



**ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

Camila Ardais Medeiros Pujol

**PROPOSTA DE UM MODELO INTEGRADO AO PDP PARA O
DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM**

Porto Alegre

2012



**ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

Camila Ardais Medeiros Pujol

**PROPOSTA DE UM MODELO INTEGRADO AO PDP PARA O
DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para a obtenção do Grau de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Porto Alegre

2012

CIP - Catalogação na Publicação

Ardais Medeiros Pujol, Camila
Proposta de um Modelo Integrado ao PDP para
Desenvolvimento de Embalagem / Camila Ardais
Medeiros Pujol. -- 2012.
137 f.

Orientador: Fábio Gonçalves Teixeira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. Processo de Desenvolvimento de Produto. 2.
Embalagem. 3. Modelo Integrado. I. Gonçalves
Teixeira, Fábio, orient. II. Título.

Camila Ardais Medeiros Pujol

**PROPOSTA DE UM MODELO INTEGRADO AO PDP PARA O DESENVOLVIMENTO
DE EMBALAGEM**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Porto Alegre, 30 de março de 2012

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira,
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira
Orientador

Prof. André Ogliari, Dr.
Examinador Externo – UFSC

Prof^a. Tânia Luisa Koltermann da Silva, Dr^a.
Examinador Interno – PGDesign/UFRGS

Prof. Régio Pierre da Silva, Dr.
Examinador Interno – PGDesign/UFRGS

Agradecimentos

Devo o meu maior agradecimento ao meu orientador Professor Fábio Gonçalves Teixeira, que compartilhou comigo a importância de estudar este tema.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a CAPES, pela oportunidade de vida que recebi.

Ao PGDesign pela oportunidade de fazer o mestrado.

Aos Professores Tânia Koltermann e Régio da Silva, que deram importantes contribuições para este trabalho.

A todos os colegas do PGDesign e alunos do Curso de Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Às colegas Clarice Debiagi e Liliane Basso pelas longas conversas, ideias e gargalhadas, em especial a colega Priscila Zavadil Pereira, pela sua importante ajuda e carinho.

Ao Ringlei, meu marido e grande amor, por acreditar no nosso projeto de vida.

A toda a minha família em especial a minha mãe, Flávia e aos meus irmãos Fabricio e Raquel

Ao meu pai (*in memoriam*), que sempre me incentivou a estudar.

E por fim, a Deus, por estar sempre comigo.

*A gente passa
A entender
Melhor a vida
Quando encontra
O verdadeiro amor
Cada escolha
Uma renuncia
Essa é a vida.
Estou lutando
Prá me recompor...*

*O melhor presente
Deus me deu
A vida me ensinou
A lutar
Pelo que é meu...*

(Chorão, Charlie Brown Jr).

RESUMO

O desenvolvimento de embalagens é uma atividade cada vez mais importante no contexto econômico, social e ambiental e tem relação direta com praticamente todos os setores produtivos. A indústria de embalagem tem um papel estrutural na sociedade capitalista. Para o consumidor, a embalagem representa a praticidade do mundo moderno. Entretanto, a maioria das empresas tem o seu processo de desenvolvimento de produto totalmente independente do processo de desenvolvimento de embalagem. Com isso, eles enfrentam perdas em competitividade, aumento de custos e maior tempo de desenvolvimento.

Este trabalho propõe um modelo de integração do processo de desenvolvimento de embalagem com o processo de desenvolvimento de produto, de forma a contribuir para a melhoria do processo de desenvolvimento de embalagens para bens duráveis, aprimorando a adequação da embalagem às necessidades do produto que ela contém.

Palavras-chave: Embalagem; Processo de Desenvolvimento de Produto; Modelo Integrado.

ABSTRACT

Packaging development is an activity of increasing significance in the economic, social and environmental context and it's also directly related to almost all productive sectors. The packaging industry has a structural role in the capitalist society. For the consumer, the packaging represents the practicality of the modern world. However, most companies have their product development process completely independent from the packaging development. Because of that, they face competitiveness loss, cost increase and a longer development time.

This work suggests an integrated model of both packaging and product development processes, contributing to an improvement in the packaging development process of durable goods, improving the adjustment of the package to the needs of the product it contains.

Keywords: Packaging; Product Development Process; Integrated Model.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Delimitação	18
1.2 Problema de pesquisa.....	19
1.3 Hipótese.....	19
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivos gerais.....	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5 Justificativas	20
1.6 Estrutura geral da dissertação	23
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1 Projeto de Produto.....	24
2.1.1 Contexto histórico.....	24
2.1.2 Tipos de Projeto.....	26
2.2 Metodologias de Projeto.....	27
2.2.1 Método de Bomfim et al. (1977)	29
2.2.2 Método de Pahl e Beitz	31
2.2.3 Método de Ulrich e Eppinger.....	34
2.2.4 Método Back et al.....	36
2.3 Embalagem.....	39
2.3.1 Breve histórico das embalagens.....	40
2.3.2 Conceitos de Embalagem.....	45
2.3.3 Funções das Embalagens.....	47
2.3.4 Taxonomia das Embalagens.....	50
2.3.4.1 Taxonomia de Moura e Banzato (1990).....	50
2.3.5 Embalagem de Consumo.....	54
2.4 Dados do produto para o desenvolvimento de embalagens.....	55
2.5 Metodologias Específicas de Embalagem.....	57
2.5.1 Método de Bergmiller (1976).....	57
2.5.2 Método de Seragini (1978).....	60
2.5.3 Método de Moura & Banzato (1990).....	62

2.5.4 Método de Giovannette (1995).....	64
2.5.5 Método de Romano (1996).....	66
2.5.6 Método de Mestriner (1999).....	68
2.5.7 Método de Gurgel (2007).....	69
2.6 Modelo Integrado de Desenvolvimento de Embalagem e Desenvolvimento de Produto.....	71
2.6.1 Modelo para Design de Embalagens Sustentáveis Integrando o Processo de Desenvolvimento de Produto.....	71
2.6.2 Desenvolvimento integrado de Produto – Embalagem.....	74
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	77
4. ANÁLISE DOS MÉTODOS.....	80
4.1 Análises métodos de embalagem.....	80
4.1.1 Principais procedimentos no desenvolvimento de embalagem.....	81
4.1.2 Análise do método de projeto de produto.....	85
4.2 Modelo integrado: Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto e Embalagem (PDIPE).....	89
4.2.1 Macro Fase: Planejamento do Projeto.....	90
4.2.1.1 Fase 1 – Planejamento.....	90
4.2.2 Macro Fase: Elaboração do projeto do produto.....	94
4.2.2.1 Fase 2 – Projeto Informacional.....	94
4.2.2.2 Fase 3 – Projeto Conceitual.....	99
5. AVALIAÇÃO DO MODELO PDIPE.....	104
5.1 Análise comparativa entre o modelo PDIPE e os modelos de integração existentes.....	104
5.2 Análise do modelo segundo critérios estabelecidos.....	107
5.2.1 Critério Escopo.....	108
5.2.2 Critério Exatidão.....	108
5.2.3 Critério Profundidade.....	108
5.2.4 Critério Competência.....	108
5.2.5 Critério Clareza.....	109
5.2.6 Critério Generalidade.....	109
5.2.7 Critério Capacidade.....	109
5.2.8 Critério Transformação.....	109

5.2.9 Critério Consistência.....	109
5.2.10 Critério Extensibilidade.....	109
5.2.11 Critério Completeza.....	110
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
6.1 Conclusões.....	111
6.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	112
REFERÊNCIAS.....	114
APÊNDICES.....	119
Apêndice A: Taxonomia das Embalagens.....	119
Apêndice B: Materiais das embalagens.....	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de desenvolvimento de produto e embalagem sequencial e simultâneo.....	18
Figura 2: Metodologia Bomfim.....	29
Figura 3: Metodologia Pahl e Beitz.....	32
Figura 4. Método Ulrich e Eppinger.....	35
Figura 5: Modelo de Referência.....	36
Figura 6: Embalagem natural.....	40
Figura 7: Embalagens de fibra natural.....	41
Figura 8: Fase Ilustrativa.....	44
Figura 9: Taxonomia Moura e Banzato.....	51
Figura 10: Metodologia Bergmiller.....	58
Figura 11: Metodologia Seragini.....	60
Figura 12: Metodologia Moura & Banzato.....	63
Figura 13: Metodologia Giovannette.....	65
Figura 14: Metodologia Romano.....	66
Figura 15: Metodologia Mestriner.....	69
Figura 16: Metodologia Gurgel.....	70
Figura 17: Metodologia SPkD.....	72
Figura 18: Modelo proposto por Bramklev.....	74
Figura 19: Temas principais desta pesquisa.....	77
Figura 20: Procedimentos métodos de embalagem.....	84
Figura 21: Confronto das fases do Processo de Desenvolvimento de Produto com os procedimentos de embalagem.....	88
Figura 22: Delimitação das fases iniciais do processo.....	89
Figura 23: PDIPE.....	90
Figura 24: Modelo Planejamento do Projeto.....	94
Figura 25: Modelo Projeto informacional.....	98
Figura 26: Modelo Projeto Conceitual.....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fases do Processo de Desenvolvimento segundo autores.....	86
Quadro 2: Planejamento do Projeto.....	92
Quadro 3: Projeto Informacional.....	96
Quadro 4: Projeto Conceitual.....	100
Quadro 5: Critérios de Processo de Desenvolvimento de Produto.....	106
Quadro 6: Critérios de Processo de Desenvolvimento de Embalagem.....	107

Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da globalização, as indústrias têm se preocupado, cada vez mais, em conceber e lançar novos produtos a fim de participarem dos mercados globais. Para isso, as empresas têm focado nos processos de desenvolvimento de produto para aumentar a competitividade. Conforme Romano (2003), as empresas procuram melhorar o processo de desenvolvimento de produtos, abrangendo, de modo integrado, aspectos técnicos e outros ligados ao gerenciamento de projeto. Como consequência, o tempo de desenvolvimento de produto é reduzido, ampliando a competitividade da empresa.

A diminuição do tempo de desenvolvimento beneficia o lançamento rápido do produto no mercado, expandindo a margem de lucro e conquistando um número maior de clientes. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), a crescente internacionalização dos mercados, o aumento da variedade dos produtos e a redução do seu ciclo de vida são os fatores determinantes para a competitividade entre as empresas.

A expansão do comércio na economia mundial juntamente com o aumento da concorrência criaram novas oportunidades de mercado para os produtos de consumo e, conseqüentemente, para as suas embalagens. A busca de novos mercados e oportunidades potencializou a procura por mercados internacionais, os quais criam demandas extensivas para transporte, manuseio e armazenamento de materiais, peças, subconjuntos e produtos finais. Como resultado desta prática, é exigido o uso de embalagens para matérias-primas, peças e produtos (BRAMKLEV, 2007).

A Associação Brasileira de Embalagem (ABRE) (2010) conceitua a embalagem “como um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente e serve principalmente para agrupar unidades de um produto, com vista à sua manipulação, transporte ou armazenamento”.

As embalagens possuem diversos conceitos e funções. Além de expor e apresentar o produto, elas têm a finalidade de preservar a mercadoria contida nelas. A embalagem deve preservar a mercadoria adquirida pelo consumidor desde a sua saída da indústria até o

momento do consumo, prevendo a proteção no caso de queda, umidade, empilhamento etc.

Em conformidade com Moura e Banzato (1997):

Embalagem pode ser definida como sendo o sistema integrado de materiais e equipamentos com que se procura levar os bens e produtos às mãos do consumidor final, utilizando-se dos canais de distribuição e incluindo métodos de uso e aplicação do produto. Também pode ser um elemento ou conjunto de elementos destinados a envolver, conter e proteger produtos durante sua movimentação, transporte, armazenagem, comercialização e consumo (Moura & Banzato, 1997, p.10)

Os conceitos de embalagem, para Romano (1996), variam de acordo com as diferentes áreas de uma empresa. Dentre estes conceitos, na presente dissertação, será abordado o conceito pela área do design, a definição de embalagem como o material ou meio protetor que permita que a mercadoria chegue em ótimas condições ao consumidor e que garanta a sua apresentação e conservação no momento de uso.

O design de embalagens surgiu nas últimas décadas para atender as necessidades das indústrias. O conhecimento para o desenvolvimento da embalagem é multidisciplinar¹, uma vez que ele requer conhecimentos em diversas áreas como a de materiais, fabricação, processo de manufatura, estocagem, movimentação entre outros.

O processo de desenvolvimento de embalagens é uma atividade, cada vez mais, importante no contexto econômico, apresentando relação direta com praticamente todos os setores produtivos. A indústria de embalagem possui um papel estrutural na sociedade capitalista, através de milhões de embalagens, pessoas, em todo o mundo podem ter acesso a todos os tipos de produtos de consumo. Para o consumidor, a embalagem representa o símbolo do mundo moderno, o consumismo, a praticidade, a comodidade, o conforto, a facilidade de conservar os alimentos e o desejo de posse (BUCCI, 2010).

Bucci e Forcellini (2007) afirmam que as embalagens dos produtos de consumo são tão importantes quanto o produto em si, significando, pois, que não existe um sem o outro. O processo de desenvolvimento de produto, neste caso, só é completo quando a embalagem também é adequadamente desenvolvida. A interação entre produto e

¹ Nível inferior de integração. Acontece quando, com vista a solucionar um problema, busca-se informação e ajuda em outras disciplinas, sem que essa interação chegue a modificar ou enriquecer cada uma dessas disciplinas. Corresponde em geral uma primeira de constituição de equipes de trabalho interdisciplinar, não significando, porém, a necessidade de passar a níveis de maior cooperação – Piaget *apud* Álvares, p. 52.

embalagem é tanta que, segundo Bucci (2010), ao modificar um destes elementos, o desempenho do conjunto deverá ser reavaliado.

Confirmando as ponderações dos autores mencionados, Moura e Banzato (1997) asseguram que o produto não pode ser planejado de forma separada da embalagem que, por sua vez, não deve ser definida apenas com base no bom senso, pois integra um sistema complexo de materiais, funções, formas e processos de engenharia, marketing, comunicação, legislação e economia.

Entretanto, a realidade vem demonstrando que a maioria das empresas tem o seu processo de desenvolvimento de produto totalmente independente do processo de desenvolvimento de embalagem (BUCCI E FORCELLINI, 2007). Como resultado, elas enfrentam perdas em competitividade, aumento de custos e maior tempo de espera. Além disso, tal situação determina um desempenho ambiental desfavorável para o produto e para a embalagem, tendo em vista que ela também é um produto e gera impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida (BUCCI E FORCELLINI, 2007).

Apesar das embalagens serem extremamente importantes para proteger o produto até o seu consumidor, elas são responsáveis por cerca de 65% do volume global de resíduos (BRODY e MARSH *apud* SAMPAIO, 2008, p.25). Conforme Manzini e Vezzoli (2002), não bastaria apenas o uso de materiais menos impactantes para a produção de embalagens, mas a adoção de estratégias que permitam a diminuição destes materiais.

Um exemplo de estratégia para redução de materiais está sendo realizada pela rede Wal-Mart, maior rede varejista do mundo, que junto com seus fornecedores planeja diminuir até 2013 o volume das embalagens dos produtos comercializados em suas lojas. O objetivo é reduzir, em pelo menos 5%, o tamanho das embalagens das mercadorias que passam pelas suas gôndolas para diminuir a quantidade de lixo que se produz nas cidades. A redução no tamanho das embalagens, com o uso de menos material, diminui o desperdício, traz economia de energia, combustível, transporte e armazenamento (EMBALAGEMMARCA, 2005 e ALMEIDA, 2010).

Para Lucente e Nantes (2003), para obter uma boa solução projeto de embalagens deve considerar as funções logísticas de modo a reduzir o desperdício de materiais, facilitar a movimentação durante o transporte e otimizar o aproveitamento dos espaços no palete.

Em consonância com Naveiro (2001), as empresas estão cientes de que o seu sucesso está fortemente ligado à maneira como elas desenvolvem os seus produtos e como é gerenciado todo o processo. Considerando-se que o projeto de produto também tem responsabilidade direta sobre a qualidade e sobre o tempo necessário para lançar o produto no mercado.

As empresas estão sujeitas aos conceitos de embalagens pré-estabelecidos pelos fornecedores dos materiais para a embalagem. Além disso, cumpre mencionar que, devido à terceirização, a maioria das empresas deixou de fabricar a sua própria embalagem e, desse modo, as empresas fornecedoras detêm o conhecimento da produção de embalagens e da sua tecnologia. Com isso, a empresa, que, antigamente, fabricava o seu produto e a sua própria embalagem, perdeu em relação ao desenvolvimento de tecnologias nesse setor, situação que decorreu das metodologias estarem voltadas ao desenvolvimento de produtos, sendo a embalagem tratada como um subproduto deste produto em desenvolvimento (STEINDORFF, 2008).

É verificado também, nas metodologias especialistas em embalagem, como nos estudos de Seragine (1978), Moura e Banzato (1997) e Romano (1996), que as etapas do processo apenas abordam as características do produto a ser embalado depois do desenvolvimento completo de seu projeto.

Outro ponto que chama atenção, em conformidade com Steindorff (2008), é que as metodologias que enfocam o desenvolvimento de embalagens não possuem uma sequência cronológica e similar ao de desenvolvimento de produto, dificultando, dessa forma, a troca de informações entre desenvolvimento de produto e desenvolvimento de embalagem.

Para Bramklev (2007), o processo de desenvolvimento simultâneo do produto da sua embalagem aumenta a eficiência e a efetividade do processo de desenvolvimento de produto, além da redução do tempo para o mercado, assim como o decréscimo dos impactos ambientais com o menor consumo de materiais, tendo a vantagem de se elaborar uma embalagem sob medida. A Figura 1 ilustra o processo sequencial e o simultâneo de desenvolvimento de produto e embalagem, sendo possível observar conceitualmente que o tempo de desenvolvimento é menor no processo simultâneo.

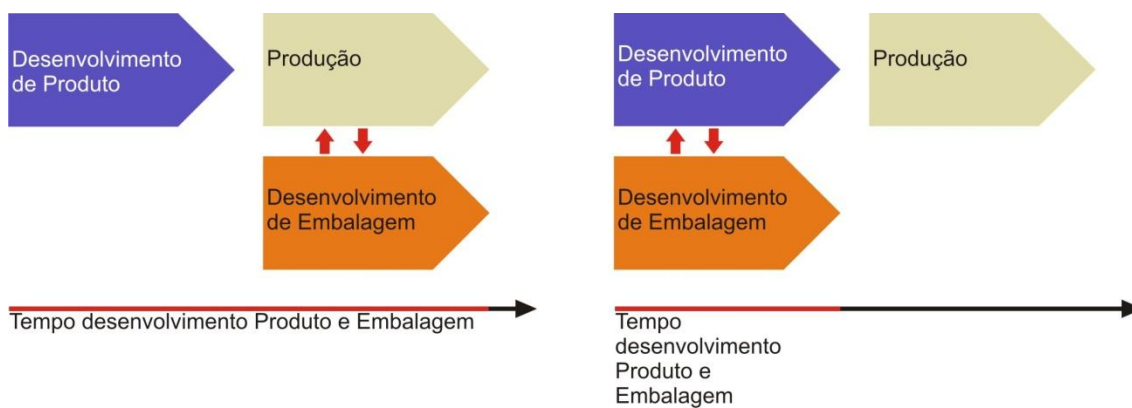


Figura 1: Processo de desenvolvimento de produto e embalagem sequencial e simultâneo.

Fonte: Bramklev *et al.* (2001).

A partir do exposto, verifica-se a importância do desenvolvimento da embalagem integrado ao desenvolvimento do produto. A integração dos processos visa a auxiliar o desenvolvimento dos projetos, colabora para otimização de tempo de desenvolvimento e também contribui para uma empresa tornar-se mais competitiva. Para isso é necessário o conhecimento do desenvolvimento de embalagem e desenvolvimento de produto.

O designer tem como referência de sua profissão a essência da interdisciplinaridade, que é o nível de associação entre disciplinas, no qual a cooperação entre elas implica intercâmbios reais, com reciprocidade e enriquecimento mútuo (PIAGET *apud* ÁLVARES E GONTIJO, 2006, p. 52). Assim, segundo o *International Council of Societies of Industrial Design (ICSID)* (2010), o design é uma atividade que envolve um amplo espectro de profissões nas quais produtos, serviços, gráfica, interiores e arquitetura, participam.

A interdisciplinaridade intrínseca ao design implica em interagir duas ou mais disciplinas, sendo que cada uma delas carrega seus próprios esquemas conceituais, sua forma de resolver problemas e seus métodos de investigação (PIAGET *apud* ÁLVARES E GONTIJO, 2006 p. 52).

1.1 Delimitação

É no contexto anteriormente expresso que o tema do trabalho está inserido, como as embalagens de bens duráveis voltadas ao consumidor final podem atender as necessidades dos novos produtos lançados no mercado, melhorando o seu processo.

O tema desta dissertação refere-se especificamente às embalagens para bens duráveis destinadas a transportar e proteger o produto, suportando condições físicas encontradas no processo de carga, transporte, descarga e entrega do produto.

Será estudada nesta dissertação apenas a sua parte referente a estrutura e forma da embalagem, desconsiderando-se a parte destinada ao design gráfico.

1.2 Problema de Pesquisa

Como contribuir para o processo de desenvolvimento de embalagens para bens duráveis, adequando os requisitos da embalagem às necessidades do produto que contém?

1.3 Hipótese

É possível solucionar problemas de projeto de produto e de projeto de sua embalagem integrando seus processos de desenvolvimento.

Por meio da integração das fases iniciais dos processos de desenvolvimento de produto e de embalagem é possível identificar os requisitos projetuais para produto e embalagem, adequando ambas as necessidades e melhorando seu processo de desenvolvimento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Propor um modelo de integração de processo de desenvolvimento de embalagem com o processo de desenvolvimento de produto de forma a contribuir na identificação dos requisitos de projeto de embalagem adequados ao produto.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Contextualizar a embalagem, o seu surgimento, a evolução e a classificação.
- Analisar o processo de desenvolvimento de embalagem com relação aos subsídios teóricos e metodológicos;

- Identificar dados das características dos produtos que são necessários para o projeto de embalagem;
- Analisar os modelos de Processo de Desenvolvimento de Produto;
- Identificar e analisar os métodos de desenvolvimento de embalagem e processo de desenvolvimento de produto;
- Identificar requisitos de projeto de embalagem adequados ao produto;
- Propor modelo integrado ao PDP;
- Avaliar o modelo proposto.

1.5 Justificativa

A pesquisa, no setor de embalagem, justifica-se pelas questões ambientais, econômicas e sociais oriundas do crescimento do mercado de embalagem. Os dados de uma pesquisa realizada pela *Pira International* para a *World Packaging Organisation* (WPO) apontaram que fatores como envelhecimento da população, residências cada vez menores, conveniência, saudabilidade, desenvolvimento de novos materiais são caminhos para o aumento do uso de embalagem no mundo (HAYASAKI, 2009).

A embalagem é importante para o seu produto e também para a economia de um país, tendo em vista que é utilizada pelas indústrias dos mais variados setores. Estas indústrias geram novos empregos e renda para a população. Um estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (IBRE-FGV) para a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE) apontou que, em 2008, o segmento empregou quase 200 mil pessoas. Devendo-se acrescentar, neste sentido, que o Brasil é o único país da América Latina que está entre os 15 maiores mercados produtor de embalagem do mundo (HAYASAKI, 2009).

Outro fator significativo para o crescimento da indústria brasileira foram as medidas adotadas pelo governo federal, como redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), as quais ajudaram a aumentar as vendas de automóveis, eletrodomésticos e materiais de construção civil. Além disso, o Brasil está sendo visto como um país do futuro, atraindo investimentos de multinacionais no setor de embalagem (HAYASAKI, 2009).

O IBRE-FGV também realizou para a ABRE um estudo macroeconômico da indústria brasileira de embalagem. Os números mostraram o resultado positivo do setor no período que sucedeu a crise econômica. A produção física da embalagem cresceu 16,29% no primeiro semestre de 2010, em relação a igual período de 2009, sendo que o faturamento do ano de 2010 chegou a quase R\$ 40 bilhões. As embalagens exportadas pela indústria brasileira, no primeiro semestre de 2010, somaram US\$ 184,6 milhões, valor 15% superior ao apurado no mesmo período no ano de 2009, o segmento que se destacou na expansão nas exportações foi plástico (34,12%) e papel/papelão (28,51%).

A embalagem, apesar de ter uma função social e econômica para o país, é responsável pelo excesso de produção de lixo. Em virtude desta inegável realidade, segundo Pelegrini e Kistmann (2003), o desenvolvimento sustentável é uma questão relevante para a indústria deste setor, determinando que devem ser avaliados todos os problemas que a embalagem gera desde o início de sua produção, como o gasto energético, até o seu descarte. Camilo (2009) corrobora estas observações e ressalta que a escolha do material não é o mais importante no desenvolvimento da embalagem, considerando que o fundamental é analisar o ciclo de vida completo da embalagem, verificando a energia e a água gasta para produzir uma determinada matéria-prima, além de custos logísticos, viabilidade de reciclagem, entre outros.

Bucci (2010), em sua tese, defende que a incorporação de aspectos ambientais e sociais durante o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) pode ser a chave para desenvolverem-se produtos ambientalmente adequados e sustentáveis.

O processo de desenvolvimento de produto tem a função de compreender as relações das diversas áreas da empresa, incluindo os processos internos e externos. Conforme Bucci (2010), ainda que exista uma literatura grande na área de modelo de desenvolvimento de produto, ela não contempla a embalagem e, quando faz, é de uma forma superficial.

O projeto de embalagem, segundo Rozenfeld *et al.* (2006 p. 377), “não é devidamente abordado em metodologias e até mesmo em projetos nas empresas, mas assume significativa importância ao se verificar que qualquer produto é transportado, armazenado e comercializado em embalagens.”

A relevância desta dissertação está em melhorar os aspectos relacionados ao desenvolvimento de produto e embalagem por meio dos seus processos, pois, segundo Back *et al.* (2008), verifica-se que a competitividade dos produtos depende principalmente da atividade de projeto. A aplicação de processos integrados de produto possui consideráveis vantagens nos aspectos relacionados à redução de tempo de desenvolvimento e de modificações do projeto, assim como do aumento da qualidade.

A atividade projetual caracteriza-se pela necessidade de rápidos e eficientes processos de geração e difusão de conhecimento. O mercado atual exige que as empresas nacionais sejam inovadoras e que tenham, como objetivo, atenção ao custo do produto, a qualidade de produto e processo, sejam, ademais, ecologicamente corretas e promovam a busca da diminuição contínua do tempo de desenvolvimento (ALCÂNTARA E HATAKEYAMA, 2003).

O novo cenário advindo da globalização, os novos hábitos e os novos consumos transformaram a inovação em parte fundamental para tornar os produtos mais rentáveis e competitivos (CAMILO, 2009). Entretanto, a inovação não é uma tarefa fácil, visto que necessita de pesquisa, planejamento cuidadoso e, mais importante, o uso de métodos sistemáticos (Baxter, 2001).

Lucente e Nantes (2003), por sua vez, apontam que outra forma das empresas tornarem os seus produtos mais competitivos é a redução dos custos finais do produto, principalmente os relacionados ao transporte, armazenamento e exposição no ponto de venda.

Naveiro (2001) acresce que a necessidade de reduzir o tempo de lançamento de um produto no mercado faz com que as empresas agilizem a sua atividade de projeto, adotando novas tecnologias e métodos de gestão que possibilitem o desenvolvimento simultâneo do projeto.

Tendo em vista que o Processo de Desenvolvimento de produto (PDP) tem a função de tornar uma empresa mais competitiva, criando novos produtos com mais eficiência em menor tempo e, ademais, a embalagem é considerada um produto muito complexo devido às características que deve possuir pelo fato das variáveis envolvidas, seria, pois, viável o uso do processo de desenvolvimento de produto e o desenvolvimento de embalagem

integrado. O processo de PDP também pode auxiliar na solução de problemas relacionados ao planejamento da embalagem, à redução de material, aos custos e à logística envolvida.

1.6 Estrutura geral da dissertação

Neste capítulo de introdução, é delimitada a pesquisa, são apresentados o problema de pesquisa, a hipótese, os objetivos geral e específicos, assim como a justificativa para o desenvolvimento deste trabalho.

O capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, permitindo o entendimento dos temas relacionados ao desenvolvimento de produto e à embalagem. No que se refere ao PDP, serão tratados o contexto histórico, os tipos de produtos e algumas metodologias importantes de desenvolvimento de produto. A respeito de embalagens serão abordados temas relativos à evolução histórica, às suas funções, às taxonomias, aos tipos, aos materiais utilizados e às metodologias específicas. Além disso, serão enfocadas ferramentas de criação e modelos integrados já existentes.

No capítulo 3, é descrita a metodologia aplicada a esta pesquisa. Em continuidade, são apresentados os procedimentos de investigação escolhidos e postos em prática.

No capítulo 4, é apresentado o modelo e as análises realizadas para a criação da proposta do modelo integrado de desenvolvimento de produto e embalagem. A avaliação do modelo proposto segundo os critérios estabelecidos é exposta no capítulo 5.

O capítulo 6 traz as considerações finais da pesquisa, sendo ainda estabelecida a proposta para trabalhos futuros.

Capítulo 2

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem por objetivo apresentar o referencial teórico-metodológico referente a projeto de produto e embalagem utilizado na fundamentação da presente pesquisa.

2.1 Projeto de Produto

2.1.1 Contexto histórico

O aparecimento da indústria é resultante das várias modificações econômicas que a sociedade estava sofrendo devido a Revolução Industrial. Conforme Silva (2005), não se pode tratar de transformação sem falar na revolução intelectual relacionada à consciência humana, a partir da mudança do pensamento prático para o teórico.

A filosofia indutiva, a ciência experimental, e a teoria do conhecimento, como substitutas do empiricismo, acompanharam a mudança do sistema medieval e a transferência de poder e influência entre a burguesia e a indústria e a aristocracia e o clero. O período marca o fim das corporações de ofícios medievais e o começo do declínio dos artesãos cultos ali formados. (Silva, 2005, pp.13)

Segundo Silva (2005) e Cardoso (2004), a indústria, em si, teve origem nas iniciativas estatais, através das chamadas manufaturas reais, ou da coroa, presentes em todos os países da Europa nos séculos XVII e XVIII, a partir de produtos, normalmente, considerados artigos de luxo, como louças, têxteis e móveis. Porém, Cardoso (2004) registra que as primeiras manufaturas a serem monopolizadas foram as de fabricação de armas e construção naval para garantir a sobrevivência do estado.

As mudanças ocorridas na Europa entre os séculos XVII e XIX, que englobam a chamada Revolução Industrial, tiveram um impacto muito grande na sociedade, principalmente pela capacidade do homem para transformar a natureza. No início da industrialização, surgiram exemplos de organização de trabalho que separavam o projeto e o processo de produção, crescia a divisão de tarefa, surgindo a especialização das funções

inclusive na separação entre planejamento e execução, contitui uma das premissas fundamentais da existencia do design (SILVA, 2005).

Forty (2007, pp. 43) anota que “na história de todas as indústrias, o design torna-se necessário como uma atividade separada da produção assim que um único artífice deixa de ser responsável por todos os estágios da manufatura, da concepção a venda.”

A busca de inovação e o aumento da produção levaram à utilização dos livros padrões que surgiram na Itália e Alemanha. Eram livros com exemplos de padronagem e formas decorativas para atividades têxteis e de marcenaria. Os desenhos poderiam ser utilizados em contextos diferentes e eram muito usados para o desenvolvimento de produtos, ficando explícito, aqui, a separação da concepção do produto e a sua produção.

