: Lyer, Mammel e Schäch (1992).

A estrutura e a geometria dos tecidos de malha diferenciam-se substancialmente dos tecidos planos. A malha não é rígida e pode ser produzida a partir de um fio que assume a forma de laçadas, sendo que cada laçada passa por dentro da laçada anterior sem que exista ponto de ligação fixo entre elas. Essas laçadas assumem aspecto de fios em forma de curvas que se sustentam entre si e são livres para se mover quando submetidas a alguma tensão, determinando a conhecida elasticidade da malha, capaz de fazê-la moldar-se as mais complexas formas. O tecido de malha é, ainda, elástico porque as laçadas podem escorregar umas sobre as outras, quando sob tensão, e retornar à posição inicial ao fim da solicitação (PEZZOLO, 2007).

Ainda segundo Pezzolo (2007), outra propriedade da malha é a porosidade, o que lhe confere excelente conforto.

Sanches (2006) relaciona as características da malha, detalhando-as. São elas:

- a. Flexibilidade: capacidade de se ajustar às formas humanas. Essa característica varia em função do tipo e da densidade da malha e, também, da natureza, espessura e flexibilidade do fio;
- b. Elasticidade: é a capacidade de recuperar sua forma inicial após solicitação. A elasticidade da malha depende de seu entrelaçamento e do tipo de fio utilizado. Fios com propriedades elásticas, como os fios texturizados e, principalmente, fios elastoméricos permitem melhorar substancialmente essa característica;
- c. Porosidade: pelos contornos das laçadas e da espessura da malha, ela é mais porosa que o tecido plano, permitindo construir artigos com excelente conforto fisiológico térmico;
- d. Deformação: os tecidos de malha tendem a se deformar com mais facilidade que os tecidos planos devido à sua flexibilidade;
- e. Estabilidade dimensional: os artigos de malhas apresentam maior tendência de alterar as suas dimensões durante o uso.

As características descritas anteriormente influenciam na escolha da malha a ser utilizada como matéria-prima para a elaboração de novos produtos, como no vestuário por exemplo.

Na malharia, existem duas formas de se obter as laçadas, relacionando-se a forma que o fio se entrelaça ao tricotar:

- a. Malharia de trama;
- b. Malharia de urdume.

2.2.3.3.1 MALHARIA POR TRAMA

Todas as agulhas são alimentadas por um mesmo fio, que se desloca na largura do tecido entrelaçando individualmente com todas as agulhas, as malhas vizinhas são formadas com o mesmo fio, formando fileiras de malhas. A figura 2.8 mostra a confecção da malha por trama já a figura 2.9 contém a representação do entrelaçamento do fio na malha, onde é visível o fio se deslocando no sentido da largura do tecido malha (LYER; MAMMEL; SCHÄCH, 1992).

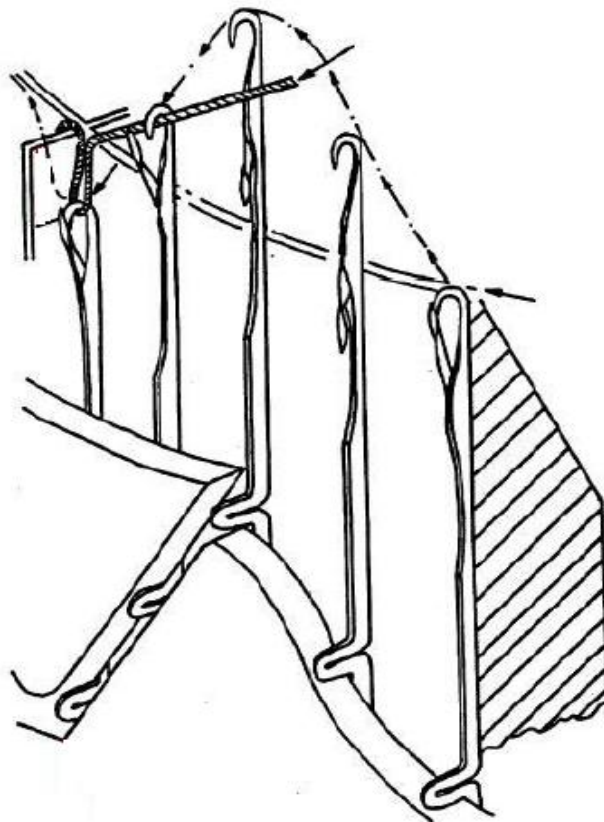


Figura 2.8– Processo de tecimento da malha de trama.
Fonte: Lyer, Mammel e Schäch (1992).

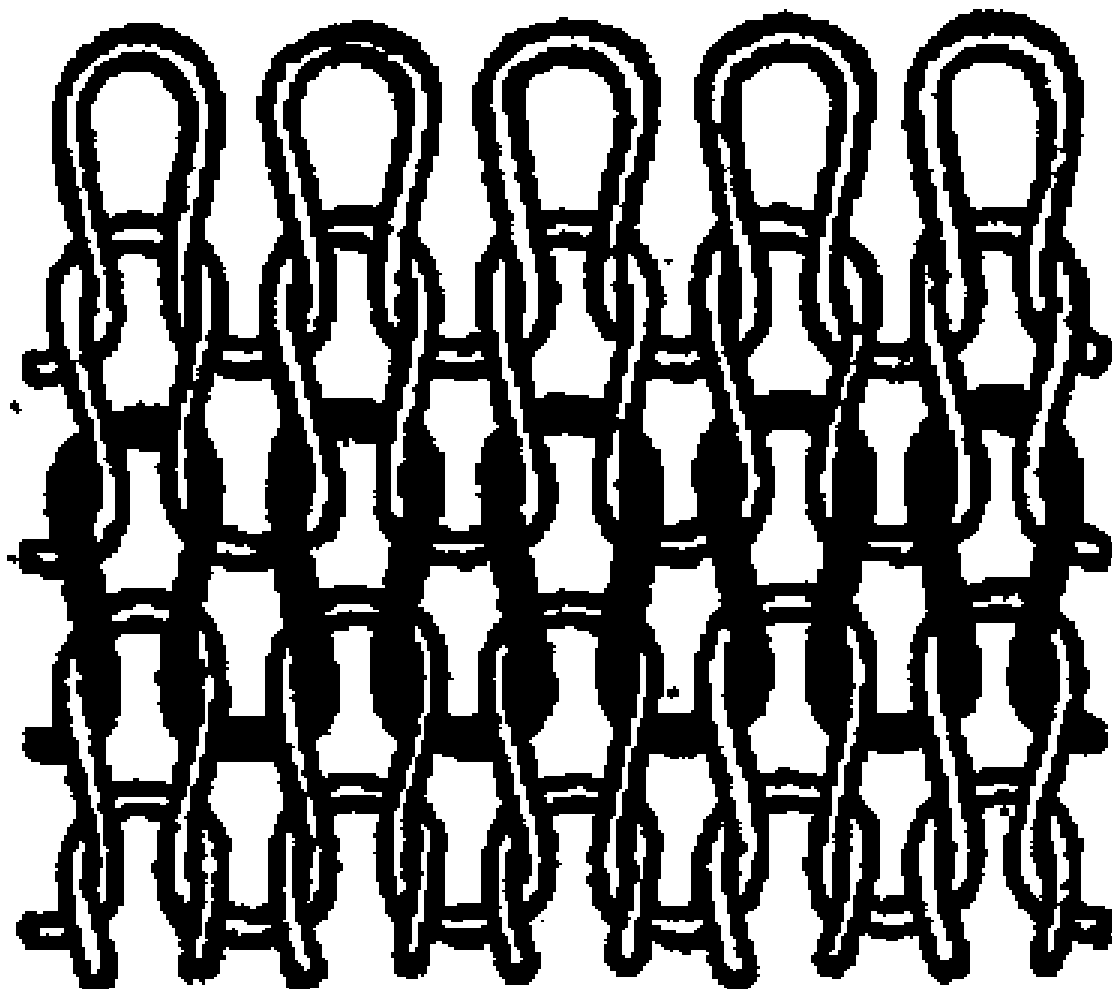


Figura 2.9– Esquema do entrelaçamento da malha de trama.

Fonte: Lyer, Mammel e Schäch (1992).

2.2.3.3.2 MALHARIA DE URDUME

A malharia de urdume se baseia no princípio de se entrelaçar múltiplos fios paralelos entre si e no sentido do comprimento do tecido. Todos os fios formam laçadas ao mesmo tempo, sendo cada um com uma agulha diferente. Os fios alimentam simultaneamente um conjunto de agulhas, as malhas vizinhas são formadas por fios diferentes, formando uma estrutura bem estável.

A figura 2.10 mostra a confecção da malha de urdume e a figura 2.11 a representação do entrelaçamento do fio na malha, onde é visível o fio se deslocando no sentido do comprimento do tecido malha (LYER; MAMMEL; SCHÄCH, 1992).

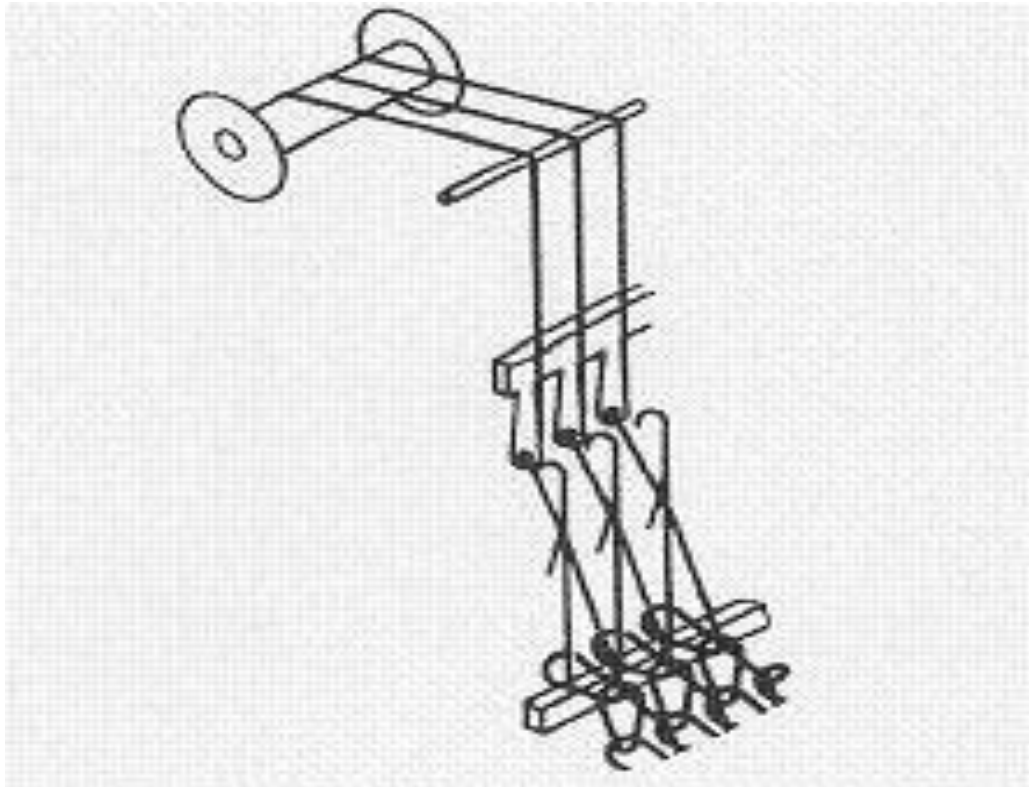


Figura 2.10 – Processo de tecimento da malha de urdume.
Fonte: Araújo; Castro (1987a).

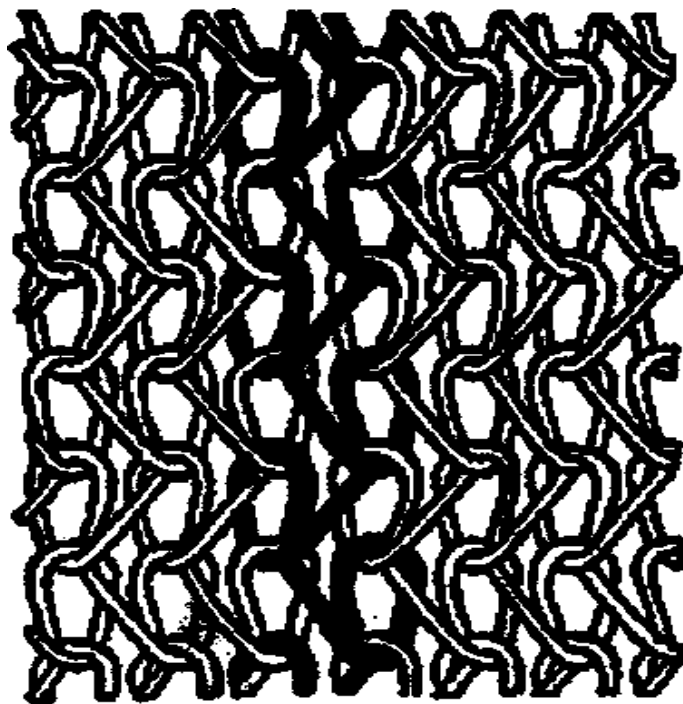


Figura 2.11 - Esquema do entrelaçamento da malha de urdume.
Fonte: Lyer, Mammel e Schäch (1992).

2.2.4 BENEFICIAMENTO

Pezzolo (2007) afirma que o beneficiamento têxtil tem por finalidade melhorar as características físico-químicas das fibras, fios e tecidos. Na etapa final, confere propriedades particulares aos tecidos. O beneficiamento têxtil se divide em três etapas:

1. Etapa inicial: limpeza é a primeira operação feita sobre as fibras naturais, com o objetivo de separar a fibra propriamente dita de substâncias indesejáveis que a acompanham, preparando o tecido para a coloração total (tintura) ou parcial (estamparia);
2. Etapa intermediária: os processos de tinturaria e estamparia são considerados beneficiamento secundário. A tinturaria é a técnica que tem por finalidade proporcionar cor ao tecido mediante a utilização de corantes. A estamparia imprime desenhos decorativos em um tecido;
3. Etapa final: após a tecelagem e a tinturaria, o tecido pode ser submetido a diferentes tratamentos que modificam sua aparência ou lhe acrescentam novas propriedades, além do acabamento físico final.

Concluindo a análise da cadeia têxtil, o próximo tópico aborda elementos relacionados aos referenciais teóricos sobre PDP.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TÊXTEL

Os produtos gerados pela indústria têxtil são as fibras, fios e tecidos, podendo ser utilizados para diferentes fins. Porém, o produto final da cadeia têxtil é o tecido (ARAÚJO; CASTRO, 1987b).

Segundo Neves (2000), o *design* têxtil considera o tecido no seu todo como um “objeto” e, nesse projeto, deve-se levar em conta o mercado a que o produto se destina, os atributos e características em termos de custo, qualidade conceitual e fatores de produção. Só então poderá ser definida a qualidade estética do produto.

Na figura 2.12 tem-se amostras de fibra, fio e tecido.

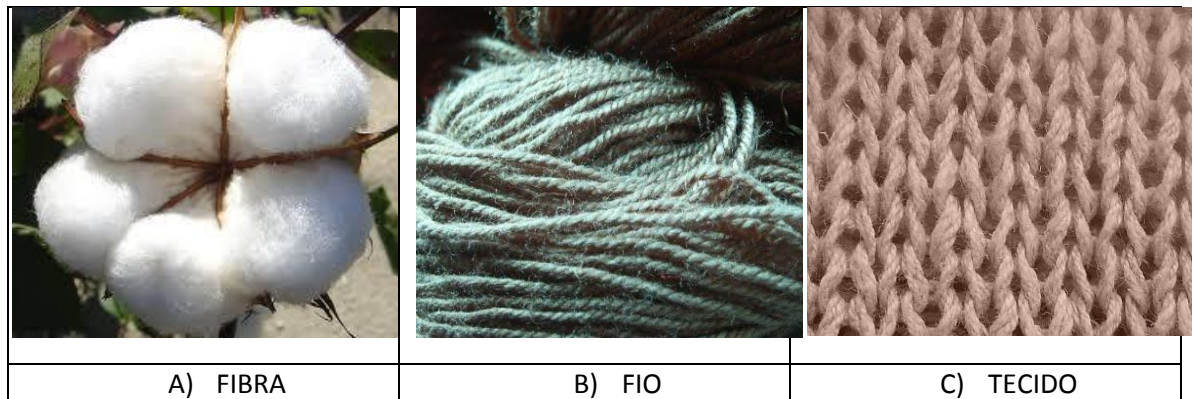


Figura 2.12 – Produtos têxteis.

Para Matsuo e Suresh (1997) o desenvolvimento da indústria têxtil busca atender a performance requerida, baseado na propriedade mecânica demandada pelo mesmo. Porém, aspectos como a estrutura, o caimento e a estética são as propriedades primárias a serem atendidas.

A idéia de *design* pode ser, segundo Araújo e Castro (1987b), aplicada a projetos têxteis como um conceito integrado do equilíbrio de três ordens de fatores que influenciam na elaboração do projeto de um tecido, concebendo-se o desenvolvimento têxtil como otimizador das três funções, mostradas na figura 2. 13.



Figura 2.13- Funções dos produtos têxteis.

Fonte: Araújo e Castro (1987b).

Para se obter essa otimização das três funções e o seu equilíbrio é indispensável que o projetista junte o conhecimento da técnica e da economia de produção. Porém, o projetista previamente deve conhecer as diferentes classes de produtos têxteis, considerando o fim a que se destinam:

- a. Vestuário: inverno ou verão, masculino, feminino ou infantil;

- b.Casa: utilitário ou decorativo;
- c.Desportivo: equipamento ou vestuário especializado;
- d.Indústria: embalagem, revestimento, cobertura, utensilagem ou geotêxtil.

A cada produto têxtil deve estar relacionado o equilíbrio das três funções dos objetos têxteis, que podem ser melhor explicitadas em um produto têxtil (tecido) utilizado no vestuário, da seguinte forma:

a. Função pragmática

- a.1 Revestimento do corpo: vestuário normal;
- a.2 Proteção ao clima: uso de peles;
- a.3 Casos especiais: trabalho, esporte, espaciais.

b. Função estética

- b.1 Adorno (estético);
- b.2 Satisfação pessoal (psico-estética);
- b.3 Satisfação coletiva (sócio-estética).

c. Função preservativa

- c.1 Representação social;
- c.2 Fardas militares ou paramilitares;
- c.3 Distinção de classe social, profissional ou estado econômico.

Uma vez relacionadas as três funções dos produtos têxteis, o projetista deve estabelecer contato com as técnicas de produção, caminhando para a projeto preliminar, ou seja, a concepção do produto em função das possibilidades e limitações das técnicas específicas de cada método de produção. Nessa etapa, o estudo da geometria dos tecidos e das suas propriedades físicas e dimensionais são fundamentais, assim como os métodos de produção para a sua confecção.

Para o projetista têxtil é preponderante a qualidade estética do produto, pois ela representa um fator importante no valor do tecido. Dessa característica depende o êxito comercial do produto.

O trabalho do projetista têxtil enquadra-se no seguinte esquema geral:

- a.Conhecimento do mercado a que se destina;
- b.Definição do produto;

- c. Conhecimento das características do produto em termos de custo, conceito e produção;
- d. Qualidade estética.

A qualidade estética ocorre após todas as outras etapas estarem concluídas. Os desenvolvimentos de tecidos podem tratar-se de:

- a. Cópia de um tecido existente;
- b. Modificações e alterações em um dado tecido;
- c. Concepção de um novo produto.

Neste último, o projetista deve buscar uma melhor qualidade estética, recorrendo a fontes de informações adequadas, que podem ser:

- a. Individuais: enfoque psicológico das preferências de cores e formas;
- b. Naturais: estudo das formas da natureza, como frutas, flores, pedras, grãos, texturas variadas. A observação pode ser direta, fotográfica ou através de microscopia;
- c. Culturais: obras de arte de um modo geral ou de determinada localidade;
- d. Abstratas: fontes como figuras geométricas.