Segundo Naveiro e Oliveira (2001), o aparecimento da padronização e da intercambialidade delimitaram a fronteira entre a produção artesanal e a produção industrial, que passou a incorporar restrições que a primeira não tinha. A atividade de projetar do artesão era algo que se realizava quase que diretamente de sua mente para os materiais a serem processados. Não havia propriamente o projeto do produto como o modelo atual. Assim sendo, a concepção passava diretamente da mente do artesão para a matéria-prima, sem a representação do produto em um desenho.

A introdução do design, como uma atividade especialista, juntamente com a divisão do trabalho, promoveu o desenvolvimento de diversas manufaturas, embora esta divisão devesse passar por um conjunto de instruções para buscar uma uniformidade do produto (FORTY, 2007).

Neste particular, entende-se como desenvolvimento de produto todo o processo de transformação de informações necessárias para a identificação da demanda, a produção e o uso do produto. (BACK *et al.* 2008).

Van der Linden e Lacerda (2009) agregam que, “entre o trabalho criativo do sujeito e o processo de inovação das organizações há uma evolução que pode ser descrita em termos de aumento da complexidade, seja da natureza dos objetos a serem criados/projetados, seja da natureza do processo criativo/projetual”. Contudo, para que isso ocorra, é necessário o domínio de outros conhecimentos. Os tipos de projetos são classificados pelos autores em questão conforme a sua complexidade, o caráter inovador ou a inovatividade.

2.1.2 Tipos de Projeto

Os projetos de desenvolvimento de produto podem ser classificados a partir de diversos critérios, no entanto, a classificação mais comum é baseada no grau de mudança que o projeto representa em relação aos projetos anteriores.

Rozenfeld *et al.* (2009) categorizam os projetos em: projetos radicais (*breakthrough*), projetos plataforma ou próxima geração e projetos incrementais ou derivados. Projetos radicais são os que envolvem significativas modificações, podendo criar uma nova categoria ou família de produtos para a empresa, envolvem novas tecnologias e processo de manufatura.

Os projetos plataforma representam alterações relevantes no projeto de produto ou do processo, sem introdução de novas tecnologias ou materiais, mas constituem um novo sistema de solução para os clientes. Conforme Rozenfeld *et al.* (2009, p.8), “pode representar o projeto de uma estrutura básica do produto que seria comum entre os diversos modelos que compõem uma família de produtos”

Projetos incrementais, por seu turno, envolvem projetos que criam produtos que são derivados ou com pequenas modificações em relação aos projetos já existentes. Envolvem projetos com versão de redução de custo de um produto, da mesma forma que projetos com inovações incrementais.

Back *et al.* (2008) estabelece uma classificação dos projetos em variantes dos produtos existentes, inovativos e criativos. Os projetos variantes de produtos existentes incluem reposicionamento de produtos, novas formas, versões modificadas do produto ou até mesmo nova embalagem. Os inovativos apresentam inovações em relação aos existentes e os criativos são produtos com existência nova. Os autores Pahl e Beitz (2003) possuem uma classificação semelhante com esta apresentada.

Assim sendo, Pahl e Beitz (2003) admitem os projetos baseados no tipo de problema, são eles: projeto original, que é a criação de um novo produto; projeto adaptativo, que utiliza uma solução já conhecida para projetar novos produtos, e projeto variante, que faz modificações do tamanho ou arranjo existente para criar um novo produto. Cumpre ressaltar, neste ponto, que pode haver superposição parcial de classes.

2.2 Metodologias de Projeto

Considerando-se as ponderações teóricas apresentadas, observa-se que há uma evolução em termos de aumento da complexidade em relação aos objetos a serem projetados, de tal forma que eles necessitam de uma preparação para a criação, sendo, pois, necessário o uso da metodologia. Segundo Naveiro (2001), “metodologia é simultaneamente a sequência de etapas que devem ser seguidas para atingir um determinado objetivo e a identificação e a seleção de métodos a serem seguidos em cada etapa”.

O uso da metodologia não está restrito ao desenvolvimento de projetos complexos, mas é através desses que se percebe a necessidade de um suporte lógico, exterior ao projeto que vai permitir o seu desenvolvimento de forma sistemática e eficiente (Bomfim *et al.*, 1977)

Os métodos de projeto de produtos tiveram o seu princípio na década de 1950, consolidando-se no decorrer dos anos 1960. As discussões sobre metodologias deram origem a várias propostas de sequenciamento e denominação das etapas constituintes de um projeto (NAVEIRO, 2001).

No Brasil, o trabalho “*Fundamentos de uma metodologia para desenvolvimento de produtos,*” de Gustavo Amarante Bomfim *et al.*(1977), foi uma das primeiras obras dirigidas ao tema. Mais tarde, em 1983, foi publicado o livro *Metodologia para Produtos Industriais de Nelson Back*. Estas obras, em conformidade com Van der Linden e Lacerda (2009), estabelecem referências para produtos no Design e na Engenharia Mecânica e ainda exerceram influência nos estudos de autores como Bernard Löbach e Gerharhd Pahl e Wolfgang Beitz.

Estes métodos apresentam uma divisão de fases bem definidas, descritos por Bürdek (2006), como compreender e definir o problema, coletar informações, analisar, desenvolver conceitos e soluções alternativas, avaliar, reavaliar, testar e implementar.

Van der Linden e Lacerda (2009) registraram que a necessidade de redução da incerteza no desenvolvimento de novos produtos levou à criação de novos conceitos como Desenvolvimento Integrado de Produtos e Engenharia Simultânea. As obras de Nelson Back, Ulrich e Eppinger são referência desta metodologia.

O processo de desenvolvimento de produto (PDP), segundo Rozenfeld *et al* (2006), consiste em um conjunto de atividades que busca, nas necessidades do mercado e nas possibilidades e restrições tecnológicas, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que seja capaz de ser produzido.

O PDP situa-se na interface entre empresa e o mercado, cabendo a ele identificar - e até mesmo se antecipar - as necessidades do mercado e propor soluções (por meio de projetos de produtos e serviços relacionados que atendam a tais necessidades. Daí a sua importância estratégica, buscando: identificar as necessidades do mercado e dos clientes em todas as fases do ciclo de vida do produto; identificar as possibilidades tecnológicas; desenvolver um produto que atenda às expectativas do mercado, em termo e qualidade total do produto; desenvolver o produto no tempo adequado – ou seja mais rápido que os concorrentes – e a um custo competitivo. (Rozenfeld *et al*, 2006, p.4)

As características do PDP, conforme Rozenfeld *et al*, (2006) são:

- Elevado grau de incerteza e riscos das atividades e resultados;
- Decisões importantes são tomadas no início do processo;
- Dificuldade de mudar as decisões iniciais;
- Atividades básicas seguem um ciclo, Projetar – Construir – Testar – Otimizar;
- Manipulação e geração de alto nível de informações;
- Informações provêm de diversas áreas da empresa;
- Multiplicidade de requisitos a serem atendidos, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e os potenciais clientes.

A demanda por novos produtos, suas aplicações e uso têm aumentado muito intensamente, justificando, assim, a eficiência no desenvolvimento de produtos. (ROZENFELD *et al*, 2006).

Existem outros métodos de abordagem sistêmica como o da IDEO, que se distancia dos modelos clássicos de linearidade. O processo envolve três campos de atividade: Inspiração, Idealização e Implementação. A Inspiração corresponde às circunstâncias que motivam a busca de uma solução, o que pode ser através de um problema ou de uma observação. A Idealização envolve geração, desenvolvimento e testes que poderão levar a uma solução. E a Implementação trata do lançamento no mercado. Todo este processo é realizado por um grupo multidisciplinar e com colaboração de seus clientes, ademais as atividades são feitas simultaneamente (VAN DER LINDEN E LACERDA, 2009).

Entretanto, para este trabalho, foram escolhidos os métodos mais lineares pelo fato das fases do projeto serem mais desmembradas, promovendo, dessa maneira, a compreensão do processo de desenvolvimento de produto e facilitando a montagem do modelo proposto que norteia o objetivo geral deste trabalho. A seguir, serão descritos quatro modelo de métodos mais utilizados no desenvolvimento de produtos.

2.2.1 Metodologia de Bomfim *et al.* (1977)

A proposta de Gustavo Amarante Bomfim e sua equipe divide a metodologia em quatro grandes fases, conforme Figura 2: Problematização, Análise, Desenvolvimento e Implantação.



Figura 2: Metodologia Bomfim (1977)
Fonte: adaptado pela autora(2012)

Na Fase I, denominada Problematização, são compreendidos os problemas de desenvolvimento de produto que, conforme Bomfim *et al.* (1977), recebem, usualmente soluções conhecidas, isto é, produtos já existentes. No entanto, o ideal seria iniciar a resolução a partir do próprio problema, abstraindo completamente os produtos existentes. Dentro desta fase, está a subfase de Compreensão da Necessidade que deve ser realizada por meio de levantamento e conhecimento das variáveis envolvidas no problema inicial.

Uma vez compreendido o problema, devem ser descritos os processos que poderiam gerar uma solução, que, por sua vez, não necessitam ser convencionais e também não devem passar por julgamento antecipadamente. Os resultados obtidos devem ser

anotados em um modelo padrão de formulário que se justifica, pois, na próxima etapa, será necessário um detalhamento descritivo, levando em consideração que quanto mais complexo o processo, mais detalhado deve estar (BOMFIM *et al.*, 1977).

Na subfase de avaliação dos processos, é criado um sistema de avaliação por meio do qual são filtrados os processos anteriormente listados. Esta tarefa é composta por três atividades: executar uma lista de critérios, ponderar os itens desta lista e realizar a avaliação propriamente dita. Para a listagem de critérios, segundo Bomfim *et al.* (1977), são utilizadas diversas técnicas como sistemático-lógicas (lista de verificação, pesquisas e entrevistas); intuitivas (*brainstorming*). A ponderação ou atribuição de pesos aos itens listados deve ser efetuada por uma equipe e não por uma única pessoa, sendo atribuídos pesos para critérios, porém, já existe uma tendência específica a esta atribuição de valores. Na atividade de avaliação, é indicado o melhor processo para resolver o problema proposto.

Ainda considerando-se a Fase de Problematização, tem-se a etapa de Compreensão do Processo Definido. Esta subfase designa que o processo escolhido deve estar bem definido para evitar possíveis processos erroneamente selecionados. Neste ponto, está o caminho de aproximação de um produto ou sistema concreto em um campo mais restrito e com maior profundidade. Na sequência, compreendido o processo de resolução de problema é preciso gerar os sub-processos (BOMFIM *et al.*, 1977).

A segunda fase é chamada de Análise e possui a finalidade de verificar a eficiência dos produtos existentes em relação ao contexto. Esta análise, segundo Bomfim *et al.* (1977), segue três caminhos: o primeiro seria o produto existente atender ao problema inicial, situação em que o trabalho de equipe estaria encerrado; o segundo seria o produto que satisfaz, com reserva, as necessidades, a tarefa, aqui, seria redesenhá-lo; e a terceira corresponde à criação de um novo objeto.

Durante a análise, a primeira tarefa é a observação dos produtos existentes. São coletados os dados dos produtos que atendem ao sistema eleito, é recomendada a lista de verificação para os itens considerados necessários, devendo ser utilizados, neste caso, catálogos, fotos, manuais, etc. Após a documentação, procede-se a uma análise comparativa dos produtos através de suas características, oportunidade que também são avaliados os fatores que interferem na sua fabricação, na utilização e na manutenção.

A etapa de desenvolvimento consiste em transformar a lista de critérios, ideias, elementos teóricos em um produto real, para isto são utilizadas técnicas específicas como a interação de fatores do produto e caixa morfológica para posteriormente ser avaliada a melhor alternativa.

Em consonância com Bomfim *et al.* (1977), após eleito um produto por meio da avaliação, a próxima fase é de Implantação, ou seja, adequar o produto à linguagem do sistema de fabricação. Nesta fase, são efetuados testes com protótipos para testar o comportamento do produto e a produção piloto para avaliar o desempenho do projeto junto ao sistema de produção.

O lançamento do produto no mercado faz parte da implantação e tem como resposta a melhoria na qualidade de vida do homem. O comportamento do produto no mercado será observado através da interação com o consumidor. Esta observação do comportamento entre o usuário e o produto trará novas informações para a reformulação ou a criação de outros produtos.

2.2.2 Metodologia de Pahl e Beitz

Em meados da década de 1970, na Alemanha, houve grandes esforços de pesquisas sobre princípios e metodologias de projeto de produto. Dentre várias obras, a mais conceituada é a de Pahl e Beitz publicada, pela primeira vez, em 1977 e, depois, reeditada. (BACK *et al.*, 2008). Estes pesquisadores afirmam que: “A atividade crucial no desenvolvimento de um produto e na solução de tarefas consiste num processo de análise e um subsequente processo de síntese que passa por etapas de trabalho e de decisão.”

Com isso, são desenvolvidos modos e planos de procedimentos que auxiliam o que pode ser feito e onde são necessários ajustes ao respectivo problema. Estes modelos de procedimentos são apropriados para definir racionalmente o procedimento necessário para contextos complexos, tornando-os mais transparentes e compreensíveis. (PAHL e BEITZ, 2003).

Ainda segundo os autores, planos de procedimentos são diretrizes e não prescrições rígidas, as quais devem ser compreendidas sequencialmente, por outro lado, acrescentam que deve ser ajustada de forma flexível à situação atual. Assim compreendidas, as etapas de

execução podem ser ignoradas ou executadas em outra ordem, e também podem ser repetidas parcialmente para elevar o nível de informação. Deve ser apontado, além disso, o emprego correto de métodos específicos adicionados às etapas de trabalho.

De acordo com Back *et al.* (2008), os autores em estudos estabelecem o processo de projeto em quatro fases principais, conforme Figura 3: a definição da tarefa, o projeto conceitual, o projeto preliminar e o projeto detalhado.

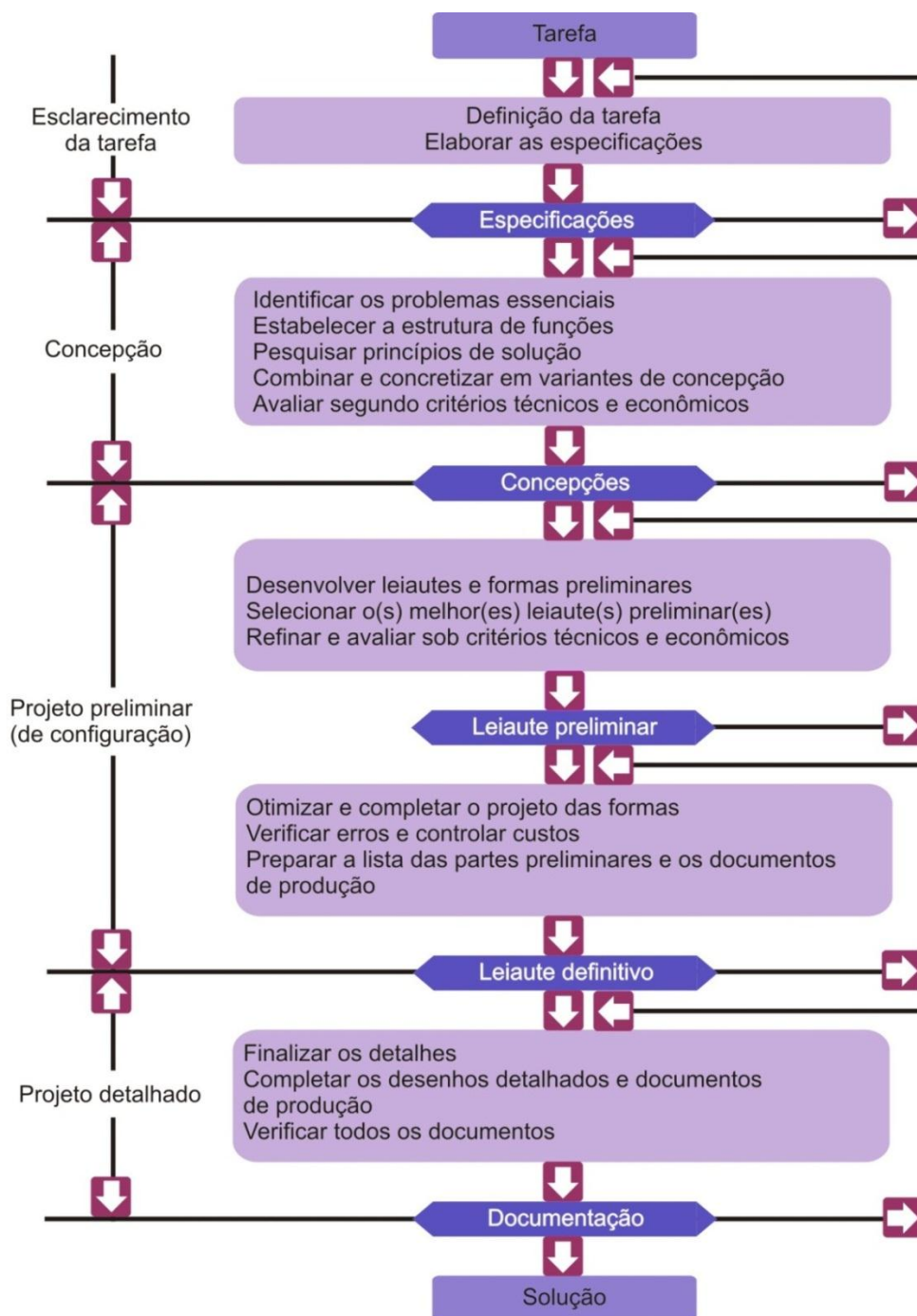


Figura 3: Metodologia Pahl e Beitz
Fonte: Back *et al.* (2008) adaptado pela autora (2012)

A definição da tarefa, segundo Pahl e Beitz (2003), consiste no esclarecimento da formulação da tarefa, independentemente se é proveniente de uma proposta originada de um planejamento de produto ou de um pedido concreto de cliente. Este esclarecimento destina-se à coleta de informações sobre os requisitos colocados ao produto, bem como sobre os condicionantes existentes e a sua relevância. O resultado é uma lista de requisitos que estão ajustadas e sintonizadas às necessidades do desenvolvimento do projeto e às etapas de trabalho subsequentes.

Deve-se acrescentar que os requisitos distinguem-se em obrigatórios e desejáveis. Nos casos dos requisitos obrigatórios, eles devem ser atendidos sobre quaisquer circunstâncias, já os desejáveis são considerados, principalmente, em função de critérios econômicos. Finalmente, a conclusão desta fase serve como base para as fases seguintes do processo, como a chamada concepção ou projeto conceitual (BACK *et al.*, 2008).

O projeto conceitual é subdividido em diversas etapas de trabalho, todas devendo ser executadas para que se tenha a melhor solução. Há as etapas de abstração para identificar problemas essenciais; o estabelecimento de estruturas de funções; a busca de princípios de soluções e as suas combinações; a obtenção de variantes de concepções; a sua concretização e a avaliação segundo um método (PAHL e BEITZ, 2003).

Back *et al.* (2008) esclarecem que, depois do problema formulado, é possível indicar uma função global, o desmembramento dela em subfunções, em níveis menores de complexidade, gerando uma estrutura de funções. O objetivo da estrutura de funções é facilitar a descoberta de soluções, uma vez que se trabalha um nível menor de complexidade.

Após originada a estrutura de funções, efetiva-se a pesquisa de princípios de solução para satisfazer as subfunções identificadas. A pesquisa de princípios de solução consiste em pesquisa bibliográfica, análise de sistemas existentes e diversos métodos de criatividade. Segundo Back *et al.* (2008), a combinação de princípios de solução objetiva satisfazer a função global. O método da Matriz morfológica pode ser usado para associação ou combinação dos princípios de solução das subfunções, construindo, assim, concepções alternativas do problema.

A seleção das combinações pode ser feita eliminando as combinações inadequadas e selecionando e ordenando as demais. Para a seleção destas concepções, consoante Back *et al.* (2008), são utilizados critérios como compatibilidade da tarefa global; satisfação dos requisitos obrigatórios; desempenho; custos; ergonomia; segurança e preferências pessoais. Conclui-se com este passo um conjunto de soluções viáveis.

O próximo passo é a concretização das variantes de concepção que têm como objetivo obter maiores informações sobre as combinações viáveis, considerando o maior número de critérios que a solução deve satisfazer. Finalmente, na avaliação das variantes de concepção, as soluções são comparadas para estabelecer as melhores variantes. O processo de projeto, na sequência, segue para um nível mais concreto de configuração.

A fase de configuração ou projeto preliminar, segundo Back *et al.* (2008), “inicia - se com uma concepção técnica e economicamente avaliada. A ideia básica é satisfazer uma dada função com a forma dos componentes, leiaute e materiais apropriados.”

O projeto detalhado é a parte do projeto que, conforme Pahl e Beitz (2003), contempla a estrutura de construção de um produto técnico, estabelecendo descrições definitivas sobre forma, dimensionamento, acabamentos superficiais, materiais, a verificação das possibilidades de produção, bem como os custos definitivos.

2.2.3 Metodologia de Ulrich e Eppinger

O desenvolvimento de produto é uma atividade interdisciplinar que exige contribuições de quase todas as funções de uma empresa, no entanto, três são fundamentais, o que é o caso do marketing, do design e da manufatura. (ULRICH E EPPINGER, 2007).

A atividade exercida pelo marketing, segundo os autores, representa a função de mediar as interações entre as empresas e os seus clientes, ou seja, compreende a identificação das necessidades, a geração de conceitos e os custos de cada produto. O design desempenha o papel de definição de concepção, forma, ergonomia para atender melhor o cliente; e, finalmente, a manufatura responsável pela produção, distribuição, compra e instalação. O modelo prevê o processo de desenvolvimento composto por seis fases, conforme Figura 4.



Figura 4: Método Ulrich e Eppinger
 Fonte: Ulrich e Eppinger (2007) adaptado pela autora (2012)

Planejamento: esta fase começa com a estratégia corporativa e inclui avaliação da tecnologia e do mercado. A saída da fase de planejamento é a declaração de missão do projeto, que especifica o mercado-alvo para o produto, os objetivos do negócio e as principais restrições.

Desenvolvimento da concepção: nesta fase, as necessidades do mercado são identificadas, alternativas de conceitos de produtos são geradas e avaliadas, e um ou mais conceitos são selecionados para desenvolvimento e testes.

Desenvolvimento dos sistemas: esta etapa inclui a definição da arquitetura do produto e a decomposição dele em subsistemas e componentes. A saída desta fase, normalmente, inclui o *layout* geométrico, a especificação funcional de cada um dos subsistemas do produto.

Projeto detalhado: caracteriza-se pela especificação completa da geometria, dos materiais e das tolerâncias de todas as peças originais do produto e da identificação de todas as peças padrão a serem compradas junto aos fornecedores. A saída desta fase é a documentação de controle para o produto.

Testes e refinamento: a fase de teste e refinamento envolve a construção e a avaliação de versões de pré-produção do produto. Os protótipos são testados para determinar se o produto funcionará como projetado e se satisfaz as necessidades dos clientes. Os protótipos, comumente, possuem o objetivo de responder a perguntas sobre o desempenho e a confiabilidade, a fim de identificar mudanças quando necessárias.

Produção piloto: na produção piloto o produto é feito utilizando-se o sistema de produção pretendido. Às vezes, são fornecidos aos clientes preferenciais e, cuidadosamente, avaliados para identificar eventuais falhas remanescentes. O objetivo é constatar todos os problemas pendentes nos processos de produção, antes de iniciar o lançamento no mercado. A transição desta produção para a produção contínua é, frequentemente, gradual.

2.2.4 Metodologia de Back *et al.*

O modelo geral chamado de modelo de referência é dividido em macrofases, subdivididas em fases e atividades. As macrofases são Planejamento, Elaboração do Projeto de Produto e Implementação. As macrofases externas são mais abrangentes, já a macrofase de Elaboração enfatiza os aspectos tecnológicos correspondentes à definição do produto em si, as suas características e as formas de produção, conforme Figura 5.



Figura 5: Modelo de Referência
Fonte: Back *et al.* (2008) adaptado pela autora

A Fase I – Planejamento do Projeto destina-se ao planejamento de um novo projeto em relação às estratégias de negócio e à organização de trabalho. Nesta fase, são verificadas as partes envolvidas no projeto, os clientes diretos e indiretos, os parceiros e os participantes da organização do projeto. Segundo Back *et al.* (2008), trata-se da fase em que é elaborada a declaração do escopo do projeto de produto, que descreve a justificativa, as suas restrições, as características dos produtos, as saídas desejadas de cada fase e os objetivos do projeto.

A definição do escopo do produto apresenta os parâmetros básicos que caracterizam o que é o produto, para que serve. Rozenfeld *et al.* (2006) esclarecem que é composto pela especificação técnica que descreve o conjunto de funcionalidades e o desempenho desejado para o produto. Os procedimentos para construir o escopo do produto são reuniões entre gerentes de projeto, especialistas em diversas áreas, que terão o portfólio e minutas de projeto como base de referência.

A definição do escopo do projeto sinaliza o conjunto de trabalhos que serão executados para construir e entregar o produto. Para a construção do escopo do projeto, são empregadas as informações do escopo e da descrição do produto.

Fase II – Projeto Informacional destina-se à definição das especificações e dos fatores de influência no projeto de produto. A primeira reunião da equipe de desenvolvimento acontece para a apresentação do plano de projeto. São identificadas, primeiramente, as necessidades dos clientes ou dos usuários, sendo, em continuidade, desdobradas em requisitos dos usuários. Back *et al.* (2008) advertem que, a partir dos requisitos dos usuários, são deliberados os requisitos de projeto de produto, considerando diferentes atributos: funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, de modularidade, estéticos e legais. Dos requisitos do projeto, derivam-se as especificações de projeto, ou seja, os objetivos que o produto deve atender.

Para identificar as necessidades dos usuários, utilizam-se métodos para a verificação correta dos desejos, pois a linguagem, muitas vezes, é natural e diversa, assim as informações podem ser classificadas e agrupadas de modo a formar uma mostra significativa das necessidades. Os métodos adotados são: entrevistas estruturadas, sessões de *brainstorming*, pesquisa em materiais publicados, previsão de capacidade tecnológica, análise de mercado e *benchmarking* da concorrência, método do desdobramento da função qualidade (QFD).

Após a identificação das necessidades dos usuários, é conveniente que elas sejam desdobradas e agrupadas nos requisitos dos usuários, empregando-se uma linguagem mais compacta e apropriada ao entendimento geral, conversão que pode ser feita com base em atributos de qualidade do produto. A conversão dos requisitos dos usuários em requisitos de projeto constitui-se na primeira decisão sobre características físicas do produto a ser projetado, para obter esta tradução, são feitas perguntas sobre “o quê” fazer, do que e “como” fazer (BACK *et al.*,2008).

A próxima fase do projeto informacional é a observação e determinação das prioridades que se deve dar no desenvolvimento do projeto. Faz-se a análise dos requisitos de projeto e dos requisitos de usuário, o que se dá na parte central da casa da qualidade, os requisitos obtidos devem ser descritos detalhadamente e em ordem de grandeza mensuráveis. As especificações de projeto são o resultado final do processo de transformação das necessidades dos usuários e são, frequentemente, citadas como a parte mais importante do desenvolvimento do produto (BACK *et al.*,2008).

Fase III – Projeto Conceitual - destina-se ao desenvolvimento de concepção do produto. Para atingir tal propósito, são realizadas tarefas para definir a estrutura funcional

do produto, sendo que, para isso, é definida a função global a ser executada bem como as suas subfunções. A etapa seguinte é a geração de solução de alternativas ou princípios de solução que atendam as especificações definidas.

Rozenfeld *et al* (2006) destacam que o processo de criação é livre de restrições, porém direcionado pelas necessidades, pelos requisitos e pelas especificações de projeto, e auxiliado por métodos de criatividade.

Para a seleção da concepção, faz-se uma análise comparativa entre as alternativas considerando: as especificações de projeto; o custo-meta; os riscos de desenvolvimento, as metas de qualidade, de segurança e de dependabilidade (BACK *et al.*,2008).

Fase IV - Projeto Preliminar: o projeto preliminar estabelece os leiautes finais do produto e a determinação de viabilidade técnica e econômica. São executadas as seguintes tarefas: identificação das especificações de projeto que relacionam os requisitos de forma (dimensões), leiaute (posição), material, segurança, ergonomia e manufatura; definição dos componentes, bem como os seus fornecedores; a revisão das patentes e as considerações legais e de segurança; os tipos de materiais, o processo de fabricação e os testes com *mock-up*; a avaliação de leiautes dimensionais sob o ponto de vista da viabilidade técnica do projeto (BACK *et al.*,2008).

Após estabelecido o leiaute final, começam o plano de fabricação, os testes com o protótipo virtual, bem como os requisitos de sua manufatura e a viabilidade econômica. Nesta oportunidade, também é avaliado o atendimento ao plano estratégico de negócio da empresa. Para passar para a fase seguinte, chamada de projeto detalhado, a viabilidade econômica deve ser aprovada.

Fase V - Projeto Detalhado - para Back *et al.* (2008), o projeto detalhado destina-se a vários propósitos como aprovação do protótipo, especificações dos componentes, detalhamento de manufatura. São realizados testes, ensaios de laboratório e de campo com o protótipo; plano de manufatura detalhado e elaboração do manual de instruções. Para passar para a etapa seguinte de preparação da produção é indispensável a aprovação da solicitação de investimento e a aprovação da equipe de desenvolvimento.

Fase VI - Preparação da Produção – Implementação - o início da macrofase da Implementação tem como, sua primeira instância, a preparação da produção. São realizadas diversas atividades simultâneas com o objetivo de preparar a produção para a

execução de testes e montagens do lote piloto. São incluídas atividades como preparação das máquinas e ferramentas, desenvolvimento de plano de produção. Para a continuação do processo, isto é, a passagem para a fase de lançamento do produto, a liberação do produto é submetida à aprovação (BACK *et al.*,2008).

Fase VII - Lançamento do Produto - nesta fase é efetuado o lançamento do produto no mercado, efetivando-se a produção do lote inicial. Segundo Back *et al.* (2008), segue a implementação do planejamento de marketing com a emissão do material promocional do produto e literatura técnica para a sua divulgação comercial .

O lançamento do produto no mercado ocorre através da apresentação do produto aos consumidores e aos usuários, às concessionárias, aos vendedores, entre outros. Há a comercialização do lote inicial, que passa a ser acompanhada pelo pós- venda.

Fase VIII - Validação do Produto, nesta fase, que o projeto é encerrado, faz-se a validação do produto junto ao usuário e à auditoria. Back *et al.* (2008) descrevem que são realizadas atividades relacionadas à comercialização que incluem a satisfação dos consumidores e usuários, o monitoramento de performance do produto, a informação da segurança na utilização e a ocorrência de acidentes.

A validação é feita sobre os produtos do lote inicial comercializado junto aos usuários. Ocorre a avaliação final do produto que consiste em análises que possibilitam a definição de ações corretivas para os problemas identificados. Inicia-se o planejamento de melhoria contínua.

2.3 Embalagem

As embalagens estão diretamente ligadas aos lucros, às perdas e ao crescimento das vendas do produto, visam a contribuir significativamente para as seguintes metas mercadológicas: reduzir o custo unitário do produto; provocar a aceitação do produto pelo distribuidor e pelo varejista; promover a rotação rápida do produto pelo ponto de venda; contribuir para aumentar o movimento de vendas; penetrar em novos mercados; facilitar ao consumidor o uso do produto; introduzir novos produtos ou modificações no mercado; promover a imagem da empresa e do seu produto; atender às regulamentações governamentais quanto à segurança e à saúde do consumidor; assim como favorecer o manuseio, a estocagem e o transporte (MOURA E BANZATO, 1997).

2.3.1 Breve histórico da embalagem

O desenvolvimento da embalagem surge com a necessidade do homem de transportar água e alimentos, sendo que os artefatos mais antigos indicam como certas embalagens foram usadas pela primeira vez. Em conformidade com Moura e Banzato (1997), os homens primitivos usavam as suas mãos em forma de conchas para carregar alimentos, porém não conseguiam estocar e transportar a grandes distâncias, de modo que buscaram, nos elementos da natureza, formas que pudessem fazer este transporte. Com o passar do tempo, eles foram desenvolvendo técnicas para montar cestos com vegetais e argila.

Não se tem a confirmação sobre quando surgiu a primeira embalagem, entretanto, sabe-se que, nos primórdios da humanidade, eram simples recipientes para acondicionar líquidos, frutas e outros alimentos. Mais tarde, quando o homem começou a cultivar o solo, as embalagens provavelmente foram empregadas para acondicionar as suas colheitas (MOURA E BANZATO, 1997).

A primeira fase das embalagens, denominada por Romano (1996) como fase de embalagens naturais, compreende o período de surgimento do homem até 4000 a.C., quando eles usavam objetos da natureza tais como crânio de animais, chifres e conchas, bem como confecções de cestos rudimentares, conforme Figura 6. Os materiais empregados nos recipientes, nesta fase, eram confeccionados com peles de animais, folhas e peças ocas. Gradativamente, os materiais foram sendo substituídos por outros que poderiam ser beneficiados como tecidos costurados ou moldados, além disso, há indícios que, provavelmente, os objetos produzidos eram para o uso pessoal.



Figura 6: Embalagem natural
Fonte: www.protegeoqueebom.com.br (2011)

O comércio foi se expandindo para lugares mais distantes e fez-se necessária a demanda por recipientes próprios para melhor acondicionar as mercadorias durante o transporte (MOURA E BANZATO, 1997).

A segunda fase mencionada por Romano (1996), que a denomina como embalagens artesanais, compreende o período entre 4000 a.C. até aproximadamente 1760 d.C. Aqui, observa-se o surgimento real da embalagem com o objetivo de intercambiar mercadorias entre o Egito e a Mesopotâmia. Produtos tais como sedas, especiarias e grãos, inicialmente, eram embalados a granel em recipientes feitos de argila ou fibras naturais conforme Figura 7.



Figura 7: Embalagens de fibra natural
Fonte: Dicionário Lello Universal, n/d

Além do transporte a granel de mercadorias, por volta de 3.000 a.C, foram confeccionados recipientes de alabastros² para conter pequenas quantidades de cosméticos para as damas da Mesopotâmia.

Na mesma época, segundo Moura e Banzato (1997), os egípcios faziam, de areia moldada, garrafas rústicas de vidro e jarras. Esse processo era lento e feito em pequenas quantidades, sendo que os produtos eram utilizados para conter cosméticos, óleos e perfumes. Verifica-se que estes recipientes podem ser considerados as primeiras embalagens de consumo e, ainda hoje, as embalagens de cosmético são reconhecidas por serem empregadas como meio de venda dos seus produtos.

² Espécie de pedra calcária constituída de gipsita, finamente granulada ou maciça, translúcida e pura, usada para fins ornamentais e vasos para perfume – HOUAISS, 2009

A técnica do sopro desenvolvida pelos povos mediterrâneos, por volta de 300 a. C, para confeccionar artigos de vidro, permitiu que fossem desenvolvidos recipientes maiores e mais rapidamente. Neste período, registrou-se o início da prática de identificar o produto e o fabricante por meio da gravação em suas próprias tampas, que eram feitas de argila ou chumbo. Os romanos desenvolveram a técnica de fabricação de embalagens de vidro e introduziram muitas inovações em embalagens para o mundo civilizado devido ao fato de terem a política do livre comércio (MOURA E BANZATO 1997).

Com a queda do Império Romano, e subsequente Idade Média, as embalagens e os setores do comércio sofreram retrocessos, não havendo significativas inovações. Para a confecção das embalagens, nesta fase, foram desenvolvidas técnicas apenas para melhorar o acondicionamento dos produtos, tendo em vista que a embalagem deixou de ser somente um auxílio no transporte, tornando-se também uma barreira contra o derramamento e a contaminação (MOURA E BANZATO 1997).

Neste período, observa-se também a introdução do papel e da aplicação da tinta sobre uma superfície, os registros indicam que tal procedimento teria sido uma invenção chinesa. A identificação do produto e da embalagem, segundo Romano (1996), tornou-se mais difundida devido ao aperfeiçoamento do método de impressão por Johann Gutemberg, por volta de 1450, que permitiu o uso do rótulo de papel. O emprego da embalagem impressa foi difundido para produtos como medicamentos e tabaco. Durante o século XVII, o vidro substituiu significativamente o couro e as louças de barro.

A terceira fase compreende os anos de 1760 até os dias atuais, sendo também chamada fase de embalagens industriais. Nesta etapa, a indústria farmacêutica foi beneficiada, visto que existia uma disponibilidade de embalagens de vidro e rótulos de papel, tornando este segmento pioneiro na venda de produtos com embalagem para consumo. Esta fase, conforme Romano (1996), pode ser dividida em três grandes etapas: a fase projetiva, a fase ilustrativa e a fase de venda.

Na Fase projetiva, tem-se o desenvolvimento rápido do século XIX, principalmente devido à descoberta do motor a vapor, resultou em um grande aumento de produtos de consumo, produzidos por diversos fabricantes.

Para Moura e Banzato (1997), “os fornecedores de embalagem desenvolveram equipamentos automáticos e adequaram muitos tipos de embalagem de consumo de forma a acompanhar o contínuo aumento de produção de artigos de consumo”.

Na fase em questão também foram melhoradas a produção de garrafas, foram lançados novos tipos de tampas e embalagens a vácuo. Outro importante desenvolvimento na área de embalagem foi a descoberta, por Alois Sanefelder, do uso da litografia³ em 1798. Este processo produziu boas impressões coloridas sobre o papel e tornou-se também o meio mais avançado na decoração de embalagens metálicas.

Apesar da rapidez do surgimento de novas máquinas e técnicas, a embalagem ainda era relegada a funções de acondicionamento e proteção, tendo como o único objetivo levar o produto ao distribuidor em condições de uso. As inovações em embalagem, nesta fase, eram relacionadas, principalmente, à melhor proteção de produtos por longos períodos (ROMANO 1996).

Por volta de 1890, a embalagem ainda não era considerada como unidade de venda de produtos de consumo, os alimentos eram estocados em recipientes a granel, o consumidor levava os produtos e os objetos para casa em sacos de papel. A embalagem atraente ao consumidor tinha poucos benefícios na visão do produtor, pois, para ele, era mais fácil a embalagem a granel, sendo o objetivo maior o produto chegar bem ao varejista e não ao local de consumo.

Na Fase Ilustrativa, durante a década de 1890 e o início de 1900, uma mudança ocorreu na Inglaterra e nos Estados Unidos, o aperfeiçoamento do sistema de produção em conjunto com o aumento da concorrência gerou um grande volume de produção dando-se, assim, uma superprodução. Segundo Moura e Banzato (1997): “Os produtos não eram mais automaticamente consumidos. O povo podia e fazia a seleção. O mercado passou de vendedor para o de comprador”.

O consumidor passou a demandar maior qualidade e segurança dos produtos, os quais deveriam ser bem feitos e estar em condições perfeitas de consumo. Este nível de exigência condições foram responsáveis pela legislação, pela embalagem unitária e pela ampla identificação e propaganda. A legislação surgiu para controlar o saneamento e a

³ Processo de reprodução que consiste em imprimir sobre o papel, por meio de prensa, um escrito ou um desenho executado com tinta graxenta sobre uma superfície calcária ou placa metálica geralmente de zinco ou alumínio - HOUAISS, 2009

pureza dos alimentos, dos medicamentos, dos cosméticos, assegurando a veracidade da etiquetagem e a segurança na manufatura e no transporte. A embalagem unitária apareceu para dar maior proteção ao produto e a identificação auxiliou o consumidor a selecionar o produto pelas experiências anteriores ou pela propaganda. (MOURA E BANZATO 1997).

A demanda deste consumidor representa um custo adicional para o produto, porém era necessário ser atendida, com isso, foi dada maior importância à embalagem unitária, evitando-se as perdas do sistema a granel. A propaganda foi usada para exaltar as qualidades do produto e criar uma imagem favorável à marca e ao fabricante, conforme Figura 8.



Figura 8. Fase Ilustrativa
Fonte: Cavalcanti e Chagas (2006)

A marca na embalagem passou a ser usada, principalmente, para levar a imagem da empresa ao consumidor, o que implicava garantir a mesma qualidade sempre que o artigo fosse adquirido. A embalagem passou a ser utilizada para carregar a marca e, por meio dela, convencer o consumidor a levar o produto. Nesta fase, foi dada maior ênfase à aparência visual, à forma, à cor e à estética. (MOURA E BANZATO, 1997).

Na Fase de venda, a embalagem tornou-se a vendedora do produto depois da eliminação de atendentes-vendedores. Durante as décadas de 40 e 50 do século XX, surgiu nos Estados Unidos, o supermercado com o seu sistema de autosserviço, neste contexto, a embalagem tinha a função de atrair o consumidor, passar as informações sobre a descrição do produto e vendê-lo.

Com o passar dos anos, em consonância com Moura e Banzato (1997), a embalagem poderia auxiliar na distribuição, tornando mais fácil o manuseio e a identificação do produto; aos atacadistas, capazes de fazer estocagens mais altas nos armazéns; aos varejistas, para facilitar e estocar produtos nas prateleiras e ao uso do produto, de modo a fornecer características convenientes.

Com a redução da carga horária de trabalho, as pessoas tinham mais tempo de lazer e começaram a exigir maior conveniência na embalagem como facilidade de abertura e fechamento, unidades de porções menores, alimentos preparados (MOURA E BANZATO, 1997).

Nesta fase, descobriu-se que a embalagem poderia ser útil para toda a comercialização do produto e, dessa maneira, a função de desenvolver embalagens surgiu nas últimas décadas para atender as necessidades das indústrias. O conhecimento para o desenvolvimento da embalagem é multidisciplinar, exige-o em diversas áreas como a de materiais, fabricação, processo de manufatura, estocagem, movimentação, entre outros.

2.3.2 Conceitos de Embalagem

O conceito de embalagem varia de acordo com as diferentes áreas de uma empresa, que pode dividir-se em: *marketing*, design, P&D, engenharia de produtos, engenharia industrial, fornecedores, protótipos, ferramentaria, laboratório, planejamento e controle de produção e materiais, suprimentos, vendas, setor da qualidade, produção, distribuição física, finanças, compras e jurídico (MOURA E BANZATO, 1997; ROMANO, 1996). O conceito de embalagem para cada área de uma empresa:

- *Marketing*: a embalagem protege, identifica, atrai a atenção e vende o produto, ou seja, estabelece uma imagem ou atração por meio dela;
- Distribuição Física: é um meio de proteger o produto durante a movimentação, a estocagem e o transporte;
- Vendas: possui uma visão da embalagem idêntica ao setor de *marketing*, ou seja, é um elemento que atrai o consumidor e vende o produto;
- Finanças: embalagem é uma função tecno-econômica, com o objetivo de proteger e distribuir produtos ao menor custo possível, além de promover as vendas e, conseqüentemente, aumentar os lucros;

- Compras: a embalagem é o resultado da aplicação das técnicas de produção e *marketing* para que o produto alcance o objetivo estabelecido com a relação utilidade/custo mais favorável possível;
- Design: a palavra embalagem sugere, todavia, um aspecto físico e, neste sentido, pode ser definida como o material ou meio protetor que permite que uma mercadoria chegue ao consumidor em condições ótimas e, em alguns casos, garanta a sua apresentação e estado de conservação no momento do uso;
- Engenharia industrial (logística): define-a de forma idêntica à distribuição física, ou seja, a embalagem é caracterizada como sendo uma forma de proteger produtos durante a sua movimentação, o transporte e a armazenagem;
- Jurídica: é o conjunto de artes, ciências e técnicas utilizadas na preparação das mercadorias, com o objetivo de criar as melhores condições para o seu transporte, a armazenagem, a distribuição, a venda e o consumo ou, alternativamente, um meio de assegurar a entrega de um produto numa condição razoável ao menor custo global. Ainda leva-se em conta que a embalagem é um meio de informar características do produto, por exemplo, o grau de perigo, etc.
- Fornecedores: embalagem é o elemento que protege o que vende, além de vender o que protege. Embalar não é apenas envolver o conteúdo de forma segura, mas também dosá-lo e levá-lo ao consumidor, em uma unidade prática. A embalagem de um produto é considerada como o “rosto”, como o “vestuário” e, por conseguinte, todos identificam o conteúdo através dela;
- Produção: embalagem, geralmente, é definida como a técnica de preparar mercadorias para distribuição e pode incluir limpeza, secagem, preservação, empacotamento, marcação e unitização. Além disso, pode ser considerada como a seleção ou a construção de um contêiner para expedição e montagem de itens ou pacotes no seu interior, incluindo qualquer bloqueio, escoramento ou amortecimento, à prova das condições do tempo, reforços externos e marcação (*shipping mark*) necessária para a identificação do conteúdo;
- Engenharia de produto: é uma consequência da integração de arte e ciência, que exige conhecimentos de resistência de materiais, fluxogramas, logística, fabricação, movimentação de materiais, design e mercado, além de elevada dose de bom senso e criatividade;

- P. & D. de produtos: pode ser configurada como a interface entre o produto e o meio visando a proteger o produto do meio ou o meio do produto, no caso dos perigosos. A embalagem é o invólucro ou o recipiente usado para acondicionar as mercadorias;
- Garantia de qualidade: a embalagem é um elemento que faz com que o produto chegue ao seu destino, sem ter sofrido perda de qualidade, ou seja, a embalagem é uma forma de garantir que um produto chegue ao consumidor com o mesmo grau de qualidade com que saiu da indústria.

2.3.3 Funções das Embalagens

As funções são princípios que deverão ser encontrados nas embalagens, independente da indústria ou produto.

Conforme Moura & Banzato (1997), **contenção** é a função que se refere à habilidade da embalagem em servir como receptáculo, ou seja, conter as unidades. Esta função projetada para a embalagem deve refletir as características do produto, fatores econômicos e consequências conhecidas se o produto não ficar contido na embalagem.

A função **quantificação** é feita determinando-se a quantidade ou o número de unidades do produto que será contido numa embalagem. A quantificação de um produto é o que determina o valor mínimo de sua embalagem (BERGMILLER *et al.*, 1976).

A função de **proteção** é a que permite a embalagem proteger o seu produto ao longo de todo o seu ciclo, levando em conta a manipulação, o transporte, a distribuição, a estocagem e as condições ambientais. A proteção implica preservação da integridade do produto, desde o seu acondicionamento na embalagem até o recebimento e uso pelo consumidor. Para um produto mais caro, ou de importância mais crítica, torna-se maior a justificativa para projetar uma embalagem que ofereça o mais alto nível de proteção. É necessário que a embalagem proteja o produto de todos os agentes do acaso, até o uso final, de forma a garantir as suas qualidades e características iniciais.

Dois tipos de proteção, ainda, devem ser analisados: a proteção mecânica contra (choque, vibração, compressão ou empilhamento); e a proteção físico-química contra (oxidação, temperatura, umidade, radiação solar etc.)

Para que a proteção seja efetiva em toda a trajetória percorrida pelo produto embalado, devem ser considerados riscos biológicos (micro-organismos, mofo, bactérias, contaminação, insetos etc.), climáticos (deformações mecânicas e físicas ou transformações químicas causadas por umidade, frio, calor etc.), manipulação (vibração, impacto, compressão, distorção, pontadas), de roubo de unidades embaladas durante o transporte (a selagem de caixas para transporte atua, entre outras coisas, também neste sentido) (BERGMILLER *et al* 1976, p.9).

As embalagens de exportação, geralmente, sofrem maior movimentação e maior variação de temperatura e umidade, avaliando-se que a redução do volume é mais importante para estas embalagens, pois elas percorrem longa distância. É relevante mencionar, por exemplo, que alta umidade e temperatura nos trópicos podem ser muito prejudiciais, especialmente para alimentos. Em alguns países em desenvolvimento, as estimativas de perdas em alimentos *in natura* variam de 40% a 60%, a metade poderia ser evitada com embalagem apropriada. (BANZATO, 2008)

As embalagens utilizadas para estocagem devem oferecer resistência suficiente à força de compressão para proteger o produto durante o seu empilhamento. A força de compressão é afetada pela força do material da embalagem, pelo padrão de empilhamento, pela unidade relativa e pelo tempo, principalmente quando se emprega papelão. A força de compressão da pilha pode danificar a mercadoria, assim sendo, embalagens usadas para estocagem devem oferecer resistência para suportar compressão e proteger os produtos.

A função **qualificação ou comunicação** deve transmitir a informação, é responsável pela parte visual do produto, pela forma como o consumidor interage com ele.

A qualificação compreende a determinação de graus e tipos de funcionalidade da embalagem no acondicionamento do produto, em sua distribuição e em seu consumo. Além disso, identifica-o em relação a vários contextos; o que é o produto, assim como a sua quantidade e a qualidade; por quem e para quem é produzido; a procedência e a destinação; as instruções para manipulação e uso; o preço; a inserção do produto em alguma campanha publicitária ou promocional etc. A qualificação é feita através de elementos visuais e bidimensionais (palavras, números, cores, imagens etc.), tridimensionais (forma final da embalagem), elementos táteis (formas e texturas) (BERGMILLER *et al.*, 1976).

A **Utilidade** é a função que facilita a interação entre embalagem e aquilo que entra em contato com ela. Frequentemente, a função utilidade está estritamente associada às embalagens de produto de varejo. Características como facilidades de abertura, fechamento e dosagem do seu conteúdo são exemplos dessa função.

A integração da embalagem no sistema logístico é um motivo que justifica diversos setores desenvolverem dimensões padronizadas dos paletes, por exemplo, uma vez que facilitam a movimentação do produto e dos contenedores entre empresas – uma pequena diferença nas dimensões destas embalagens pode aumentar significativamente os custos logísticos totais de toda a distribuição (BANZATO, 2008).

A estabilidade de uma carga paletizada torna-a mais fácil de movimentar. Uma boa distribuição de peso e um baixo centro de gravidade aumentam a segurança da movimentação do palete e reduzem a probabilidade de danos à carga e danos materiais/humanos.

A padronização da embalagem visa a limitar a variabilidade da embalagem e refere-se às características físicas como dimensões, forma e peso. Também favorece o consumo de tempo nas áreas de expedição e recebimento, áreas de estocagem, procedimento na linha de alimentação e operações de enchimento da embalagem. A padronização da embalagem assume duas importantes formas: a padronização de dispositivos auxiliares de movimentação (paletes e contenedores duráveis) e a padronização da embalagem individual (BANZATO, 2008).

A paletização é a principal forma de unitização, tem um amplo emprego em áreas em que os materiais devem ser movimentados. Cabe destacar que a paletização pode ser por meio de paletes, superfícies moldadas, folhas rígidas chamada de *slip- sheets* ou patins (*skid*). Os paletes são uma plataforma para acondicionamento de cargas padronizadas construída de madeira, plástico e alumínio e que possuem dispositivos para a utilização de empilhadeiras.

Para a paletização, é necessário determinar o módulo para conseguir-se as dimensões dos paletes. Segundo Moura e Banzato (1997), a determinação de um módulo é obtida por meio de um sincronismo de todos os resultados dimensionais a um comum denominador.

De acordo com Moura e Banzato (1997), existem diversos fatores que se tornam problemas relacionados à embalagem: representar até 50% do custo do produto; não adicionar valor ao produto, não vender o produto; afetar negativamente a empresa; falta de responsabilidade; favorecer furto e extravio; perdas nas exportações; não proteger o produto; não padronização; não ser submúltiplos dos unitizadores empregados; difícil abertura e fechamento; redestinação após o uso do conteúdo; excesso de peso e volume para movimentação manual; não adaptação à movimentação mecânica; não ser resistente ao empilhamento.

2.3.4 Taxonomia das Embalagens

As taxonomias têm a função de ajudar nas questões relacionadas à abordagem projetual, são importantes para poder identificar os tipos de embalagem, o transporte mais adequado e as características dos materiais que deverão ser utilizados conforme cada produto. As embalagens de maneira sistemática por meio de diversos fatores que serão apresentados.

Após estudar as taxonomias em anexo no apêndice A, foi selecionada aquela proposta por Moura e Banzato, apresentada no item 2.3.4.1. Tendo em vista que os critérios da classificação da embalagem apresentam clareza e completeza, pois além de ser facilmente entendido são abrangidos todos os tipos de embalagens, além de abordar o tema de proteção corroborando com a importância das embalagens mais adequadas ao produto.

2.3.4.1 Taxonomia de Moura e Banzato (1990)

Os estudiosos Reinaldo Moura e José Mauricio Banzato (1990) classificaram as embalagens, em um primeiro momento, nas quatro categorias: Funções (Primária, secundária, terciária, quaternária e de quinto nível), Finalidade (consumo, expositora, distribuição física, transporte, movimentação e armazenagem), Movimentação (manual, mecânica) e Utilidade (retornáveis e não-retornáveis), mostrado na Figura 9.



Figura 9: Taxonomia Moura e Banzato (1997)
 Fonte: adaptado pela autora

As **funções** são subdivididas em primária, secundária, terciária, quaternária e de quinto nível. A embalagem **primária** é conceituada como aquela que contém o produto (vidro, lata), sendo a medida de produção e de consumo, serve também como unidade de venda no varejo. A **secundária** é a que acondiciona e protege a embalagem primária, assim sendo, pode-se afirmar que a caixa de perfume é um exemplo desta embalagem. Embalagem **terciária** é o caso de embalagens feitas de madeira, papelão, plásticos ou outro material. A combinação da embalagem primária e secundária acaba sendo a medida de venda atacadista, como é o caso da caixa que conterà um conjunto de caixas de perfume. A embalagem **quaternária** envolve o contenedor, que facilita a movimentação e a armazenagem, tratam-se daquelas embalagens condicionam certo número de embalagens terciárias. Por fim, a embalagem de **quinto nível** é a unidade containerizada ou as embalagens especiais para envio à longa distância.

Em relação à **finalidade** a que se destinam as embalagens, elas são classificadas como: de consumo; expositora; de distribuição física; de transporte e exportação; industrial ou de movimentação; e de armazenagem.

A embalagem de **consumo** é a embalagem primária e, às vezes, a secundária que levam o produto ao consumidor, por isso, geralmente, é estudada e projetada cuidadosamente. A cooperação de especialistas de marketing e comunicação visual permite projetar uma embalagem para assegurar uma apresentação agradável, prática e sugestiva, que torna o produto atraente e vendável aos olhos do consumidor final.

A embalagem **expositora** é aquela que, além de poder transportar o produto, visa à sua exposição. Ela contém, especialmente, apelos para que a venda seja efetuada, impondo ao consumidor um forte impulso para que realize a compra no ato, ou seja, é verdadeiramente um “vendedor mudo”, sendo, por isso, chamada também de embalagem de auto-venda. Caracteriza-se por ser usada, sobretudo, para as mercadorias de venda diárias; manter unidas e protegidas as embalagens de consumo durante o transporte e a movimentação; ser empilhável; estar “pronta para a venda” exigindo o menor esforço para abri-la; ter um texto e decoração atrativa; permitir a coleta da embalagem de consumo; ser fácil de manipular, tanto em peso quanto em volume.

A embalagem de **distribuição física** é destinada a proteger o produto, suportando as condições físicas encontradas no processo de carga, transporte, descarga e entrega. Pode ser uma embalagem primária, ou secundária, isto é, uma embalagem de produtos pré-embalados em unidades menores. Ela pode ou não ser unitizada, acolchoada ou impermeabilizada, e envolve a definição de um sistema de embalagem.

As embalagens de **transporte e exportação** são embalagens ou acondicionamentos que protegem um produto durante os diversos modos de transporte, de modo geral, facilitando estas operações. O seu conceito envolve a embalagem destinada a conter e/ou acondicionamento que protege o produto embalado durante o transporte e, conseqüentemente, durante os manuseios, as movimentações mecânicas e as estocagens. As embalagens de transporte devem ser estruturadas em função da natureza da mercadoria e do meio de transporte utilizado. Em sua concepção, deverão ser considerados a movimentação, a duração do tempo de transporte, as influências climáticas das zonas atravessadas (calor, frio, chuvas), avaliando-se o período de expedição e a duração total do

transporte (incluindo os eventuais tempos de paradas e de armazenagem); disposições especiais resultantes de regulamentos legais (alfândegas, autoridades portuárias etc.).

A **embalagem industrial**, também chamada de movimentação, é aquela que protege o material durante a estocagem e a movimentação dentro de um conjunto industrial, entre as fábricas de uma mesma empresa ou entre fornecedores e clientes. Caracteriza-se por apresentar uso repetitivo; dispositivo para erguer e içar e encaixes autossuportantes. Um exemplo destas embalagens são os contenedores, caçambas, paletes e etc. Por ser movimentada com muita frequência, esta embalagem deve ser robusta para suportar os impactos de empilhadeiras, as batidas no solo e o transporte em carretas ou caminhões.

A embalagem de **armazenagem** têm a função de proteger o material dos agentes agressivos externos, dos agentes físicos (choques, variações de temperatura, grau higrométrico, luminosidade); agentes químicos (vapores ácidos, ação do ar sobre o comportamento químico de alguns produtos de fraca estabilidade) e também dos parasitas vegetais e animais (bolors bactérias, insetos e roedores).

Quanto à **movimentação**, a embalagem pode ser de movimentação manual e mecânica. Embalagem movimentada manualmente é a não adequada à operação por empilhadeira ou outro veículo industrial, e cujo peso não deve exceder a 30 Kg. A embalagem movimentada mecanicamente é aquela em que a quantidade de volumes a ser transportada é muito grande, o número de movimentações é considerável, as distâncias ou alturas são grandes ou os volumes possuem peso acima de 30 kg, sendo necessário recorrer a movimentação mecânica. São utilizadas as unidades de carga denominadas unitizadas (carga paletizadas, *slip-sheeted*, *skidded*, embaladas por encolhimento, contenedORIZADAS etc.), de forma que possa ser movimentada por uma empilhadeira ou outro veículo industrial (MOURA E BANZATO, 1997).

Em relação à **utilidade**, as embalagens são divididas em retornável e não retornável. A embalagem retornável é aquela que retorna à origem, normalmente, para a sua reutilização industrial. Neste caso, incluem-se os cestos e as caixas metálicas, caixas e engradados reforçados com madeira, contenedores de metal ou plástico, dispositivos especiais, paletes plataforma metálica etc. Para Banzato (2008), alguns dos usos mais populares de embalagem retornável são a produção na indústria automobilística; produtos

químicos; alimentos frescos e produção de embalagens para o varejo, abrangendo algumas projetadas para exposição no ponto de venda sem a necessidade de desembalar.

A embalagem não retornável é utilizada em um único ciclo de distribuição. Em alguns casos, tem o uso postergado pelo seu usuário. O material usado é madeira, papelão ondulado, plástico, sacos multifolhados de papel, tambores de fibra. Apresenta características como menor custo, dispensa controle e documentação fiscal, é leve, implica menor custo de transportes, deve ser resistente para permitir boa estabilidade da carga no ciclo de distribuição e armazenagem.

Moura e Banzato (1997) relatam que a sua divisão, por muitas vezes, não fica tão nítida, pois uma embalagem pode assumir, em alguns momentos e ao mesmo tempo, a finalidade de consumo, mas também a de exposição e distribuição. Um exemplo claro diz respeito às embalagens de bens duráveis como TVs e microondas que, ao mesmo tempo, que têm a finalidade de distribuir, também possuem a finalidade de expor o produto na prateleira e apresentá-lo, chegando até o consumidor final.

2.3.5 Embalagem de Consumo

As embalagens de consumo, conforme a taxonomia utilizada por Moura e Banzato (1997), é a embalagem primária e, às vezes, a secundária que leva o produto ao consumidor. Como esta embalagem tem apelo visual para tornar o produto atraente e vendável aos olhos do consumidor, ela apresenta a contribuição de especialistas de marketing e comunicação visual. Estas embalagens, comumente, necessitam acondicionamento para as operações de movimentação e armazenagem.

Para Moura e Banzato (1997), as embalagens de consumo, além do requisito de proteção à qualidade do produto durante o tempo que ele ficará armazenado na prateleira, devem apresentar características estéticas.

Tanto para a embalagem de consumo quanto para a de transporte, é essencial levar em consideração, além das características de proteção, os fatores que se associam à produção, à distribuição e à movimentação, como condições de manuseio, de armazenagem e de transporte.

2.4 Dados do Produto para o Desenvolvimento de Embalagens

São necessários dados do produto para o desenvolvimento da sua embalagem, de tal forma que estas informações têm influência determinante na maneira de acondicionamento e nas dimensões da embalagem. (MOURA A BANZATO, 1997)

As características do produto a ser embalado envolvem diversos aspectos, segundo Moura & Banzato (1997):

- **Dimensões principais:** conhecer as dimensões externas máximas e as suas tolerâncias;
- **Posições de transporte:** existem muitos produtos que só podem ser transportados ou colocados em uma única posição. Esse fator possui influência em função do carregamento do contêiner/carreta. Os espaços devem ser todos preenchidos, pois quanto mais preenchidos, maior será a quantidade de produto por contêiner e menor o custo de transporte por produto;
- **Possibilidades de desmontagem:** certas desmontagens permitem reduções significativas no volume da embalagem. Às vezes, a desmontagem é feita para dar proteção especial a algum componente do produto, mesmo que se tenha um volume maior de embalagem;
- **Possibilidades de interpenetração:** a possibilidade de colocar partes do produto dentro de outras, ou de realizar encaixes entre unidades de produtos, pode reduzir o volume do seu conjunto;
- **Dimensões limitadas por condições de transporte:** quanto maior a redução do volume da embalagem para determinado produto, menores serão os custos de transporte, armazenagem e da própria embalagem;
- **Dimensões moduladas ou padronizadas dos produtos:** esta consideração é relevante quando se pensa em padronizar as embalagens de uma linha de produtos;
- **Peso e posição do centro de gravidade:** é importante conhecer o peso do produto e a localização do seu centro de gravidade. Um produto com o centro de gravidade muito deslocado do centro geométrico pode acarretar problemas como instabilidade no empilhamento ou também transferir muito peso para um ponto específico do produto, fragilizando esta região;
- **Resistência mecânica dos pontos de apoio e fixação:** o produto não deverá deslocar-se dentro da embalagem, seja pela fixação de seus pontos de apoio, seja

pelo seu contato com partes da embalagem, acolchoamento ou calços. Esses pontos de contato e fixação devem estar estruturalmente ligados ao conjunto do produto, de forma a transmitirem esforços sem tensões elevadas;

- **Resistência do produto à compressão:** devido à necessidade de empilhamento das embalagens, é fundamental conhecer se o produto pode ou não suportar esforços de compressão vertical. No caso de não suportar, ou admitir apenas uma compressão limitada e de valores baixos, a embalagem é que deve ter estrutura que possibilite a altura de empilhamento. Neste sentido, é importante conhecer o limite de empilhamento (carga) de produtos a serem aplicados;
- **Resistência ao impacto:** o produto pode estar sujeito a impacto de dois tipos: genéricos e localizados. Impactos genéricos são os aplicados ao produto como um todo, como ocorre nas quedas e em certas condições de transporte. Impactos localizados são aplicados contra partes do produto, podendo ocorrer nas operações de movimentação e estiva de carga. O comportamento do produto em relação a choques e impactos generalizados depende de sua fragilidade;
- **Fragilidade:** para que um objeto quebre, por efeito de queda, é necessário que o choque possua, simultaneamente, certa energia e intensidade. A intensidade do choque é medida pela máxima aceleração, ou desaceleração, sofrida pelo objeto;
- **Resistência à vibração:** a análise do comportamento do produto, quando submetido às vibrações que ocorrem no transporte, é essencial para o projeto do acolchoamento da embalagem. Em alguns casos, como para equipamentos eletrônicos a serem utilizados em veículos, esta análise orientará o projeto de coxins de suspensão.