Segundo Araújo e Castro (1987b), na indústria do vestuário, o tecido é parte preponderante do sucesso de uma nova coleção. Para a escolha adequada do tecido como matéria-prima, deve-se levar em conta:

- a. As características do tecido que tem influência na fabricação: peso/m², diâmetro do fio, irregularidade na largura, contração no comprimento e na largura, defeitos localizados, eletricidade estática, enrolamento das bordas, estabilidade dimensional, desvio angular e variação da tonalidade;
- b. As características do tecido que se revelam na produção: deslizamento do produto, ruptura dos fios quando o tecido é cortado, enrugamento da costura, deformação, reação ao corte e alteração visual;
- c. As características do tecido que se revelam durante o uso do vestuário: solidez da cor, resistência mecânica e permanência do aspecto;
- d. As características do tecido que se revelam na limpeza do vestuário: permanência do aspecto, estabilidade dimensional, enrugamento, vincos e solidez das cores;

- e. Características específicas: hidrofugação, tratamento anti-traça, desamarrotamento após lavagem e proteção térmica.

Nas empresas onde existe a integração da malharia com a confecção, o PDP de malha está intimamente ligado com as coleções de vestuário. Assim, a proposta de desenvolvimento de um tecido, neste contexto, parte geralmente dos *designers de moda*. No setor de confecção, a coleção refere-se ao conjunto de produtos harmonicamente ligados do ponto de vista estético e comercial, para ser comercializado em determinada época do ano (TREPTOW, 2007).

Segundo Eckert e Demaid (1997) o desenvolvimento de uma nova coleção inicia com a pesquisa de tendências da moda para o próximo ano, identificando temas e estilos importantes. De acordo com Treptow (2007), a pesquisa de moda é uma função técnica onde o profissional descobre, vê e registra o que está nas ruas, vitrines, feiras, revistas e desfiles e compreende o imaginário do consumidor traduzindo mudanças, sentimentos e comportamentos. As pesquisas realizadas são:

- a. Pesquisa de comportamento: acompanha os hábitos de consumo do público alvo e seus interesses atuais;
- b. Pesquisa de mercado: estilo e preço praticado pela concorrência, produtos paralelos direcionados ao mesmo público alvo e novas marcas;
- c. Pesquisa de tendência: temas de inspirações de outros designers sobre cores, tecidos e elementos de estilos através de feiras do setor, vídeos;
- d. Pesquisa de tecnologia: lançamentos de técnicas e maquinários que possam ser aplicados à confecção;
- e. Pesquisa de vocação regional: visa obter fonte de materiais e técnicas alternativas, conforme a disponibilidade de insumo ou mão de obra;
- f. Pesquisa de tema de coleção: a partir da tendência escolhida reúne informações que possam ser usadas criativamente no desenvolvimento da coleção.

Treptow (2007) afirma que os *designers de moda* precisam decodificar, interpretar e adaptar as informações aos parâmetros da empresa, considerando a tecnologia e mão de obra disponível.

Após a pesquisa é realizada uma reunião de planejamento onde as áreas de criação, industrial, comercial e marketing participam, definindo quantidade de peças

na coleção, tempo de execução da coleção, tempo de comercialização, capital de giro disponível e potencial de faturamento. São considerados a previsão do volume de venda, os tipos de produtos que foram solicitados pelos clientes e preferências do consumidor, elaborando um cronograma de desenvolvimento da coleção. Através de um *workshop*, toda a equipe de desenvolvimento, incluindo os técnicos em desenvolvimento de malha, toma conhecimento de todos os parâmetros que definem os próximos projetos (*ibidem*). Para este autor o tecido deve, além do aspecto visual, atender parâmetros como:

- a. Estabilidade dimensional: mede a alteração dimensional e a torção da malha, ABNT NBR 10320:1988 e ABNT NBR 12958:1993;
- b. Solidez ao tingimento: verifica a migração de corante para outras peças, ABNT NBR ISO 105-F02:2010 e ABNT NBR ISO 105-F09:2010;
- c. Costurabilidade: diz respeito ao comportamento do tecido na máquina de costura, ABNT NBR 13174:1995;
- d. Caimento: consiste em confeccionar uma peça para prova, de forma a observar o caimento do tecido, elasticidade e aspecto em prova com manequim vivo.

Na malharia, de posse das especificações do produto, os técnicos de desenvolvimento se deparam, segundo Duarte, Jackson e Monteiro (2004), com a sutil relação entre as características estruturais e os custos de um tecido de malha, assim como a sua aparência e seu comportamento, para criar um produto inovador, o que é tecnicamente complexo. Uma característica em projetar malhas é que os critérios estéticos são importantes para criação de algo novo o suficiente para se diferenciar dos concorrentes sem fugir do contexto da moda atual. A elaboração da compreensão dos problemas a serem resolvidos considerando os requisitos e as restrições do projeto devem, segundo Eckert; Stacey e Wiley (1999), concentrar grande esforço dos técnicos. Neste contexto, muitas vezes a reformulação do problema é a chave para se chegar à solução. Desta forma, defendem os autores, que a definição do problema é uma habilidade que é desenvolvida com a prática.

. Segundo Kamiya et al. (2000), a dificuldade de se desenvolver malhas está na complexa e sutil relação entre características estruturais, custos, aparência e comportamento. Já para Cherem (2004):

Uma das chaves do sucesso para atender esse mercado exigente por tecidos tecnológicos de alta performance, está na habilidade de se desenvolver novos e melhores tecidos de malha o mais rápido possível a um custo justo, na qualidade requerida.

Argumentam Eckert; Stacey e Wiley (1999) que, devido à importância de se desenvolver malhas diferenciadas, a falta de criatividade gera um problema grave em algumas grandes empresas têxteis. Técnicos em desenvolvimento bem treinados com o passar do tempo deixam de ser eficazes. Segundo os autores, a redução da eficiência decorre da perda de criatividade à medida que aumenta a competência técnica, sendo uma consequência da aprendizagem puramente experimental.

Uma abordagem muito utilizada na malharia é o modelo *Starfish*. Este consiste numa simulação das principais variáveis na produção e processamento de tecidos de algodão de malha circular, prevendo as propriedades finais do tecido acabado (CENTRO..., 1986). Alguns programas CAD, empregados na malharia, também permitem que se simule o visual da malha depois de confeccionada. Estes, normalmente, são fornecidos pelos fabricantes de teares, para auxiliar na programação do tecido a ser manufaturado.

Matsuo e Suresh (1997), afirmam que a crescente necessidade de desenvolvimento em tecidos vem assumindo relevância, levando as empresas a dar maior importância a aspectos do desenvolvimento têxtil. O problema, segundo os autores, é que o setor ainda não achou o caminho adequado para o desenvolvimento têxtil robusto. Os autores sugerem um desenvolvimento assistido por computador onde o produto deve atender critérios funcionais e de caráter estético, considerando fibra, fio e entrelaçamento. Esses critérios funcionais são mostrados na figura 2.14.

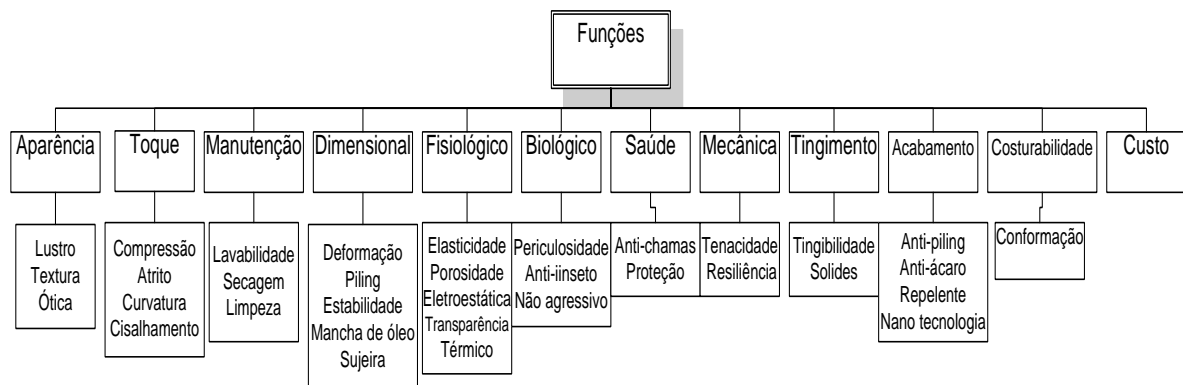


Figura 2.14 – Critérios funcionais para desenvolvimento de tecidos.
 Fonte: Matsuo e Suresh (1997).

O sistema de desenvolvimento, proposto por Matsuo e Suresh (1997) pode ser resumido em desenvolvimento conceitual, desenvolvimento funcional, desenvolvimento estrutural, desenvolvimento do efeito estético e desenvolvimento do processo produtivo.

No setor têxtil brasileiro, mais especificamente no desenvolvimento de novos tecidos, as empresas trabalham com baixa organização, não utilizando os métodos, técnicas e ferramentas da gestão do PDP. Segundo Oliveira (2007):

Inúmeras empresas brasileiras possuem sistemas de desenvolvimento de produto que lhes proporcionam projeção e competitividade no mercado global. No entanto, no setor têxtil brasileiro, o processo de desenvolvimento de produto, mais especificamente, de novos tecidos é tradicionalmente caracterizado por baixa organização no que se refere às metodologias e preconização da ciência moderna de gestão de negócio.

O desenvolvimento de um tecido consiste na elaboração de um produto têxtil, no qual sua fabricação ocorre a partir da utilização do fio como matéria-prima, seguindo com o entrelaçamento e se encerra com o tecido acabado, orientando o fluxo da cadeia têxtil.

Na próxima seção será comparado o desenvolvimento de tecido, encontrado nos referenciais teóricos, com as metodologias clássicas de PDP.

2.4 METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Neste tópico, será conduzida uma breve revisão dos referenciais bibliográficos sobre as metodologias clássicas de desenvolvimento de produtos industriais.

2.4.1 METODOLOGIAS CLÁSSICAS DE PDP

Entre as diversas metodologias clássicas para PDP, serão apresentadas a metodologia de Pahl e co-autores que representa um modelo clássico mundial e as metodologias de Back e co-autores e Rozenfeld e co-autores, desenvolvidas no Brasil, que representam bem as práticas em desenvolvimento de produto.

Para Back *et al.* (2008), o termo produto industrial se refere a um objeto concebido, produzido industrialmente com características e funções para atender as necessidades ou desejos dos consumidores. Os produtos são constituídos por um conjunto de atributos básicos, como: aparência, forma, cor, função, imagem, material, embalagem, marca, serviço e garantia.

Back *et al.* (2008) propõem um modelo de referência para o PDP composto de três macro-fases decompostas da seguinte forma:

1. Planejamento do projeto: envolve a elaboração do plano do projeto do produto;
2. Elaboração do projeto do produto: decomposta em projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado, tendo como resultados, respectivamente, as especificações de projeto, a concepção do produto, a viabilidade técnica e econômica e a documentação do produto;
3. Implementação do lote piloto: envolve a execução do plano de manufatura e o encerramento do projeto. É dividido em três fases: a preparação da produção, o lançamento e a validação do produto.

As fases citadas podem ser vistas na figura 2.15.

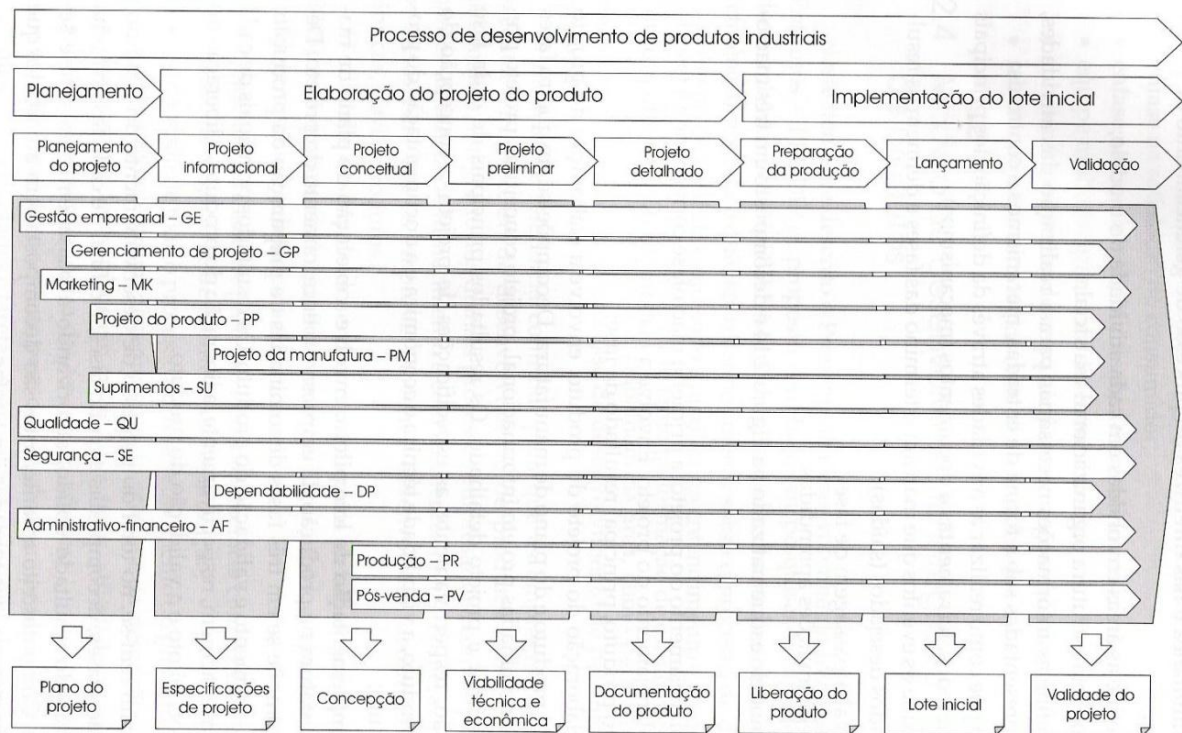


Figura 2.15 – Processo de PDP segundo Back.

Fonte: Back *et al.* (2008).

Já para Rozenfeld *et al.* (2006), o desenvolvimento do produto pode ser dividido em três macro-fases que são:

1. Pré-desenvolvimento: divide-se em planejamento estratégico de produtos, tem como objetivo processar as informações estratégicas corporativas e da unidade de negócios, e planejamento do projeto que trata do planejamento para a realização do desenvolvimento em si;
2. Desenvolvimento: trata do escopo do projeto, escopo do produto, atividades e sua duração, prazos e orçamento para produzir informações técnicas detalhadas do produto;
3. Pós-desenvolvimento: aborda do acompanhamento do produto na produção e no lançamento indo até a descontinuidade do produto.

As fases citadas podem ser vistas na figura 2.16.

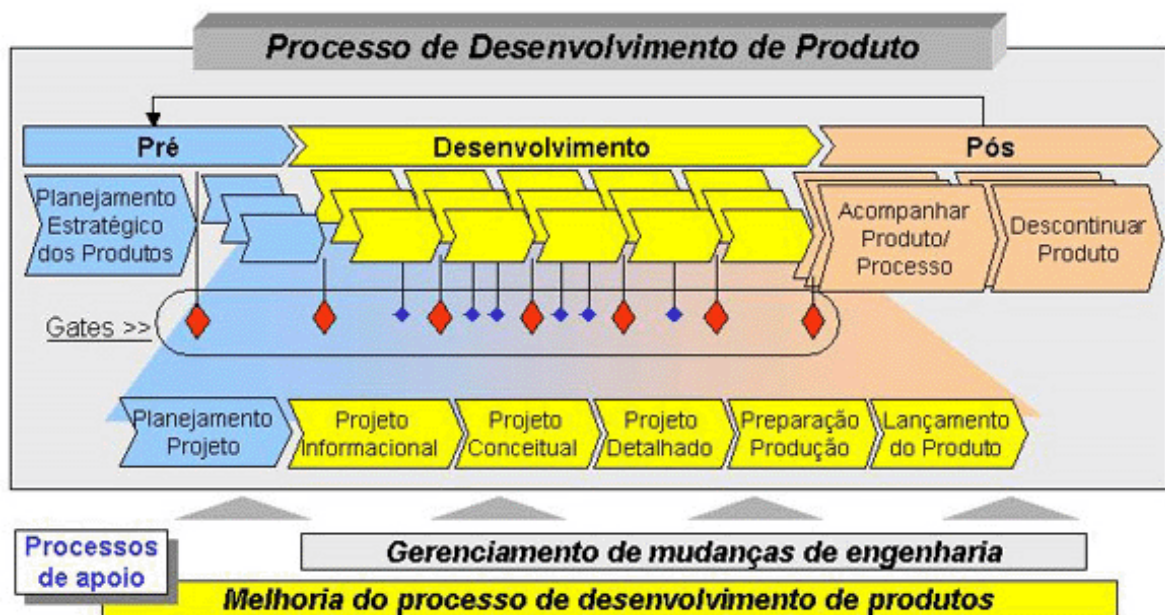


Figura 2.16- Processo de PDP segundo Rozenfeld.

Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Pahl *et al.* (2005) propõem uma sistemática para um processo genérico de PDP, atuando como um guia para as fases mais concretas do processo de projeto. Comumente, esta metodologia é dividida nas seguintes fases principais:

1. Planejamento e clarificação da tarefa: assegura, ao desenvolvimento, o total entendimento do que está sendo requerido pelos consumidores em especificações das informações;

2. Projeto conceitual: propõe soluções a partir de uma estrutura funcional do produto, avaliando os princípios de solução, gerando alternativas para o desenvolvimento do produto;
3. Projeto preliminar: a partir dos conceitos de produto gerado determina a estrutura construtiva de um sistema de acordo com os critérios técnicos e econômicos;
4. Projeto detalhado: trata da preparação para a produção, com desenhos detalhados, listas de peças, instruções para produção e montagem.

Esta metodologia está contida na figura 2.17.

Nas metodologias analisadas ficou evidenciado que a sistematização de desenvolvimento de produto assume importância para a criação de um produto inovador. verifica-se que o desenvolvimento de produto, em linhas gerais, pode se subdividido nas seguintes etapas: i/ projeto informacional; ii/ projeto conceitual; iii/ projeto preliminar; e iv/ projeto detalhado, o que replica a abordagem proposta por Back e co-autores.

Com o objetivo de verificar como ocorre na prática o desenvolvimento de produto nas indústrias produtoras de malha, foi conduzido uma pesquisa de campo para efetuar este diagnóstico, que será apresentado no próximo capítulo.

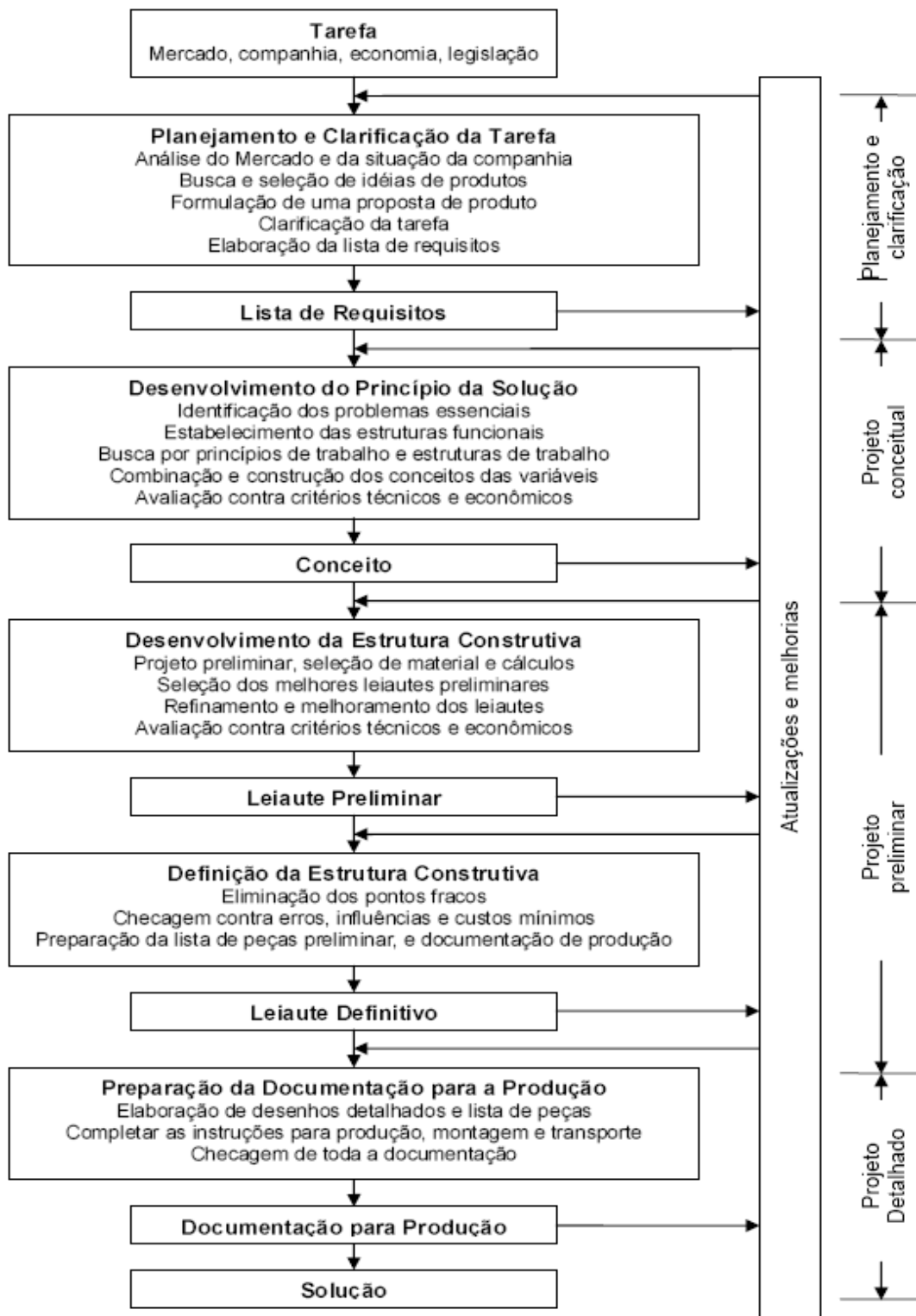


Figura 2.17- Processo de PDP segundo Pahl & Beitz.
Fonte: Pahl e Beitz (1996).