O comportamento do produto possui formas variadas e complexas. Diversas são as formas de danos devido à vibração: impactos entre componentes internos, fadiga entre eles, abrasão em pontos de contato entre diferentes partes do produto ou entre elas e a embalagem, afrouxamento de parafusos, separação de componentes de uma mistura de grânéis sólidos ou de uma emulsão, deformação ou deslocamento de componentes de sistema de acolchoamento, amassamento por esforços dinâmicos de compressão (especialmente, em embalagens empilhadas no transporte);

- **Resistência a temperaturas elevadas ou baixas e às suas variações:** os resultados referentes a esse requisito são levantados por meio de produtos

submetidos à diferença de temperatura em câmaras climáticas. O comportamento, em geral, é previamente conhecido pela equipe de desenvolvimento, em função do conhecimento das rotas em que o produto passa, para que mercados são vendidos e também a temperatura a que são submetidos durante o transporte;

- **Sensibilidade à umidade:** da mesma forma que a temperatura, a umidade também é determinada por testes de câmara climática. A umidade pode provocar diversos danos ao produto como corrosão, mofo, deterioração de produtos higroscópios, variação de dimensões de peças de madeira, trincas, além da deformação e do deslocamento de peças. Ademais, não se pode esquecer que não somente o produto poderá fragilizar-se, mas também a embalagem. A diferença de temperatura e umidade pode alterar as propriedades da embalagem, fazendo com que ela não cumpra mais a sua função de proteção. O papelão é o exemplo mais comum em relação a estas alterações climáticas, visto que, quando submetido à alta umidade, por exemplo, ele fragiliza-se de tal maneira a não suportar os esforços durante a sua movimentação;
- **Periculosidade:** no transporte marítimo, as substâncias perigosas são classificadas pelo IMCO (*Inter-governmental Maritime Conculative Organization*) em nove grupos: explosivos; gases comprimidos e liquefeitos; líquidos inflamáveis; sólidos inflamáveis, substâncias sujeitas à combustão espontânea ou que emitem gases inflamáveis; agentes oxidantes; substâncias venenosas, tóxicas ou infecciosas; substâncias radioativas; substâncias corrosivas; outras substâncias perigosas. Para o transporte aéreo, são considerados perigosos também os materiais magnéticos, por afetarem os instrumentos de navegação.

2.5 Metodologias Específicas de Embalagem

2.5.1 A metodologia de Bergmiller (1976)

A metodologia desenvolvida pelo grupo de Karl Heinz Bergmille, apresenta três macroestruturas, denominadas pelo grupo como Fase Análítica, Fase de Planejamento e Fase Executiva, que englobam uma série de passos a serem realizados em nível de microestruturas, conforme a Figura 10.

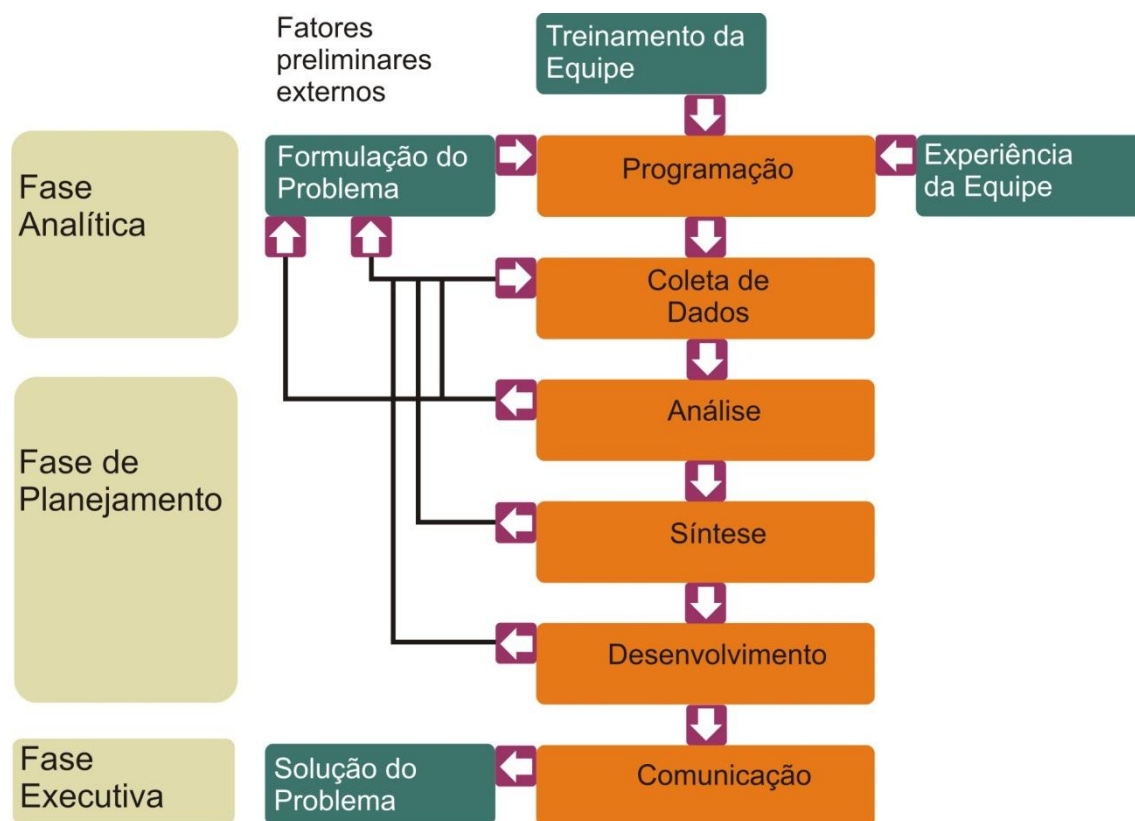


Figura 10: Metodologia Bergmiller
 Fonte: Brod (2004) adaptado pela autora (2012)

A Fase Analítica faz parte das atividades de observação, medição e de raciocínio indutivo. A Fase de Planejamento inclui a avaliação e o julgamento de fatos observados na fase anterior e que, por meio de processo dedutivo, pressupõe a tomada de decisão. A Fase Executiva refere-se às atividades de descrição e tradução das decisões produzidas na Fase de Planejamento, promovendo a transmissão destas decisões ao final do processo.

Bergmiller *et al.*, (1976) citam fatores externos que atuam diretamente no processo metodológico, como é o caso de treinamento apropriado dos membros da equipe responsável pela execução do processo; experiência acumulada dos elementos responsáveis pelo projeto e perfeita determinação e definição do problema.

A formulação do problema a ser resolvido é o verdadeiro ponto de partida de todo o processo e que, no decorrer da fase inicial, pode vir a ser corrigida ou reformulada de acordo com as metas a serem atingidas (BERGMILLER *et al.*, 1976).

O conjunto de microestruturas do método com o seu respectivo sequenciamento é dividido em seis etapas principais denominadas: Programação, Coleta de Dados, Análise, Síntese, Desenvolvimento e Comunicação.

A etapa de Programação recebe a formulação do problema, prepara um programa e cronograma detalhado, assim como estabelece fatores decisivos, metas a serem alcançadas e restrições definidas na formulação do problema. A etapa de Coleta de Dados reporta-se à identificação dos dados relevantes (*check-list*) e à classificação dos dados necessários para a solução de problemas.

A etapa de Análise tem a função de identificar subproblemas⁴ e estabelecer uma lista deles. Esta análise identifica os subproblemas divergentes e convergentes originados da coleta de dados e prepara uma especificação guia para o design que surge da hierarquia criada entre os diversos subproblemas. Essa sequência de etapas pode sofrer reavaliações (*feed back*), caso o resultado da análise seja insatisfatório.

A etapa de Síntese é caracterizada pela função de solucionar os subproblemas convergentes e divergentes e desenvolver as primeiras hipóteses que servirão como base para soluções do problema. O croqui é utilizado, nesta etapa, como forma de comunicação com o cliente ou o fabricante.

A etapa de Desenvolvimento é responsável por definir a ideia do desenho da embalagem por meio da construção de um modelo (*mock up*), desenvolvimento dos subproblemas e da solução geral (protótipos), sendo que, logo após, são realizados testes para validar as hipóteses. A etapa de Comunicação, por sua vez, recomenda as ações necessárias para a solução final do problema, objetiva a seleção e a preparação da comunicação e da transmissão da informação. Esta etapa compreende tanto o aspecto da apresentação para o cliente como a elaboração das especificações de fabricação. Para o cliente, os meios de comunicação são por meio de memoriais descritivos, protótipos ou *mock up*, fotografias (BERGMILLER *et al.*, 1976).

⁴ Como subproblemas, entendem-se os interrelacionamentos entre fatores que determinam, por exemplo, uma embalagem: peso reduzido x uso de vidro.

2.5.2 A metodologia de Seragini (1978)

A metodologia de Lincoln Seragini, segundo Santos Neto (2001), compõe-se em sete macroestruturas, chamadas fases, que são apresentadas na Figura 11: identificação do tipo de desenvolvimento; planejamento preliminar; desenvolvimento estrutural; desenvolvimento formal e gráfico; implantação; reavaliação e correção de falhas; e embalagem operando.

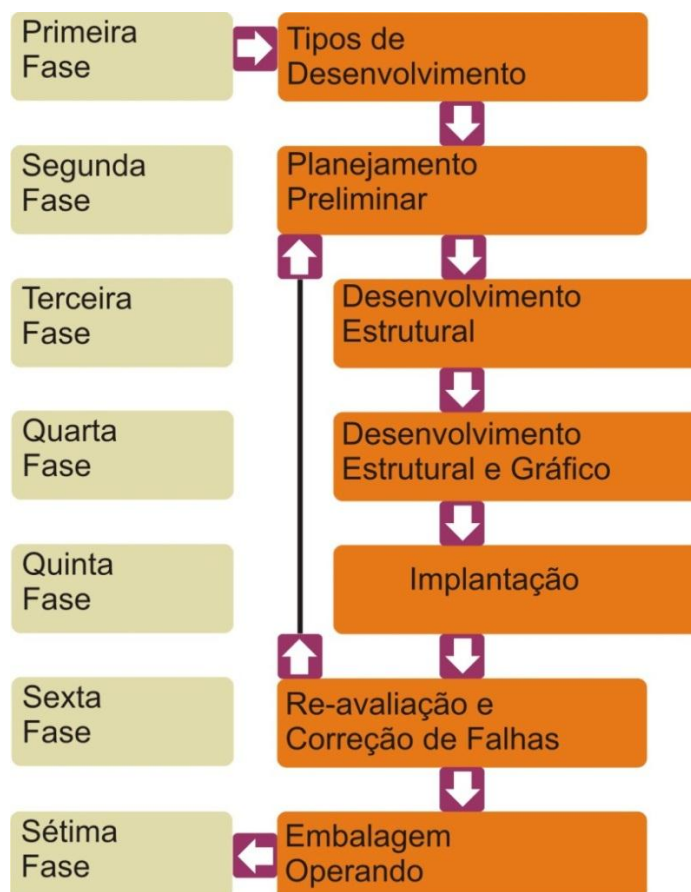


Figura 11: Metodologia Seragini
Fonte: Brod (2004) adaptado pela autora (2012)

Na primeira fase, chamada de tipo de desenvolvimento – são realizadas as ações para formular o problema e definir os objetivos a serem alcançados com o desenvolvimento do projeto de embalagem, assim como identificar os conceitos iniciais sobre a embalagem, determinar a natureza e a complexidade do projeto, realizar pesquisas iniciais sobre as intenções e as alternativas possíveis e estabelecer critérios (função, proteção, aparência, custo e disponibilidade) para a escolha preliminar de materiais e dos possíveis tipos de embalagens.

Na segunda fase, de planejamento preliminar –, é aplicada uma lista de verificações como instrumento para a coleta de informações técnicas e mercadológicas.

Na terceira fase, de desenvolvimento estrutural –, após o estabelecimento do tipo e do material da embalagem, são indicadas sete tarefas: (1) testar o desempenho dos materiais e da embalagem completa por meio de testes de investigação, de comparação e de avaliação; (2) avaliar e escolher os materiais e os processos; (3) verificar a viabilidade de fabricação e de fornecimento da embalagem, do ponto de vista técnico, mediante consultas a fornecedores; (4) conferir a viabilidade da embalagem em uso na produção por meio da verificação do método de utilização da embalagem na linha de fabricação, analisando a adaptação da mão-de-obra e determinando os fatores de custo; (5) viabilidade do uso em equipamentos através da análise das características operacionais deles, adaptabilidade da embalagem aos equipamentos existentes e testes de funcionamento da embalagem nas linhas de produção; (6) determinação dos custos gerais da embalagem; e (7) definição final da embalagem.

Na quarta fase, de desenvolvimento formal e gráfico –, é realizada a seguinte sequência de atividades: (1) determinação da imagem que a embalagem deverá refletir por intermédio da análise do tipo médio dos consumidores em potencial, do estudo das embalagens concorrentes, das análises do mercado, do estudo dos canais de distribuição e da integração da embalagem com a campanha de propaganda; (2) resolução dos aspectos técnicos por meio do conjunto de elementos decorativos (figuras, símbolos, logotipos, etc.), lei da proporção, textos e tipos de letras, esquemas cromáticos, visibilidade, legibilidade, destaque e caminho visual; (3) testes de avaliação do grafismo por meio de testes óticos, de associações e de campo; (4) execução final da embalagem.

Na quinta, fase de implantação –, acontecem cinco atividades: (1) preparação das especificações englobando a definição das características e das propriedades de todos os materiais, definição do desenho mecânico dos materiais com as suas respectivas tolerâncias e definições dos testes de avaliação de qualidade; (2) aprovação das especificações; (3) aprovação das amostras iniciais do fornecedor; (4) acompanhamento dos resultados do Controle de Qualidade da primeira remessa; (5) aprovação do resultado da utilização da embalagem na linha de fabricação.

A sexta fase é de reavaliação e correção das falhas, caso for necessário retorno à fase de planejamento preliminar. A sétima fase, de embalagem operando, é considerada como a finalização do método, dentro da sua vida útil prevista.

2.5.3 A metodologia de Moura & Banzato (1990)

Reinaldo A. Moura e Jose Mauricio Banzato propõem uma metodologia para desenvolvimento de embalagens que é composta por seis macroestruturas. As seis etapas apresentam-se assim denominadas: (1) levantamento de dados; (2) desenvolvimento da embalagem; (3) construção do protótipo; (4) teste da embalagem; (5) revisão ou aperfeiçoamento da embalagem; e (6) especificações, de acordo com a Figura 12.

Na primeira etapa, ou seja, o levantamento de dados remete para a necessidade de conhecer o produto, os materiais de embalagem, as condições logísticas e as condições formais. Deve-se distinguir o produto que necessita ser embalado, conhecendo as suas características mais importantes, a “forma”, o “volume” e o “peso”.

O levantamento de dados indicam análises das dimensões do produto (dimensões principais, posições de transporte e possibilidades de desmontagem e/ou de interpenetração), dimensões limitadas por condições de transporte, dimensões moduladas ou padronizadas dos produtos, peso e posição do centro de gravidade, resistência mecânica dos pontos de apoio e de fixação, resistência do produto à compressão, resistência ao impacto, fragilidade do produto, resistência à vibração, sensibilidade à umidade e à periculosidade (produto corrosivo, explosivo, infeccioso, inflamável, oxidante, radioativo, tóxico, venenoso, etc.).

A segunda etapa de desenvolvimento da embalagem deve basear-se, principalmente, na forma do material com que é feito o produto (líquido, sólido ou gasoso), as suas propriedades (ácido, inflamável, corrosivo, etc.); nas quantidades a serem movimentadas, na proteção exigida pelo produto para trânsito, na movimentação e na estocagem.

A terceira etapa da construção do protótipo indica a etapa do método na qual se materializam as especificações determinadas pelos levantamentos e análises dos dados

coletados nas etapas anteriores. Dessa maneira, o protótipo é construído após a escolha e a determinação das necessidades da embalagem e da escolha do material.

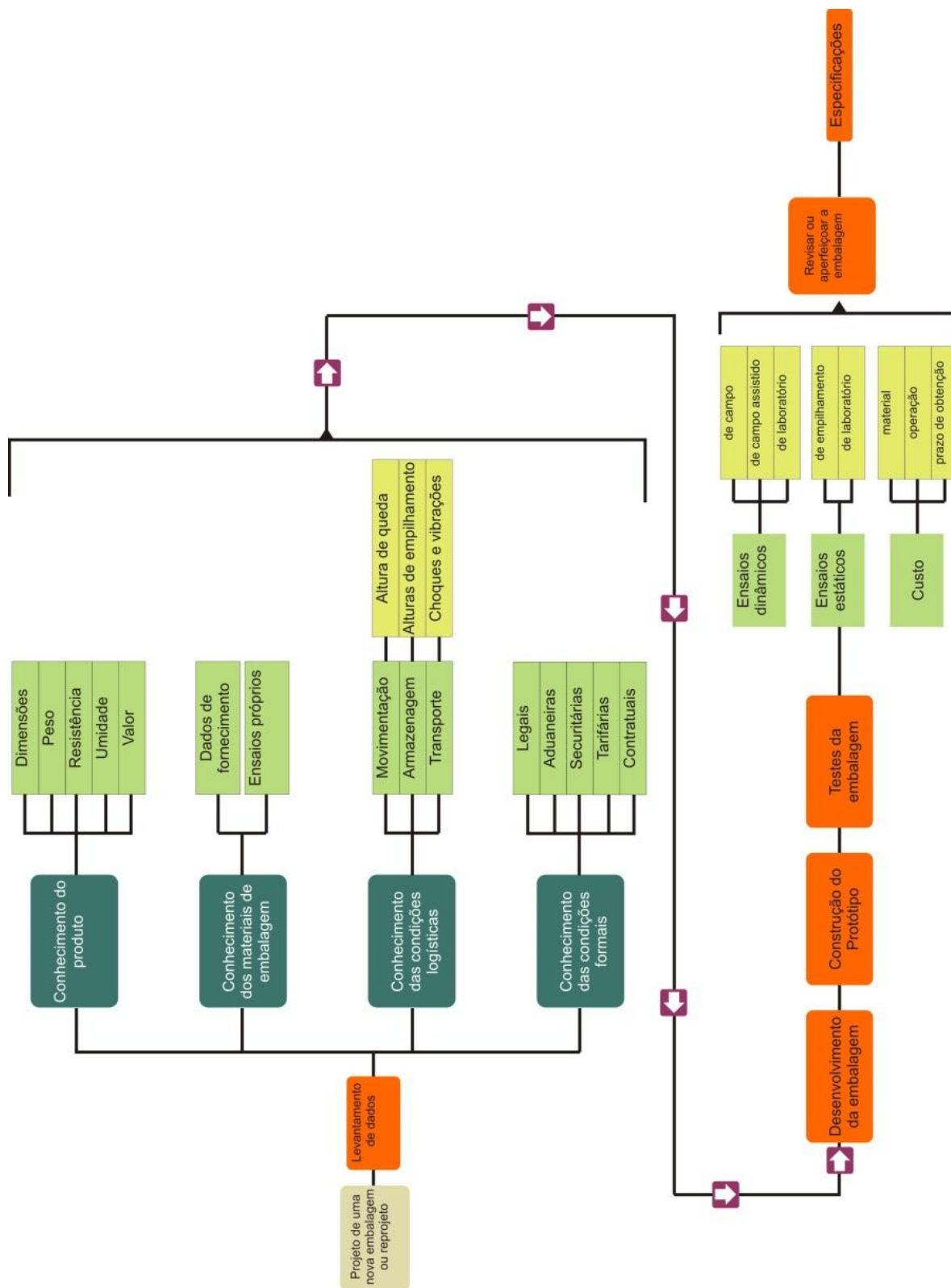


Figura 12: Metodologia Moura & Banzato
Fonte: Moura & Banzato (1990) adaptado pela autora (2012).

A quarta etapa, de teste da embalagem, expressa as atividades de determinar o desempenho da embalagem por meio de testes que são feitos sob condições que se apresentem as mais próximas possíveis da realidade de campo, isto é, das condições em que a embalagem atuará. Os testes dos protótipos devem ser realizados por meio de: (1) ensaios dinâmicos (de campo, de campo assistido e de laboratório); (2) ensaios estáticos (de empilhamento e de laboratório); e (3) testes de custo (do material, da operação e do prazo de obtenção).

A quinta etapa, chamada de revisão ou aperfeiçoamento da embalagem, expressa a tarefa de avaliar, contínua e organizadamente, a embalagem, dando respostas, dentre qualquer outro fator das áreas de desempenho da embalagem (distribuição, mercadologia e manufatura), às mudanças nos canais de distribuição; observando novas informações, necessidades e preferências dos consumidores e novos materiais, processos e regulamentos.

A sexta etapa, de especificações, refere-se às tarefas de divulgar, em termos mensuráveis, quando possível, as necessidades da embalagem na forma de especificações e normas por escrito.

2.5.4 Metodologia de Giovannette (1995)

A metodologia de Maria Dolores Vidales Giovannette é proposta por vários pesquisadores da *Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco*. De acordo com a autora, o uso da metodologia promove a inspiração artística controlada por um processo comunicacional.

As etapas (Figura 13) do modelo são cinco: (1) Caso, (2) Problema, (3) Hipóteses, (4) Projeto e a (5) Realização, que operam em modo sequencial.

A primeira fase, o Caso, é o ponto de partida do processo de design e constitui-se pela tarefa de traçar as linhas gerais para a obtenção de um objetivo determinado, incluindo o marco teórico e as técnicas a serem utilizadas para a obtenção destes.

A segunda fase, o Problema, é o conjunto de necessidades específicas (requisitos) estruturadas com base nos dados relevantes obtidos na etapa anterior. Conforme a

complexidade do projeto, o problema pode ser dividido em subproblemas, organizados de forma hierárquica.

Na terceira fase, das Hipóteses, deve-se estabelecer o desenvolvimento das alternativas (propostas) para analisar e resolver os problemas semióticos, formais, funcionais, construtivos e de planejamento econômico-administrativo, buscando alcançar os objetivos gerais e específicos.



Figura 13: Metodologia Giovannette
Fonte: Giovannette (1995) adaptado pela autora (2012)

Na quarta fase, o Projeto, recomenda-se a realização de esboços, desenhos, maquetes, originais para impressão, modelos, protótipos destinados à simulação e tudo mais que se fizer necessário para a posterior fabricação.

Na quinta e última fase, a Realização, são executadas as tarefas de produção e testes da embalagem desenhada sob a supervisão do designer. A etapa só é encerrada quando a embalagem projetada estiver em utilização pelo grupo de consumidores para o qual foi concebida.

2.5.5 A metodologia de Romano (1996)

O engenheiro mecânico Leonardo Nabaes Romano propõe uma metodologia para desenvolvimento de embalagem estruturada em sete fases principais (macroestruturas) e que, por sua vez, envolvem várias atividades que deverão ser realizadas (microestruturas). As fases são apresentadas, conforme Figura 14, como: Fase I, chamada de Formação da Equipe; Fase II - Início de Projeto; Fase III - Estudo de Leiaute de carga; Fase IV - Estudo das Concepções; Fase V - Projeto Preliminar; Fase VI - Projeto Detalhado; Fase VII - Entrada em Produção.

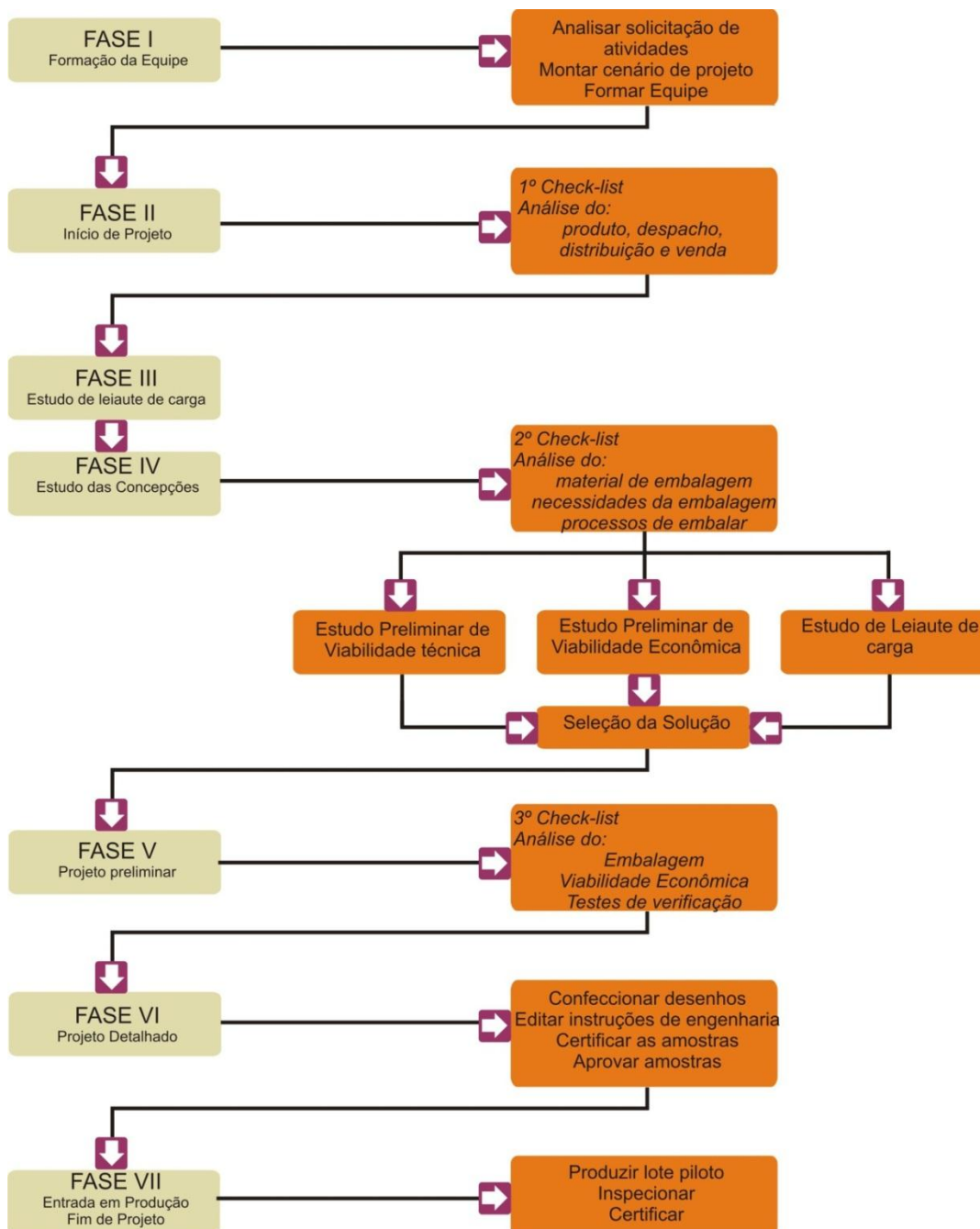


Figura 14: Metodologia Romano
Fonte: Romano (1996) adaptado pela autora (2012)

Na Fase I, de Formação da Equipe, o autor sugere a escolha de um profissional responsável por toda a equipe de projeto. Este indivíduo deve conhecer bem a metodologia para analisar a solicitação de atividades, montar o cenário de projeto para a visualização de tudo que deve ser realizado, como fases do cronograma, atividades, resultados esperados e a formação da equipe. Com esta etapa concluída, passa-se para a Fase II, Início de Projeto, na qual é apresentado o trabalho a ser realizado e a metodologia a ser empregada. Nesta fase, são sugeridos encontros semanais e deverão ser feitos *check-lists* que abordarão e analisarão: (1) o produto a ser embalado; (2) o processo de despacho; (3) a distribuição e a venda do produto. Encerrada esta etapa, passa-se para a próxima fase.

Na Fase III, de Estudo de Leiaute de Carga, é recomendada a realização da atividade de definir o leiaute de carga ótimo, o que é alcançado mediante simulações de quantidade de produtos sem-embalagem por contêiner.

Na Fase IV, de Estudo das Concepções, são recomendadas as execuções de quatro atividades. A primeira diz respeito à aplicação do segundo *check-list* da metodologia que deverá abordar: (1) material a ser utilizado na embalagem, (2) necessidades da embalagem e (3) processo de embalar. A segunda atividade refere-se à apresentação, à análise e ao estudo do produto e/ou dos desenhos do produto que deverão formar uma matriz morfológica de soluções com a consequente seleção das possíveis soluções. A terceira atividade consta das tarefas de construir modelos e protótipos das possíveis soluções e de realizar estudos preliminares de viabilidade técnico-econômica e do leiaute de carga ótimo, agora, com o produto embalado com as possíveis soluções. A quarta atividade, com que se encerra a fase, é a tarefa de selecionar a solução ótima para embalar o produto em questão e providenciar os seus desenhos, os modelos e/ou protótipos.

Na Fase V, de Projeto Preliminar, primeiramente, o autor recomenda aplicar o terceiro *check-list* da metodologia contendo informações sobre: (1) avaliação do projeto; (2) custos do projeto; e (3) testes de verificação. Em prosseguimento, aconselha o estudo da viabilidade econômica do projeto em que se deve analisar, entre outras variáveis, os custos do produto a ser embalado, os custos de despacho e os custos de embalagem. Para concluir a fase, indica a realização de testes de verificação dos protótipos por meio de ensaios de laboratório e de testes práticos com o objetivo de certificar a embalagem e, com isso, garantir o perfeito funcionamento dela durante a sua vida útil.

Na Fase VI, de Projeto Detalhado, é realizada toda a confecção de desenhos, contendo as especificações exigidas e necessárias para a produção da embalagem. Também são editadas as instruções de engenharia e certificadas e aprovadas as amostras da embalagem que entrarão na fase de produção.

Na Fase VII, de Entrada em Produção, a última da metodologia de projeto, Romano (1996) recomenda a atividade de produzir o lote piloto de produção para o acerto de máquinas e da linha de embalagem, podendo dar-se por terminado o projeto de embalagem.

No desenvolvimento da sua metodologia de projeto de embalagem, o autor ressalta o fato de só se passar para a fase seguinte, quando a fase anterior apresentar resultados satisfatórios tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Se esses resultados não forem alcançados, a fase em execução deverá ser refeita com o objetivo de gerar novas alternativas para atingir-se a solução desejada.

2.5.6 A metodologia de Mestriner (1999)

Fabio Mestriner (1999), divulgou um método de projeto para desenhar embalagens. O método, segundo Mestriner, originou-se em sua prática e a experiência pessoal e profissional, encontrando-se representado na Figura 15. A metodologia tem nove etapas sequenciadas e, assim, denominadas: (1) *briefing*; (2) pesquisa; (3) estudo de campo; (4) estratégia de desenho; (5) apresentação do desenho; (6) refinamento e mocapes; (7) pré-produção; (8) produção; e (9) embalagem final.

A primeira etapa, o *briefing*, diz respeito à qualidade da formulação das perguntas aplicadas ao cliente que comporão um conjunto de informações básicas, instruções, diretrizes, etc., necessárias para o desenvolvimento da embalagem. A segunda etapa, a pesquisa, trata da busca de bases sólidas para o entendimento do problema. A terceira etapa, o estudo de campo, preconiza a realização de análises da categoria, da performance e das oportunidades do produto nos pontos de venda.

Em continuidade, a quarta etapa, a estratégia de desenho, define a solução do problema mediante o estabelecimento de premissas básicas para o desenho da embalagem. A quinta etapa, apresentação do desenho, na sequência, trata da materialização da

estratégia de desenho de forma. A sexta etapa, composta pelos refinamentos e *mock-ups*, recomenda a formatação e a orientação da produção da embalagem.

A sétima etapa, de pré-produção, busca a viabilização do projeto junto aos fornecedores por meio de atividades fotográficas, ilustrativas e de arte-finalização. A oitava etapa, de produção, por sua vez, preconiza a determinação técnica da qualidade final da embalagem no ponto de venda. Por último, a nona etapa, a embalagem final, concerne à conclusão da embalagem, quando esta encontra-se pronta para entrar na linha de produção da fábrica, momento em que se dá por concluído o projeto.

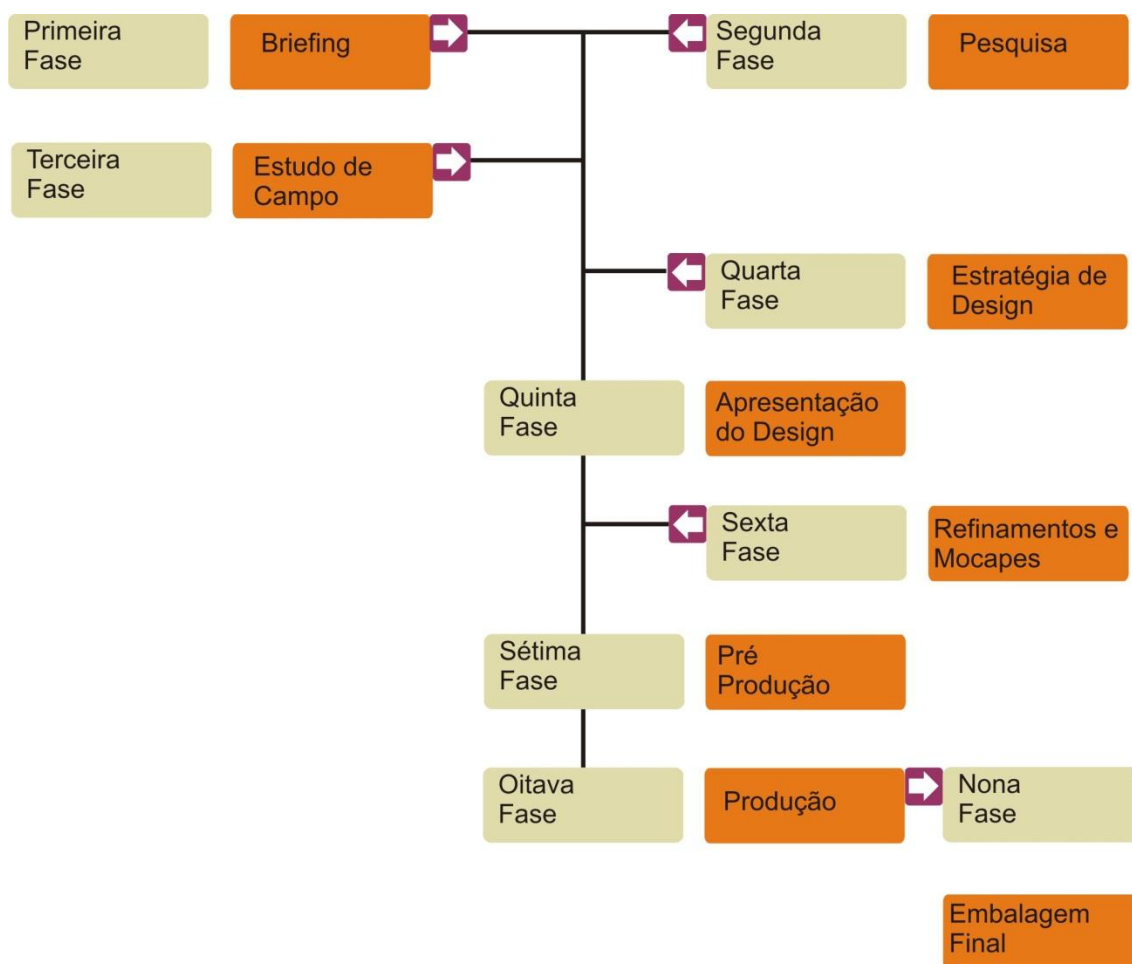


Figura 15: Metodologia Mestriner
Fonte: Brod (2004) adaptado pela autora (2012)

2.5.7 Metodologia de Gurgel (2007)

A metodologia denominada FAG 8 para o desenvolvimento de projetos de embalagem, conforme Gurgel (2007), é uma sequência estruturada de trabalho, na qual cada fase

alimenta a fase posterior e, ao final de cada etapa, deverá haver uma avaliação completa dos trabalhos desenvolvidos para prosseguir em direção à próxima etapa. A FAG 8 (Figura 16) abrange três etapas que abrigam oito fases.

A primeira etapa, denominada de Definição da Proposta de Trabalho, é dividida em duas fases. A primeira é a fase de (1) atendimento das necessidades dos consumidores, em que o projetista deverá realizar pesquisas mercadológicas, fazer os desenhos esquemáticos e definir níveis de diferenciação, conceito e família de produtos. Neste caso, é indicada a ferramenta de *check-lists* mercadológico. Na segunda fase, de (2) avaliação do custo da embalagem, avalia-se o valor mercadológico e o seu custo industrial.

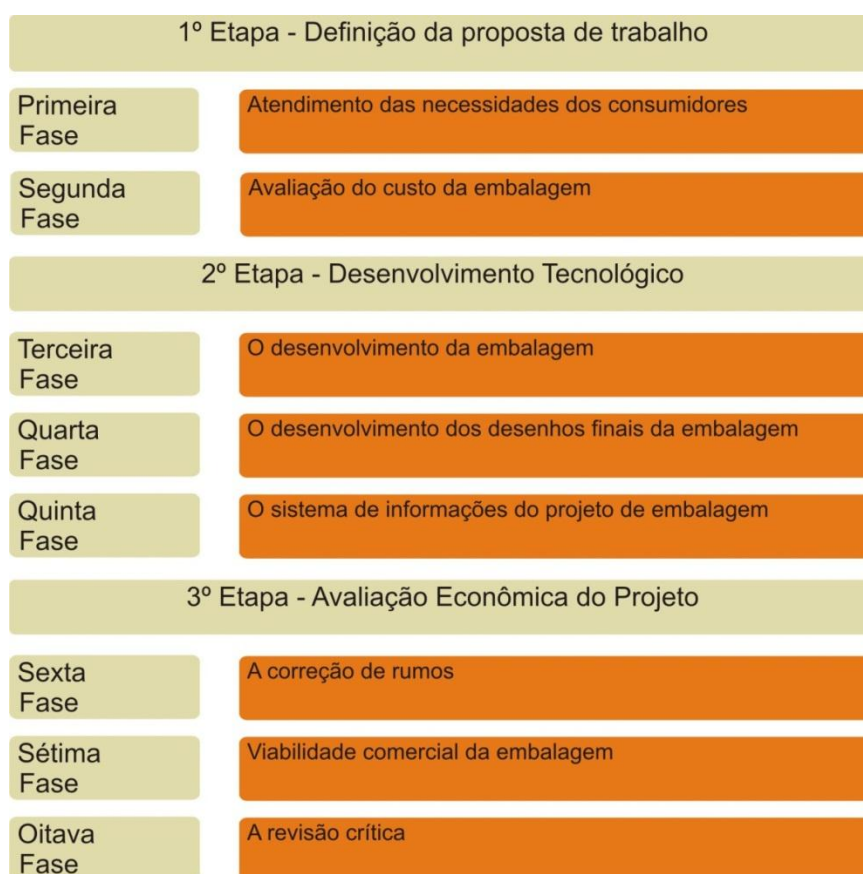


Figura 16: Metodologia Gurgel
Fonte: Gurgel (2007) adaptado pela autora (2012)

A segunda etapa, chamada de Desenvolvimento Tecnológico, é composta por três fases, na primeira delas, (1) desenvolvimento da embalagem, são realizados conjuntos de tarefas de cunho mais técnico, como desenhos preliminares, estudos de movimentação e transportes, seleção de matéria prima e acabamentos, desenvolvimento estrutural e gráfico da embalagem. Na segunda fase, de (2) desenvolvimentos finais dos desenhos de

embalagem, são detalhados os desenhos de engenharia e especificações de matérias-primas para, em seguida, passar para a terceira fase, de (3) sistema de informação do projeto, que é responsável pelo planejamento, pela aquisição e pelo armazenamento de embalagens, orçamento e custo industrial.

Em consonância com Gurgel (2007), “O desenho da embalagem deverá ser desenvolvido para uma montagem eficiente. É inadmissível que uma área de desenvolvimento elabore desenhos que resultem em embalagens difíceis de manusear, com maquinabilidade deficiente.”

A próxima etapa é a Avaliação Econômica do Projeto que é composta pelas fases de (1) correção de rumos que, segundo Gurgel (2007), tem a finalidade de desenvolver projetos bons que gerem rendosos lançamentos de produtos no mercado e impedir que a empresa produza e promova embalagens com defeito; a fase de (2) viabilidade comercial da embalagem busca saber se o produto em lançamento será comercialmente viável para posterior análise crítica, abrangendo questões como requisitos, custos, materiais, desenhos, montagem e embalamento. Ao finalizar o projeto em sua primeira versão, passa-se para a última fase chamada de (3) revisão e crítica que avalia se o projeto passará por um reprojeto ou será abandonado.

Ainda existe na literatura metodologias integrada de desenvolvimento de produto e desenvolvimento de embalagem que buscam o desenvolvimento agregado da embalagem com o seu produto.

2.6 Modelo integrado de Desenvolvimento de Embalagem e Desenvolvimento de Produto.

Existem dois modelos atuais de integração de processo de desenvolvimento de produto e desenvolvimento de embalagem. O primeiro refere-se às questões de sustentabilidade, enquanto o segundo tem como base indústrias de transformação como produtos mecânicos, alimentos e produtos farmacêuticos.

2.6.1 Modelo para Design de Embalagens Sustentáveis Integrando o Processo de Desenvolvimento de Produto.

O método de Bucci (2010), também denominado Modelo para Design de Embalagens Sustentáveis (*Sustainable Packaging Design - SPkD*), propõe a integração dos Processo de Desenvolvimento de Embalagem (*Packaging Development Process - PkDP*) e de Processo de Desenvolvimento de Produto (*Product Development Process PDP*). Este modelo tem como requisitos considerações, ambientais, sociais e econômicas desde as fases iniciais do processo, a simultaneidade do processo de desenvolvimento de produto e de embalagem. São também incorporadas em cada fase do processo estratégias de ecodesign, assim como *Design for Environment (DfE)* e *Design for Sustainability (DfS)*.

O modelo de Bucci e Forcellini (2007) é baseado no modelo de Rozenfeld *et al.* , com as três macrofases (i) Pré-Desenvolvimento, (ii) Desenvolvimento e (iii) Pós-Desenvolvimento, conforme Figura 17.



Figura 17: Metodologia SPkD
Fonte: Bucci (2010) adaptado pela autora (2012)

Na primeira fase, de Pré-Desenvolvimento, ocorre o planejamento do produto e da embalagem. Esta etapa envolve o planejamento da empresa e os objetivos de negócio relacionados para produtos e embalagens. Há entrada de informações sobre o mercado, além da análise dos concorrentes, do ciclo de vida, do impacto ambiental e de materiais e processos (BUCCI, 2010).

A fase de planejamento da embalagem faz-se simultaneamente com duas fases do processo de desenvolvimento do produto. Na primeira fase de Planejamento de embalagem com o planejamento do Produto, são identificadas as partes envolvidas no projeto, os clientes diretos e indiretos, a equipe de projeto. Nesta fase, há duas equipes trabalhando em paralelo, produto e embalagem, que se interagirão quando necessário. Além disso, existe troca de informações com membros externos responsáveis pela matéria-prima, fornecedores de equipamentos. Na fase em análise, é declarado o escopo do produto, as suas características, as justificativas e as restrições (BUCCI, 2010).

Na segunda fase de Planejamento da Embalagem com o Projeto Informacional, são especificadas informações para o projeto integrado de produto e embalagem. São coletados subsídios referentes a componentes, materiais, fornecedores e informações ambientais. Esta etapa também busca identificar as necessidades dos usuários, que são transformadas em requisitos dos usuários. Dos requisitos gerados, são retirados atributos que o projeto deverá atender (BUCCI, 2010).

Na fase conceitual, a equipe de design procura, cria e apresenta soluções para o sistema integrado de produto e embalagem sendo guiada pelas especificações do projeto, com enfoque ambiental, considerando estas questões durante o ciclo de vida. As alternativas para embalagem e produto devem ser analisadas e combinadas, a fim de gerar conceitos para o sistema integrado (BUCCI, 2010).

A fase de Detalhamento tanto do produto, quanto da embalagem, é concomitante. Nesta etapa, são tomadas diversas decisões referentes a materiais a serem utilizados, assim como relativos às formas e às cores. É indicado o uso de ferramentas como o *Design for Environment* (DfE) e *checklists* (BUCCI, 2010).

A fase de Preparação da Produção no processo de desenvolvimento de produto e os Testes de Funcionalidade no processo de desenvolvimento de embalagem são responsáveis pelo teste em lotes piloto do sistema integrado de embalagem e produto para possíveis verificações e melhorias no processo (BUCCI, 2010).

Dentro da macrofase de Pós-Desenvolvimento, está inserida a fase de Lançamento do Produto e Lançamento da Embalagem que abrange as atividades da cadeia logística na entrega dos produtos para o mercado, envolvendo os processos de venda e distribuição, assistência técnica e de marketing da campanha. Esta fase também inclui a apresentação

das informações relativas às características e aos benefícios do produto e de sua embalagem, estimulando os clientes a procurar e comprar o produto (BUCCI, 2010).

Inseridas também no Pós-Desenvolvimento, estão as etapas de descontinuidade do produto e a revisão da embalagem. A descontinuidade do produto ocorre quando ele não oferece mais vantagens, porém o seu ciclo de vida é diferente da embalagem, de tal modo que, neste caso, a embalagem deve ser descartada e enviada para o processo de reciclagem (BUCCI, 2010).

2.6.2 Desenvolvimento integrado de Produto – Embalagem

Outra pesquisa realizada com a integração no desenvolvimento de embalagem e produto universidade do Lund, na Suécia pela autora Caroline Bramklev (2007) na tese *Towards Integrated Product and Package Development* que tem como modelo o *Integrated Product and Package Development* (IPPD). Foram pesquisadas 60 empresas da Suécia nas áreas de mecânica, indústria farmacêutica e de alimentos. Este modelo proposto por Bramklev *et al.*(2005) baseou-se no desenvolvimento de produto de Ulrich e Epingler (2004) que, em consonância com Bucci (2010), é um modelo bastante aceito na indústria, além de melhor suprir a demanda do conceito de integração. Para a parte do processo de desenvolvimento de embalagens, o processo escolhido foi o DeMari (2000 *apud* Bramklev, 2007 p.24). A união desses dois modelos resultou no modelo de processo de desenvolvimento integrado de produto e embalagem, conforme mostra a Figura 18.

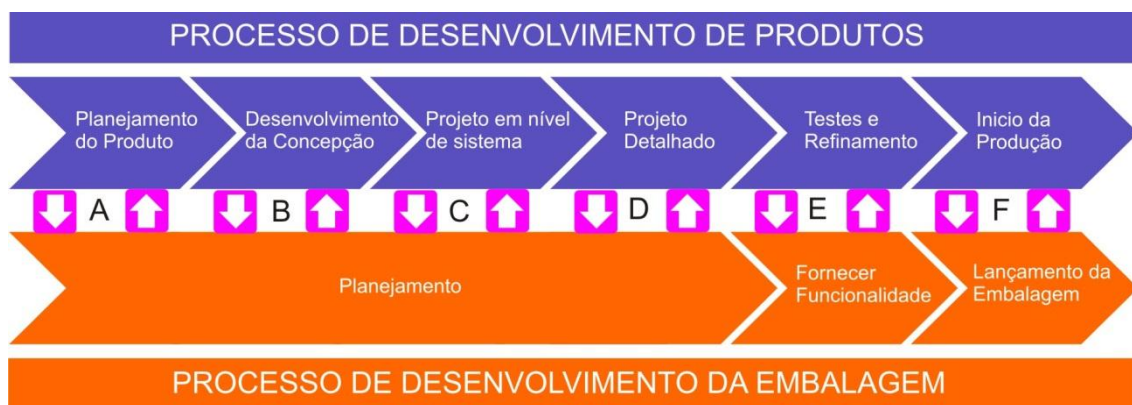


Figura 18: Modelo proposto por Bramklev
Fonte: Bramklev *et al.* (2005) adaptado pela autora (2012)

Bramklev *et al.* (2005) descreve as atividades como: Atividade A - Coordenação do planejamento do produto e planejamento de embalagem: respectivamente, no momento de avaliar projetos no planejamento do desenvolvimento de produto é importante avaliar o planejamento do processo de desenvolvimento de embalagem.

Atividade B - Coordenação de desenvolvimento do conceito e planejamento da embalagem: os resultados da identificação das necessidades dos consumidores e as especificações metas deverão ser desenvolvidas tendo como referência a embalagem e antes do conceito desta. É relevante que, quando lançado o conceito do produto, esta informação seja transmitida para o desenvolvimento da embalagem. O teste de conceito do produto deve ser coordenado, concomitantemente, com o teste de desenvolvimento do protótipo da embalagem e teste de usabilidade do consumidor (BRAMKLEV *et al.* 2005).

Atividade C – Coordenação do *System Level* e o planejamento da embalagem. Nesta etapa, o projeto e a seleção da embalagem devem ser definidos juntamente com a arquitetura do produto. Para cada subsistema do produto, deverá ser definido o formato da embalagem, bem como o material. São destacadas as embalagens secundárias e terciárias para fornecer um complemento eficiente ao produto. As condições de produção e distribuição deverão ser adaptadas a este leiaute (BRAMKLEV *et al.* 2005).

Atividade D – Coordenação do Projeto detalhado e planejamento da embalagem: o marketing deverá cumprir normas e restrições do produto e da embalagem para manter a segurança e a proteção do produto. Para a função de projeto de produto, materiais adequados para o produto e a embalagem deverão ser selecionados baseados em ambos e suas interações durante os requisitos do ciclo de vida. Nesta etapa, a embalagem primária é especialmente destacada. Formato ou geometria final do produto devem ser definidos com a embalagem como parte de um subsistema (BRAMKLEV *et al.* 2005).

Atividade E - Coordenação de teste e melhorias, provando a funcionalidade: informações importantes para o estabelecimento de um plano de testes deverão ser compartilhadas entre o desenvolvimento de produto e embalagem, o qual pode garantir que todo detalhe tenha sido testado. Durante esse período, é fundamental facilitar o teste de campo do produto e da embalagem com produtos embalados para a realização da maioria das fases do ciclo de vida do produto (BRAMKLEV *et al.* 2005).

Atividade F – Coordenação da largada de produção e lançamento da embalagem: o desenvolvimento de produto deverá fornecer resultados dos testes de produção para a área de desenvolvimento de embalagem com vistas a decidir a compra do material de embalagem ou equipamento adicional. Em tal ocasião, é valioso identificar e corrigir qualquer problema restante associado aos equipamentos de embalagem (BRAMKLEV *et al.* 2005).

Capítulo 3

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo tem a finalidade de descrever os procedimentos metodológicos utilizados para a consecução da presente pesquisa, que tem como objetivo propor um modelo de integração de processo de desenvolvimento de embalagem com o processo de desenvolvimento de produto de forma a contribuir na identificação dos requisitos de projeto de embalagem adequados ao produto.

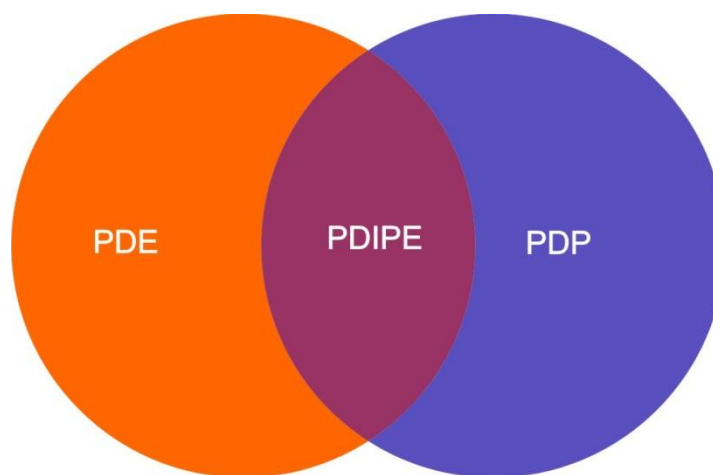


Figura 19: Temas principais desta pesquisa

Fonte: a autora

O modelo que será construído envolve as fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto e de embalagem. A descrição deste procedimento visa a organizar o estudo, com base na fundamentação teórica, aplicado aos dois temas centrais - produto e embalagem - conforme Figura 19. Na intersecção dos temas centrais da pesquisa está o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto e Embalagem (PDIPE)

Para a consecução final do objetivo geral foram estabelecidos objetivos específicos para os quais são previstos procedimentos metodológicos com vistas a auxiliar no processo de pesquisa. Assim sendo, os primeiros objetivos específicos buscam uma compreensão do contexto no qual está inserida a presente pesquisa.

- Contextualizar a embalagem, o seu surgimento, a evolução e a classificação.
- Analisar o processo de desenvolvimento de embalagem com relação aos subsídios teóricos e metodológicos;
- Identificar dados das características dos produtos que são necessários para o projeto de embalagem;
- Analisar os modelos de Processo de Desenvolvimento de Produto;

A estratégia adotada tem como base a revisão bibliográfica, a partir de consultas em livros, teses, dissertações e artigos científicos que referenciam embalagens, processo de projeto de produto considerando a delimitação da pesquisa. Abstrai-se, desta revisão, o referencial teórico, que é a base para os demais procedimentos metodológicos que serviram como base para os objetivos específicos de maior complexidade.

Considerando o tema embalagem, são abordados aspectos históricos relacionados à evolução da embalagem, às funções, às taxonomias e aos métodos específicos. Além disso, são identificados os principais autores especialistas em metodologia de embalagem, tipos de embalagem, materiais empregados e dados necessários para o seu desenvolvimento.

Na pesquisa referente a projeto de produto, a investigação procura identificar os tipos de projeto, os principais autores e os seus métodos. Foram estudadas as macrofases e as fases de cada método pesquisado, visando a identificar e selecionar cada etapa do projeto. Também, em continuidade, foram compreendidos os modelos já existentes de integração de processo de desenvolvimento de produto e embalagem.

Para verificar e analisar os métodos de desenvolvimento de embalagem e processo de desenvolvimento de produto quanto a suas atividades, foram elaborados quadros para auxiliar a identificação das etapas específicas abordadas pelos diferentes autores.

Nos métodos de desenvolvimento de produto, são observados os procedimentos de cada fase do processo para a realização do projeto. Ademais, são retiradas as informações referentes aos diferentes processos de desenvolvimento de produto e embalagem para avaliar onde poderão ser integradas as etapas.

Para propor o modelo integrado ao PDP, são desenvolvidos quadros que serão desmembradas em atividades e tarefas, considerando-se que a atividade é um conjunto de tarefas. A tabela apresenta os seguintes elementos:

- Entradas: informações ou objetos físicos a serem processados ou transformados pela tarefa;
- Mecanismos: recursos físicos e/ou informações necessárias para a execução da tarefa (por exemplo: metodologias, técnicas, ferramentas);
- Saídas: informações ou objetos físicos processados ou transformados pela tarefa.

Com as informações referentes à tabela, é criado o modelo integrado para cada fase, mostrando o fluxo de desenvolvimento de produto e da embalagem. Para verificar a aplicabilidade do modelo deve ser avaliado segundo critérios que permitam conferir o atendimento do seu propósito. Para isso serão feitas duas avaliações, a primeira afere o modelo com os outros modelos já existentes de integração de desenvolvimento de produto e embalagem. A segunda avaliação refere-se a critérios estabelecidos para aferir modelos de referência.

Capítulo 4

4. ANÁLISE DOS MÉTODOS

A análise dos métodos tem como objetivo, neste trabalho, a verificação das etapas realizadas tanto no desenvolvimento de produto quanto no desenvolvimento de embalagem. Esta análise destina-se a determinar uma estrutura para visualizar e estudar os modelos abordados e identificar os procedimentos adotados em cada etapa, assim como as relações que existem entre o desenvolvimento do produto e o desenvolvimento da embalagem. A análise de cada fase dos métodos aponta os dados necessários para a montagem do modelo proposto em conformidade com a presente dissertação.

A primeira análise refere-se aos métodos específicos de desenvolvimento de embalagem. O objetivo da montagem desta figura é permitir um comparativo entre as estruturas metodológicas, conferindo as suas similaridades. Mesmo que as denominações para as etapas sejam distintas de acordo com cada autor, pode-se estabelecer um comparativo mediante os objetivos e as características contempladas em cada fase. Assim, ao invés de utilizar um método específico de embalagem para a criação do modelo proposto, serão utilizadas as etapas provenientes desta análise, considerando, assim, todos os métodos.

4.1 Análises métodos de embalagem

A partir dos métodos especialistas em embalagem, verificaram-se as fases consideradas em cada uma das propostas para, a partir daí, determinar uma estrutura geral que permita visualizar o conteúdo abordado por cada autor.

Para a identificação dos métodos projetuais adotados, foram analisadas as metodologias descritas na fundamentação teórica desta dissertação. Estes procedimentos foram selecionados com base em critérios como organização e as fases mais citadas pelos autores.

Por meio das informações obtidas pela pesquisa empreendida para a consecução deste trabalho, foi construída uma representação gráfica (Figura 20) que apresenta as sete

propostas para o desenvolvimento de embalagem arranjados em ordem cronológica, dispostos em colunas e as fases projetuais apresentadas em linhas.

4.1.1 Principais procedimentos no desenvolvimento de embalagem

São apresentados, na sequência, os principais procedimentos anotados para análise:

- Planejamento: identificação de necessidades e oportunidades para o desenvolvimento de embalagem, definição da equipe especialista de projeto de embalagem, cronograma detalhado, orçamentos e estabelecimento de metas a serem alcançadas;

Na fase de Planejamento, é necessário o treinamento dos membros da equipe que executarão o projeto, porque eles deverão identificar as oportunidades para o desenvolvimento de trabalho, estabelecer as metas a serem cumpridas e apresentar o cronograma detalhado do projeto. Além disso, os membros da equipe deverão ter o domínio do conhecimento sobre a metodologia a ser utilizada para o desenvolvimento do projeto (ROMANO, 1996; BERGMILLER, 1976)

- Problematização: identificação do problema e também dos fatores envolvidos no projeto;

Na fase de Problematização, são realizadas ações para identificar e formular o problema, assim como definir os objetivos a serem obtidos com o desenvolvimento do projeto. O problema poderá ser dividido em subproblemas e organizado de forma hierárquica para determinar o seu grau de importância. Com os dados dos objetivos, será determinada a complexidade do projeto, os fatores envolvidos e as possíveis alternativas (BERGMILLER, 1976; SANTOS NETO, 2001).

- Coleta de Dados: busca de informações complementares do *briefing*, sociais, econômicas; pesquisa de mercado e pesquisa de campo (pesquisa no ponto de venda);

A Coleta de Dados busca informações relevantes complementares ao *briefing* e à classificação de dados necessários para a solução de problemas. Nesta fase, são aplicados os *check-lists* para coletar informações técnicas, mercadológicas, econômicas, e, com isso, são conhecidos os dados referentes ao produto a ser embalado (dimensões, peso, forma,

posição do centro de gravidade e resistência), o processo de despacho, a distribuição e a venda. São realizadas, entre outras, pesquisas de mercado e o estudo de campo (PEREIRA; SILVA, 2010; MOURA; BANZATO, 1997).

- Análises e Síntese: análise do produto da embalagem atual e análise de similares da pesquisa de mercado;

A etapa de análise tem a função de buscar informações referentes ao produto e à embalagem atual da empresa (caso houver) e os similares existentes no mercado com o objetivo de angariar informações referentes a possíveis oportunidades de negócio. A síntese objetiva examinar as necessidades e os requisitos do projeto (SANTOS NETO, 2001).

- Geração e Seleção de Alternativas: geração de alternativas e seleção das melhores propostas;

Para a geração de alternativas, é imprescindível conhecer os requisitos do projeto de embalagem. Para a geração, são estabelecidas alternativas para resolver os problemas semióticos, formais, funcionais e construtivos para alcançar os objetivos determinados. São utilizadas técnicas de criatividade para a concepção das alternativas que são desenvolvidas para o desenvolvimento estrutural e desenvolvimento gráfico visual. São realizadas também, nesta fase, a análise e a seleção das melhores propostas por meio de técnicas de avaliação (GIOVANNETTI, 1995).

- Desenvolvimento: desenvolvimento estrutural, formal e desenvolvimento gráfico da alternativa selecionada;

Na fase de desenvolvimento são definidos os materiais, os processos de fabricação e de fornecimento da embalagem. É conferida a viabilidade técnica para a produção por meio da adaptação da linha de fabricação e fatores de custo. Nesta etapa, também é determinada a imagem que a embalagem deverá refletir. São escolhidos aspectos técnicos por meio de elementos decorativos, lei de proporção e grafismos referentes ao desenvolvimento gráfico da embalagem (SANTOS NETO, 2001; ROMANO, 1996; GURGEL, 2007).

- Modelagem: construção do modelo para análise visual e possíveis correções, tanto da parte estrutural, quanto da parte gráfica.

A construção do modelo visa a analisar e simular o projeto, tanto da parte estrutural, quanto da parte gráfica. Se for necessário, devem ser realizadas possíveis correções antes de começar a etapa de protótipos (BERGMILLER, 1976; GIOVANNETTI, 1995; ROMANO, 1996).

- Prototipagem: construção dos protótipos finais para realização de testes de funcionamento;

Na construção do protótipo, materializam-se as especificações determinadas pelas etapas anteriores. São aplicados testes de verificação dos protótipos por meio de ensaios e testes práticos como ensaios dinâmicos (de campo e de laboratório), ensaios estáticos (de empilhamento e de laboratório) e testes de custo com o objetivo de certificar a embalagem (MOURA; BANZATO, 1997; ROMANO, 1996).

- Especificação: especificações de fabricação exigidas e necessárias para a produção, desenhos técnicos;

Na etapa de especificações, são definidas as características e as propriedades de todos os materiais, a confecção de todos os desenhos mecânicos contendo as especificações exigidas e necessárias para a produção de embalagem (ROMANO, 1996).