3 A PRÁTICA NAS INDÚSTRIAS PRODUTORAS DE MALHA

Para caracterizar o processo de desenvolvimento de produto têxtil em empresas produtoras de tecido de malha, foi planejada uma pesquisa, com o objetivo de diagnosticar a forma com que estas indústrias desenvolvem seus produtos, buscando identificar as etapas do PDP e as ferramentas a elas aplicadas.

Ainda neste capítulo será feito um comparativo entre os referenciais teóricos com os dados obtidos neste levantamento diagnóstico.

3.1 LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO

Na sequência será visto como se processou o levantamento diagnóstico nas indústrias produtoras de malha.

3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS-ALVO

Com o propósito de trabalhar com um tipo específico de indústria, a pesquisa é voltada para empresas têxteis que desenvolvem tecido de malha. Este produto é consumido, para a produção de vestuário, na própria empresa e, estas empresas devem, ainda, possuir um departamento de PDP estruturado.

As empresas investigadas encontram-se no norte de Santa Catarina, região escolhida por possuir em seu parque fabril um grande número de empresas que atendem os requisitos especificados e destacam-se nacionalmente. A região possui ainda, escolas que ministram cursos técnicos na área têxtil, podendo ser um difusor de tecnologia de desenvolvimento de produtos em malha.

3.1.2 DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE CAMPO

Foi utilizada a técnica de múltiplos estudos de caso, onde cada empresa será analisada individualmente, fornecendo dados qualitativos e detalhamento individual, para que se possa visualizar o todo YIN (1994), ver figura 3.1.

O método aplicado é composto de três etapas. Na fase inicial, define-se o tipo de pesquisa, sua abrangência e as informações necessárias que viabilizarão uma análise. Ainda nessa etapa se elabora o documento de coleta de dados. Na fase seguinte, é conduzido o estudo de caso gerando um relatório individual referente ao foco da pesquisa. Na terceira fase, ocorre uma análise do todo, permitindo formular conclusões da pesquisa realizada. Na sequência, serão apresentados dados sobre a pesquisa de campo e a análise dos resultados.

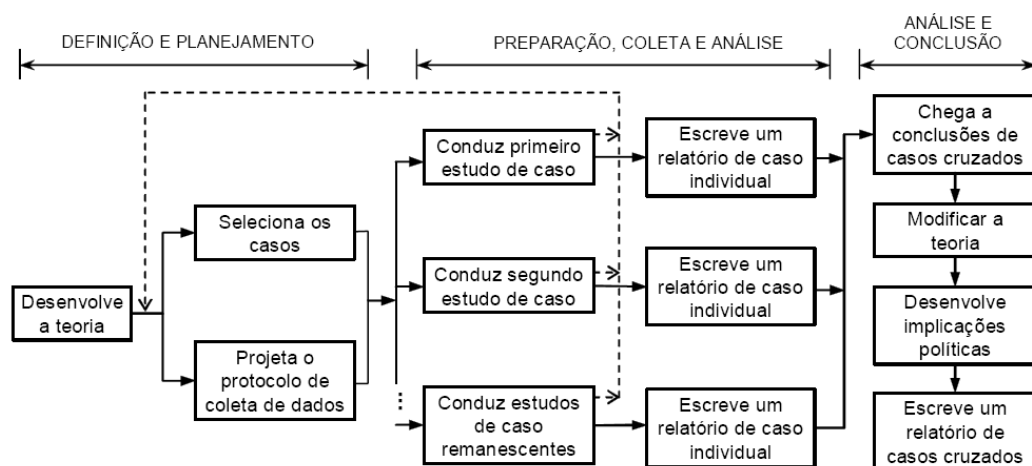


Figura 3.1 – Método de estudo de caso.

Fonte: Yin (1994).

A pesquisa contou com questionário, que se encontra no apêndice A, composto de questões relativas a assuntos pré-determinados .

Os assuntos abordados seguiram a seguinte sequência:

- a. Identificação da empresa: busca informações sobre o ramo de atuação, o porte e o mercado de atuação da empresa pesquisada;
- b. Características do entrevistado: verifica a relação do entrevistado com o processo de desenvolvimento de produto;

- c. Identificação do produto: caracteriza o produto comercializado pela empresa;
- d. Características da empresa: detecta setores e normalizações dentro da empresa que auxiliam no PDP;
- e. Caracterização do PDP: percebe as fases do desenvolvimento de produto e as ferramentas aplicadas.

Inicialmente, uma entrevista piloto foi conduzida com uma pessoa que participou do PDP de uma grande empresa têxtil, considerando o roteiro proposto e verificando se os objetivos seriam alcançados a partir do mesmo. Após confirmação da validade da estrutura de questões, a coleta de informações, para a pesquisa de campo, se deu a partir de entrevistas conduzidas, entre maio e agosto de 2011, junto a integrantes do PDP de quatro organizações.

As empresas foram selecionadas, sendo denominadas neste trabalho, por questões de sigilo, de: empresa A, empresa B, empresa C e empresa D. Todas são: i/ organizações de médio ou grande porte (SEBRAE, 2012); ii/ atuam no mesmo segmento; iii/ produzem vestuário de malha; e iv/ possuem um setor de PDP.

3.1.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os registros brutos das entrevistas foram estruturados por áreas temáticas, a partir dos referenciais teóricos clássicos, para facilitar o processo de análise. Desta forma tem-se:

a. Estruturação do PDP

Nas empresas A, B, e C o setor de PDP é formado por um grupo de técnicos, envolvidos com o desenvolvimento do produto, a partir dos diferentes setores que compõem o fluxo de manufatura definido na organização.

Já na empresa D, há somente um técnico responsável por todo o processo de desenvolvimento dos produtos. Também, este fica incumbido da geração de cronogramas e acompanhamento das várias atividades no processo fabril. Neste

caso, cada setor envolvido avalia a exequibilidade do produto e valida sua inclusão no portfólio da organização.

Observou-se que, em todas as empresas, o desenvolvimento de produto é conduzido pela (e, portanto, bastante dependente da) experiência dos técnicos pertencentes ao setor de PDP.

Também, se observou que nenhuma das empresas conhece as metodologias clássicas de PDP e, na maioria das situações de DP, não utilizam ferramentas vinculadas aos processos existentes. A exceção ocorre com a empresa B, que aplica a técnica de *benchmarking* e análise de valor, para as situações de reprojeto.

b. Captura de informações e definição de requisitos do produto

O levantamento de informações junto ao mercado e observação de tendências ocorre de modo semelhante em todas as empresas. Geralmente, é realizado pelos estilistas a partir da participação em viagens, feiras ou, ainda, através de revistas e desfiles.

Além disto, em todas as empresas, os técnicos de desenvolvimento dos produtos também pesquisam tendências (podendo envolver, viagens e participação em feiras) e com os representantes comerciais (geralmente, fornecedores de matéria-prima), podendo contribuir com a estruturação de novas necessidades dos clientes (que são de caráter qualitativo).

Nas empresas A e D, os requisitos (de caráter quantitativo) para dar início aos novos projetos, de um modo geral, não são estruturados e classificados conforme procedimentos específicos. Na empresa B os requisitos incluem sugestão de composição das fibras no produto e o peso que deve atingir um metro quadrado do tecido (gramatura). Na empresa C, além dos requisitos propostos pela empresa B se inclui a largura final da malha. Em todas as empresas verifica-se de forma direta ou indireta a importância de alguns requisitos, como: peso por metro quadrado; alterações dimensionais depois de lavado e custo, este último nem sempre é informado nas especificações iniciais do produto. Normalmente, o que as equipes entendem como requisitos (são, na realidade, verbalizações qualitativas), tratam-se de aspectos visuais e abstratos, como: bonito, toque agradável, macio, brilho, sedoso, entre outros. O mecanismo para repasse das necessidades dos clientes e requisitos ao setor de DP é o *workshop*. Nele, são comunicadas as tendências detectadas e as fontes de inspiração para a nova coleção. De um modo geral, as

demandas de desenvolvimento, envolvem aspectos: estéticos, inovadores, baixo custo e alta qualidade.

c. Desenvolvimento de alternativas

Após a definição dos requisitos do produto as empresas A, B e C reúnem o grupo de PDP, que tem a incumbência de propor as alternativas para as demandas de projeto. Já, no caso da empresa D, a proposta de alternativas de solução ocorre a partir do único profissional técnico envolvido. Em todos os casos, o processo é puramente mental e intuitivo, simplesmente relacionando cada requisito com as capacidades e possibilidades do processo produtivo da empresa.

Em todas as organizações, os processos fabris existentes são priorizados. Também, pode-se dizer que, neste momento, em paralelo, ocorre um processo de definição do fluxo produtivo (que pode ser mapeado à idéia, de projeto para a manufatura, presente nas abordagens clássicas). Não se observou um procedimento para seleção da alternativa de maior potencial. Neste caso, a decisão ocorre a partir de uma abordagem intuitiva.

d. Formalização de alternativas

Uma vez identificada a alternativa de maior potencial, a empresa B simula, através de um *software*, a produção da malha para verificar se a estabilidade dimensional do produto atende aos padrões estipulados pela organização. Por sua vez, nas empresas A, C e D a projeção de desempenho do produto e do processo fabril é baseada puramente na experiência do técnico em desenvolvimento e em comparações com projetos anteriores semelhantes.

As empresas não possuem equipamentos exclusivos para prototipagem das alternativas de malha propostas. Todo trabalho de testes, deve ser intercalado junto ao processo de fabricação em curso (i.e. intervalos para troca de produto, paradas programadas, entre outros). Nas empresas A, B e C a manufatura de soluções originárias do PDP não é uma prioridade para o pessoal envolvido com o fluxo diário de produção. Em contraste, na empresa D, um DP é tido como prioridade, sendo possível a interrupção da produção, quando necessário.

Nas empresas B e D, a maioria dos desenvolvimentos de malha (i.e. mais de 60%), é originária de cópias de artigos dos concorrentes ou de amostras obtidas pelos estilistas. Em seguida, têm-se os produtos derivados de “reengenharias” ou

“releituras”. Apenas cerca de 10% dos projetos podem ser enquadrados como diferenciados ou inovadores. Na empresa A, 50 % dos desenvolvimentos envolvem cópias e 40% são diferenciados ou inovadores. Na C, o quadro se inverte: 15 % dos desenvolvimentos envolvem cópias e 80% são diferenciados ou inovadores.

Os desenvolvimentos que envolvem reprojeto nas empresas A, B e C são poucos (i.e entre 5% a 10% dos projetos). Na empresa D, estes percentuais chegam a 30%.

Todas as empresas afirmam existir cerca de 15% a 30% dos projetos que demandam retrabalhos de desenvolvimento. As principais causas mencionadas para isto são: i/ incompatibilidade de custos; ii/ aparência não correspondente ao esperado. Observa-se que, embora o custo seja um determinante no retrabalho, ele não é citado como requisito do produto por nenhuma empresa.

A próxima seção contém uma análise comparativa entre os referenciais teóricos (i.e. metodologias clássicas e aquelas dedicadas ao segmento têxtil) e as informações coletadas no trabalho de campo.

3.2 COMPARATIVO ENTRE OS REFERENCIAIS TEÓRICOS COM OS RESULTADOS OBTIDOS

Os referenciais teóricos relativos à indústria têxtil são escassos. Comparando-os com as metodologias clássicas de PDP pode-se afirmar que todas as etapas previstas na literatura proposta para produtos industriais podem ser mapeadas para aquelas encontradas nas referências envolvendo o segmento têxtil. São elas:

- a. A literatura no segmento têxtil sugere uma etapa informacional bem detalhada, incluindo pesquisa de mercado e tendências. Participam dela, diferentes setores da empresa, como desenvolvimento de produto, financeiro e marketing. Na literatura prescrita para produtos industriais ocorrem, por exemplo, o *benchmarking*, levantamento do estado da arte e levantamento das necessidades dos clientes. Desta forma, pode-se dizer que a similaridade entre as duas abordagens ocorre;
- b. Para a etapa conceitual, na literatura do segmento têxtil destacam-se, a preocupação com as especificações do produto, trabalho com funções e

determinação da “questão problema” para a geração de novos conceitos. Porém, apesar desta menção, não se tem a indicação de que recursos podem ser utilizados para seu emprego na prática. Já, o processo de desenvolvimento de alternativas conceituais é bem documentado na literatura de produtos industriais, envolvendo: definição da função global; proposta de estrutura funcional; geração de alternativas; mecanismos de seleção da alternativa de maior potencial;

- c. Nas referências para o segmento têxtil, as fases do projeto preliminar e detalhado caminham juntas, não se percebendo uma distinção entre elas. Há uma ênfase para se considerar as capacidades do processo produtivo nestas definições. Por sua vez, na literatura de produtos industriais, há procedimentos e ferramentas específicos para cada uma das fases.

Comparando os referenciais teóricos (para o segmento de produtos industriais e para o segmento têxtil), com os dados coletados na pesquisa de campo, pode-se afirmar que:

- a. As estruturas de desenvolvimento de produtos nas empresas são semelhantes, com exceção de uma que concentra todo o processo em um só técnico;
- b. A etapa informacional ocorre na prática e pode ser mapeada aos referenciais teóricos. Pode-se dizer que é bem conduzida em ambas as organizações. Entretanto, os requisitos de produto nem sempre são mensuráveis, apresentando-se, muitas vezes, de modo subjetivo, o que dificulta o andamento do projeto;
- c. Comparativamente à literatura, pode-se dizer que a fase do projeto conceitual, no seu modo formal, é ignorada em todas as empresas. Os técnicos envolvidos com o desenvolvimento partem dos requisitos do produto (geralmente, abstratos e pouco quantificados) diretamente para a fase do projeto preliminar ou, por vezes, para o projeto detalhado;
- d. A fase do projeto preliminar em uma das empresas é examinada, utilizando simuladores para permitir uma melhor definição do produto. Já, nas outras empresas, a fase do projeto preliminar, não ocorre. Há um salto, da definição dos requisitos para a fase, do que pode ser chamado de projeto detalhado, fundamentado-se exclusivamente na experiência dos técnicos.

Percebe-se, de certo modo, uma semelhança entre o PDP preconizado na literatura para o segmento têxtil, com ações e atividades observadas nas empresas estudadas.

Embora o setor têxtil demande o desenvolvimento de produtos inovadores, com custo reduzido, ciclos curtos para lançamento de produtos (sazonalidade), o que se observa é a ocorrência de uma quantidade significativa de retrabalho. O pessoal envolvido com desenvolvimento de produto no segmento têxtil desconhece na totalidade as metodologias clássicas de DP e o emprego de suas ferramentas.

Pode-se inferir que a fase do projeto conceitual é a mais negligenciada na prática corrente no desenvolvimento de produtos do segmento têxtil. Não foi observada uma exploração do conjunto solução nesta fase. Os profissionais envolvidos no DP partem de uma idéia preliminar e buscam viabilizá-la sem um estudo conceitual específico. Como há uma lacuna entre as fases, o que se observa é uma propagação de restrições que, eventualmente, mais adiante bloqueia o desenvolvimento do produto, obrigando a retrabalhos.

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

O levantamento de campo aponta que o DP na prática é bastante dependente dos profissionais envolvidos e de suas respectivas experiências. Também, constatou-se que estes profissionais desconhecem completamente as metodologias (i.e. métodos e técnicas) propostas para uso no segmento industrial. Há fases do DP observadas na prática que podem ser mapeadas para os referenciais teóricos clássicos como o projeto informacional e o projeto detalhado. Observa-se que o projeto preliminar se funde com o detalhado. Pode se inferir que a fase do projeto conceitual é a menos formalizada e estruturada na prática. Também, sabe-se que é esta fase a que apresenta o maior potencial para que surjam produtos inovadores e diferenciados, no segmento industrial.

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), na etapa conceitual pode se ter uma quebra de preconceitos conduzindo a uma melhor solução do problema, com um entendimento mais claro da tarefa e a identificação das funções do produto, verificando as restrições fictícias que poderiam limitar o emprego de novas

tecnologias, materiais, processos de fabricação e novas descobertas científicas, comprometendo o custo do produto . Estas proposições também foram verificadas em outros autores como Baxter (1998) e Ullman (1992), entre outros.

Os resultados observados sugerem que seja conduzido um estudo para se verificar a aderência da fase conceitual, contida nas abordagens clássicas de PDP, com suas etapas, atividades e ferramentas, nas indústrias produtoras de tecido de malha.

Diante disto, se faz necessário uma revisão bibliográfica sobre a etapa do projeto conceitual, onde a geração dos princípios de solução permitirá às empresas produtoras de malha conceber produtos mais eficientes e diferenciados.

Será utilizado como referência a proposição de Back *et al.* (2008), pela sua consistência e abrangência, principalmente, na região sul do país.

3.4 ETAPA CONCEITUAL NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

A etapa conceitual foi objeto de estudo de diversos autores, como: Baxter (1998), Pahl & Beitz (1996), Rosenfeld *et al.* (2006), entre outros. Neste tópico, a etapa conceitual será descrita segundo Back *et al.* (2008), de acordo com a seção anterior.

Para Back *et al.* (2008), o projeto de um produto é uma atividade predominantemente cognitiva, fundamentada em conhecimentos e experiência, dirigida a busca de soluções ótimas para produtos técnicos, a fim de determinar a construção funcional e estrutural, e criar documentos com informações precisas e claras para a fabricação.

Na etapa conceitual, tem-se por finalidade a geração de soluções alternativas que atendam às especificações definidas, criar várias soluções alternativas para um mesmo problema. Assim, pode-se comparar e combinar soluções para poder selecionar a melhor e mais inovadora concepção para o produto.

Para viabilizar a aplicação da etapa conceitual, Back *et al.* (2008), propõe a utilização de um modelo de referência. Este, na fase conceitual, permite o desenvolvimento simultâneo de fornecedores e um monitoramento do progresso do projeto. Segundo os autores, o modelo de referência contribui para um processo de

desenvolvimento de produto mais formal e sistemático, integrando os demais processos empresariais, fornecedores e cliente final, permitindo a inovação no desenvolvimento de novos produtos.

O fluxograma da fase de projeto conceitual proposto por Back *et al.* (2008), pode ser visto na figura 3.2.

Analisando o fluxograma, verifica-se que a geração dos princípios de solução assim como a sua triagem ocorrem na elaboração da estrutura funcional, na geração das concepções alternativas e na seleção das concepções.

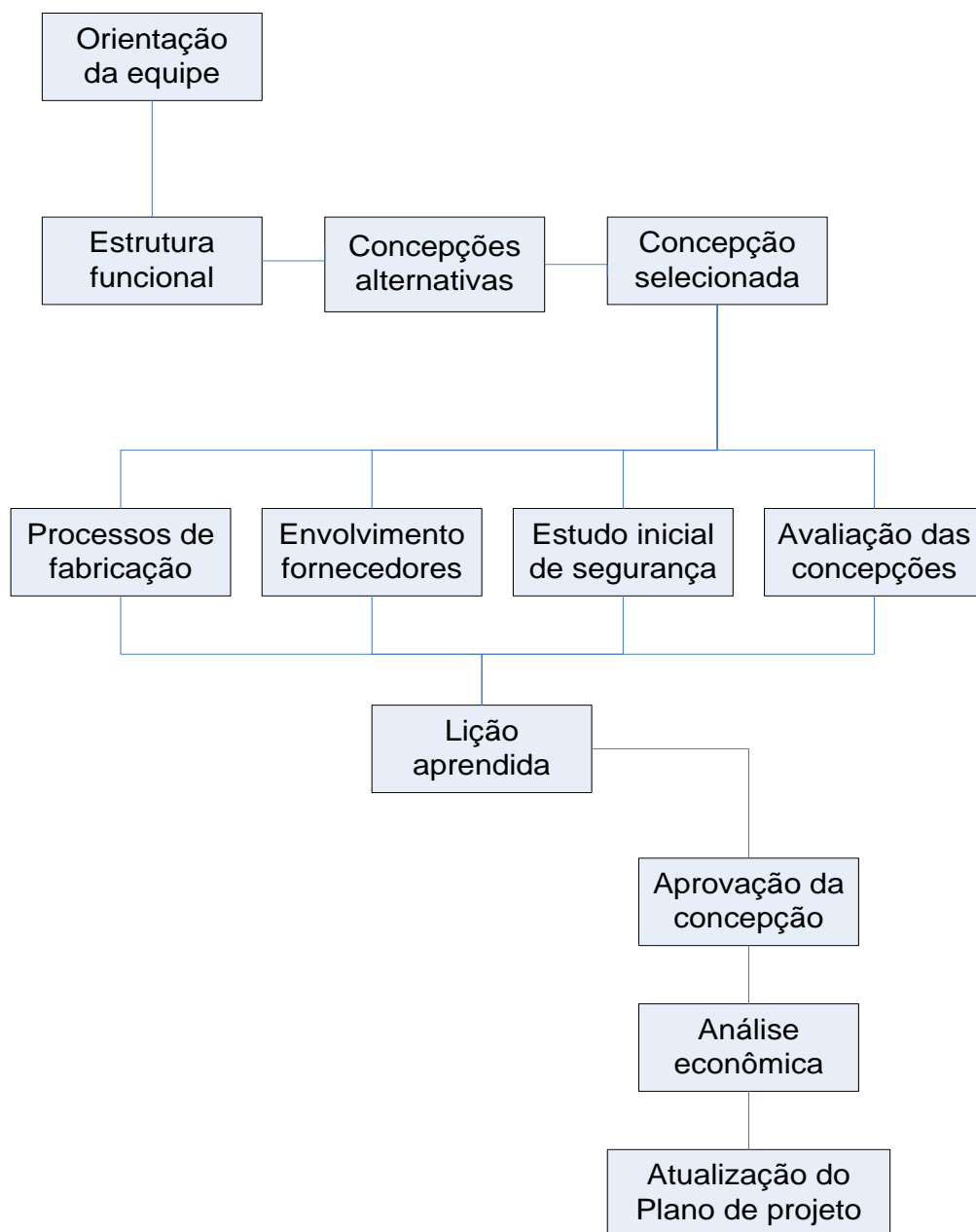


Figura 3.2 – Fluxograma da fase de projeto conceitual.
 Fonte: Back *et al.* (2008).

3.4.1 ESTRUTURA FUNCIONAL

Tomando como base a lista de requisitos, resultante da fase informacional, busca-se analisar profundamente cada item com o objetivo de obter as funções exigidas para o produto e seus condicionantes. Assim, é possível, através da abstração, definir a estrutura funcional do produto.

Para Back *et al.* (2008), a análise funcional é uma técnica analítica para detalhar como o produto deve ser projetado, focando suas tarefas e as necessidades do consumidor. Partindo de uma função global e detalhando cada tarefa do produto

Como exemplo desta técnica tem-se o descascador de batatas onde sua função principal ou global é preparar batatas para o cozimento, significando remover cascas e “olho” da batata, com corte de profundidade controlada como uma das sub funções. Como pode ser visto na figura 3.3.

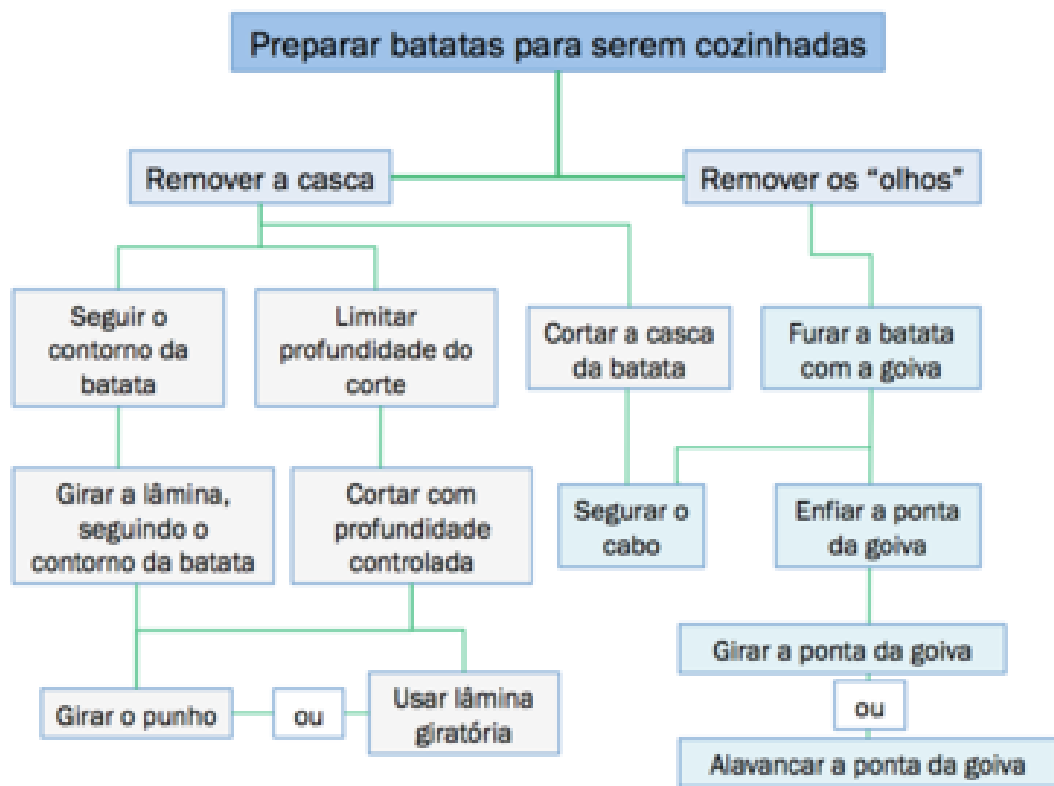


Figura 3.3 – Estrutura Funcional do Descascador de Batata.
 Fonte: Back *et al.* (2008).

3.4.2 CONCEPÇÃO DE ALTERNATIVAS

Esta etapa busca a geração de soluções alternativas para as funções definidas anteriormente. Para este objetivo ser alcançado a equipe de desenvolvimento deve empregar a criatividade. É recomendado o uso de métodos e procedimentos que permitam obter rapidamente um conjunto de soluções inovadoras.

Os procedimentos e métodos de geração de soluções podem ser classificados em:

- a. Métodos intuitivos: trabalham fortemente a criatividade. Exemplos: Brainstorming, Método Delphi, Analogias, Método da Sinergia, entre outros;
- b. Métodos sistemáticos: seguem uma sequência lógica e sistematizada de atividades que levam a soluções alternativas para um determinado problema. Exemplos: matriz morfológica, análise de valor, teoria da solução inventiva de problemas (TRIZ), síntese funcional, entre outros.

De acordo com Back *et al.* (2008), as soluções criativas são encontradas, as vezes, ao se formarem novas combinações de funções, objetos, processos ou idéias já existentes. O método da matriz morfológica consiste em uma pesquisa sistemática de diferentes combinações de elementos ou parâmetros com o objetivo de encontrar novas soluções. A sua construção parte da identificação das funções do produto que devem preencher a primeira coluna da matriz. Em seguida busca-se gerar princípios de soluções para as funções da primeira coluna, estes devem preencher as respectivas linhas. Finalizando deve-se buscar soluções ou concepções alternativas através da combinação dos diferentes princípios de solução.

Na figura 3.4, tem-se uma matriz morfológica do projeto de uma cadeira para escritório onde através da combinação dos elementos se obteve uma alternativa de concepção, que foi: mecanismo de levantamento mecânico; espuma injetada; revestimento de tecido; altura do encosto média; com braço.

Variáveis	Classes		
	1	2	3
Mecanismo de levantamento	Mecânico	A gás	
Espuma	Laminado	Injetado	
Revestimento	Tecido	Napa	
Altura do encosto	Baixo	Médio	Alto
Braço	Sem braço	Com braço	

Figura 3.4– Estrutura Funcional do Descascador de Batata.

Fonte: Back *et al.* (2008).

3.4.3 CONCEPÇÃO SELECIONADA

Para Back *et al.* (2008), o processo de seleção das concepções deve ser conduzido em duas etapas. Primeiro, busca-se uma triagem das soluções, geradas anteriormente, para identificar quais são as que atendem melhor a critérios gerais qualitativos e, na sequência, as melhores soluções passam por uma nova triagem, onde são considerados também critérios quantitativos, e são ordenadas.

3.4.3.1. Primeira triagem das concepções

Nesta etapa Back *et al.* (2008), recomenda a aplicação do método de Pugh (PUGH, 1991) pela sua simplicidade e facilidade de aplicação, permitindo evidenciar as melhores soluções e identificar as viáveis. Tem-se na figura 3.5 um exemplo para ilustrar a método.

O método é uma forma sistematizada de triagem feita por comparação. Os critérios generalizados são introduzidos em uma matriz e são considerados com igual importância ou peso. As soluções, denominadas por acrônimos e não por simples números, são registradas nas colunas com a solução de referência adotada para comparação.

N°	Critérios generalizados adotados	Concepções alternativas					
		Sol. Ref.	Sol. AB	Sol. BD	Sol. XY	Sol. JK	Sol. LM
1	Desempenho da função	0	+	+	-	-	+
2	Viabilidade econômica	0	0	-	-	0	-
3	Fácil uso	0	-	0	-	+	+
4	Alta confiabilidade	0	-	+	0	+	0
5	Fácil manutenção	0	-	-	0	-	0
6	Boa aparência	0	+	+	0	0	+
Soma de (+)		0	2	3	0	2	2
Soma de (-)		0	3	2	3	2	1
Soma de (0)		6	1	1	3	2	2
Resultado final		0(+)	1(-)	1(+)	3(-)	0(+)	1(+)

Figura 3.5 – Triagem de concepção método de Pugh.

Fonte: Back *et al.* (2008).

Para se construir a tabela, na coluna da solução de referência, para cada critério registra-se o valor zero (0). Para as outras concepções, cada critério é comparado com o correspondente da solução de referência e, se for melhor, registra-se um sinal positivo (+); sendo igual, assinala-se zero (0) e, sendo pior, utiliza-se o sinal negativo (-).

Avaliados todos os critérios e somando os atributos de cada concepção, pode-se separar as melhores soluções que seguirão para a próxima fase, abandonando-se as demais.

3.4.3.2. Segunda triagem das concepções

Nesta fase do processo de seleção, segundo Back *et al.* (2008), utiliza-se métodos de avaliação e ordenação sistematizados e quantitativos. Neles, as concepções sofrem uma análise mais detalhada com o objetivo de diferenciar e

ordenar as concepções alternativas do produto considerando critérios específicos identificados. É conveniente que as concepções sejam descritas em mais detalhes, identificando os princípios de solução e as possíveis tecnologias e riscos envolvidos no desenvolvimento, fabricação e uso do produto.

Os critérios específicos devem ser um desdobramento dos critérios generalizados, e devem ainda abranger as especificações relevantes e as restrições impostas, devem ser independentes, na medida do possível e devem ser qualitativos. Quando não for possível, devem ser expressos em termos verbais qualitativos.

Segundo Back *et al.* (2008), a equação 3.1 é a mais recomendada para utilização, por proporcionar um adequado ordenamento, ser simples e de menor custo de utilização.

$$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,j}$$

Equação 3-1

Onde:

U_j é o valor da função utilidade da concepção alternativa j ;

$u_{i,j}$ é o valor atribuído ao critério i da concepção alternativa j ;

W_i é o peso de importância do critério i ;

n é o número de critérios específicos adotados;

$j = 1$ a m , onde m é o número de concepções submetidas à avaliação.

A concepção que obteve o melhor escore não deve de imediato ser considerada como solução definitiva. Deve-se efetuar uma análise pela equipe para verificar se a concepção está apta a ser considerada como a melhor, pois nesta etapa de desenvolvimento alguns dados são ainda muito abstratos. É realizada então a apuração da melhor concepção, para encaminhamento às demais fases do PDP.

Tem-se, na figura 3.6, um exemplo ilustrativo desta ferramenta.

Critérios de seleção	Peso dos critérios	Concepções geradas											
		Concepção AB			Concepção LM			Concepção REF			Concepção XY		
		$A_{i,1}$	$u_{i,1}$	$w_i \cdot u_{i,1}$	$A_{i,2}$	$u_{i,2}$	$w_i \cdot u_{i,2}$	$A_{i,3}$	$u_{i,3}$	$w_i \cdot u_{i,3}$	$A_{i,4}$	$u_{i,4}$	$w_i \cdot u_{i,4}$
X_1	W_1												
X_2	W_2												
X_3	W_3												
X_4	W_4												
...	...												
...	...												
Valor da função		$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,1}$			$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,2}$			$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,3}$			$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,4}$		
Ordenação das concepções		3ª Posição			1ª Posição			4ª Posição			2ª Posição		

Figura 3.6– Determinação dos valores da função das concepções do produto.

Fonte: Back *et al.* (2008).

3.5 AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA ETAPA CONCEITUAL CLÁSSICA NO DESENVOLVIMENTO DE MALHA

A etapa conceitual proposta por Back *et al.* (2008), possibilita a geração de múltiplas concepções de produto, assim como a avaliação e seleção das mesmas para, ao final, validar a mais promissora, possibilitando um registro da documentação de todo o processo. Já, o levantamento diagnóstico indica que na prática a etapa conceitual é negligenciada. O desenvolvimento parte de somente uma concepção, não produzindo registros durante o processo de desenvolvimento e gerando muito retrabalho.

Para fornecer mais subsídios sobre a questão, foi realizada uma reunião com três técnicos em desenvolvimento de malha na cidade de Jaraguá do Sul, para avaliar a aplicabilidade das ferramentas propostas no PDP e de um modelo de referência, na etapa conceitual em desenvolvimento de malhas. Após a exposição detalhada da metodologia proposta por Back *et al.* (2008), todos os presentes afirmaram a possibilidade de aplicá-lo ao desenvolvimento de malhas. Os participantes ainda discutiram quais seriam as ferramentas ou métodos mais aplicáveis no processo, sinalizando que para a concepção de alternativas a matriz morfológica seria a ferramenta mais adequada. Isto porque o mecanismo de processar informações é o mais próximo da realidade da sistemática mental que ocorre com um técnico de desenvolvimento de malha, buscando a combinação de alternativas e respeitando as restrições.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE

Os referenciais teóricos sobre PDP descrevem a importância da etapa conceitual no desenvolvimento de produto, gerando um ganho na redução de custo e na inovação do produto. A literatura referente à área têxtil também menciona um desenvolvimento conceitual, porém não descreve como ele deve ocorrer.

Os dados coletados na pesquisa de campo indicam que apesar da necessidade de se desenvolver um produto mais competitivo, no setor têxtil, dentro das indústrias produtoras de malha o projeto conceitual é ignorado.

A análise, referente à possibilidade de se implementar a etapa conceitual no desenvolvimento de malha, pode ser considerada positiva.

As seções sugerem que seja estruturada a proposta de um modelo para desenvolvimento de malha, na etapa conceitual, que será desenvolvido no próximo capítulo. O modelo será baseado na metodologia de Back *et al.* (2008) com adaptações para a área têxtil. Iniciará com alguns pressupostos seguindo pelas etapas propostas pelos autores descritas na seção 3.4.

4 MODELO PARA A CONDUÇÃO DA ETAPA CONCEITUAL NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE MALHA

Este capítulo visa abordar o desenvolvimento de um modelo para a etapa conceitual no PDP de malhas.

A estruturação do modelo tem como base a proposta de Back *et al.* (2008) para desenvolvimento de produto na etapa conceitual, com adaptações focadas no desenvolvimento de malha. O levantamento diagnóstico exposto na seção 3.1 e a experiência deste pesquisador (25 anos atuando na área).

Inicialmente, destacam-se alguns pressupostos que permitirão a adequada aplicação do modelo, que propõe a geração de concepções do produto, a sua triagem e o ranqueamento das melhores soluções e, também, ter o registro da documentação do desenvolvimento na etapa conceitual.

4.1 PRESSUPOSTOS

Para que seja possível a aplicação deste modelo, o usuário deve ter conhecimento técnico sobre fibras têxteis, processo de tecimento de malha, tinturaria e processos de acabamento de tecido.

O modelo pressupõe uma etapa informacional já concluída, o projeto informacional, tomando como base a definição dos requisitos do produto vistos no levantamento diagnóstico, seção 3.1.3-b.

Todo processo se inicia a partir de uma lista de especificações do produto, ordenada por prioridade, contendo no mínimo as seguintes informações:

- a. gramas por metro quadrado aproximada (gramatura);
- b. alteração dimensional na largura aproximada;
- c. alteração dimensional no comprimento aproximada;
- d. custo aproximado por quilo de malha.

4.2 FLUXOGRAMA DO MODELO

O modelo segue a estrutura proposta por em Back *et al.* (2008) adaptada para desenvolvimento de malhas, com base no levantamento diagnóstico e na experiência do autor. O modelo segue as etapas propostas por Back *et al.* (2008). O modelo especifica quais ferramentas são aplicados em cada etapa.

Na figura 4.1, tem-se o fluxograma do modelo proposto para a etapa conceitual de desenvolvimento de malha.