- Implementação: produção de lote piloto, testes de mercado e revisão para a produção final;

Após a etapa de especificações, é realizada a etapa de Implementação, em que são produzidos o lote piloto para acompanhar os resultados da primeira remessa com o propósito de testar a qualidade (ROMANO, 1996).

- Acompanhamento: verificação da embalagem operando.

Nesta fase, o projeto passa por um acompanhamento com o intuito de reavaliar se o projeto cumpriu as metas estipuladas, se passará por um reprojeto ou se será abandonado (GURGEL, 2007).



Figura 20: Procedimentos métodos de embalagem
Fonte: a autora

As estruturas dos modelos seguem o padrão utilizado nos métodos gerais de design, como por exemplo, Bonsiepe *et al.* (1984), que têm como fases a problematização, a análise, a geração de alternativas, e o desenvolvimento da solução.

O desmembramento do problema em subproblemas é considerado eficaz para desenvolver as primeiras hipóteses de solução. Bergmiller (1986) e Romano (1996) citam, na fase de planejamento, os fatores externos como a experiência e o treinamento dos profissionais considerando-os como um fator primordial para o desenvolvimento da embalagem. Estes autores também mencionam que o conhecimento profundo do produto e da metodologia que será empregada são recomendados dentro dos processos apresentados.

Para Bergmiller (1986), a formulação do problema é o ponto de partida do processo, que pode ser corrigido ou reformulado de acordo com as metas a serem atingidas.

Dentro do processo de criação da embalagem, os métodos de criatividade mais citados pelos autores são os métodos sistemáticos, principalmente, os *checklists* e caixa morfológica. Entretanto, o *braisntorming* ainda é muito empregado.

Romano (1996), Gurgel (2007), Moura e Banzato (1997) referem a modularidade como um requisito importante para a embalagem devido à movimentação e aos transportes. Estes autores abordam os fatores logísticos ligados ao leiaute de cargas e transportes. Romano (1996), na sua metodologia, ainda ressalta que o processo pode seguir somente quando a etapa anterior apresentar resultados satisfatórios.

A fase projetual, que se refere à construção do modelo para a visualização e possíveis correções, somente é abordada nos métodos de Bergmiller (1986), Giovannetti (1995) e Romano (1996).

4.1.2 Análise do método de projeto de produto

A segunda análise diz respeito às metodologias para o Desenvolvimento de Produto descritos no referencial teórico da pesquisa. Os métodos postos em exame foram distribuídos em três macrofases, denominadas de Planejamento, de Elaboração do Projeto e de Implementação conforme o Quadro 1. Sendo assim, as fases abordadas para a análise são: o Planejamento, Elaboração do Projeto e Implementação.

- Planejamento do Projeto destina-se ao planejamento de um novo projeto em relação às estratégias de negócio e organização de trabalho. Nesta fase, são identificadas as partes envolvidas no projeto, os clientes diretos e indiretos, os parceiros e os participantes da organização do projeto.
- Elaboração do Projeto do Produto também chamada de Projetação: envolve a elaboração do projeto do produto e do plano de manufatura.
- Implementação: abrange a execução do plano de manufatura na produção da empresa e o encerramento do projeto.

AUTORES	FASE							
	Planejamento	Elaboração do Projeto				Implementação		
Bomfim		Compreensão da necessidade	Processo de Solução e Análise	Desenvolvimento		Implantação		
Pahl e Beitz		Clarificação da tarefa	Projeto Conceitual	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado			
Ulrich e Eppinger	Planejamento	Desenvolvimento do conceito		Projeto Nível de Sistema	Projeto Detalhado	Testes e melhorias	Produção e Lançamento	
Back <i>et al.</i>	Planejamento do Projeto	Projeto Informacional	Projeto Conceitual	Projeto Preliminar	Projeto Detalhado	Preparação da Produção	Lançamento	Validação

Quadro 1: Fases do Processo de Desenvolvimento de Produto segundo autores
Fonte: a autora

Dentro do referencial teórico descrito no capítulo dois apenas os modelos proposto por Bucci (2010) e Bramklev (2005) referenciam o processo de desenvolvimento de embalagem, entretanto, os demais processos de desenvolvimento de produtos descritos não contemplam as questões relacionadas à embalagem, apesar dela ser citada e, além disso, tida como importante dentro do processo de armazenagem, transporte e distribuição. O PDP somente aborda o assunto embalagem na sua fase de Projeto Detalhado, em que é avaliada a distribuição, é definida a forma da embalagem e realizado o seu processo e projeto.

O modelo de referência de Nelson Back *et al.* (2008), foi selecionado por contemplar todas as etapas do processo, visto que a embalagem também possui procedimentos que vão desde a sua fase de planejamento até a implantação. Outra justificativa para a escolha do modelo é que ele apresenta a característica de ser uma metodologia integrado de desenvolvimento de produto.

O modelo de referência contribui para as empresas executarem um processo mais formal e sistemático integrado aos demais processos empresariais, do mesmo modo que visa ao fornecimento de meios para que as empresas inovem e desenvolvam, dentro de suas fábricas, novos produtos (BACK *et al.*, 2008).

O modelo de referência, segundo Back *et al.* (2008), tem as seguintes características:

- É baseado na visão de processo de acordo com o plano estratégico de negócios e de produtos da organização;
- Constitui a visão de todo o processo por meio de representação gráfica e descrição;
- Permite que o processo seja decomposto em macrofases, fases, atividades, tarefas;
- Indica sequência lógica das fases e das atividades;
- Explica o que deve ser feito para desenvolver um produto industrial com base nos princípios de engenharia simultânea e diretrizes do processo de gerenciamento de projetos;
- Define as áreas envolvidas em cada atividade do modelo;
- Suporta estrutura organizacional matricial;
- Define as informações necessárias para a realização das atividades apresentadas sob forma de entradas, mecanismos e controles;
- Expõe como realizar as atividades através da definição dos principais métodos, ferramentas e mecanismos;
- Exibe eventos que marcam o término das fases e define resultados desejados;
- Avalia a passagem de fase;
- Registra as lições aprendidas.

Elaborou-se uma nova representação gráfica (Figura 21) confrontando as informações das macrofases de Processo de Desenvolvimento do Produto e os procedimentos provindo das análises dos métodos especialistas em embalagem. Este quadro apresenta como propósito auxiliar a construção do modelo integrado de produto e embalagem, definindo onde cada procedimento do desenvolvimento da embalagem deverá estar associado no processo de desenvolvimento de produto.

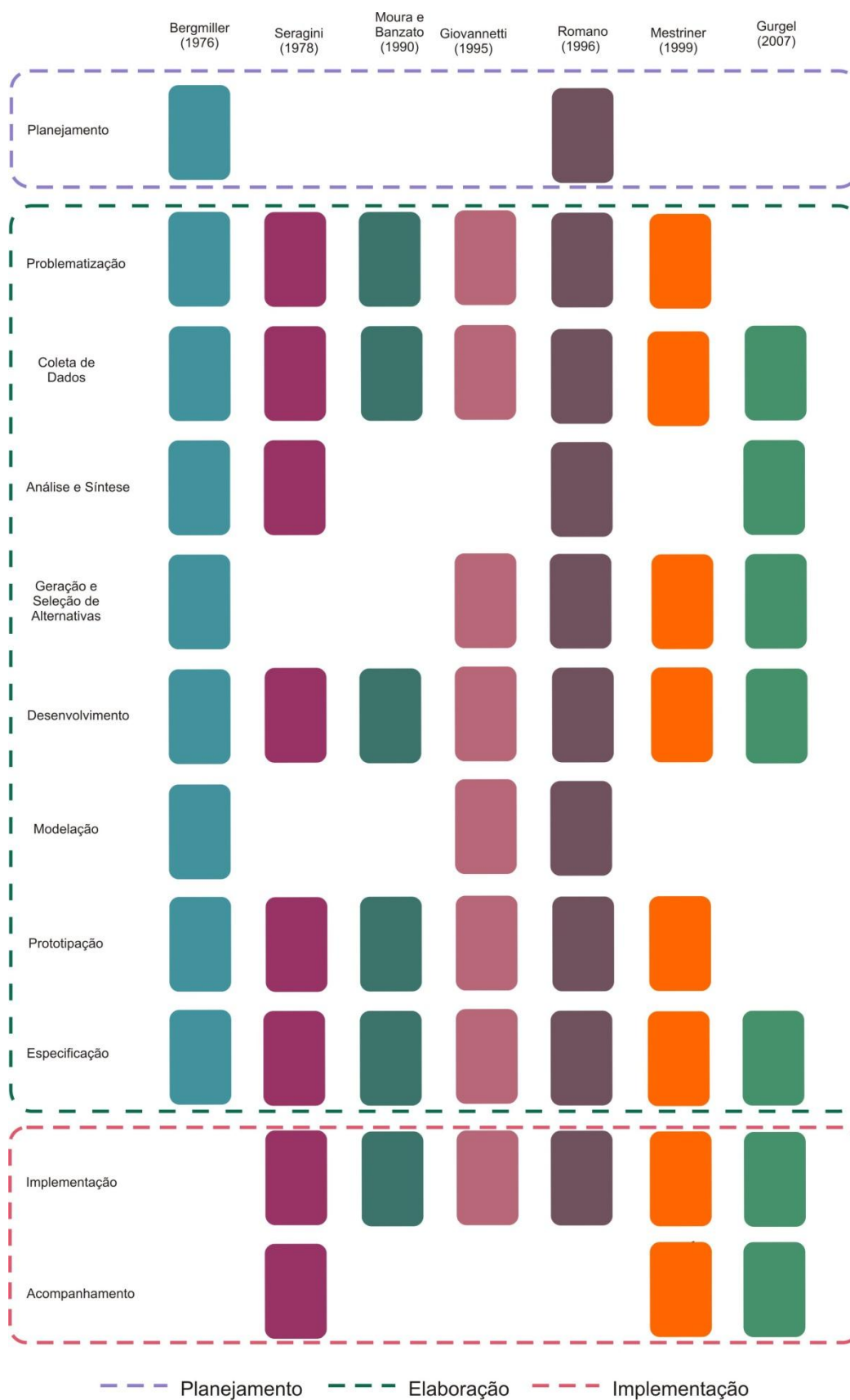


Figura 21: Confronto das macro fases do Processo de Desenvolvimento de Produto com os procedimentos do desenvolvimento de embalagem.

Fonte: a autora

Analisando o quadro da figura 21, a fase de Planejamento do produto está em consonância com o planejamento da embalagem. Dentro da fase de Elaboração do projeto, são encontradas as fases de desenvolvimento da embalagem que lidam com a formulação do problema, a coleta de dados, a análise, a geração e a seleção de alternativas, além do desenvolvimento, de confecções de modelo e protótipos e de especificações. A fase de Implementação é responsável pela implantação da embalagem e pelo acompanhamento.

Com base nas etapas de processo de desenvolvimento de produto e desenvolvimento de embalagem, chegou-se à criação de um modelo denominado Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto e Embalagem (PDIPE).

4.2 Modelo integrado: Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto e Embalagem (PDIPE)

Para a consecução do modelo integrado de desenvolvimento de produto e embalagem foi utilizado o modelo proposto por Back *et al.*(2008), descrito no item 2.2.3.4

Entretanto, como foi explicitado no capítulo 1, serão abordadas somente as fases iniciais do processo (Figura 22), que envolve uma equipe multidisciplinar, de várias áreas de uma empresa. Porém o modelo sugerido abrange as questões mais relacionadas ao design de produto.



Figura 22: Delimitação das fases iniciais do processo
Fonte: Back *et al.* (2008) Adaptado pela autora

Para este trabalho, buscou-se inserir os procedimentos analisados do processo de desenvolvimento de embalagem no modelo de referência. O modelo denominado PDIPE é apresentado pela Figura 23, a qual demonstra as macrofases e fases do processo.

Entretanto, cada fase será detalhada com o objetivo de mostrar o fluxo de desenvolvimento do produto e da embalagem.



Figura 23: PDIPE
Fonte: Back *et al.* (2008) Adaptado pela autora

4.2.1 Macro Fase: Planejamento do Projeto

Essa macrofase abrange a fase de Planejamento do Projeto do Produto e da Embalagem que serão descritas a seguir.

4.2.1.1 Fase 1 – Planejamento

Esta primeira fase constitui o planejamento de um novo projeto em consonância com a estratégia de negócio da empresa e da organização de trabalho ao longo do processo. Segundo Back *et al.* (2008), a partir do plano estratégico de produtos, o projeto é iniciado e aprovado, liberando a carta de projeto para dentro da organização, seguindo com a identificação das partes envolvidas e o gerenciamento das comunicações. Através das atividades de planejamento, são estabelecidos os trabalhos necessários, as suas relações, os custos, as restrições e outras informações. Nesta fase, também são montadas as equipes de projeto.

Para estruturar as equipes de projeto, deve-se identificar a natureza do projeto e de suas tarefas, também requer indivíduos que tenham conhecimento especializado e necessário ao projeto. A equipe de projeto deve estar devidamente organizada e posicionada em relação aos trabalhos e devem estar estabelecidos os papéis de cada integrante. Tanto para o desenvolvimento de produto quanto para o de embalagem requerem-se pessoas com conhecimentos específicos e perfeito entendimento da metodologia a ser aplicada.

Um dos processos iniciais é o planejamento do escopo do projeto, onde se busca definir quais serão os trabalhos e as suas dimensões dentro das restrições de tempo, do orçamento e das exigências do produto e dos clientes (BACK *et al.*, 2008).

O escopo do projeto, segundo (VALERIANO *apud* BACK *et al.*, 2008, p.123), constitui uma “descrição documentada de um projeto quanto aos seus potenciais resultados, sua abordagem e conteúdo”.

O Escopo deve conter as seguintes partes, conforme Back *et al.*, 2008:

- Os resultados do projeto: o que será criado, em termos de forma e tamanho, quantidade, especificações de desempenho técnico e operacional, características de custos;
- Metodologia a ser empregada: as tecnologias, os insumos internos e externos, a descrição da interface ou os limites entre projeto e ambiente;
- Conteúdo do projeto: o que será incluído e excluído do trabalho a ser executado e a descrição das interfaces ou limites entre as tarefas do projeto e destas com outras relacionadas aos resultados do projeto ou com o seu ambiente.

O escopo é dividido em três partes, sendo que o funcional e o técnico são escopos do produto e o de atividades refere-se ao escopo do projeto de acordo com Back *et al.*, 2008:

- Escopo funcional: conjunto de características funcionais do produto a ser desenvolvido;
- Escopo técnico: características técnicas do produto, destacando os padrões e as especificações a serem utilizadas;
- Escopo de atividades: trabalho a ser realizado para prover os escopos técnico e funcional do produto.

O escopo do produto é as características e as funções que especificam o produto e o escopo de projeto é o trabalho que deve ser realizado para gerar o produto com as características e as funções delimitadas.

Para a melhor compreensão das fases, elas serão desmembradas em atividades e tarefas descritas no Quadro 2, com os elementos apresentados no capítulo de metodologia da pesquisa.

Entradas	Atividades	Tarefas	Mecanismos	Saídas
Carta de Projeto; Perfil da Equipe de produto e da equipe de embalagem	Definir interessados no projeto	Planejamento organizacional; Montagem da equipe especializada	Melhores práticas de gerenciamento de RH	Planejamento organizacional do projeto; Estabelecimento do que será executado por cada integrante de projeto
Escopo do produto	Definir escopo do produto	Reunião de estudo; Análise de similares do produto	Informações do plano estratégico da organização; Informações sobre produtos similares.	Plano resumido do projeto; descrição do produto; restrições e premissas
Escopo do produto; restrições e premissas	Definir o escopo do projeto	Reunião para declaração do escopo do produto; Análise do produto (análise da função) e da relação custo-benefício; identificação de alternativas (<i>braisntorming</i> , analogias);	Opinião de especialistas	Declaração do escopo do projeto (justificativa do projeto, o produto do projeto e objetivos do projeto)
Escopo da embalagem	Definir o escopo da embalagem	Análise dos produtos e da embalagens dos concorrentes. Reunião para declaração do escopo do produto e da embalagem	Entrevistas informais para fazer análise de produto concorrente. Análise do escopo do projeto.	Declaração do escopo da embalagem
Resultados do escopo do projeto e do escopo da embalagem	Preparar plano de projeto	Discussão e redação do plano de projeto	Reunião de preparação do plano de projeto	Síntese dos resultados do planejamento do projeto

Quadro 2: Planejamento do Projeto de Produto e da Embalagem

Fonte: autora

Conforme o Quadro 2, verifica-se que a formação da equipe de produto e de embalagem ocorre simultaneamente, pois, nesta etapa de trabalho, toda a equipe deve estar em consonância com o planejamento estratégico da empresa.

O escopo do produto resulta em um plano resumido da descrição do produto, assim sendo, são reunidas informações do planejamento estratégico da empresa e análises de similares. Nesta fase, examina-se o produto por meio da decomposição para melhor compreensão do produto a ser desenvolvido.

Também é necessário uma identificação de alternativas, ou seja, usam-se os métodos de criatividade para gerar alternativas para o projeto a partir de uma visão abrangente com a finalidade desenvolver opções viáveis de ideias para o projeto.

A declaração do escopo do produto resulta numa documentação formal do projeto com a justificativa deste, o produto do projeto, os resultados esperados e os objetivos do projeto. O escopo do produto deve conter as características funcionais e técnicas.

Com a declaração do escopo do projeto pronta, com todas as informações referentes ao produto, pode ser realizada a definição do escopo da embalagem, ou seja, o *Briefing*.

A declaração do escopo de embalagem está inserida depois do escopo do produto, tendo em vista que é necessário conhecer a ideia do produto, que será embalado, e algumas restrições de projeto. Para a definição do escopo da embalagem, deve-se ter ciência das informações iniciais de negócio da empresa através do planejamento. A equipe de projeto de embalagem também deve saber as atividades, os trabalhos que serão necessários, os custos e as restrições.

Para a definição do escopo de embalagem, faz-se fundamental ter conhecimento sobre o produto a ser embalado ou a embalagem atual (se houver) e embalagens de produtos similares. Realiza-se, nesta etapa, uma análise de produtos concorrentes por meio de entrevistas informais. Nesta fase, também, são permitidos os primeiros esboços da embalagem com base na ideia do produto.

São também registradas as lições aprendidas de modo que as informações fiquem armazenadas para o próximo projeto. Por meio das informações obtidas pelo Quadro 2 foi desenvolvida a Figura 24 que representa as etapas de entrada e saídas de cada fase e tem como objetivo mostrar o fluxo da primeira fase de planejamento do modelo integrado. Na Figura 24 as caixas em laranja representam as atividades da embalagem.

Concluídos os resultados da declaração do escopo do produto e da embalagem, está pronto o planejamento do projeto que servirá de entrada para a próxima macrofase de elaboração do projeto.

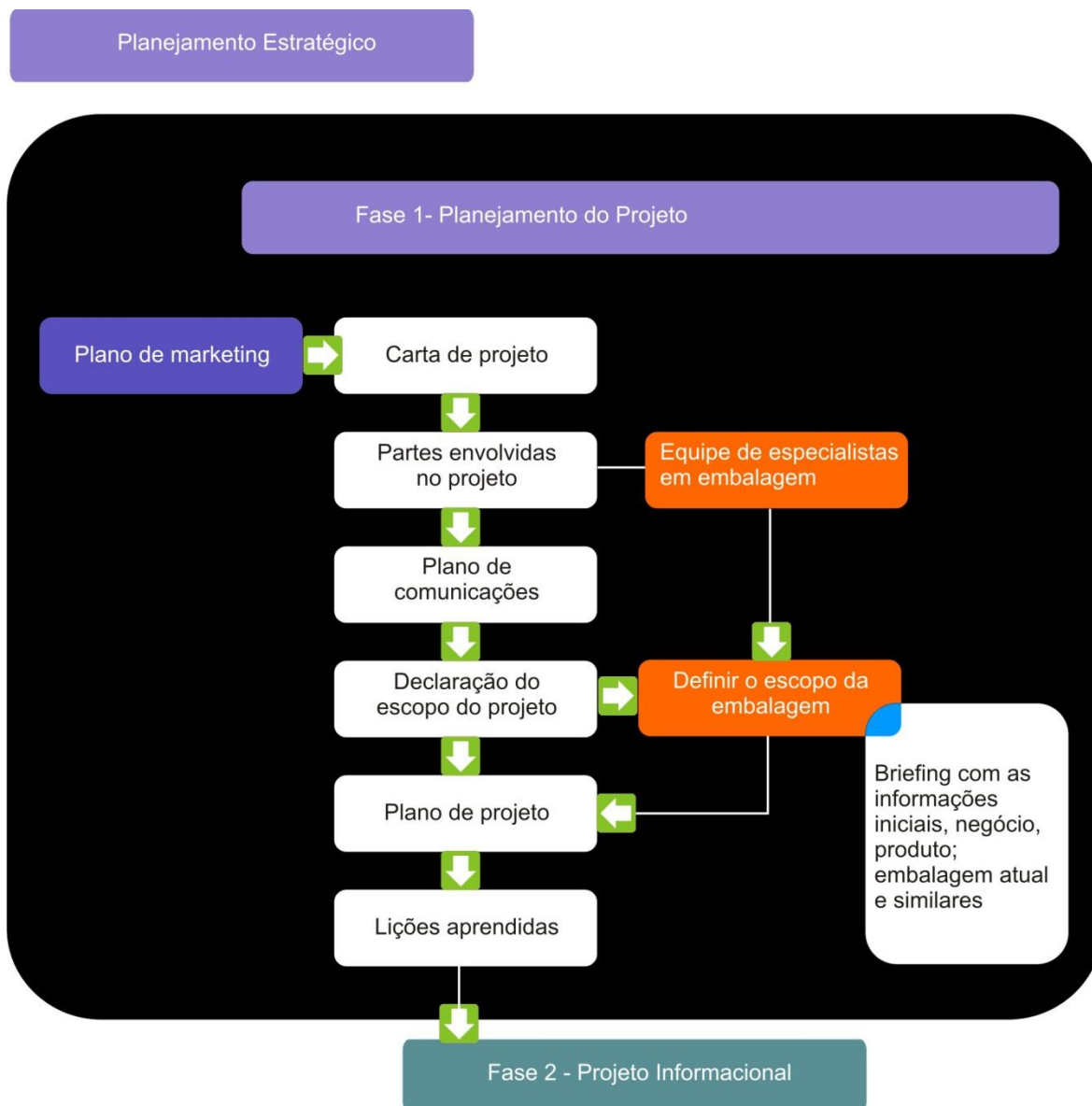


Figura 24: Modelo Planejamento do Projeto de produto e da embalagem
Fonte: autora

4.2.2 Macro Fase: Elaboração do projeto do produto

Essa macrofase abrange as fases Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e o Projeto Detalhado. Apenas o Projeto Informacional e Projeto Conceitual serão descritos e especificados a seguir.

4.2.2.1 Fase 2 – Projeto Informacional

A fase do projeto Informacional destina-se à definição das especificações de projeto do produto, sendo este o principal resultado desta fase. São feitas diversas tarefas que ensejam

a definição dos fatores de influência no projeto de produto. Nesta fase, é realizado o planejamento do produto, a transformação das necessidades dos usuários em requisitos dos usuários e estes em requisitos e especificações de projeto de produto (BACK *et al.*, 2008).

São também abordados os fatores de influência tanto do projeto quanto da embalagem, No caso da embalagem, é importante também o levantamento dos possíveis fornecedores de embalagens materiais, métodos de fabricação disponíveis e fornecedores de equipamentos. Estas informações também devem alimentar, dentro do modelo, a etapa coleta de dados.

Dentro do Projeto Informacional, tem-se o planejamento do produto que se insere como um processo para apoiar a definição de projetos em termos de ideias de produtos, tecnologias, entre outros elementos. A ideia apresenta-se de várias formas e pode ser pela descrição de características necessárias ao produto, à descrição funcional do produto, a descrição de seus princípios de funcionamento, entretanto, não o fazendo de maneira completa (BACK *et al.*, 2008).

Segundo Back *et al.* (2008), a ideia “representa uma síntese de características do produto estabelecidas sob diferentes perspectivas, dependendo da visão e da linguagem”. Para o desenvolvimento da ideia, é indispensável encontrar meios apropriados para entender o mercado e as suas necessidades. Algumas atividades, neste sentido, como análise de mercado e análise das tecnologias, são recomendadas. A primeira equivaleria a levantar a situação atual de produtos da empresa e concorrentes visando a investigar o segmento do mercado, os problemas, as deficiências. A segunda refere-se ao potencial de tecnologia disponível.

Considerando o projeto informacional, elaborou-se o Quadro 3 que apresenta as entradas e as saídas de cada atividade, sendo possível identificar integração da embalagem dentro do processo.

Entradas	Atividades	Tarefas	Mecanismos	Saídas
Plano de Projeto; Sistema de documentação do projeto	Reunir a equipe de desenvolvimento do produto e embalagem, de gerenciamento do projeto; apresentar o plano de projeto	Apresentar o plano de projeto, a equipe de desenvolvimento.	Reunião de apresentação do projeto	Plano do projeto apresentado
Declaração do escopo do projeto; estrutura de decomposição do projeto; avaliação de produtos similares no mercado	Definir fatores de influência no projeto do produto	Avaliar a declaração do escopo, da estrutura de decomposição; analisar a avaliação dos produtos existentes no mercado, as normas e leis que afetam o produto; definir os ensaios e as inspeções do produto.	Análise de especialistas; <i>benchmarking</i> ; ensaios de laboratório, de campo e simulações; levantamentos de estudo de caso	Fatores de influência no projeto do produto
Fatores envolvidos no projeto de embalagem	Identificar o problema	Decomposição do problema em subproblemas	Pesquisa com clientes/usuários para identificar as necessidades	Necessidades dos clientes/usuários
Envolvidos no desenvolvimento	Identificar as necessidades dos clientes/usuários	Definir os clientes/usuários ao longo do ciclo de vida, e suas necessidades e informações	Reunião da equipe de desenvolvimento do produto; pesquisas juntos a clientes, usuários e especialistas; conversão das informações originais em necessidades.	Clientes/ usuários; Informações originais dos clientes/usuários e suas necessidades; características de segurança
Necessidades dos clientes/usuários	Estabelecer os requisitos dos clientes/usuários	Desdobrar as necessidades dos clientes/usuários em requisitos; valorar os requisitos	Reunião da equipe de desenvolvimento com os clientes/usuários; desdobramentos das necessidades em requisitos dos clientes/usuários; QFD	Requisitos e parecer sobre os requisitos dos clientes/usuários valorados
Requisitos dos clientes/usuários; requisitos de projeto	Estabelecer as especificações de projeto	Definir as especificações de projeto; comparar as especificações de projeto com as especificações de produtos do mercado; identificar as normas que se relacionam com as especificações	Reunião da equipe de desenvolvimento; valor meta das especificações de projeto; formas de avaliação; normas técnicas; verificação de especificações; QFD	Especificações de projeto
Coleta de dados da embalagem	Coletar dado sobre a embalagem	Buscar informações complementares do <i>briefing</i> , sociais, econômicas; pesquisa de mercado e pesquisa de campo	<i>Checklists</i> , Pesquisa de mercado, pesquisa de PDV, pesquisa com usuários; legislação	Análise e síntese da embalagem
Análise e síntese da embalagem	Analisar a embalagem e os similares do mercado	Buscar informações referentes a embalagem e aos similares; Determinação das necessidades clientes/usuários	Pesquisa de similares; Conversão das necessidades em requisitos	Requisitos para o projeto de embalagem;
Plano de Projeto	Atualizar plano de projeto	Verificar se é necessário realizar o projeto conceitual ou se as soluções conhecidas permitem passar para as fases de projeto preliminar ou detalhado, emitir o plano de projeto	Reunião da equipe de desenvolvimento; análise de especialista; lista de atividades do projeto; cronograma e orçamento de desenvolvimento; plano de projeto	Plano de projeto atualizado

Quadro 3: Projeto Informacional do produto e da embalagem

Fonte: autora

A atividade de coleta de necessidades dos usuários é muito importante, visto que é a voz do consumidor, expressa o que o usuário precisa, isto é, a sua vontade, o desejo e a expectativa. Os métodos mais recomendados para elencar as necessidades, segundo Back *et al.* (2008), são as entrevistas estruturadas, as parcerias ou as alianças no projeto, os consultores e os especialistas, as sessões de *brainsntorming*, as experiências pessoais, a pesquisa em materiais publicados, a previsão de capacidade tecnológica, a análise de mercado e *benchmarking* da concorrência, a prototipagem e a realidade virtual, os métodos e os desdobramentos da função qualidade.

A transformação das necessidades em requisitos dos usuários é realizada por meio da tradução delas necessidades para uma linguagem mais compacta. Esta conversão pode ser feita com base nos atributos de qualidade do produto. Pode-se também planejar a qualidade desejada por meio da casa da qualidade (QFD), sendo que o objetivo desta análise é determinar dos fatores de importância. Os requisitos dos usuários, no modelo proposto, devem dar informações para a coleta de dados da embalagem sobre as informações sociais e econômicas (BACK *et al.*, 2008).

A conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto é a tradução dos requisitos dos usuários em características de engenharia, ou seja, a declaração a respeito de parâmetros, grandeza física, funções e restrições. Ademais, é realizada também a priorização destes requisitos, identificando o quanto um atributo é mais importante que o outro (BACK *et al.*, 2008).

Após a definição dos requisitos do projeto são coletados dados referentes à possível embalagem, são pesquisadas informações complementares ao *briefing*, dá-se a pesquisa de análise de similares e estudo de campo (pesquisa ao ponto de venda).

A coleta de dados da embalagem já possui informações concernentes à problematização, aos requisitos de usuários e também os requisitos do projeto. Para completar a coleta de dados, são buscados dados referentes ao produto a ser embalado (dimensões, peso, forma, resistência, centro de gravidade), além do processo de distribuição e venda.

Com a coleta de dados da embalagem concretizada, deve-se obter informações quanto ao produto e às embalagens dos similares existentes no mercado. Estes similares podem ser até as embalagens atuais da empresa. A etapa de síntese que, no modelo,

encontra-se junto com a etapa de análise, tem a função de transformar todos os dados coletados das etapas anteriores e transformá-las em requisitos da embalagem.

É observado que o requisito de embalagem deve realimentar o requisito de projeto com o objetivo de trocar informações no que se refere aos parâmetros de projeto como a grandeza física, as funções do produto e da embalagem. A Figura 25 mostra o modelo proposto na fase de projeto Informacional.