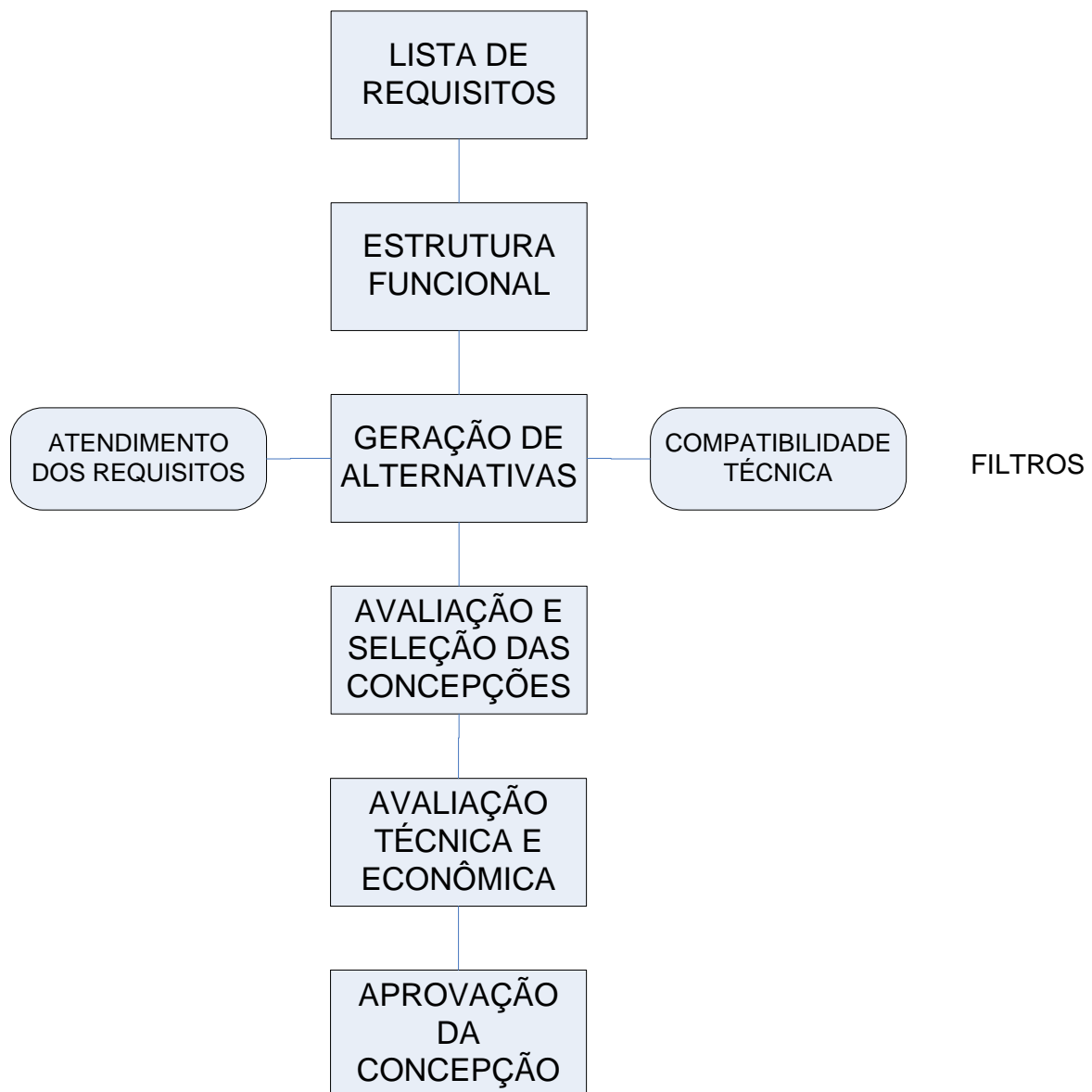


Figura 4.1– Fluxograma do modelo proposto para desenvolvimento de malhas.

A partir deste ponto o modelo proposto será chamado de modelo para desenvolvimento conceitual de malha – modelo DCM.

Na sequência, serão examinadas, detalhadamente, todas as etapas do modelo DCM.

4.3 ETAPAS DO MODELO

Nesta seção, serão descritas as etapas do modelo, indicando a forma de funcionamento de seus mecanismos. A descrição seguirá a estrutura contida na figura 4.1.

4.3.1 LISTA DE REQUISITOS

A lista de requisitos é oriunda da etapa informacional. Esta deve conter todos os requisitos necessários para que o produto atenda as necessidades do cliente e tenha um bom desempenho. Nas indústrias produtoras de malha para o vestuário, alguns requisitos funcionais como: proteção, conforto, conforto térmico, entre outros, já são intrínsecos a todos os produtos.

A lista de requisitos para o desenvolvimento de malha deve apresentar caráter mais técnico, preferencialmente, indicando as unidades de medidas, proporcionando assim, uma maior assertividade no desenvolvimento.

Além dos requisitos mínimos descritos na seção 4.1, a lista deve conter, ainda, outros que estão relacionados com a peculiaridade de cada produto (ver seção 2.3).

Na sequência, serão examinados alguns requisitos utilizados com frequência em desenvolvimento de malha. Quando possível será indicado a norma pertinente à este requisito, como material de apoio.

Geralmente, os requisitos funcionais como textura e brilho, por não possuírem uma normativa própria, são relacionados a uma amostra física para efeito de comparação. No caso da amostra não ser fornecida deve-se ter a referência de outro produto.

Outros como: anti-inseto, anti-chama e anti-ácaro, que ainda não possuem normativa própria, nestes casos as medições são realizadas em teste de uso, onde um grupo de pessoas recebe o produto para utilizá-lo, em seu cotidiano, durante um determinado período e, após este intervalo de tempo, o produto é devolvido para análise e os participantes preenchem em questionário referente ao desempenho do produto.

Na tabela 4.1 estão expostos alguns requisitos de produto com suas respectivas normas de avaliação.

Tabela 4.1 Requisitos de produto e suas avaliações.

REQUISITOS	MATERIAL DE APOIO
FUNCIONAIS	
Elasticidade	ABNT NBR 12960:1993
Irritabilidade dérmica	ABNT NBR 14673:2001
Formação de bolinha	ABNT NBR 14672:2001
Solidez da cor ao suor	ABNT NBR ISO 105-B07:2010
Solidez da cor à água de piscina	ABNT NBR ISO 105-E03:2011
Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial	ABNT NBR ISO 105-C06:2010
TÉCNICOS	
Resistência	ABNT NBR 13384:1995
Alteração dimensional no comprimento	ABNT NBR 10320:1988
Gramatura	ABNT NBR 10591:2008
Torção	ABNT NBR 12958:1993
Alteração dimensional na largura	ABNT NBR 10320:1988

Para que o desenvolvimento possa seguir para a etapa posterior se faz necessário que a lista de requisitos mínimos, previstos na seção 4.1, esteja totalmente preenchida. Na figura 4.2 está exposto um formulário para esta finalidade. Nele, aparecem os requisitos mínimos e há campos para serem colocados os requisitos específicos de cada projeto. Se os campos dos valores dos requisitos

mínimos não estiverem preenchidos, o processo fica impossibilitado de seguir adiante.

	REQUISITO DO PRODUTO	VALOR	UNIDADE DE MEDIDA
MÍNIMOS	Gramatura		g/m ²
	Alteração dimensional na largura		%
	Alteração dimensional no comprimento		%
	Custo por quilo de malha		R\$
ESPECÍFICOS			

Figura 4.2 – Formulário de requisitos de produto, do modelo DCM.

4.3.2 ESTRUTURA FUNCIONAL

Nesta etapa, se determinam as funções que o produto deve apresentar, identificando quais as funções que o produto deve implementar para atingir os requisitos do produto definidos na etapa anterior. Dependendo da afinidade dos requisitos, a função pode ser originada de mais de um requisito.

As funções devem ser descritas, preferencialmente, por um verbo acompanhado de um substantivo e, se necessário, um complemento, conforme recomendam Back *et al.* (2008), Pugh (1991), Pahl *et al.* (2005), entre outros. Para elucidar a proposta, na sequência, têm-se alguns exemplos de funções para o produto malha:

- a. estabilizar dimensionalmente a malha ;
- b. proporcionar elasticidade;
- c. efeito visual de listras,
- d. efeito visual por diferença de cores.

Para desenvolvimentos de malha destinados a vestuário, não se faz necessário definir funções intrínsecas, de acordo com seção 4.3.1, como: proteger corpo, acomodar forma ou proporcionar conforto.

Diferente dos projetos mecânicos, as funções de uma malha não necessitam estar dispostas em estruturas contendo fluxo. Normalmente, são independentes gerando um conjunto de funções para atender a um produto (ver figura 4.3).

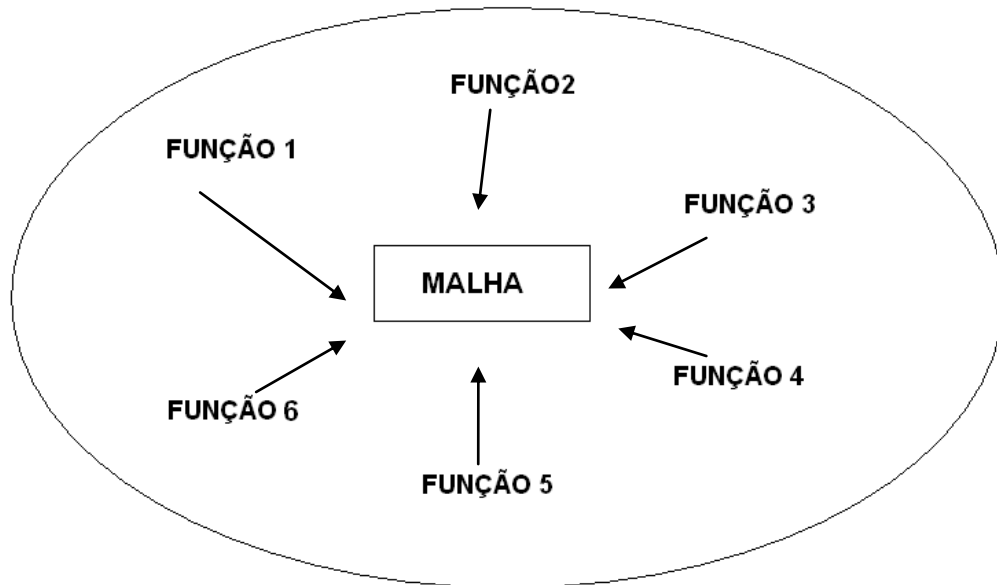


Figura 4.3 – Conjunto de funções para o produto, no modelo DCM.

Com a definição das funções do produto o processo segue para a etapa de determinação dos princípios de solução.

4.3.3 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Esta etapa utilizará um dos métodos propostos Back *et al.* (2008), que é o da matriz morfológica, por permitir um exame sistemático de todas as combinações possíveis, conectando elementos e ou parâmetros para originar novas soluções. Assim, esta é uma maneira de formalizar e aperfeiçoar os processos mentais que ocorrem na prática de um desenvolvedor de malha.

Nesta etapa, deve-se explorar o maior número de princípios de soluções para cada função determinada na etapa anterior. No caso específico do desenvolvimento de malha, os princípios de solução devem ser utilizados na forma de descrição verbal, devido à impossibilidade de representá-los na forma gráfica, de acordo com o levantamento diagnóstico detalhado na seção 3.1.

Os princípios de solução nesta fase podem conter indicativos de matéria-prima ou processos industriais, de forma genérica.

Para que, a partir da matriz morfológica, seja possível gerar concepções de produtos viáveis, a combinação dos diferentes princípios de solução deve respeitar dois critérios, chamados de filtros. São eles:

- a. compatibilidade técnica entre os princípios de solução;
- b. atendimento da lista de requisitos.

Primeiramente, aplica-se o filtro da compatibilidade técnica e, em seguida, o filtro do atendimento dos requisitos.

Ao iniciar o processo deve-se passar cada princípio de solução pelos filtros, verificando sua compatibilidade com os requisitos e funções do produto. Caso se encontre alguma incompatibilidade, este, deve ser excluído da matriz morfológica. Posteriormente se iniciar a geração das concepções de produto, através da combinação dos princípios de solução das diferentes linhas,

As concepções de produto que passarem pelos dois filtros, estão aptas a seguir para a etapa posterior.

A exploração do espaço solução de forma exaustiva poderia gerar um número muito grande de concepções de produto, inviabilizando o processamento dos dados. Supondo uma matriz morfológica com dez funções e dez princípios de soluções para cada função, em uma exploração exaustiva de todas as possibilidades de combinações chega-se a 10^{10} concepções de produto o que torna inviável o processo. Logo, a utilização dos filtros se torna imprescindível para a continuidade do processo.

Na sequência serão descritos alguns exemplos de incompatibilidades técnicas entre os princípios de solução dentro do setor Têxtil:

- a. na termofixação a malha passa por um processo térmico onde as fibras sintéticas (plásticas) são conformadas de modo a não permitirem que o produto tenha alterações dimensionais. No caso em que a composição do tecido não apresenta este tipo de fibra o processo não se aplica;
- b. na mercerização as fibras de algodão passam por processo que inclui soda cáustica para dar brilho ao tecido e reduzir a alteração dimensional. Fibras artificiais se deterioram na presença de soda caustica e devido a alta concentração de soda as fibras sintéticas sofrem algum danos. Logo, o processo não é indicado para malhas que possuem estas fibras na composição;

- c. estruturas sanfonadas de malha proporcionam maior elasticidade ao tecido. Porém, geram malhas mais pesadas podendo não atender ao requisito de gramatura;
- d. quando se deseja misturar fibras artificiais com sintéticas ou naturais para posteriormente tingí-las de cores diferentes, deve-se tomar cuidado com a afinidade entre os corantes e as fibras para não haver manchas na malha;
- e. laçadas de malha apertadas melhoram a estabilidade e pioram a elasticidade.

As restrições impostas pela aplicação dos filtros são baseadas no conhecimento técnico que a equipe possui. Logo, quanto mais treinado for o grupo de desenvolvimento, maior será a eficiência da filtragem.

Para a construção da matriz morfológica as funções do produto devem preencher a primeira coluna e seus respectivos princípios de solução devem estar dispostos na mesma linha. Na sequência, se combina os princípios de solução das diferentes linhas gerando uma concepção de produto. A esta concepção de produto são aplicados os filtros para verificar sua possibilidade de seguir no processo (ver figura 4.4). Onde as funções geradas 1, 2 e 3 ocupam a primeira coluna e seus respectivos princípios de solução a, b, c e d estão dispostos a seu lado.

MATRIZ MORFOLÓGICA

FUNÇÕES	PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO			
Função 1	Solução 1a	Solução 1b	Solução 1c	Solução 1d
Função 2	Solução 2a	Solução 2b	Solução 2c	Solução 2d
Função3	Solução 3a	Solução 3b	Solução 3c	Solução 3d

CONCEPÇÕES DE PRODUTO

	PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO			
	Função 1	Função 2	Função3	
1	Solução 1a	Solução 2b	Solução 3c	
2	Solução 1a	Solução 2d	Solução 3d	
3	Solução 1c	Solução 2a	Solução 3b	
4				

RESTRIÇÕES ENCONTRADAS

Figura 4.4 – Matriz morfológica, conforme modelo DCM.

Após a combinação dos princípios de solução e aplicação dos filtros, devem-se anotar as concepções de produto que seguirão no processo em uma tabela. Estas não devem exceder o número de dez.

As restrições encontradas na aplicação dos filtros devem ser devidamente registradas.

4.3.4 AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DAS CONCEPÇÕES

Esta etapa será conduzida a partir de duas triagens, de acordo com Back *et al.* (2008), buscando a partir de sucessivas seleções, uma convergência controlada que leve a melhor alternativa de acordo com por Pugh (1991). Na sequência, têm-se como elas serão aplicadas em desenvolvimento de malha.

4.3.4.1. PRIMEIRA TRIAGEM DAS CONCEPÇÕES

Nesta etapa, de acordo com Back *et al.* (2008), será utilizado o método de Pugh (1991) pela sua simplicidade e facilidade de aplicação, permitindo evidenciar as melhores soluções e identificar as mais viáveis. Este método foi examinado na seção 3.4.3.1.

No caso específico de desenvolvimento de malha, de acordo com a pesquisa de campo, os critérios a serem avaliados devem ser pertinentes aos produtos têxteis, sendo características decorrentes da especificidade de cada produto. Não existe uma sequência de prioridade dos critérios. Todos devem possuir o mesmo grau de importância. São eles:

- a. Atendimento dos requisitos: neste critério se verifica o número de requisitos de produto atendido pela concepção em análise, comparando com a concepção de referência. Se o número de requisitos atendidos for superior ao da referência atribui-se o símbolo (+), se for igual (0) e se for inferior (-);
- b. Custo estimado: neste critério, se verifica o custo estimado da concepção em análise, comparando com a concepção de referência. Se o custo for superior ao da referência atribui-se o símbolo (-), se for igual (0) e se for inferior (+);

- c. Confiabilidade: está relacionado com o bom desempenho do produto durante determinado tempo. Neste critério, se compara a vida útil da concepção em análise, comparando com a concepção de referência. Se vida útil for superior ao da referência atribui-se o símbolo (+), se for igual (0) e se for inferior (-);
- d. Aparência: está relacionada com a qualidade visual do produto. Neste critério, se compara a boa imagem da concepção em análise, em relação à concepção de referência. Se, segundo os avaliadores, as características da concepção avaliada gerarem uma qualidade visual superior ao da referência atribui-se o símbolo (+), se for igual (0) e se for inferior (-).

A solução de referência deve ser considerada, pela equipe de desenvolvimento, a mais corrente entre as empresas do mesmo ramo.

Na figura 4.5 tem-se um exemplo no qual a solução BD aponta como a melhor dentre todas por apresentar um maior resultado final, quando comparado com a solução de referência.

N°	Critérios generalizados adotados	Concepções alternativas					
		Sol. Ref.	Sol. AB	Sol. .BD	Sol. XY	Sol. JK	Sol. LM
1	Atendimento dos requisitos	0	+	+	-	-	+
2	Custo	0	0	-	-	0	-
4	Confiabilidade	0	-	+	0	+	0
6	Aparência	0	+	+	0	0	+
Soma de (+)		0	2	3	0	1	2
Soma de (-)		0	1	0	2	1	1
Soma de (0)		4	1	1	2	2	1
Resultado final		0(+)	1(+)	2(+)	2(-)	0(+)	1(+)

Figura 4.5 –Triagem de concepção método de Pugh, aplicada ao modelo DCM.

Fonte: Back *et al.* (2008).

Após a apuração do resultado final, as concepções mais promissoras devem seguir para a próxima etapa de avaliação, estas não devem ultrapassar o número de quatro.

4.3.4.2. SEGUNDA TRIAGEM DAS CONCEPÇÕES

A segunda triagem é executada de acordo Back *et al.* (2008), determinando o valor da função utilidade e ordenando as concepções mais promissoras identificadas na etapa anterior, conforme descrito na seção 3.4.3.2.

O processo se inicia na determinação dos critérios específicos para a avaliação. Estes critérios devem buscar as características peculiares de cada produto, pode-se contemplar, por exemplo, a priorização dos fluxos produtivos já existentes na empresa, que seriam as linhas de produção com seus processos e equipamentos, e os custos. As indústrias produtoras de malha possuem, para efeitos comparativos, os custos por processos e por matéria-prima, devidamente mapeados.

Para determinar o peso de cada critério, de acordo com Back *et al.* (2008), será empregado o método de Delphi, onde a equipe valora os pesos de importância dos critérios. Os valores atribuídos serão de 0 a 1, sendo o somatório de todos os valores atribuídos igual a 1.

Na valoração dos critérios a escala utilizada é de 1 a 5, tanto para critérios qualitativos como quantitativos. Para critérios quantitativos utiliza-se comparação da escala utilizada com os valores identificados nos critérios, associando 1 ao menor valor e 5 ao maior valor identificado. Os demais valores são obtidos por interpolação.

Para critérios qualitativos, a valoração é efetuada adotando os conceitos e os respectivos valores mostrados na tabela 4.2.

Desta forma, pode-se selecionar, de forma mais refinada, qual a melhor solução.

Tabela 4.2 Valoração de critérios qualitativos (BACK *et al.*, 2008).

Valoração qualitativa dos critérios	Valoração numérica dos critérios
Satisfatório	1
Regular	2
Bom	3
Muito bom	4
Excelente	5

A determinação da função utilidade de cada alternativa define qual delas seguirá para a etapa posterior.

Para melhor elucidar o processo será visto um exemplo hipotético de aplicação. Tomando como base o exemplo visto na figura 4.5. Nele, as concepções AB, BD e LM seriam as mais promissoras. Estas devem seguir para a segunda triagem. Os critérios de seleção utilizados foram:

- Fluxo produtivo: atribuindo-se a ele a importância de 60% no produto, logo o peso do critério é 0,6;
- Custo: atribuindo-se a ele a importância de 40% no produto, logo o peso do critério é 0,4. (Os pesos dos critérios foram atribuídos de forma hipotética para ilustrar a explicação.)

O critério fluxo produtivo pode ser avaliado como qualitativo, considerando se a concepção proposta se enquadra nos processos já existentes na empresa. Seguindo a valoração da tabela 4.2.

O critério custo é quantitativo. No exemplo, a concepção LM apresentaria o maior custo recebendo a valoração 1 e para a concepção BD o menor custo recebe a valoração 5. A valoração da concepção AB por ter um custo intermediário deveria ser definida por interpolação, como se está tratando de um exemplo hipotético sem referências numéricas será atribuído à concepção AB a valoração 3 .

No exemplo a concepção mais promissora foi a BD e esta deve seguir para a próxima etapa (ver figura 4.6).

Critérios de seleção	Peso dos critérios	Concepções geradas					
		Concepção AB		Concepção BD		Concepção LM	
		$U_{i,1}$	$W_i \cdot U_{i,1}$	$U_{i,2}$	$W_i \cdot U_{i,2}$	$U_{i,3}$	$W_i \cdot U_{i,3}$
<i>Processos produtivos</i>	0,6	3	1,8	4	2,4	2	1,2
<i>Custo</i>	0,4	3	1,2	5	2	1	0,4
Valor da função		3		4,4		1,6	
Ordenação das concepções		2ª Posição		1ª Posição		3ª Posição	

Figura 4.6 – Segunda triagem das concepções, conforme modelo DCM.