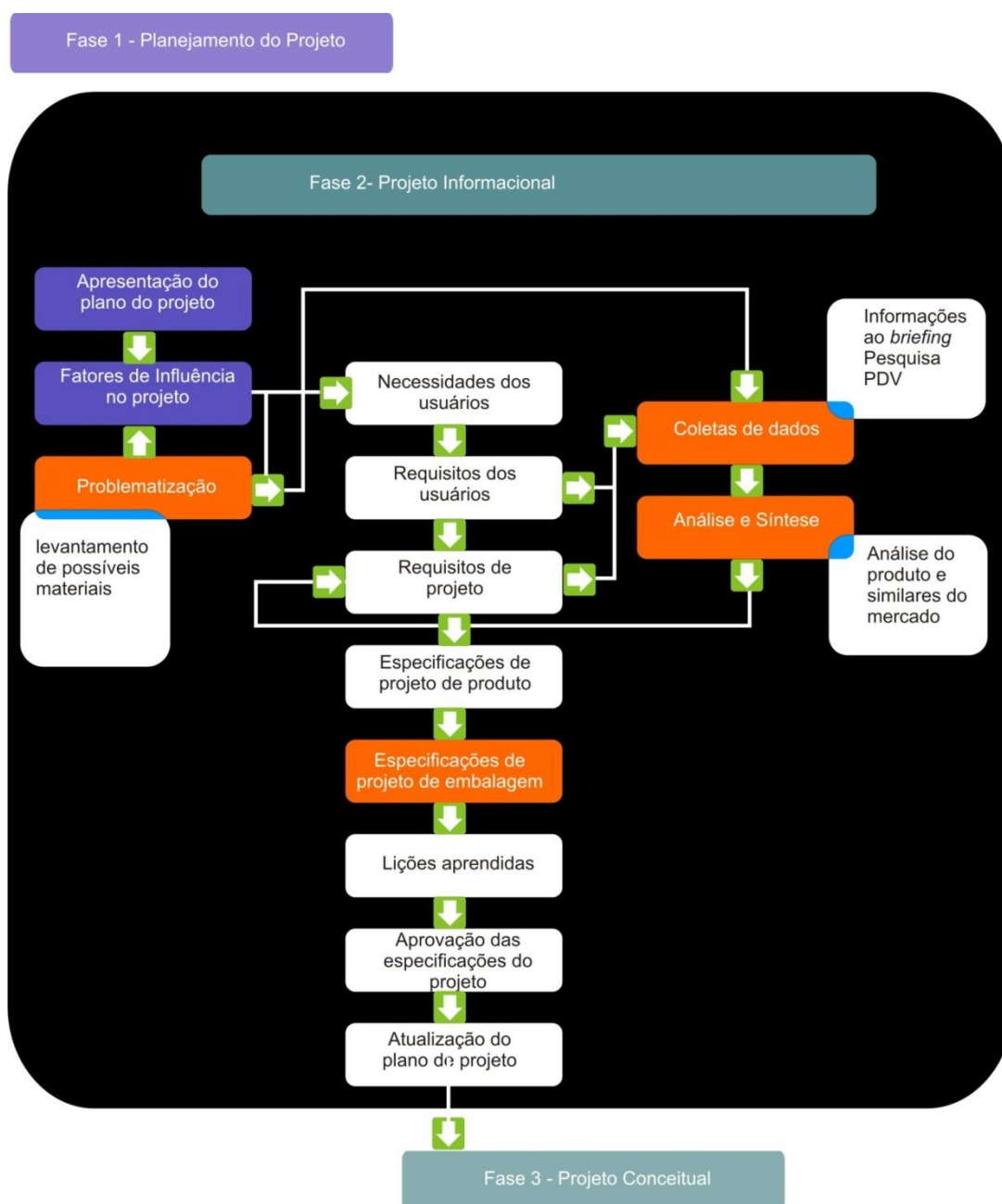


Figura 25: Modelo Projeto informacional do produto e da embalagem
Fonte: autora

A etapa denominada de especificações do projeto é composta pelos resultados do processo de transformação das necessidades dos usuários. Para isso, são redigidos os requisitos de forma mais detalhada de modo a tornar-se mais compreensível aos diferentes usuários. Após as especificações do projeto do produto concretizadas, passa-se para a etapa de especificações da embalagem.

Após o término das especificações da embalagem são registradas as lições aprendidas e aprovadas as especificações do projeto e da embalagem. Com o plano de projeto atualizado, passa-se para a fase seguinte, também chamada Projeto Conceitual.

4.2.2.2 Fase 3 – Projeto Conceitual

Esta fase é destinada à concepção do produto, desse modo, são realizadas diversas tarefas como a definição da estrutura funcional do produto por meio da função global e as suas subfunções. Sobre a estrutura funcional, são desenvolvidas as concepções de alternativas.

Para buscar soluções, deve-se formular o problema ou a função global; estabelecer uma estrutura ou um fluxo de funções do problema ou processo; pesquisar ou criar princípios de solução alternativos para cada função da estrutura; combinar um princípio de cada função da estrutura para formar concepções alternativas para o problema; selecionar as concepções viáveis (BACK *et al.*, 2008).

O Quadro 4 apresenta as entradas e as saídas do processo da fase do projeto conceitual e seus respectivos mecanismos para a geração e a concepção de alternativas.

Nesta etapa, a equipe de embalagem está trabalhando junto com a equipe de desenvolvimento, pois é importante que a equipe de projeto dê grande atenção aos requisitos de logística para o dimensionamento do produto e da sua embalagem. Este trabalho em equipe implica a diminuição no tamanho e/ou material da embalagem, que resultará em embalagens menores e melhor arranjo do palete no depósito, no caminhão, no container, diminuído, assim, os resíduos de embalagem, demandando menor quantidade de veículos para transporte.

Entradas	Atividades	Tarefas	Mecanismos	Saídas
Especificações de projeto do produto; plano de projeto atualizado	Reunir equipe e apresentar plano de projeto atualizado	Apresentar a lista de atividades atualizada, os membros da equipe e o cronograma de desenvolvimento	Reunião da equipe de desenvolvimento do produto	Plano de projeto apresentado
Requisitos dos clientes/usuários e de projeto; fatores de influência no projeto de produto; Acompanhamento da equipe de embalagem	Estabelecer a estrutura funcional do produto	Definir função global e subfunções do produto; estabelecer as estruturas funcionais alternativas; identificar, selecionar e envolver fornecedores para o desenvolvimento de princípios de solução de subfunções; analisar e selecionar estrutura funcional;	Abstração orientada; diretrizes de desenvolvimento de estrutura funcional; análise de especialista; documentos para coleta de preços, solicitação de cotação e de proposta	Função global; estruturas funcionais alternativas; fornecedores envolvidos; subfunções desenvolvidas por fornecedores; estrutura funcional selecionada
Estrutura funcional; fatores de influência no projeto e no plano de manufatura do produto; Acompanhamento da equipe de embalagem	Desenvolver as concepções alternativas do produto	Desenvolver princípios de solução para as subfunções; combinar princípios de solução para formar a função global; monitorar o desenvolvimento das concepções em relação às especificações de projeto; selecionar concepções mais adequadas; elaborar modelos, estimar custos das concepções	Métodos intuitivos, métodos sistemáticos; critérios de composição de princípios de solução ; análise de viabilidade; método de seleção de soluções; estimativas de custo	Estrutura funcional; princípios de solução; concepções de alternativas; modelos das concepções alternativas; estimativa de custo das concepções alternativas
Modelos das concepções alternativas; estimativas de custo das concepções	Selecionar a concepção do produto	Avaliar comparativamente as concepções alternativas em relação às especificações de projeto; avaliar oportunidades de cada concepção em relação ao projeto do produto e ao plano de manufatura;	Reunião da equipe de desenvolvimento do produto; métodos, seleção da concepção; sistema de documentação do produto	Relatório de avaliação das concepções alternativas; concepção do produto
Concepção das alternativas de embalagem	Desenvolver as concepções alternativas da embalagem	Desenvolver princípios de solução para as subfunções; combinar princípios de solução para formar a função global; selecionar concepções mais adequadas para o produto; estimar custos das concepções	Métodos intuitivos (<i>brainstorming</i> ; analogias; sinético etc.) métodos sistemáticos (matriz morfológica; síntese funcional; TRIZ etc.); critérios de composição de princípios de solução; análise de viabilidade; método de seleção de soluções; estimativas de custo	Concepções de alternativas; modelos das concepções alternativas;
Avaliar a concepção produto	Avaliar concepção do produto	Verificar se a concepção atende ao escopo do projeto e emitir parecer sobre a concepção	Avaliação da concepção; análise de especialista	Avaliação da concepção do produto
Avaliar concepção da embalagem	Avaliar concepção do produto	Verificar se a concepção atende os requisitos impostos pelo escopo do produto e escopo da embalagem	Avaliação da concepção; análise de especialista	Avaliação da concepção da embalagem

Quadro 4: Projeto Conceitual do produto e da embalagem

Fonte: autora

O processo criativo pode ser desdobrado nas seguintes etapas: formulação do problema, geração de alternativas, seleção e avaliação de ideias. Na literatura, pode-se encontrar grande diversidade de métodos criativos, segundo Carvalho (2007), esta diversidade pode ser bastante reduzida ao se analisar os princípios nos quais se baseiam os métodos. Tais métodos podem ser classificados em intuitivos, sistemáticos e orientados. Os métodos intuitivos (*brainstorming*, método 635, analogias direta e simbólica), sistemáticos (matriz morfológica, método da análise de valor, *checklists*) e métodos orientados como a teoria de solução inventiva de problemas (TRIZ).

Além disso, pode ser adotada a taxonomia das técnicas criativas com foco no usuário, proposta por Plentz (2011). Esta taxonomia gerou uma tabela de referência que visa a auxiliar designers, engenheiros, arquitetos, publicitários e outros profissionais que se valem do processo criativo a escolherem as técnicas criativas mais adequadas aos diferentes requisitos de projeto e características da equipe projetista.

Para a concepção do produto, deve-se definir a função global e as subfunções do produto; estabelecer as estruturas funcionais alternativas e o desenvolvimento de princípios de solução de subfunções. Sendo assim, todo o processo de criação do produto deve ser acompanhado pela equipe de embalagem.

Após definida a concepção do produto, deve ser determinada a concepção da embalagem. A equipe de embalagem, nesta etapa já dispõe das informações referentes ao produto e que são necessárias para o desenvolvimento da embalagem. Os métodos de criação utilizados são os mesmos do desenvolvimento de produto. Deve-se delimitar a função global e as subfunções da embalagem; estabelecer as estruturas funcionais e o desenvolvimento de princípios de solução de subfunções.

Note-se que, depois da concepção do produto, gera-se a concepção da embalagem, entretanto, deve haver uma troca de informações entre as concepções. O objetivo desta troca de informações é adequar as concepções para gerar as melhores ideias. Em continuidade, a próxima fase é a seleção da concepção do produto.

A fase de seleção executa-se no projeto conceitual com maior profundidade, visando a verificar as melhores soluções. Nesta fase, a seleção da concepção é muito importante, pois tem consequências diretas no negócio da empresa, na manufatura, no uso, na manutenção e na comercialização do produto. Para a definição da seleção, há várias

formas de avaliação como o método de Pugh. Após a seleção do produto, deve haver uma alimentação da fase de concepção da embalagem para possíveis ajustes e também para verificar se a referida concepção atende o produto.

Para avaliar comparativamente as concepções alternativas em relação às especificações de projeto, na sequência, deve-se conduzir avaliação de riscos e oportunidades de cada concepção em relação ao projeto do produto e ao plano de manufatura. A etapa de avaliação da concepção da embalagem apresenta como finalidade avaliar se a embalagem cumprirá todas os requisitos impostos pelo escopo do produto e pelo escopo da embalagem.

Após a avaliação, que se dá de modo comparativa, registram-se as lições aprendidas nesta fase. Aprovada a concepção do produto e da embalagem, passa-se para a etapa seguinte chamada projeto preliminar. A representação do modelo na fase de projeto conceitual está representada pela Figura 26.

Conforme já foi explicitada, no presente estudo, a criação do modelo vincula-se somente às fases iniciais do processo, encerrando, dessa maneira, na fase de projeto conceitual o PDIPE.

A análise dos procedimentos do desenvolvimento da embalagem foi fundamental para a criação do modelo, pois, através delas, chegou-se a um consenso em relação ao que deveria ser abordado para contemplar o produto e a sua embalagem.

O registro das lições aprendidas é considerado em todas as fases do processo, para que sejam usadas no planejamento do próximo projeto. O modelo, por sua vez, é baseado no método de Processo de Desenvolvimento de Produto, de acordo com proposição de Back *et al.* (2008), porém as fases de projeto preliminar, projeto detalhado e sua implementação não foram enfocadas no modelo proposto nesta dissertação.

Fase 2 - Projeto Informacional

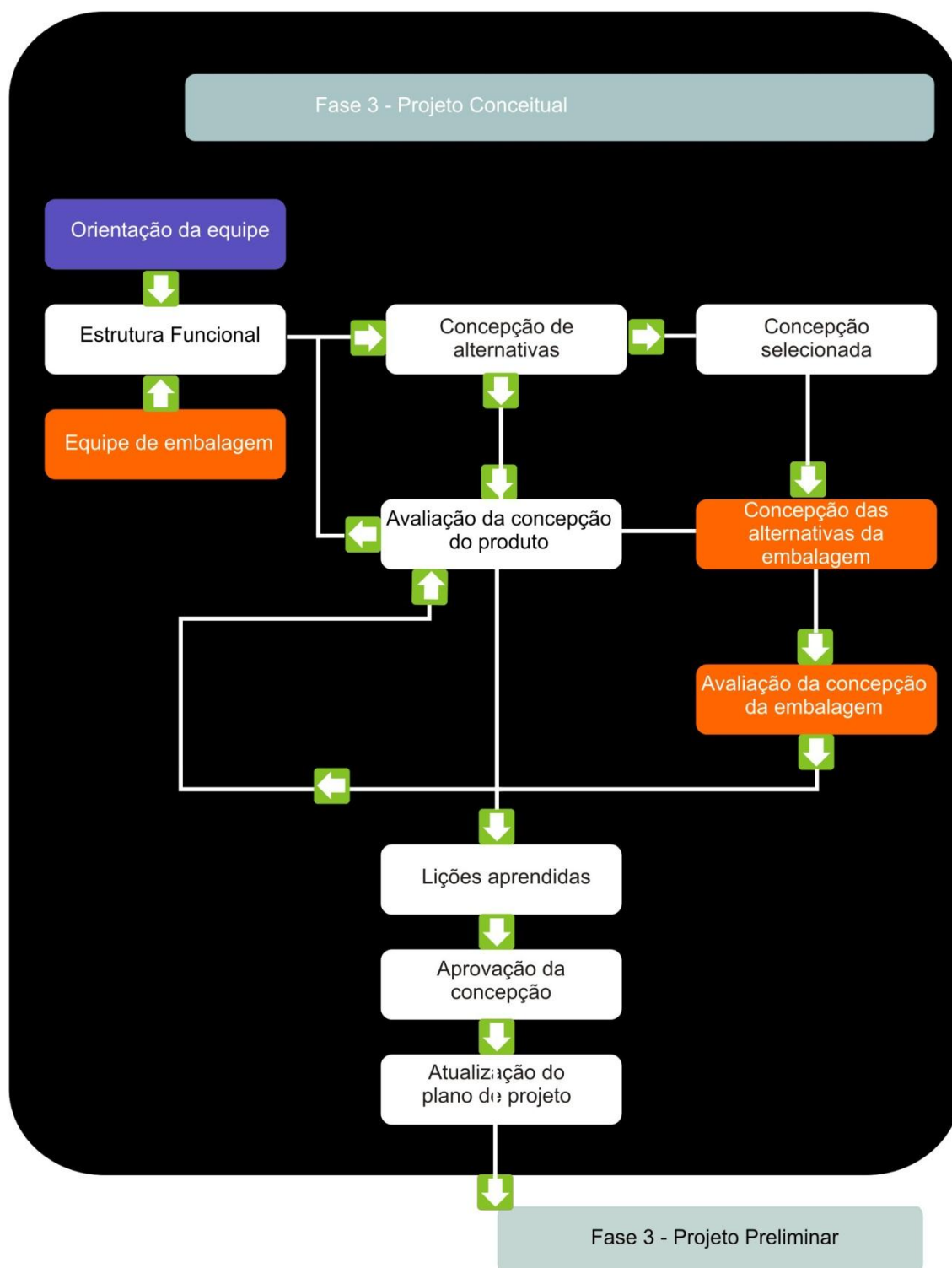


Figura26: Modelo Projeto Conceitual do produto e da embalagem.
Fonte: autora

Capítulo 5

5. AVALIAÇÃO DO MODELO PDIPE

Após a elaboração do modelo PDIPE para o desenvolvimento integrado de produto e embalagem, o mesmo foi submetido a duas análises. A primeira refere-se a uma análise comparativa com os dois modelos integrados já existentes citados na fundamentação teórica desta dissertação.

A segunda avaliação é realizada uma análise segundo critérios determinados para avaliar modelos de referência.

5.1 Análise comparativa entre o modelo PDIPE e os modelos de integração existentes.

A análise comparativa entre o modelo PDIPE e os modelos de integração SPkD e IPPD envolveu elementos do processo de desenvolvimento de produto e processo de desenvolvimento de embalagem.

Processo de desenvolvimento de produto:

- Fases do PDP (planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual);
- Planejamento do projeto (elaboração de equipe; escopo do projeto)
- Especificações de projeto (planejamento do produto, identificação das necessidades dos clientes, transformação das necessidades em requisitos dos clientes, conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto, análise de similares)
- Concepção do Produto (definição da função global e subfunções, estabelecimento de estruturas funcionais, concepção de alternativas, seleção da concepção do produto)

Processo de desenvolvimento de embalagem:

- Planejamento da embalagem (identificação das necessidades, elaboração de equipe);
- Problematização (identificação do problema e fatores envolvidos no projeto);

- Coleta de dados (informações complementares ao *briefing*);
- Análise e Síntese (análise do produto da embalagem atual e análise de similares);
- Geração e Seleção de alternativas;

As definições destes critérios foram retiradas do processo de desenvolvimento de produto e do processo de desenvolvimento de embalagem citados na fundamentação teórica desta dissertação.

Para cada elemento foi verificado se havia o critério correspondente, marcando sim e não, nos quadros 5 e 6, a partir destes quadros os modelos foram analisados comparativamente.

O modelo PDIPE possui a atividades que contemplam os critérios selecionados, entretanto os modelos SPkD e IPPD são considerados mais completos, pois abordam todas as fases do processo de desenvolvimento de produto e embalagem.

A elaboração da equipe não é contemplada IPPD, diferentemente dos outros dois modelos que consideram a formação e treinamento da equipe necessária para o desenvolvimento do processo, uma vez que estes devem ter pleno conhecimento da metodologia que será empregada.

Elementos/Critérios	PDIPE	SPkD	IPPD
Fases do PDP			
Planejamento do Projeto	Sim	Sim	Sim
Projeto Informacional	Sim	Sim	Sim
Projeto Conceitual	Sim	Sim	Sim
Planejamento do Projeto			
Elaboração de equipe	Sim	Sim	Não
Escopo do projeto	Sim	Sim	Sim
Especificações de Projeto			
Planejamento do produto	Sim	Sim	Sim
Identificação das necessidades dos clientes	Sim	Sim	Sim
Transformação das necessidades em requisitos dos clientes	Sim	Sim	Sim
Conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto	Sim	Sim	Sim

Análise de similares	Sim	Não	Não
Concepção do Produto			
Definição da função global e subfunções	Sim	Sim	Sim
Estabelecimento de estruturas funcionais	Sim	Sim	Sim
Concepção de alternativas	Sim	Sim	Sim
Seleção da concepção do produto	Sim	Sim	Sim

Quadro 5: Critérios de Processo de Desenvolvimento de Produto

Fonte: autora

O modelo SPkD ainda tem como objetivos requisitos socioambientais para sistema produto-embalagem, com foco em sustentabilidade. O modelo PDIPE e o IPPD integram o produto e a embalagem, no entanto, aspectos de sustentabilidade não são considerados.

O IPPD trata-se de um modelo focado para indústria de alimentos e farmacêutica e não genérico, portanto, esse modelo também é limitado para produtos de consumo. O PDIPE é focado em bens de consumo duráveis, entretanto o SPkD é o único que contempla todos os tipos de bens de consumo.

O modelo IPPD não sugere ferramentas a ser utilizadas em cada fase do processo, O modelo PDIPE sugere mecanismos em todo o seu processo, entretanto o modelo SPkD além de sugerir ferramentas para cada fase do processo indica ainda ferramentas de ecodesign que auxiliam no desenvolvimento sustentável.

Elementos/Critérios	PDIPE	SPkD	IPPD
Planejamento da embalagem			
Identificação das necessidades	Sim	Sim	Sim
Elaboração de equipe	Sim	Sim	Não
Problematização			
Identificação do problema e fatores envolvidos no projeto	Sim	Sim	Sim
Coleta de dados			
Informações complementares ao <i>briefing</i>	Sim	Não	Não
Análise e Síntese			
Análise do produto da embalagem atual	Sim	Não	Não
Análise de similares	Sim	Não	Não

Geração e Seleção de alternativas	Sim	Sim	Sim
--	-----	-----	-----

Quadro 6: Critérios de Processo de Desenvolvimento de Embalagem

Fonte: autora

A análise de similares sugeridas em todos os métodos especialistas de embalagem como fonte de pesquisa de mercado aparece apenas no modelo PDIPE, não sendo contemplada nos outros dois modelos de desenvolvimento integrado.

Embora exista diferenças dos modelos de processo integrado de desenvolvimento de produto e embalagem SPkD e IPPD, estes auxiliaram na compreensão e viabilidade de como realizar tal integração no processo do modelo PDIPE.

5.2 Análise do modelo segundo critérios estabelecidos

Para avaliar o modelo desenvolvido, é necessário verificar o atendimento do seu propósito segundo critérios. O processo de desenvolvimento de produto consiste em uma série de atividades que vão desde o início da oportunidade de negócio até o lançamento do produto no mercado (ROMANO, 2003).

Os 11 critérios para avaliação de modelos de referência, propostos por Fox (1993) citado por Vernadat (1996), os quais estão descritos abaixo:

- Escopo: relacionado com a área de domínio do processo abrangido pelo modelo;
- Exatidão: complementar ao escopo e profundidade, dependente do modo como a realidade modelada é entendida, ou seja, define o grau de detalhes do modelo em termos de capacidade de representação;
- Profundidade: referido ao escopo sob o ponto de vista do nível de detalhamento e decomposição do modelo;
- Competência: relacionado às áreas do conhecimento abrangidas, isto é, verifica se o modelo é relevante somente para uma disciplina ou se pode ser usado para solucionar problemas de várias disciplinas;
- Clareza: capacidade de o modelo ser facilmente entendido;
- Generalidade: um modelo não pode ter um foco muito específico e deve suportar uma grande amplitude de aplicações, de modo a permitir uma avaliação da extensão de utilização do modelo;

- Capacidade: em suportar eficientemente a resolução do problema sem a necessidade de qualquer transformação;
- Transformação: capacidade de o modelo ser alterado de sua representação atual para outra, mais adequada para outras aplicações;
- Consistência: capacidade de o modelo expressar-se de forma unívoca;
- Extensibilidade: capacidade de o modelo ser expandido;
- Completeza: relacionado à capacidade do modelo conter toda a informação necessária para resolver o problema proposto.

5.2.1 Critério Escopo

Avaliando o critério escopo, o modelo abrange o campo de conhecimento do processo de desenvolvimento integrado de produto e embalagem para bens de consumo; permitindo o modelo integrado ao PDP para o desenvolvimento de embalagem.

5.2.2 Critério Exatidão

A questão do critério de exatidão avalia a estrutura do modelo por meio da sua representação gráfica com fases, atividades e tarefas. A estrutura permite a abordagem de cada fase por meio do seu fluxo e cada atividade que deverá ser realizada para obter os resultados esperados. O modelo é familiar, pois está inserido aos modelos já existentes de PDP, mostrando ser adequado em quase toda a sua totalidade. Não sendo inteiramente adequado devido ao modelo proposto representa apenas as fases iniciais do processo.

5.2.3 Critério Profundidade

O nível de detalhamento do modelo é considerado médio por se tratar de um modelo que engloba somente questões relacionadas ao design. Não são contempladas as questões referentes ao marketing, gerenciamento de projeto e produção. O modelo atingiu os objetivos propostos com base nos requisitos (da literatura) que levaram sua criação.

5.2.4 Critério Competência

O critério de competência avalia se o modelo abrange os domínios de conhecimento necessários para o desenvolvimento de embalagem integrado ao processo de desenvolvimento de produto. Neste caso pela pesquisa realizada demonstra o domínio das áreas de desenvolvimento de produto e embalagem, visto que a pesquisa bibliográfica buscou referências de metodologias utilizadas nestes setores.

5.2.5 Critério Clareza

Este critério avalia se o modelo é facilmente entendido na sequência de fases e atividades, o modelo deixa claro quais ferramentas usar para executar as tarefas de cada atividade ao longo das fases, entretanto seria necessário maior detalhamento de algumas atividades.

5.2.6 Critério Generalidade

O critério de generalidade avalia se o modelo poderia abranger todos os tipos de produto de bens de consumo, entretanto o modelo foi elaborado para o desenvolvimento integrado de produto e embalagem para bens de consumo duráveis explicitado na delimitação do tema.

5.2.7 Critério de Capacidade

Neste critério de capacidade o modelo permite novas concepções para os produtos, ou seja, novos princípios de solução para o produto e para a sua embalagem. Dentro do modelo, também é sugerido a decomposição da função global em subfunções para busca destes novos princípios permitido inovação do produto e embalagem.

5.2.8 Critério Transformação

Este critério referencia se o modelo pode ter a sua estrutura alterada para outra, de acordo com as necessidades de projeto, por exemplo, o reprojeto de um produto ou de uma embalagem existente. O modelo permite reprojeto bem como os processos de desenvolvimento de produto estudados, pois as alterações de um projeto de produto interferem no projeto de sua embalagem ou vice-versa.

5.2.9 Critério Consistência

O critério de consistência avalia se o modelo apresenta consistência de informações, ou seja, concordância aproximada entre os resultados (saídas) obtidos em cada fase, atividade ou tarefa do processo. Na análise do modelo é verificado que os resultados da saída das atividades atendem plenamente o processo. Como o modelo é de processo de integração, as informações da saída do produto são complementares para a sua embalagem ou vice-versa.

5.2.10 Critério Extensibilidade

Este critério verifica se o modelo permite ser expandido, ou seja, novas atividades e tarefas não previstas para a integração do produto e embalagem. Como o modelo é baseado processo de desenvolvimento do produto proposto por Back *et al.* (2008) e este contempla todas as fases de desenvolvimento de produto, o modelo PDIPE pode atender plenamente este critério.

5.2.11 Critério Completeza

O critério de completeza aponta se o modelo tem informações necessárias para o lançamento do produto e sua embalagem no mercado. Entretanto este critério não é atendido plenamente no modelo PDIPE pelo fato de este não contemplar as fases de projeção e implementação necessários para o lançamento do produto.

Após as duas avaliações pode-se concluir que existe uma forte intenção do modelo ter atingindo os objetivos propostos com base nos requisitos que levaram sua criação. Esse resultado é coerente tendo em vista que a proposta de modelo explorou bem as contribuições obtidas da literatura estudada.

Capítulo 6

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

O desenvolvimento da embalagem surge nas últimas décadas para atender as necessidades das indústrias. O conhecimento para o desenvolvimento da embalagem requer conhecimentos em diversas áreas como a de materiais, fabricação, processo de manufatura, estocagem, movimentação entre outros.

A embalagem possui um ciclo de vida próprio e adicional pré-produção, produção, distribuição uso e descarte. As funções que a embalagem exerce de conter, proteger, transportar e informar entra na fase de uso quando se inicia o contato com os produtos que ela deve conter, isto é, a fase de distribuição do produto e que coincide com a fase de uso da embalagem.

Existem questões referentes aos resíduos produzidos pelas embalagens que muitas vezes as tornam desprezíveis. Como hoje seria praticamente impossível viver sem as embalagens, é importante criar estratégias de ações que ajudem a diminuir a quantidade de materiais e reduzir a energia gasta com transporte e tempo de desenvolvimento.

O presente estudo apresenta uma proposta de contribuição para o desenvolvimento de produto e desenvolvimento de embalagem, pois propõe a integração dos dois processos. O processo proposto por de Back *et al.* (2008) constitui modelo genérico, envolvendo as melhores práticas de PDP e abrangendo as macrofases de planejamento, projeção e implementação. Apesar de ser um modelo bastante completo, é limitado para produtos de consumo por considerar a embalagem somente de forma superficial. Nos métodos específicos de embalagem, o produto a ser embalado já está pronto não havendo a integração com o desenvolvimento da sua embalagem.

Os autores como Bucci (2010) e Bramklev (2005) observando que a integração auxiliaria as empresas a executarem um processo mais sistemático, também propuseram a integração do processo nos seus modelos. Ressalta-se que ambos os modelos são mais complexos que o modelo proposto nesta pesquisa, pois atendem a todo o processo. E ainda

pode-se considerar o modelo de Bucci (2010) ainda mais completo por tratar das questões de sustentabilidade, tema este, muito necessário nos dias de hoje. Entretanto os dois modelos foram fundamentais para a compreensão de como realizar tal integração.

As análises realizadas no processo de desenvolvimento de embalagem auxiliaram a identificar quais as fases mais empregadas dentro deste processo, foi por meio destas que se descobriu que estes métodos contemplam o produto somente depois que este já está desenvolvido, não permitindo uma realimentação no processo de produto.

A criação dos quadros com as entradas e saídas do processo de desenvolvimento de produto e processo de desenvolvimento de embalagem foram fundamentais para a identificação das atividades, tarefas e mecanismos, facilitando o desenvolvimento do modelo para cada fase do processo.

O objetivo desta dissertação de criar um modelo de integração de processo de desenvolvimento de produto com o processo de desenvolvimento de embalagem foi atendido, obedecendo plenamente o critério de escopo estabelecido para avaliar o modelo. Entretanto alguns critérios não foram plenamente atendidos como profundidade, generalidade e completeza devido ao modelo estar vinculado apenas na fase inicial do processo e tratar apenas das questões relacionadas ao design.

O PDIPE por meio de sua estrutura permite ser aplicado aos vários tipos de projeto, podendo ser redesenho, projeto inovativos e criativos. O modelo por ter sido criado com base no modelo de referência proposto por Back *et al.* (2008) pode ser expandido para as outras fases do processo melhorando o seu desempenho.

A integração do processo de desenvolvimento de produto e do processo de desenvolvimento de embalagem proposta pelo modelo deste trabalho auxiliou a adequação da embalagem ao seu produto, corroborando com a hipótese formada no primeiro capítulo desta dissertação.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi identificado que seria interessante fazer a integração do processo de desenvolvimento de embalagem em todo o modelo de referência, não limitando somente as fases iniciais.

A simulação do modelo poderia ser realizada dentro de uma indústria de bens duráveis para verificar quais as etapas que seriam mais relevantes dentro do processo. Poderiam ser testados produtos mais complexos, com centros de gravidades deslocados, produtos desmontáveis, para ver se o modelo atende a estes requisitos.

Por fim, como proposta pedagógica, utilizar o modelo dentro da disciplina de projeto de produto nos cursos de design.

REFERÊNCIAS

- ABPO Associação Brasileira do Papelão Ondulado. Disponível em:
<http://www.abpo.org.br/infor_tec_po.php> Acesso em: 6 Dez. 2011.
- ABRE Associação Brasileira de Embalagem. Disponível em: <
http://www.abre.org.br/centro_dados_2009.php> Acesso: 15 Jun 2010.
- ALCANTARA, J.R.; HATAKEYMA, K. **QFD como metodologia para garantia da qualidade no desenvolvimento de produtos.** In: Anais Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos realizado, 6-8 out. Gramado-RS, 2003.
- ALMEIDA, L. N;. Sustentabilidade ambiental como estratégia empresarial na rede WalMart. In: Anais VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, realizado, 20-22 out . Resende, RJ, 2010.
- ÁLVARES, M.R.; GONTIJO, L.A. **A interdisciplinaridade no ensino em Design.** Revista Design em Foco, Vol. III, Núm. 2, julio-diciembre, 2006, pp. 49-66 Universidade do Estado da Bahia, Brasil. Disponível em:
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=66111515005> Acesso em: 10 Mar 2012.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A. & SILVA, J. C. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem.** Barueri, SP: Manoele, 2008.
- BANZATO, J. M. **Embalagens.** São Paulo: IMAM, 2008.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- BERGMILLER, K. H. **Manual para planejamento de embalagens.** Rio de Janeiro: Ministério da Indústria e do Comércio, 1976.
- BOMFIM, G. A., Rossi, L. M., Nagel, K.-D., 1977. **Fundamentos de uma metodologia para desenvolvimento de produtos.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.
- BONSIEPE, G., KELLNER, P., POESSNECKER, H. **Metodologia experimental.** Brasília: CNPq, 1984.