4.3.5 AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA

Nesta etapa, a melhor concepção recebe uma avaliação técnica mais refinada verificando a sua viabilidade de manufatura. Considerando a projeção de volume a ser produzido verifica-se a capacidade produtiva da empresa, nos diferentes processos produtivos e, em caso de parte do processo ser terceirizado, é necessário verificar se outras empresas são capazes de atender a esta demanda. Ainda, é necessário verificar se já existe fornecedor de matéria-prima com capacidade de entregar a quantidade necessária.

Outra avaliação é um refinamento de todos os custos envolvidos no produto para se verificar o atendimento do requisito custo. Os valores estabelecidos nesta fase são sujeitos a variações considerando que não se tem ainda o projeto detalhado do produto, pois a malha está estabelecida somente no nível de conceito.

4.3.6 APROVAÇÃO DA CONCEPÇÃO

Finalizando esta etapa, preenche-se um formulário próprio, contendo: a lista de requisitos, a estrutura funcional e a concepção de produto mais promissora (ver figura 4.7). Este documento permite que o projeto siga para as etapas posteriores.

Na sequência, será desenvolvida uma ferramenta de aplicação do modelo DCM para facilitar sua implementação e auxiliar na verificação de sua viabilidade e eficácia. Na seção seguinte tem-se a descrição do desenvolvimento da ferramenta em meio eletrônico.

FICHA DE APROVAÇÃO PARA A ETAPA CONCEITUAL DESENVOLVIMENTO DE MALHAS	
Referência:	
Requisitos do produto	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
Funções	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
Concepção de produto aprovada	
Data	Aprovado por:
/ /	_____

Figura 4.7 – Ficha de aprovação para conclusão da etapa conceitual na metodologia DCM.

4.4 DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA DE APOIO

Objetivando otimizar a implementação do modelo DCM desenvolveu-se uma ferramenta de apoio em planilhas eletrônicas no programa Excel, por se tratar de um programa bem difundido e de fácil manuseio.

A ferramenta é estruturada em cinco planilhas possuindo um sequenciamento de informações interligadas, onde os dados de uma planilha alimentam automaticamente a outra. As planilhas estão relacionadas com as etapas previstas no fluxograma do modelo, facilitando a compreensão da ferramenta e seguindo a lógica do desenvolvimento de produto.

Na figura 4.8, está exposto o sequenciamento de como a ferramenta foi desenvolvida.

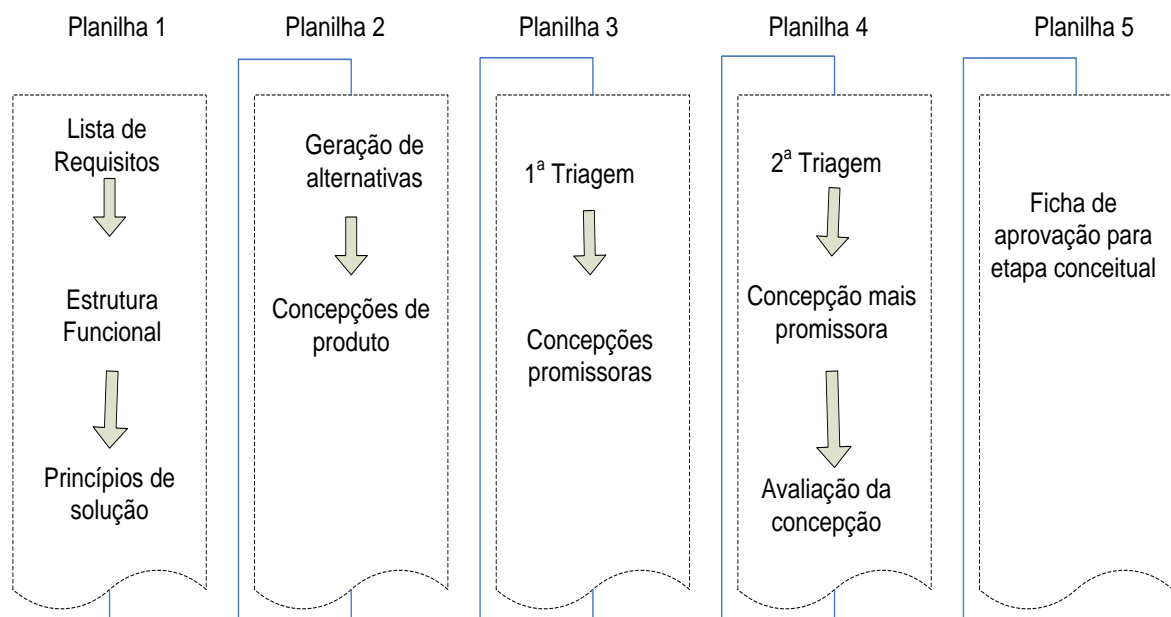


Figura 4.8 – Fluxograma de informações na construção da ferramenta.

As planilhas são transparentes ao usuário, possibilitando o acesso de todos os dados. As mesmas permitem os registros de informações a cada etapa.

A figura 4.9 mostra uma visão geral da ferramenta.

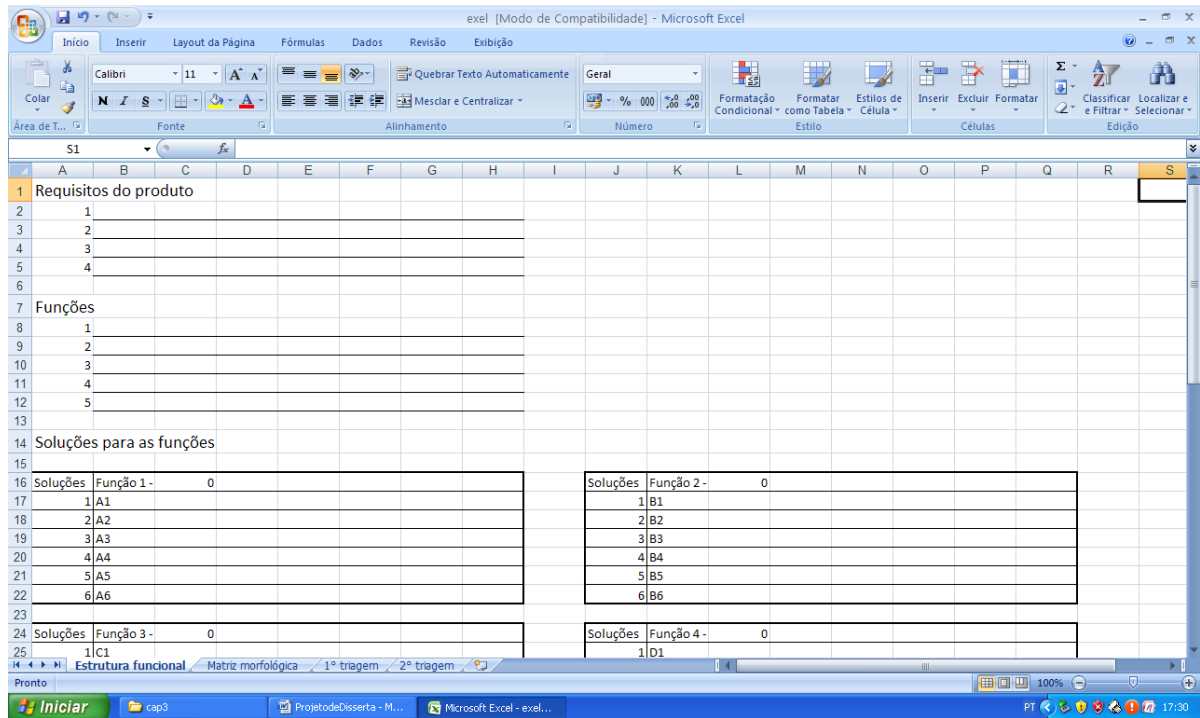


Figura 4.9 – Visão geral da ferramenta em sua primeira planilha.

Com o objetivo de melhor esclarecer a dinâmica do funcionamento da ferramenta e verificar a necessidade de ajustes, na sequência, tem-se uma aplicação descritiva da mesma.

4.5 APLICAÇÃO DESCRITIVA

Na seção anterior, demonstrou-se, de forma esquemática, a estrutura da ferramenta. Nesta seção, será descrita a elaboração da ferramenta através de uma aplicação descritiva, que tem como objetivo demonstrar o funcionamento da mesma. As planilhas serão preenchidas a partir de um exemplo hipotético de desenvolvimento de malha.

A primeira planilha contém a lista de requisito do produto, que é originária do projeto informacional. A partir dela se determinam quais são funções do produto. Estas devem ser analisadas profundamente pela equipe de desenvolvimento, e então o grupo propõe princípios de soluções para cada função definida anteriormente.

No exemplo descritivo, os dados iniciais para o preenchimento da planilha são os requisitos do produto que se encontram na tabela 4.3.

Tabela 4.3 Requisitos de produto para aplicação descritiva do modelo DCM.

	REQUISITOS DO PRODUTO	VALOR/FORMA/REFERÊNCIA
1	Gramatura aproximada	190g/m ²
2	Alt. dimensional máximo na largura	-3%
3	Alt. dimensional máximo no comprimento	-3%
4	Elasticidade mínima	100%
5	Fibra de maior participação	Algodão
6	Aspecto visual	Efeito floral em relevo
7	Custo máximo por quilo de malha	R\$ 30,00

Estes dados alimentaram a planilha e a partir deles foram determinadas quais seriam as funções do produto.

Neste caso, os requisitos de produto 1, 5 e 7 não permitem gerar funções, atuam somente como critérios de seleção. As funções geradas se encontram na tabela 4.4.

Tabela 4.4 Funções geradas na aplicação descritiva do modelo DCM

FUNÇÕES DO PRODUTO	REQUISITOS ATENDIDOS
Estabilizar malha	2 e 3
Proporcionar elasticidade	4
Gerar efeito relevo	6

Para cada função de produto foram descritas diferentes princípios de solução, estes preencheram a planilha estrutura funcional, como mostra a figura 4.10.

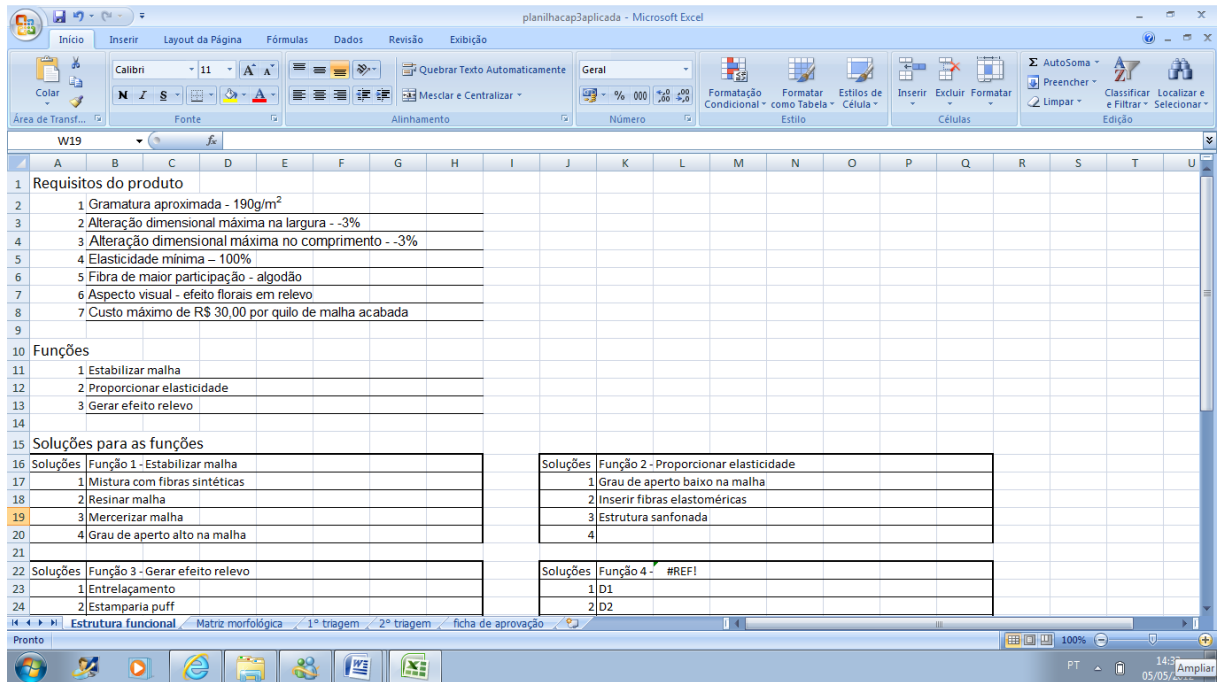


Figura 4.10 – Primeira planilha da aplicação do modelo DCM, denominada estrutura funcional.

A segunda planilha propõe a geração de concepções alternativas para o produto “malha”. Nela, os dados da planilha antecessora formam automaticamente uma matriz morfológica (ver figura 4.11).

MATRIZ MORFOLÓGICA

FUNÇÕES		SOLUÇÕES			
1	Estabilizar malha	Mistura com fibras sintéticas	Resinar malha	Mercerizar malha	Grau de aperto alto na malha
2	Proporcionar elasticidade	Grau de aperto baixo na malha	Inserir fibras elastoméricas	Estrutura sanfonada	
3	Gerar efeito relevo	Entrelaçamento	Estamparia puff	Bordado	

Figura 4.11 – Matriz morfológica gerada pela ferramenta do modelo DCM.

A combinação destas soluções geram as concepções de produto, respeitando as restrições de compatibilidade e do atendimento aos requisitos, já descritas na seção 4.3.3.

Nesta planilha devem-se descrever quais foram as restrições consideradas nos filtros, ao se combinar os princípios de soluções.

As restrições aplicadas foram:

1. não se merceriza fibras sintéticas e elastoméricas;
2. resinagem aumenta a gramatura não atendendo aos requisitos iniciais;
3. mercerização não propicia elasticidade;

4. alto grau de aperto diminui elasticidade;
5. baixo grau de aperto piora a estabilidade.

A partir da matriz morfológica, considerando as restrições descritas, se definem as possíveis concepções de produto. As combinações possíveis se encontram na figura 4.12.

CONCEPÇÕES DE PRODUTO

	PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO		
1	Mistura de fibra sintética	estrutura sanfonada	relevo entrelaçamento
2	Mistura de fibra sintética	estrutura sanfonada	relevo estamparia puff
3	Mistura de fibra sintética	estrutura sanfonada	relevo bordado
4	Fibra algodão	fibra elastomérica	relevo entrelaçamento
5	Fibra algodão	fibra elastomérica	relevo estamparia puff
6	Fibra algodão	fibra elastomérica	relevo bordado

Figura 4.12 – Concepções de produto no modelo DCM.

Os dados da segunda planilha encontram-se na figuras 4.13.

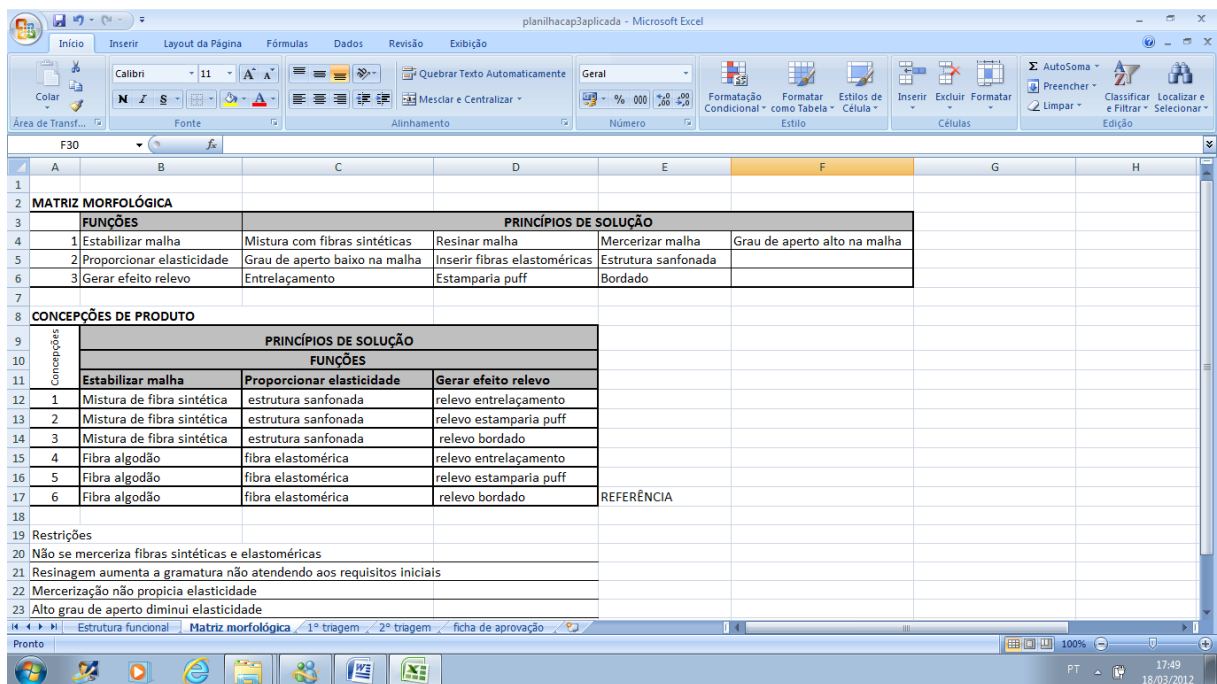


Figura 4.13 – Segunda planilha da aplicação do modelo DCM, denominada matriz morfológica.

A terceira planilha aborda a primeira triagem das concepções. Nela, aplica-se o método de Pugh (1991). Os critérios generalizados de triagem são os indicados na seção 4.3.4.1.

Nesta triagem, a concepção de produto considerada como a mais corrente nas malharias, passa a ser a de referência.

O processo se dá através da comparação das concepções de produtos, geradas na etapa anterior, com a de referência nos diferentes critérios generalizados, pontuando com (+) quando a concepção tiver um melhor desempenho no critério analisado, (-) quando tiver um pior desempenho e (0) quando o desempenho for igual ao da concepção de referência. Ao final, se faz o somatório das pontuações, as alternativas que obtiverem um maior resultado seguem para a etapa posterior.

A solução de referência para o exemplo descrito foi a de número 6.

A figura 4.14 mostra o processo dentro da planilha 1ª triagem.

Nesta primeira triagem, duas alternativas foram eliminadas, devido à baixa pontuação, e as concepções mais promissoras foram as de número: 3, 4, 5 e 6.

		Concepções alternativas					
Nº	Critérios generalizados adotados	Sol. Ref.	Sol. 1	Sol. 2	Sol. 3	Sol. 4	Sol. 5
1	Atendimento aos requisitos	0	-	-	-	0	0
2	custo	0	+	+	+	-	+
3	Confiabilidade	0	-	-	-	+	-
4	Aparência	0	0	-	0	0	-
Soma de (+)		0	1	1	1	1	1
Soma de (-)		0	2	3	2	1	2
Soma de (0)		4	1	0	1	2	1
Resultado final		0	-1	-2	-1	0	-1

14 Se no critério a solução em relação à referencia for:

15 Melhor digitar +

16 Pior digitar -

17 Igual digitar 0

Figura 4.14 – Terceira planilha da aplicação do modelo DCM, denominada 1ª triagem.

A quarta planilha trata da segunda triagem, avaliando as concepções consideradas como mais promissoras na triagem anterior. Nela, se estabelecem quais serão os critérios de seleção para uma triagem mais detalhada, assim como os

pesos a serem considerados. Na sequência, se determina a valoração dos critérios para cada concepção e a planilha gera automaticamente um ranqueamento.

Ainda, nesta planilha a melhor concepção passa por uma avaliação técnica e financeira, de forma descritiva, verificando sua real viabilidade de manufatura (ver seção 4.3.5).

No exemplo descritivo, os critérios de seleção utilizados foram considerados os mais relevantes para este produto específico, atribuindo a eles pesos de acordo com sua importância para o produto (ver tabela 4.5).

Tabela 4.5 Critérios de seleção utilizados na segunda triagem da aplicação descritiva.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	PESOS
1) Priorização dos processos fabris da empresa	0,3
2) custo do produto baseado em dados da empresa	0,3
3) aparência final do produto	0,4
$\Sigma =$	1,0

A valoração do critério 1 se deu considerando as características das empresas da região de Jaraguá do Sul e a pontuação descrita na tabela 4.2. A valoração do critério 3 também foi baseada na mesma tabela.

Para o critério 2, considerou-se um custo hipotético estimado para os processos fabris (ver tabela 4.6).

Tabela 4.6 Custo dos princípios de solução avaliados na segunda triagem da aplicação descritiva.

PRINCIPIO DE SOLUÇÃO	CUSTO (R\$) / QUILO DE MALHA
Efeito relevo em bordado	1,00
Efeito relevo em estampa <i>puff</i>	0,25
Efeito relevo em entrelaçamento	0,44

O custo do bordado por ser o mais elevado foi valorado como 1 e da estampa *puff* por ser o mais baixo ficou com a valoração 5. Por sua vez, o resultado do entrelaçamento saiu por interpolação, obtendo o valor 3.

Após a valoração dos critérios para cada alternativa, foi possível verificar qual a solução mais promissora, a de número 4 (ver figura 4.15). Em seguida, foi avaliada sua viabilidade econômica e fabril.

Critérios de seleção	Peso dos critérios	Concepções geradas											
		Concepção ref			Concepção 3			Concepção 4			Concepção 5		
		A ₁₁	u ₁₁	w ₁ ·u ₁₁	A ₁₂	u ₁₂	w ₁ ·u ₁₂	A ₁₃	u ₁₃	w ₁ ·u ₁₃	A ₁₄	u ₁₄	w ₁ ·u ₁₄
Processo fabril	0,3	1	0,3		1	0,3		3	0,9		5	1,5	
Custo	0,3	1	0,3		1	0,3		3	0,9		5	1,5	
Aparência	0,4	5	2		5	2		5	2		1	0,4	
Valor da função		2,6			2,6			3,8			3,4		
Ordenação das concepções		3ª Posição			3ª Posição			1ª Posição			2ª Posição		

Valor da função

$$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_{i,j}$$

U_j é o valor da função utilidade da concepção alternativa j;
 u_{ij} é o valor atribuído ao critério i da concepção alternativa j;
 W_i é o peso de importância do critério i;
 n é o número de critérios específicos adotados;
 j = 1 a m, onde m é o número de concepções submetidas à avaliação.

Considerações

A concepção 4 (Fibra algodão, fibra elastomérica, relevo entrelaçamento) atende a via bilidade econômica e produtiva dentro da empresa.

Figura 4.15 – Quarta planilha da aplicação do modelo DCM, denominada 2ª triagem.

Finalizando, na quinta planilha, a ficha de aprovação para a etapa conceitual mostrada na figura 4.7 é preenchida automaticamente, possibilitando sua impressão. Este documento servirá para permitir que o projeto siga para as etapas posteriores (ver figura 4.16).

FICHA DE APROVAÇÃO PARA A ETAPA CONCEITUAL DESENVOLVIMENTO DE MALHAS	
Referência:	Aplicação descritiva
Requisitos do produto	
1	Gramatura aproximada - 190g/m2
2	Alteração dimensional máxima na largura - -3%
3	Alteração dimensional máxima no comprimento - -3%
4	Elasticidade mínima - 100%
5	Fibra de maior participação - algodão
6	Aspecto visual - efeito florais em relevo
7	Custo máximo de R\$ 30,00 por quilo de malha acabada
Funções	
1	Estabilizar malha
2	Proporcionar elasticidade
3	Gerar efeito relevo
Concepção de produto aprovada	
4	Fibra algodão fibra elastomérica relevo entrelaçamento
Data	Aprovado por:
/ /	

Figura 4.16 – Quinta planilha da aplicação do modelo DCM, denominada ficha de aprovação.

4.6 CONSIDERAÇÕES

Após a construção de um modelo para o desenvolvimento de malhas, a partir da estrutura de Back *et al.* (2008), elaborou-se uma ferramenta para implementar o processo. A ferramenta buscou seguir o sequenciamento do modelo DCM.

Com a construção da ferramenta, foi realizada uma aplicação descritiva para demonstrar a forma com que esta ferramenta interage no processo de desenvolvimento de malhas.

Foi possível perceber, nesta aplicação, os ganhos que o modelo pode introduzir na geração e avaliação de diversas concepções de produto, se comparado com o resultado do levantamento diagnóstico onde o desenvolvimento na prática avalia e trabalha somente com uma única concepção.

Outro aspecto relevante foi o registro organizado de informações, presente em todo o processamento gerando um histórico de desenvolvimento.

No próximo capítulo, será descrita a condução de um experimento para verificar a validade do modelo DCM.

5 APLICAÇÃO DO MODELO

Neste capítulo, será apresentado como se processou a realização de um experimento utilizando o modelo DCM, relatando resultados e impressões dos participantes. Ao final, tem-se a avaliação do uso da ferramenta.

O modelo DCM com sua respectiva ferramenta foi testado por desenvolvedores de malha, simulando o desenvolvimento de um determinado produto, com o objetivo de verificar como a ferramenta se comportaria quando utilizada por profissionais da área têxtil.

Além do exposto, o processo teve o objetivo capturar as percepções dos participantes, quanto ao uso do modelo DCM e sua respectiva ferramenta de aplicação. Outro objetivo foi captar potenciais melhorias para o modelo DCM.

5.1 FORMA DE APLICAÇÃO

Para permitir a avaliação da ferramenta, foi conduzido um experimento com técnicos desenvolvedores de malha, objetivando verificar:

- a. a aderência da etapa conceitual no processo de desenvolvimento de malha;
- b. a validação do modelo de desenvolvimento proposto para a etapa conceitual em desenvolvimento de malha;
- c. a capacidade da ferramenta em conduzir a etapa conceitual;
- d. a qualidade dos registros documentais durante o desenvolvimento conceitual.

A aplicação do modelo se deu em um experimento aplicado a seis técnicos desenvolvedores de malha. Foram divididos em três grupos. São eles:

- G1. técnicos experientes utilizando a ferramenta proposta ;
- G2. técnicos inexperientes utilizando a ferramenta proposta;
- G3. técnicos experientes sem emprego da ferramenta proposta.

O grupo G3 foi o grupo de referência. Inicialmente, seus integrantes não receberam treinamento quanto ao uso da ferramenta. Este grupo representou como as empresas processam correntemente informações no desenvolvimento de malhas.

Todos receberam uma mesma lista de requisitos, referente ao desenvolvimento de uma determinada malha, para que elaborassem individualmente concepções de produto.

A tarefa foi realizada de forma individual, buscando reproduzir uma realidade onde segundo o levantamento diagnóstico e a experiência do pesquisador, nas indústrias produtoras de malhas o processo de concepção de produto geralmente é conduzido por somente um técnico.

Com o material entregue, por cada técnico, foi realizada uma análise de protocolo comparando os resultados obtidos com um resultado esperado, predefinido pelo pesquisador.

A análise avaliou:

- a. Quantidade de concepções geradas;
- b. Qualidade das concepções geradas;
- c. Tempo gasto para realizar a tarefa;
- d. Qualidade dos registros documentais durante a realização da tarefa.

Espera-se ao final desta análise, validar o modelo DCM e sua respectiva ferramenta de aplicação.

5.2 REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Na segunda semana de fevereiro de 2012, ocorreu a realização do experimento nas dependências do Instituto Federal de Santa Catarina, na cidade de Jaraguá do Sul, em Santa Catarina. Todos os participantes são técnicos ligados ao desenvolvimento de malha, atuantes nas indústrias de Jaraguá do Sul.

Para a realização foram convidados seis técnicos em desenvolvimento de malha, sendo quatro experientes e dois com menos experiência. Inicialmente, todos os participantes tomaram conhecimento sobre objetivos do experimento. Em seguida, ocorreu um treinamento, com os grupos G1 e G2, expondo a teoria de desenvolvimento de produto, o modelo DCM e sua utilização. O grupo G3 não recebeu este treinamento, por este ser o grupo de referência.

Por questão de sigilo, os participantes do grupo G1 foram designados como G1A e G1B. Os participantes do grupo G2 foram designados como G2A e G2B. Os participantes do grupo G3 foram designados como G3A e G3B. Na tabela 5.1, encontra-se a descrição da experiência em desenvolvimento de malha de cada participante e sua formação.

Tabela 5.1 Formação e experiência dos participantes do experimento.

PARTICIPANTE	FORMAÇÃO	EXPERIÊNCIA
G1A	Eng. Química	13 anos
G1B	Eng. Produção	15 anos
G2A	Química	Trabalha na indústria têxtil e participou de poucos desenvolvimentos de malhas.
G2B	Administração	Trabalha na indústria têxtil e participou de poucos desenvolvimentos no projeto detalhado de tinturaria.
G3A	Tec. processos	10 anos
G3B	Administração	14 anos

Após o treinamento, todos os grupos, (G1, G2 e G3), receberam uma mesma lista contendo os requisitos, que foi a utilizada na aplicação descritiva, seção 3.5. O tempo estimado para a realização da tarefa foi de duas horas. Os grupos G1 e G2 receberam ainda o arquivo contendo a ferramenta de aplicação.

O treinamento ocorreu em um laboratório de informática. Durante o experimento os participantes podiam pesquisar sobre os temas técnicos e entrar em contato com outras empresas e fornecedores de matérias-primas. Todos podiam permanecer no laboratório ou trabalhar no local considerado mais adequado por eles, pois a proposta era caracterizar um ambiente real de fábrica. Além do laboratório de informática todos tinham a disposição *notebooks*, que permitiam a mobilidade dos participantes. Alguns preferiram trabalhar na biblioteca e no laboratório de malharia.

Como referência, todos consideraram os fluxos produtivos comuns nas indústrias da região de Jaraguá do Sul, onde as empresas são integradas à confecção de vestuário, possuindo os setores de malharia, tinturaria e estamparia. Outros processos como bordados são terceirizados.

Individualmente, todos os participantes realizaram o experimento devolvendo o material gerado. Os participantes dos grupos G1 e G2 entregaram os arquivos da ferramenta proposta com suas tarefas concluídas e os participantes do grupo G3 entregaram o material gerado na forma de texto. Todos informaram o tempo gasto para a conclusão da tarefa.

Após a realização dos experimentos, todos os participantes responderam a um questionário. Para os grupos G1 e G2 o questionário era composto de três partes:

- a. a primeira parte está relacionada ao conhecimento que os participantes possuem em relação ao PDP;
- b. a segunda parte trata do entendimento e objetivo da tarefa;
- c. a terceira parte captura a percepção do grupo na utilização da ferramenta.

Para o grupo G3, o questionário era relacionado somente ao conhecimento que os participantes possuem em relação ao PDP. O questionário aplicado ao grupo G1 e G2 se encontra no apêndice B e o aplicado ao grupo G3 se encontra no apêndice C.

Com o material entregue foi possível realizar uma análise de protocolo dos resultados. Na figura 5.1 está exposta parte do experimento do participante G1A.

Funções	
1	Proporcionar conforto térmico (Req 1, Req 5)
2	Manter dimensões/modelagem da peça (Req 2, Req 3)
3	Proporcionar conforto ao vestir/usar a peça (Req 4)
4	Decorar o tecido (Req 6)
5	Ter custo acessível ao público selecionado (Req 7)
Soluções para as funções	
Sol	Função 1 - Proporcionar conforto térmico (Req 1, Req 5)
1	Utilizar fibras naturais: algodão, viscose, modal, lyocel ou suas misturas.
2	Utilizar fibras sintéticas c/ aplicação de produto químico p/ gerenciamento de umidade.
3	Utilizar estrutura de malha tipo "favo, colméia, etc" para favorecer a saída do suor.
Sol	Função 2 - Manter dimensões/modelagem da peça (Req 2, Req 3)
1	Utilizar um percentual de fibra de PES na seleção das fibras.
2	Utilizar estrutura de tecimento em meia-malha.
3	Aplicar produto químico tipo resina para reduzir alteração dimensional.
Sol	Função 3 - Proporcionar conforto ao vestir/usar a peça (Req 4)
1	Incorporar fio de elastano na estrutura de tecimento.
2	Utilizar estrutura de ribana canelada.
3	Aplicar produto químico - resina com poliuretano.
4	C4
5	C5
Sol	Função 4 - Decorar o tecido (Req 6)
1	Tecer em máquina Jacquard.
2	Utilizar tecimento com transferência.
3	Utilizar fio de poliamida para tecer o desenho.
4	Estampar tecido com pasta puff. Restrição somente 1 cor de puff.
5	Bordar tecido.
Sol	Função 5 - Ter custo acessível ao público selecionado (Req 7)
1	Utilizar misturas de fibras com processos de tingimento únicos/compatíveis.
2	Utilizar fibras de valor menor/kg. Ex. Algodão e viscose.
3	Estampar a decoração.
4	Utilizar elastano em cursos alternados.
Sol	Função 6 - #REF!
1	F1
2	F2
3	F3
4	F4

Figura 5.1 – Primeira planilha preenchida pelo participante G1A.

Na figura 5.2 tem-se o material entregue pelo participante G3A, pertencente ao grupo de controle.

Tear : mini jacquard duplafrontura diâmetro 30" Gauga 20.
Ribana 2x1 com fio 100% algodão, lurex e Pue.

Fios:
NE 30/1 P
100% CO Aproximadamente 80%
torção Z

NM 45 Metálico
76%CV/24%PES MT Aproximadamente 18%
Torção Z

DEN 40
100% PUE Aproximadamente 2%
CRÚ

Posição do disco: atrasado.

Figura 5.2– Material entregue pelo participante G3A.

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO

As análises iniciais são relativas aos resultados obtidos, com o uso da ferramenta, pelos grupos G1 e G2.

Os registros brutos dos experimentos realizados estão dispostos na tabela 5.2, na forma numérica para facilitar a análise.

Tabela 5.2 Dados do experimento com o modelo proposta.

Grupos	Participantes	Nº de funções	Princípios de soluções	Concepções de produto	Concepções na 2a triagem
G1	G1A	5	18	3	3
	G1B	5	27	5	3
G2	G2A	6	13	6	3
	G2B	3	12	7	4

Verifica-se que todos encontraram um número significativo de funções e princípios de solução, acima do esperado que seriam de três funções e dez

princípios de soluções. Isto sinaliza que a metodologia DCM propicia a geração de funções e seus respectivos princípios de solução. Os princípios de soluções foram expressos na forma descritiva.

Os participantes do grupo G1, composto por desenvolvedores mais experientes, geraram um número de funções próximo ao dos participantes do grupo G2. Porém, o número de princípios de soluções foi bem mais elevado. Verifica-se que, embora a ferramenta conduza o processo, a experiência do usuário permite a geração de um número maior de princípios de solução.

O grupo G1, apesar de apresentar um número de princípios de soluções mais elevado ao aplicar os filtros, gerou um número menor de concepções de produto. Novamente, a metodologia conduziu o processo. Porém, a experiência do técnico permitiu aplicar a filtragem de forma mais refinada.

O uso da ferramenta permitiu, em todos os experimentos, gerar um histórico de desenvolvimento devidamente registrado.

Ao final, todos obtiveram resultados de concepção do produto muito próximos e dentro do esperado, com base na aplicação descritiva, seção 4.5. Desta forma, pode-se inferir a eficiência da metodologia DCM ao permitir que técnicos de pouca experiência tenham resultados tão satisfatórios quanto aos dos mais experientes.

Os participantes do grupo G3 entregaram uma listagem com dados de matéria-prima, regulagens de máquina e fluxo de processo. Com isto, replicaram o verificado no levantamento diagnóstico, onde a etapa conceitual é negligenciada. Partiram dos requisitos do produto direto para o projeto detalhado, avaliando mentalmente as alternativas e não gerando registros.

Os tempos de execução da tarefa variaram em relação ao esperado, que seria de duas horas. Os tempos foram de:

- a. G1A - 1 hora;
- b. G1B - 6 horas;
- c. G2A - 2 horas;
- d. G2B - 1 hora;
- a. G3A - 45 minutos;
- b. G3B - 1 hora.

Percebe-se que na média a utilização da ferramenta torna o processo um pouco mais demorado. Porém, este fato se justifica ao se considerar o número maior

de alternativas a serem avaliadas e o comprometimento em gerar registros que podem auxiliar em futuros desenvolvimentos ou reprojatos.

5.4 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Após a realização da tarefa, os participantes dos grupos G1 e G2 preencheram um questionário para avaliar como a metodologia proposta foi percebida pelos participantes do experimento.

O modelo do questionário foi pautado no trabalho de Padilha (2008), que contém os seguintes temas:

- a. conhecimento que os participantes possuem em relação ao PDP;
- b. entendimento do objetivo da tarefa;
- c. percepção na utilização da ferramenta.

O questionário entregue aos participantes do grupo G3 era referente ao conhecimento que possuem em relação ao PDP.

Serão apresentados na sequência os resultados obtidos com a análise do questionário.

5.4.1 CONHECIMENTO EM RELAÇÃO AO PDP

Neste bloco, as perguntas foram direcionadas para captar o conhecimento sobre as metodologias de PDP e suas aplicações em desenvolvimento de malha.

Dos seis participantes, três tinham conhecimento sobre alguma abordagem metodológica para desenvolvimento de produto, adquiridos de diferentes formas, (ver tabela 5.3).

Todos responderam afirmativamente as questões 1.3, 1.4 e 1.5 (Apêndice B e C), o que indica que os participantes já fizeram parte de alguma equipe de desenvolvimento de malhas, e embora G1A, G2B e G3B sinalizem ter algum grau de conhecimento sobre as metodologias de PDP, em todos os casos, as metodologias

que utilizam não possuem uma etapa específica para o desenvolvimento conceitual do produto e também não ocorre o registro do histórico de desenvolvimento.

Tabela 5.3 Como o participante tomou conhecimento da metodologia de PDP.

	G1A	G1B	G2A	G2B	G3A	G3B
Literatura acadêmica	X					
Empiricamente			X			
Em treinamentos ou atividade acadêmica						X
Não tenho conhecimento		X		X	X	

5.4.2 ENTENDIMENTO DA TAREFA

Esta etapa do questionário foi aplicada somente aos grupos G1 e G2, e tinha o propósito de captar como a tarefa foi recebida e compreendida, assim como o seu desenvolvimento.

Para todos os participantes a tarefa foi de fácil compreensão e os requisitos de produto foram suficientes para a execução da tarefa. No que tange ao entendimento e uso da ferramenta os resultados podem ser vistos na tabela 5.4.

Tabela 5.4 Compreensão da tarefa.

	G1A	G1B	G2A	G2B
Inicialmente sim, mas com o decorrer do uso da ferramenta, algumas dúvidas surgiram	X		X	
Inicialmente não, mas com o decorrer do uso da ferramenta, algumas dúvidas foram sendo esclarecidas		X		X

Percebe-se que, embora tenham compreendido bem a tarefa, os grupos G1A e G2A tiveram dúvidas no decorrer da conclusão da tarefa. Credita-se esta dificuldade à falta de hábito dos participantes em determinar critérios de seleção para as concepções de produto.

5.4.3 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA

Esta etapa do questionário foi aplicada somente aos grupos G1 e G2.

Nesta seção do questionário, procurou-se abordar o modo com que os grupos receberam e utilizaram a ferramenta, e as considerações quanto ao uso da mesma.

Todos os participantes dos grupos G1 e G2 responderam de forma afirmativa a todas as questões relativas a avaliação da ferramenta.

Os participantes afirmaram que a interface da ferramenta foi de fácil assimilação e que a mesma foi de fácil utilização em todas as etapas do processo.

Em todos os casos a alternativa apontada pela ferramenta como a mais promissora correspondeu com as expectativas do usuário.

Todos afirmaram que o uso de uma ferramenta que aborde o desenvolvimento conceitual de produto, auxilia na tomada de decisão e que os registros deixados ao se utilizar a ferramenta são suficientes para servirem como histórico para o auxílio de novos desenvolvimentos.

Como sugestão de melhoria, o participante G1A propôs que ao final do desenvolvimento, em um caso real, a ferramenta tivesse um campo reservado para uma avaliação sobre os acertos e erros que foram impostos ao produto na etapa conceitual. Outra sugestão do participante G1B foi a de trabalhar a ferramenta em conjunto com um banco de dados relativo a fluxos produtivos, cadastro de matéria-prima, custos de produção, entre outros.

5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O EXPERIMENTO

Após a aplicação da ferramenta e o preenchimento do questionário foi discutido com cada participante sobre os resultados obtidos ao se utilizar a metodologia DCM, e os ganhos que a ferramenta pode gerar.

Durante a discussão com os participantes do grupo G3, ambos afirmaram que, a princípio, acharam impossível se desenvolver uma malha somente com alguns requisitos de produto. Não tinham como preencher uma ficha técnica de malharia com aquelas informações, pois a maioria dos desenvolvimentos, que ocorrem nas

indústrias produtoras de malha, se baseiam em cópias ou utilizam amostras físicas de outras malhas como referência. Este fato reforça a necessidade de ter uma metodologia própria para o desenvolvimento conceitual dentro das malharias, onde o desenvolvedor possa ser conduzido em um processo que ao final possibilite a geração de uma concepção de produto adequada as suas necessidades e deixando registrados todos os conhecimentos gerados nesta etapa.

Ao final, foi esclarecido que o objetivo do experimento era perceber como uma metodologia para desenvolvimento de malhas na etapa conceitual aplicada a uma ferramenta se comportaria nas mãos de técnicos envolvidos com o setor.

A existência de uma ferramenta que enderece a etapa conceitual para o desenvolvimento de malhas propicia uma melhora significativa:

- a. na geração de soluções, ao forçar a análise detalhada e individual das funções do produto;
- b. na concepção de diferentes e viáveis concepções de produto ao se avaliar as diferentes combinações de soluções;
- c. na seleção da melhor concepção ao se aplicar a convergência controlada em duas etapas;
- d. Na avaliação detalhada da concepção eleita.

Não obstante, o uso da ferramenta auxilia na documentação da etapa, gerando um histórico que pode ser resgatado a qualquer momento.

Ao final do experimento verifica-se que a metodologia proposta aplicada a uma ferramenta foi de fácil entendimento e aplicação, cujos ganhos já foram esclarecidos.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 CONCLUSÕES

A carência das indústrias de malha em desenvolver produtos inovadores e competitivos pode estar relacionada à falta de uma metodologia de PDP adequada, quando baseia, na maioria dos casos, seus desenvolvimentos em cópias.

A presente pesquisa proporcionou um melhor entendimento do desenvolvimento de produto nas malharias, onde as metodologias clássicas de PDP não são utilizadas e a etapa conceitual é a mais negligenciada durante o processo.

Em todas as etapas, o estudo buscou-se a interação dos referenciais bibliográficos com a prática das indústrias, possibilitando a geração de um conhecimento de uso efetivo no cotidiano das empresas.

O modelo DCM, proposto para endereçar a etapa conceitual em desenvolvimento de malhas, aplicada a uma ferramenta, foi capaz de conduzir bem o processo de desenvolvimento para a etapa proposta. O processamento da metodologia é muito próximo do processo mental que ocorre com os desenvolvedores de malha, o que facilita o entendimento e a aplicação da ferramenta.

Verifica-se que ao utilizar a ferramenta, quanto maior for a experiência do desenvolvedor, maiores são as possibilidades de se ter um produto inovador. Porém, pessoas de pouca experiência também conseguem gerar bons resultados, a partir do uso da ferramenta. Na aplicação da ferramenta ficou claro que seu usuário deve receber, inicialmente, um bom treinamento sobre o funcionamento da mesma e a respeito de metodologia de PDP, para que ele possa visualizar o processo como um todo.

Com base nos resultados obtidos, acredita-se que a metodologia proposta está adequada para ser aplicada dentro das empresas produtoras de malha. Pela peculiaridade do setor têxtil a mesma metodologia deveria ser adaptada para desenvolvimento de tecido plano, tecido não-tecido e fios.

Em produtos com alto grau de complexidade, o desenvolvedor de malhas tem dificuldade para avaliar diferentes parâmetros até chegar a uma concepção final de produto. Então, nestes casos a metodologia proposta demonstra ter grande aplicabilidade devido a sua sistemática de tratamento das informações, focando o produto final. Quanto maior for a complexidade do produto, mais relevante é a utilização da ferramenta. Este indicativo mostra que a ferramenta poderia ser utilizada em desenvolvimento de tecidos tecnológicos, já que este apresenta muitas variáveis.

O modelo DCM possibilita a criação de diversas concepções de produto gerando um ganho, na possibilidade de se desenvolver produtos inovadores, considerando que na prática o PDP de malha trabalha com uma única alternativa.

Os registros feitos durante o processamento do modelo DCM são um grande ganho como histórico de desenvolvimento para futuros projetos e reprojets. Isto se torna mais relevante quando se verifica que, de acordo com o levantamento diagnóstico, as empresas que desenvolvem malhas não possuem estes registros sistematizados e quando um desenvolvedor de malha sai da empresa leva consigo todas as experiências e conhecimentos acumulados durante o tempo que lá esteve.

Finalizando, pelos resultados obtidos com esta pesquisa, conclui-se que os objetivos propostos na seção 1.4 foram alcançados.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para que a ferramenta atenda melhor aos seus propósitos, a mesma deve sofrer as seguintes implementações:

- a. criar mecanismos que impeçam acessar as planilhas seguintes caso alguns campos, pré definidos, não estejam preenchidos;
- b. possuir um banco de dados técnicos que auxilie na execução da ferramenta;
- c. as informações geradas no modelo DCM devem alimentar automaticamente um banco de dados, para alimentar com informações projetos futuros.

Validar o modelo DCM, através de uma aplicação dentro de uma indústria têxtil produtora de malhas.

A possibilidade de se aplicar projeto conceitual ao desenvolvimento de malhas indica que as outras etapas relativas ao PDP, como: projeto informacional, projeto preliminar e projeto detalhado, devem ser estudadas para verificar suas aderências ao desenvolvimento têxtil.

Verificar a aplicabilidade da metodologia DCM em outros produtos da indústria têxtil como: tecidos tecnológicos, tecido plano, tecido não-tecido e fios.

REFERÊNCIAS

ABIT. **Perfil geral do setor têxtil e de confecção** – Brasil. 2011. Disponível em: <www.abit.org.br>. Acesso em: 10 fev. 2012.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de engenharia têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987a. 1 v.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de engenharia têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987b. 2 v.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Adquira sua norma**. Disponível em: <www.abnt.org.br>. Acesso em: 20 fev. 2012.

BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonny Carlos da. **Projeto Integrado de Produtos : Planejamento, Concepção e Modelagem**. Barueri, SP: Editora Manole, 2008.

BAXTER, M. **Projeto do produto guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**, São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1998.

BRASIL TÊXTIL. **Relatório setorial da cadeia têxtil brasileira 2005**. São Paulo: Instituto de Estudos e Marketing Industrial Ltda, 2005.

CENTRO DE TECNOLOGIA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E TÊXTIL. **Starfish: métodos e testes**. Rio de Janeiro: CETIQT, 1986.

CHEREM, L. F. C. **Um modelo para a predição da alteração dimensional em tecidos de malhas de algodão**. 2004. 294 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

DUARTE, F.; JACKSON, M.; MONTEIRO, B. A natureza coletiva do processo de desenvolvimento de produto na indústria de roupas de malha. **Produto & Produção**, vol. 7, n. 3, p. 03-12. Out. 2004.

ECKERT, C.; DEMAID, A. Concurrent design. **78th International Conference of the Textile Institute**, Thessaloniki, Greece, Mai, 1997.

ECKERT, C. STACEY, M. WILEY, J. Expertise and designer burnout. **International Conference on Engineering Design**. Munich, 1999. Disponível em: <<http://litd.psych.uic.edu/personal/jwiley/burn-iced.html>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

FEGHALI, M. K.; DWYER, D. **As engrenagens da moda**. Rio de Janeiro: Editora Senac, 2001.

JORDAN, M. B. P.. **Processo de desenvolvimento de produto**: um estudo para a indústria têxtil. 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

KAMIYA, R.; CHEESEMAN, B.; A. POPPER, P.; CHOU, T. Some recent advances in the fabrication and design of three-dimensional textile performs: a review. **Composites Science and Technology**, ed. Elsevir, pg. 33-47, 2000.

LYER, C.; MAMMEL, B.; SCHÄCH, W. **Circular knitting**; technology, process, structures, yarns, quality. Bamberg: Meisenbach, 1992.

MATSUO, T.; SURESH, M. N. The design logic of textile products. **Textile Progress**, vol 27, n 3, Manchester: The Textile Institute, 1997.

NEVES, M. **Desenho têxtil – tecidos**. Minho, Portugal: Grafica Melas Indústria Gráfica, 2000. 2v.

OLIVEIRA, G. N. **Construindo um sistema de desenvolvimento de produtos em empresas têxteis por intermédio de gestão de portfólio e de qfd**. 2007. 188 f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

PADILHA, J. B. **Ferramenta para avaliação de alternativas na etapa conceitual de desenvolvimento de produto**: uma abordagem baseada em critérios de inovação. 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica e de materiais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. **Projeto na engenharia: fundamento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design, a sistematic approach**. London: Springer, 1996.

PEZZOLO, D. B. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. São Paulo: Editora Senac, 2007.

PUGH, S. **Total design: integrated methods for successful product engineering**. Wokingham: Addison Wesley, 1991.

RIBEIRO, L. G. **Introdução à tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro: CETIQT/SENAI, 1984. 2 v.

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

SANCHES, R. A. **Procedimento para o desenvolvimento de tecido de malha a partir de planejamento de experimento**. 2006. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SEBRAE. **Classificação empresarial**. 2012. Disponível em: <www.abit.org.br>. Acesso em: 10 fev. 2012.

TREPTOW, D. **Inventando moda: planejamento da coleção**. Brusque: Ed. Brusque, 2007.

ULLMAN, D. G. **The mechanical design process**. New York: Mc Graw-hill, 1992.

YIN, R. K., **Applications of Case Study Research**. 2 ed, California: Sange, 1994.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NO LEVANTAMENTO DIAGNÓSTICO

Questionário aplicado no levantamento diagnóstico com o objetivo de mapear o desenvolvimento do produto de malha, na região de Jaraguá do Sul.

  <p>PESQUISA SOBRE A SISTEMÁTICA DO DESENVOLVIMENTO DE MALHA NAS INDÚSTRIAS TÊXTEIS NA REGIÃO DE JARAGUÁ DO SUL</p>	<p>Ronaldo dos Santos Rodrigues, Eng. Mec. Pesquisador – Mestrado PPGEM/UTFPR</p> <p>Carlos Cziulik, Dr. Eng. Professor Orientador - UTFPR</p>
---	--

OBJETIVO DA PESQUISA – A presente pesquisa tem como objetivo mapear o desenvolvimento do produto de malha, na região de Jaraguá do Sul, visando formular uma sistematização para a etapa conceitual do PDP de indústrias têxteis (produtoras de malhas), que trabalham de forma integrada com a indústria do vestuário.

SIGILO DAS INFORMAÇÕES – Todas as informações fornecidas são confidenciais, utilizadas somente para fins de pesquisa. O nome da empresa será mantido em sigilo e não será mencionado na dissertação (serão empregados códigos e.g. Empresa B). Após a finalização da pesquisa, em havendo manifestação de interesse, os resultados serão enviados.

1. Informações iniciais
1.1 Nome da empresa:
1.2 Ramo de atuação:
1.3 Principais produtos produzidos:
1.4 Cargo do entrevistado:
1.5 Tempo que trabalha com PDP:

2. Mapeamento do Processo de Desenvolvimento de Produto atual
2.1 A empresa possui um setor/equipe responsável pelo desenvolvimento de produto? a/ () SIM b/ () NÃO
2.2 Quantas pessoas fazem parte deste setor? a/ () uma b/ () duas a cinco c/ () seis a dez d/ () mais de dez
2.3 Como a empresa detecta a oportunidade do desenvolvimento do novo produto ou implementação dos já produzidos?
2.4 Como ocorre o processo de desenvolvimento de produto? Da geração da idéia até o lançamento do produto. É utilizado alguma metodologia ou um processo de apoio na formalização do desenvolvimento de produto? Qual?
2.5 O desenvolvimento de produto é conduzido pela experiência de alguns profissionais? a/ () SIM b/ () NÃO
2.6 Que ferramentas e métodos são utilizados no desenvolvimento de produto? Como: Casa da Qualidade, FMEA, Matriz Morfológica, Análise de Valor, Brainstorming, TRIZ, entre outros.

<p>2.7 A empresa possui algum requisito para a descrição inicial do produto a ser desenvolvido? Quais as mínimas informações sobre o produto são definidas?</p> <p>a/ () SIM b/ () NÃO</p> <p>Quais -</p>
<p>2.8 Como ocorre o processamento das informações adquiridas nas necessidades dos clientes e na tendência de mercado em requisitos (características) dos produtos?</p>
<p>2.9 Como são classificados por prioridade, os requisitos do produto? É utilizada alguma ferramenta?</p>
<p>2.10 De um modo geral esses requisitos tem que aspectos? Classifique com o grau de maior ocorrência.</p> <p>() Estéticos () Funcionais () Inovação () Introdução de novas tecnologias () Baixo preço () Alta qualidade () Alto valor agregado () Oferecimento de serviços de maior qualidade () Outros _____</p>
<p>2.11 Após a definição dos requisitos do produto ocorre a geração de alternativas que viabilizem o novo produto? Como?</p> <p>a/ () SIM b/ () NÃO</p> <p>Como -</p>
<p>2.12 As alternativas geradas apresentam detalhamentos para a fabricação ou são idéias de concepção?</p> <p>a/ () Detalhadas b/ () Conceituais</p>
<p>2.13 Como ocorre a avaliação para determinar qual ou quais alternativas seguem no processo de desenvolvimento? Como essas informações são repassadas?</p>
<p>2.14 Em seguida ocorre um melhor detalhamento da alternativa escolhida? Quem processa este detalhamento?</p> <p>a/ () SIM b/ () NÃO</p> <p>Quem -</p>
<p>2.15 Após o detalhamento ocorre a avaliação dos processos produtivos para a fabricação do produto? Como?</p> <p>a/ () SIM b/ () NÃO</p> <p>Como -</p>
<p>2.16 Os processos já existentes na empresa são priorizados? A que nível?</p> <p>a/ () SIM b/ () NÃO</p> <p>Que nível -</p>
<p>2.17 Existe algum procedimento para garantir que o desenvolvimento está de acordo com o planejado? Qual?</p> <p>a/ () SIM b/ () NÃO</p> <p>Qual -</p>
<p>2.18 Quais as maiores dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do produto?</p>
<p>2.19 Aproximadamente qual seria o percentual de melhoramento de produto já existente, cópias e produtos diferenciados ou inovadores.</p> <p>a/ () Melhoramento b/ () Cópias c/() Diferenciados ou Inovadores</p>
<p>2.20 Quais fatores de desempenho são considerados nos novos produtos desenvolvidos?</p>
<p>2.21 Qual o percentual aproximado de retrabalho no desenvolvimento de malhas, decorrente do produto final não atender aos requisitos iniciais (esperados)? Quais os principais motivos?</p>

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DOS GRUPOS G1 E G2

Questionário aplicado aos participantes dos grupos G1 e G2 para avaliar como a metodologia proposta foi percebida pelos participantes do experimento.

QUESTIONÁRIO PARA OS PARTICIPANTES – Grupos G1 e G2**PARTE 1. COM RELAÇÃO À FAMILIARIZAÇÃO COM AS PRÁTICAS PROJETAIS:**

1.1 É do seu conhecimento alguma abordagem metodológica para o desenvolvimento de produtos?

- Sim
- Não

1.2 Como você tomou conhecimento da abordagem metodológica mencionada na questão anterior?

- Literatura acadêmica.
- Empiricamente.
- Em treinamentos ou atividade acadêmica.
- Em órgãos públicos ou ONGs.
- Não tenho conhecimento.

1.3 Você já participou de alguma equipe de desenvolvimento de produto, cujo objetivo fosse o desenvolvimento de malha (têxtil)?

- Sim
- Não

1.4 No seu método de trabalho existe uma etapa específica para o desenvolvimento conceitual do produto?

- Sim.
- Não.

1.5 No seu método de trabalho são armazenados os registros de princípios de soluções e concepções de produtos gerados no desenvolvimento conceitual do produto?

- Sim.
- Não.

Caso positivo, como?

PARTE 2. COM RELAÇÃO À TAREFA:

2.1 A tarefa foi de fácil compreensão?

- Sim
- Não

2.2 Os requisitos de produto fornecidos foram suficientes para a execução da tarefa?

- Sim
- Não

Caso negativo, sugira outros.

2.3 Quanto ao treinamento dado, às informações passadas foram suficientes para o entendimento e uso da ferramenta?

- Sim, foi possível utilizar a ferramenta sem ter havido dúvidas.
- Inicialmente sim, mas com o decorrer do uso da ferramenta, algumas dúvidas surgiram.
- Inicialmente não, mas com o decorrer do uso da ferramenta, algumas dúvidas foram sendo esclarecidas.
- Não, as informações repassadas não deixaram claro o entendimento das propostas.

PARTE 3. COM RELAÇÃO AO USO DA FERRAMENTA:

3.1 Com relação à interface da ferramenta, esta foi de fácil assimilação?

- Sim
- Não

Caso negativo, que medidas poderiam ser adotadas para que a interface ficasse mais “amigável”?

3.2 A ferramenta foi de fácil utilização?

- Sim
- Não

Caso negativo, que medidas poderiam ser adotadas para que a ferramenta tenha um melhor entendimento?

3.3 Na planilha de estrutura funcional foi possível deduzir as funções do produto e determinar os princípios de soluções com facilidade?

- Sim
- Não

3.4 Na planilha de matriz morfológica foi possível aplicar as restrições e determinar as concepções de produto com facilidade?

- Sim
- Não

3.5 Na planilha 1ª triagem foi possível avaliar as concepções e ordená-las com facilidade?

- Sim
- Não

3.6 Na planilha 1ª triagem os critérios generalizados adotados são adequados para desenvolvimento de malha?

- Sim
- Não

Caso negativo, que critérios generalizados seriam interessantes de serem avaliados?

3.7 Na planilha 2ª triagem foi possível definir os critérios de seleção com facilidade?

- Sim
- Não

3.8 Na planilha 2ª triagem foi possível definir o peso dos critérios de seleção com facilidade?

- Sim
- Não

3.9 Na planilha 2ª triagem foi possível definir a valoração dos critérios para as alternativas avaliadas com facilidade?

- Sim
- Não

3.10 A alternativa apontada pela ferramenta coincidiu com as suas expectativas?

- Sim
- Não

3.11 O uso de uma ferramenta que aborde o desenvolvimento conceitual do produto auxilia na tomada de decisão?

- Sim
- Não

3.12 O registros do processo de desenvolvimento gerados nesta ferramenta são suficientes para servirem como histórico e para o auxílio de novos desenvolvimentos, na etapa conceitual?

- Sim
- Não

3.13 Você teria alguma sugestão para aperfeiçoar esta ferramenta?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO GRUPO G3

Questionário aplicado aos participantes do grupo G3, o grupo de referência, após a realização do experimento.

QUESTIONÁRIO PARA OS PARTICIPANTES – Grupo G3

PARTE 1. COM RELAÇÃO À FAMILIARIZAÇÃO COM AS PRÁTICAS PROJETUAIS:

1.1 É do seu conhecimento alguma abordagem metodológica para o desenvolvimento de produtos?

- Sim
- Não

1.2 Como você tomou conhecimento da abordagem metodológica mencionada na questão anterior?

- Literatura acadêmica.
- Empiricamente.
- Em treinamentos ou atividade acadêmica.
- Em órgãos públicos ou ONGs.
- Não tenho conhecimento.

1.3 Você já participou de alguma equipe de desenvolvimento de produto, cujo objetivo fosse o desenvolvimento de malha (têxtil)?

- Sim
- Não

1.4 No seu método de trabalho existe uma etapa específica para o desenvolvimento conceitual do produto?

- Sim.
- Não.

1.5 No seu método de trabalho são armazenados os registros de princípios de soluções e concepções de produtos gerados no desenvolvimento conceitual do produto?

- Sim.
- Não.

Caso positivo, como?