BRAMKLEV, Caroline; JÖNSON, Gunilla; JOHNSON, Mats. **Towards an Integrated Design of Product and Packaging**. In: ICED, 05, 2005, Melbourne. International Conference On Engineering Design. Melbourne: ICED, 2005.

BRAMKLEV, Caroline; **Towards an Integrated Design of Product and Packaging**. Dissertação (tese em Embalagem e Logística) – Universidade Lund, Suécia, 2007.

BROD, M. J. **Desenho de Embalagem: o projeto mediado por parâmetros ecológicos**, RS. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

BUCCI, D.Z. **Processo de Desenvolvimento de Produto-Embalagem: Uma Proposta Orientada à Sustentabilidade**. Tese (doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BUCCI, D. Z.; FORCELLINI, F. A. **Sustainable packaging design model**. Complex Systems Concurrent Engineering. Springer London, 2007, part 6, p.363-370.

BÜRDEK, B. E. **Design: história, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Ed Blucher, 2006. 496 p.

CAMILO, A.N.. Como começar a inovar? In:INSTITUTO DE EMBALAGENS. **Embalagens: design, materiais, processos e máquinas**. São Paulo: Instituto de Embalagens, 2009.

CARDOSO, R. **Uma introdução à história do design**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: E. Blucher, 2004. 238 p.

CARVALHO, A.C. **Metodologia Ideatriz para a ideação de novos produtos**. SC. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CAVALCANTI, P.; CHAGAS, C. **História da embalagem no Brasil**. São Paulo: ed Griffo 2006.

EMBALAGEMMARCA. **Wal-Mart quer reduzir volume das embalagens em suas lojas**. Revista Embalagemmarca 72. 2005.

FORTY, A. **Objetos de desejo: design e sociedade desde 1750**. São Paulo: Cosac & Naify, 2007. 347 p.

GURGEL, F.A. **Administração da embalagem**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

GIOVANNETTI, M. D. V. **El mundo del envase: manual para el diseño y producción de envases y embalajes**. Barcelona: G. Gili, 1995. 200 p.

HAYASAKI, M.. O mercado de embalagem no Brasil e no mundo. In:INSTITUTO DE EMBALAGENS. **Embalagens: design, materiais, processos e máquinas**. São Paulo: Instituto de Embalagens, 2009.

HOUAISS, Antonio; VILLAR, Mauro; FRANCO, Francisco Manoel de Mello. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009. 1986 p.

ICSID, Internacional Council Societies of Industrial Design. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>> Acesso em: 15 Nov. 2010.

LELLO, J.; LELLO, E. **Lello Universal: dicionário enciclopédico luso-brasileiro**. Porto: Lello & Irmão, 0000

LUCENTE, A. Dos R.; NANTES, J. F. D. **Importância dos requisitos logísticos no desenvolvimento do produto: um estudo em empresas de design de embalagens**. In: Anais Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos realizado, 6-8 out. Gramado-RS, 2003.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2005.

MARCONI, M.A, LAKATOS, E.M. **Técnica de pesquisa: planejamento e execução da pesquisa, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MESTRINER, F. **Design de embalagem: Curso Básico**. São Paulo: Makron Books Ltda, 2001.

MOURA, R.A.; BANZATO, J.M. **Embalagem, Unitização e Containerização**. 2 ed. São Paulo: IMAM, 1997.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

MUSEU DE ARTE MODERNA, Rio De Janeiro. Instituto De Desenho Industrial.

Manual para planejamento de embalagens. Rio de Janeiro: Secretaria de Tecnologia Industrial/Ministerio da Industria e do Comercio, 1986. 93 p.

NAVEIRO, R. M.; Conceitos e Metodologias de Projeto. In: NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F. **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial.** Juiz de Fora: UFJF, 2001, p. 25-63

NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F., 2001. Evolução e Atualidade do Projeto. In: NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F. **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial.** Juiz de Fora: UFJF, 2001, p.13-24

PAHL, G; BEITZ ,W. **Engineering design:** a systematic approach. 2. ed. New York: Springer, 2003. 544 p.

PLENTZ, S. S. **Taxonomia para técnicas criativas aplicadas ao processo de projeto.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PELEGRINI, A.V.; KISTMANN, V.B. **A Gestão do Design e o Desenvolvimento de Embalagens de Produtos de Consumo** Disponível em: <
http://www.inovacaoedesign.com.br/artigos_cientificos> Acesso em: 5 Jan. 2011.

PEREIRA, P.Z.; SILVA,R.P. **Design de embalagem e Sustentabilidade: uma análise sobre os métodos projetuais.** Revista Design e Tecnologia

ROMANO, L.N. **Metodologias de Projeto para Embalagem,** SC. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

ROMANO, L.N. **Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas,** SC. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H; FORCELLINI, F.A; AMARAL, D.C; TOLEDO, J.C; 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.

SAMPAIO, C. P. **Diretrizes para o design de embalagens em papelão ondulado movimentadas entre empresas com base em sistemas produto-serviço.** Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SANTOS NETO, L.A. **Metodologia de desenvolvimento de embalagem: proposta de aprimoramento para ensino de projeto gráfico,** RS. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

SILVA, J. C. C.; **O desenvolvimento do design e a evolução do pensamento artístico na Europa até o início do século XX.** 2005. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Porto Alegre, 2005.

STEINDORFF, R.A. **Sistematização do processo de desenvolvimento de embalagens: um estudo de caso na indústria de linha branca,** SC. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VAN DER LINDEN, J.C.S.; LACERDA, A. P.; **Qual o método eu devo usar?** São Paulo: Anais 5º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. 2009.

VAN DER LINDEN, J. C. de S., LACERDA, A., **A evolução dos métodos projetuais.** São Paulo: Anais 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 2010.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development.** 3rd ed. Boston: McGraw-Hill, 2004.

APÊNDICES

Apêndice A: Taxonomias

Taxonomia Bergmiller *et al.* (1976)

A primeira classificação de embalagens foi realizada pelo professor da ESDI (Escola Superior de Desenho Industrial), Karl Heinz Bergmiller e sua equipe, na década de 70. Segundo Santos Neto (2001), o Ministério da Indústria e Comércio organizou um grupo de projetistas, coordenado por Bergmiller, para identificar e definir os principais problemas relacionados com o desenho de projeto de embalagens. Um livro intitulado *Manual para Planejamento de Embalagem* surgiu deste trabalho

Para Bergmiller *et al.* (1976), as embalagens podem ser classificadas em embalagem de consumo e embalagem de transporte conforme Figura 1: “Enquanto a embalagem de **consumo** é aquela que entra em contato direto com o consumidor, a embalagem de **transporte** serve tanto para proteger um conjunto de embalagens de consumo como para embalar produtos a granel.”



Figura 1: Taxonomia Bergmiller (1976)

Fonte: adaptado pela autora

Bergmiller *et al.* (1976) consideram que, quanto à função, a embalagem de consumo é uma embalagem **display** se for utilizada para exposição do produto em locais de venda;

ou embalagem de **uso**, se for utilizada durante o uso do produto pelo consumidor. Ainda em relação ao número de unidades acondicionadas, a embalagem de consumo pode ser **unitária**, quando embala uma só unidade, ou de **conjunto**, quando acondiciona mais de uma unidade. As embalagens de transporte são utilizadas tanto para proteger um conjunto de embalagens como para embalar produtos a granel, bem como têm o atributo de facilitar a armazenagem, a condução, o despacho e, principalmente, a distribuição. São classificadas em embalagem de **proteção e movimentação**.

Taxonomia Romano & Romano (1999)

Leonardo e Fabiane Romano (1999) apresentam uma inovação para a taxonomia de embalagens, trata-se das noções de embalagens naturais e embalagens artificiais (Figura 2).

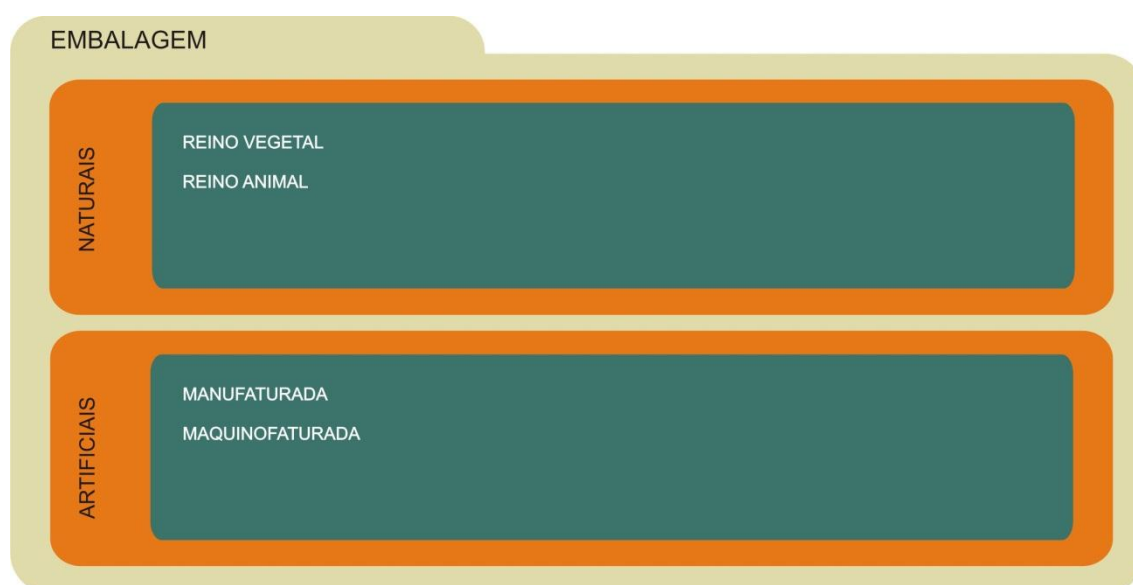


Figura 2: Taxonomia Romano (1996)

Fonte: adaptado pela autora

As embalagens **naturais** são oferecidas pela natureza, podendo ser encontradas tanto no reino vegetal quanto no reino animal. As embalagens **artificiais** são originadas pelo trabalho humano, podendo ser manufaturada ou maquina-faturadas.

Taxonomia Santos Neto (2001)

Devido às diversas taxonomias, Santos Neto (2001) propôs uma taxonomia vinculada, principalmente, nos estudos de Bergmiller (1976), Moura & Banzato (1900) e de Romano (1996). As embalagens, segundo Santos Neto (2001), são classificadas

conforme seis critérios: origem, materiais, movimentação, transporte, comercialização e destino pós-uso (Figura 3).

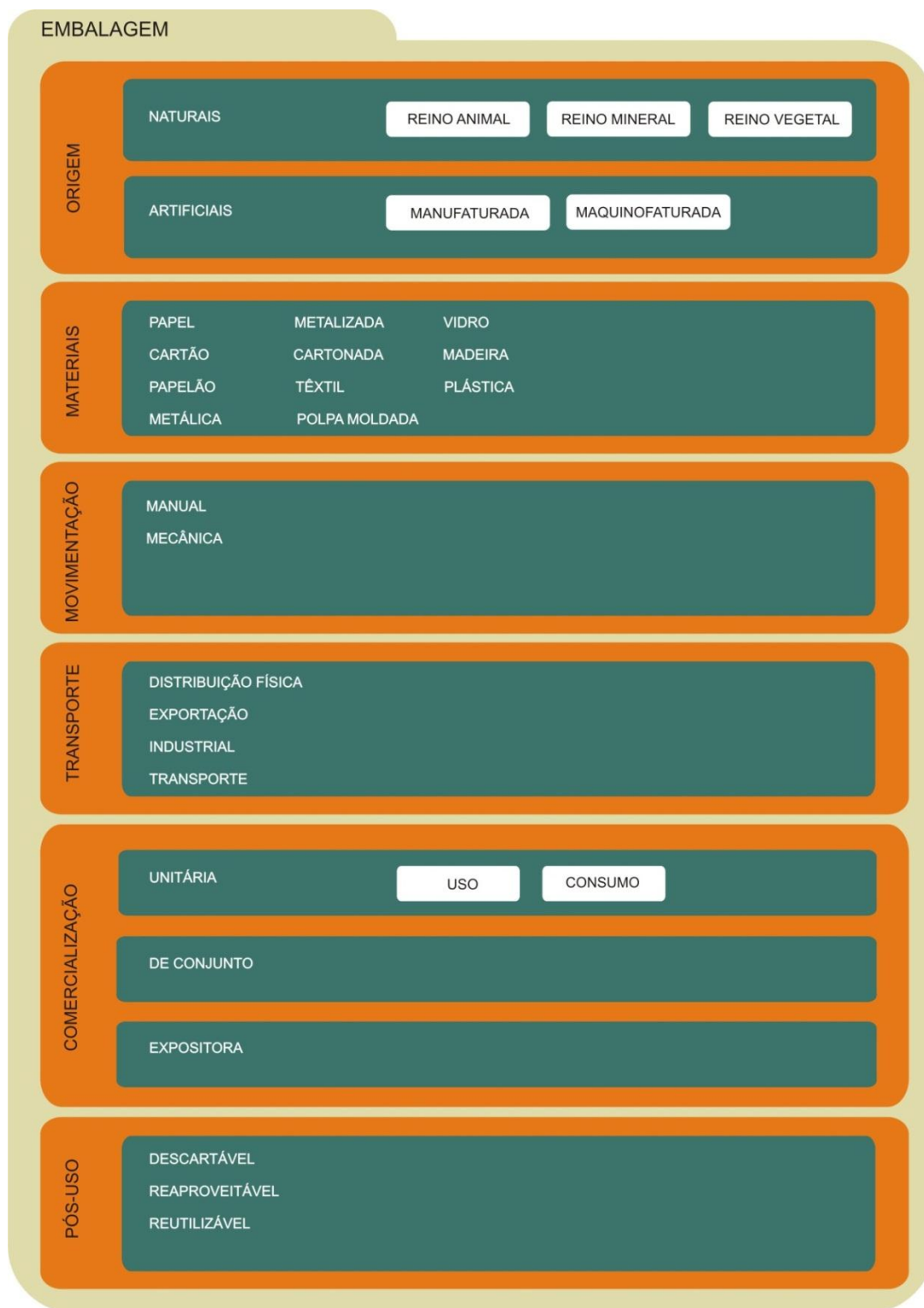


Figura 3: Taxonomia Santos Neto (2001)

Fonte: adaptado pela autora

Sob o critério da **origem**, as embalagens classificam-se em naturais e artificiais. As embalagens naturais são criadas e encontradas na natureza tanto no reino vegetal quanto animal. As embalagens artificiais são produzidas pelo homem, podem ser manufaturadas, quando produzidas pelo homem, e maquinofaturadas, quando produzidas em grande escala e em máquinas industriais.

A classificação das embalagens pelos **materiais** com que são fabricadas, conforme a ABRE, resulta em papel, papel cartão, papelão, metal, vidro, plástico, metalizadas, cartonadas, têxteis, polpas moldadas e de madeira.

Quanto ao critério da **movimentação**, classificam-se em embalagens de movimentação manual e embalagens de movimentação mecânica. A movimentação manual, conforme Santos Neto (2001, p.120), inclui as embalagens “que estão dentro das capacidades ergonômicas médias do ser humano”, não devendo exceder a 30 Kg. Já as de movimentação mecânica são as que excedem as capacidades ergonômicas do ser humano, sendo necessário o uso de dispositivos mecânicos.

Em relação à função de **transporte**, as embalagens podem ser classificadas em distribuição física; exportação; industrial, que pode ser subdividida em de armazenagem e de movimentação; e de transporte. A embalagem de distribuição física é conceituada, por Romano (1996), como destinada a proteger o produto, suportando as condições físicas encontradas no processo de carga, transporte, descarga e entrega. A embalagem de exportação protege os produtos durante os diversos modos de transporte.

As embalagens industriais são utilizadas para a estocagem, a movimentação e a comercialização. Quando destinadas à comercialização de um maior volume são simples, com grandes estímulos visuais, de modo que o seu maior atrativo é o consumo. As de armazenagem são as embalagens designadas para guardar, têm a função de proteger o material de agentes físicos, químicos e dos parasitas vegetais e animais. As embalagens de movimentação são as caçambas, os contêineres, os paletes e os vagões que apresentam dispositivos para erguer, içar e movimentar.

As embalagens de transporte, segundo Santos Neto (2001, p. 122), “são as que se destinam a levar o produto da fábrica aos centros distribuidores, atacadistas e/ou varejistas. É o que contém embalagens de apresentação unitárias ou agrupadas numa de conjunto.”

Estas embalagens acondicionam as embalagens de apresentação para facilitar a estocagem, o transporte, o recebimento.

As embalagens de **comercialização** entram em contato direto com o consumidor e são classificadas em: embalagem unitária (exibem uma só unidade do produto), embalagem de conjunto (contém embalagem de comercialização agrupada) e embalagem expositora (contém as embalagens unitárias agrupadas e serve como exibidor autônomo). As embalagens unitárias são divididas em de uso, que acompanham o seu produto até o consumo final, e embalagens de consumo que são consumidas juntamente com o produto.

A classificação conforme o destino **pós-uso** ou destino da embalagem depois do consumo, apresenta as embalagens categorizadas como reaproveitáveis, reutilizáveis e descartáveis. As reaproveitáveis são as que proporcionam a reciclagem do material para o mesmo ou diferentes fins. As reutilizáveis são as que permitem o seu reaproveitamento tanto nos aspectos de reciclagem de uso (que retornam à fábrica e são reutilizadas, exemplo de garrafas de cerveja) e as de novos usos (depois do uso, servem para outras funções como o vidro de requeijão). As embalagens descartáveis são as que, após o uso e o consumo, são jogadas no lixo, tendo-se como exemplo a embalagem de pasta de dente.

Taxonomia Brod (2004)

Relacionando ecologia e embalagem e mensurando a sua eficiência com base no tempo que são descartadas, reorganizou-se a taxonomia em níveis origem, processo de produção, feitiço, destino, apresentação ao consumidor, materiais, descarte e pós- descarte (BROD, 2004). Como mostra a Figura 4.

Classificam-se, assim, em nível I quanto à **origem** natural e artificial; nível II conforme **o processo de produção** artesanal ou industrial; nível III em relação ao **feitiço**, podendo ser manufaturado ou maquinofaturado.



Figura 4: Taxonomia Brod (2004)
Fonte: adaptado pela autora

No nível IV, as embalagens são agrupadas em função do **destino**, podendo ser de comercialização, também chamada de apresentação ou venda. São as embalagens que entram em contato direto com o consumidor e, neste mesmo nível, encontram-se as embalagens de transporte que servem para proteger um conjunto de embalagens ou embalar produtos a granel (BROD, 2004).

O nível V de embalagem de **apresentação** tem como função mostrar, expor, identificar o produto. É classificada como elementar (contém unidade mínima de comercialização); acessória (acompanha e protege a embalagem elementar, não entra em contato com o produto); de conjunto (contém as elementares e as acessórias agrupadas); expositora (embalagens de conjunto que têm a finalidade de expor o produto de forma autônoma, como gôndolas ou estantes).

O nível VI é relacionado à **matéria-prima** utilizada na confecção da embalagem, podendo ser: papelão, vidro, polpa moldada, madeira, metal, têxtil, cartão, papel, cartonado, plástico, metalizada.

No nível VII, conforme Brod (2004, p. 74), “se estabelece a relação ecológica, proporcionada pelo agrupamento em função do descarte”. **Descarte** imediato (frequentemente, é a embalagem acessória que é, imediatamente, jogada no lixo antes de se iniciar a utilização do produto); descarte posterior (embalagens que necessitam aguardar o produto acabar, antes de serem descartadas); descarte protelado (embalagens que, após o uso do produto, são utilizadas para outras funções).

O **pós-descarte** considerado, como nível VIII, refere-se ao rejeito, neste caso, podendo ser reaproveitável (proporciona a reciclagem do material); reutilizável (permite o reaproveitamento de uso ou para novos usos) e descartável ou inutilizável (utilizado em um único ciclo de distribuição, depois jogado no lixo). Para Banzato (2008), os materiais das embalagens reutilizáveis são de madeira, papelão ondulado, aço ou plástico e com dimensões, formato e capacidades variadas.

Taxonomia Gurgel (2007)

A taxonomia proposta por Floriano do Amaral Gurgel (2007), na área de Administração da embalagem, conforme Figura 5, classifica a embalagem como de

contenção que fica em contato direto com o produto e, portanto, exige compatibilidade entre os componentes do produto, os materiais da embalagem e a atmosfera existente dentro dela. Pode também ser de apresentação, recebendo um rótulo ou impressão.

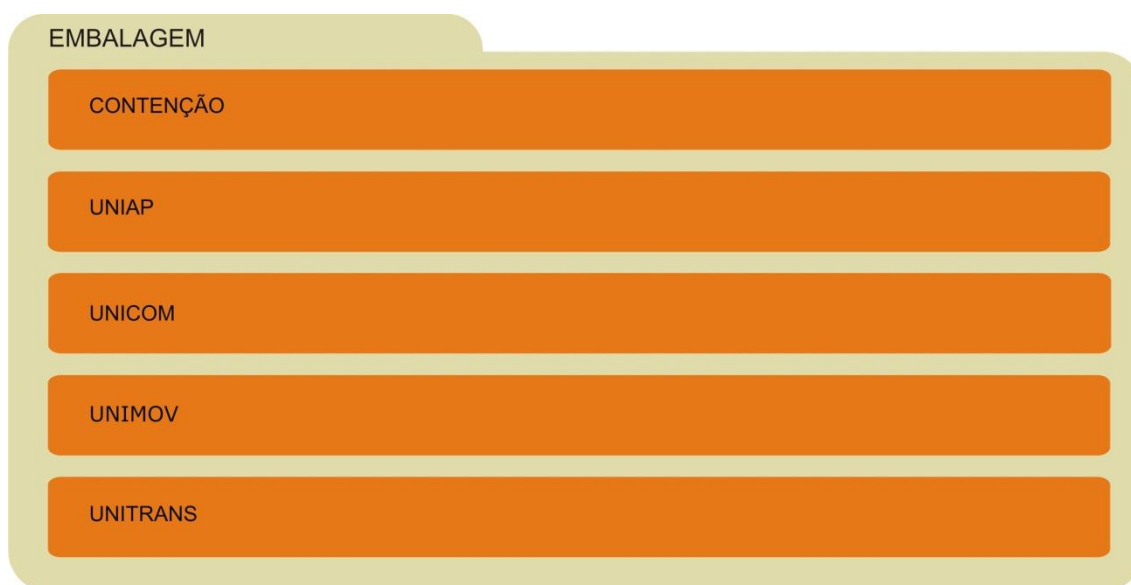


Figura 5: Taxonomia Gurgel (2001)
Fonte: adaptado pela autora

Embalagem de **apresentação** (Uniap) é a embalagem que envolve a embalagem de contenção e com a qual o produto apresenta-se ao consumidor no ponto-de-venda. Embalagem de **comercialização** (Unicom) refere-se à embalagem que contém um múltiplo da embalagem de apresentação, constitui a unidade para a extração de pedido e, por sua vez, é um submúltiplo da embalagem de movimentação (Unimov) que, por sua vez, é múltiplo da embalagem de comercialização para ser movimentada racionalmente por equipamentos mecânicos.

A embalagem de **transporte** (Unitrans) serve para agregar embalagens de comercialização de produtos diferentes, com o objetivo de compor e entregar um pedido ao cliente de forma racionalizada. A entrega de produtos diversos para um determinado cliente necessita de embalagem de transporte de modelos padronizados que possa acomodar, de maneira racional, embalagens de comercialização de produtos diferentes.

Taxonomia ABRE

A taxonomia feita pela ABRE classifica as embalagens conforme o material da confecção, agrupando-a em dez categorias, de acordo com a Figura 6: 1º papel, papelão, cartão; 2º ondulado; 3º metal; 4º vidro; 5º plásticos, agrupando os filmes, flexíveis, laminados, e as chapas rígidas e semirrígidas; 6º plásticos soprados; 7º metalizados; 8º cartonados; 9º têxteis, ráfias e polpas moldada; 10º madeira.

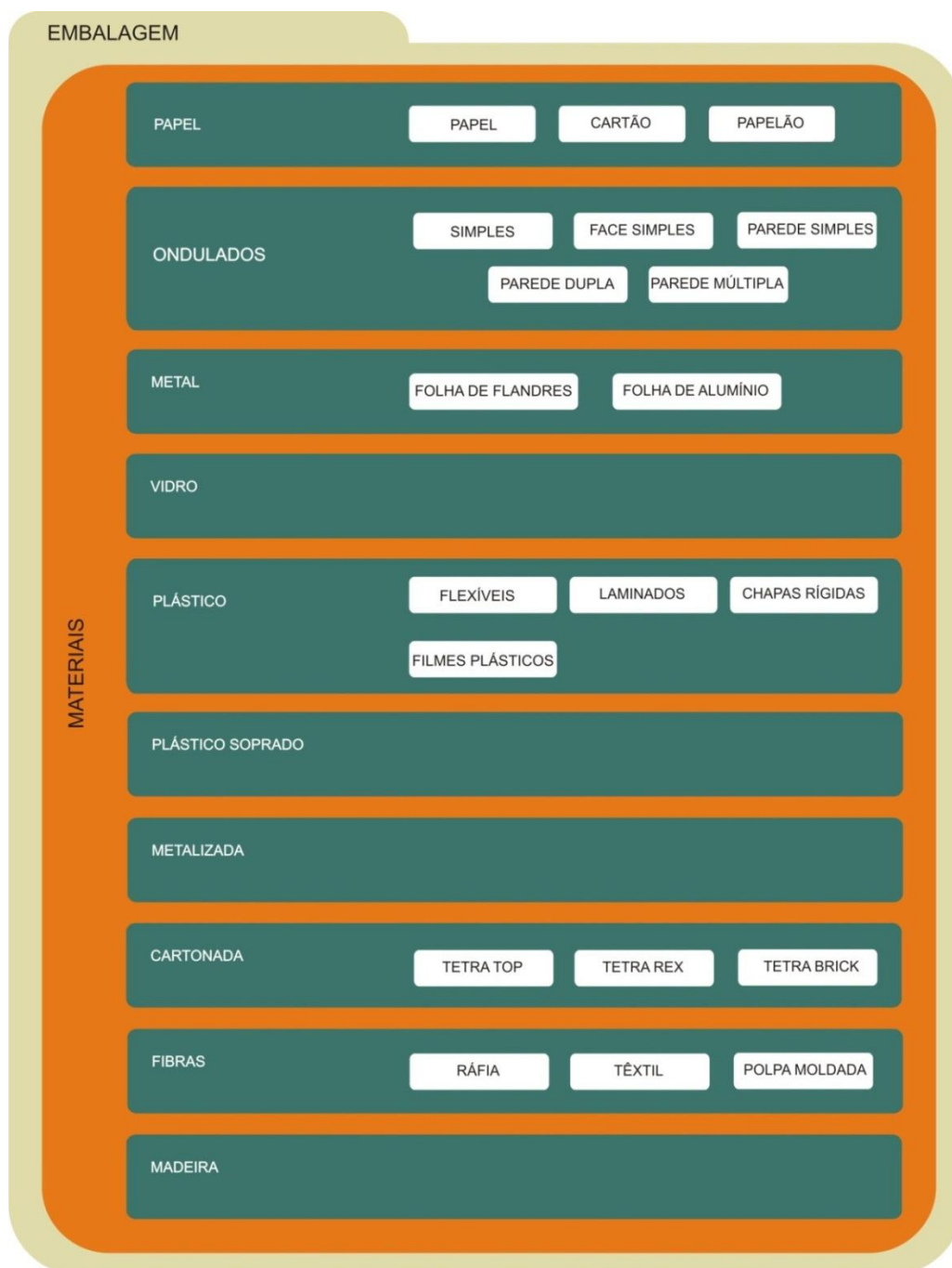


Figura 6: Taxonomia ABRE
Fonte: adaptado pela autora

Apêndice B: Materiais

Moura e Banzato (1997, p.81) afirmam que “os vários processamentos de um material determinam as possibilidades formais que uma embalagem poderá assumir.” Assim sendo, a escolha do material deve ser feita depois de uma análise dos seguintes fatores: o produto a ser embalado; a finalidade a que se destina; a apresentação; o processo de embalagem; o sistema de movimentação e transporte; a distribuição física e o armazenamento; e o custo da embalagem *versus* produto. A seguir, serão apresentados alguns materiais mais usados nas embalagens segundo a descrição de Moura e Banzato (1997):

Madeira: é muito empregada na confecção de caixas, engradados e tonéis, é caracterizada pela sua resistência e rigidez. As formas da utilização da madeira acham-se descritas em continuidade.

Chapas de fibra – As chapas de fibra de madeira, obtidas com fibras aglomeradas com resina e prensadas, são usadas no fechamento de painéis de caixa. A sua resistência, nos pontos de fixação, é limitada, devendo ser grampeadas a peça as de madeira serrada, formando molduras e reforços. Uma das utilizações de chapas de fibra de madeira pode ser observada na produção industrial de caixas para produtos hortifrutícolas.

Madeira aglomerada – Cavacos de madeira aglomerada com resina são usados na formação de painéis e, inclusive, moldados na forma de caixas e paletes. As chapas de madeira aglomerada são pouco usadas em embalagem, em virtude da densidade elevada e da dificuldade para realizar fixações eficientes, com pregos ou grampos.

Madeira compensada: A madeira compensada é formada pela colagem de lâminas de madeira, com o sentido das fibras alternativamente cruzado, o que resulta em um painel com grande estabilidade dimensional.

Madeira faqueada: A madeira faqueada é obtida pelo corte longitudinal de pranchões em lâminas finas, com 3 (três) a 5 (cinco) mm de espessura, por meio de facas, que, ao contrário das serras, não produzem serragem, aproveitando melhor o material. Este sistema de cortes é inadequado para madeiras duras.

Papel: O papel é um dos mais econômicos e versáteis materiais de embalagem. O seu baixo custo, o baixo peso e a facilidade de processamento fazem dele o mais amplamente usado na moderna indústria de embalagem.

O papel é uma folha fina e seca, composta pelo entrelaçamento de pequenas fibras de celulose obtidas através de diversas substâncias vegetais. Ele é resultante da madeira, mediante a separação das fibras por diferentes processos, e o reagrupamento delas, formando uma folha com as dimensões e as propriedades desejadas. Dois tipos de madeira são utilizados na fabricação do papel: duras e moles. As primeiras incluem as árvores decíduas que perdem as folhas no outono e as segundas são as coníferas. A diferença entre esses dois tipos de madeira está no comprimento das fibras. As moles têm fibras longas, portanto, o papel produzido com elas é forte, ao passo que as duras apresentam fibras curtas e produzem papel mais fraco, mas com uma superfície mais lisa do que a resultante daquele produzido com as madeiras moles.

O papelão ondulado é uma estrutura formada por um ou mais elementos ondulados (miolos), fixados a um ou mais elementos planos (capas), por meio de adesivo aplicado no topo das ondas, conforme Figura 1. A composição do papelão ondulado, para a fabricação de caixas e acessórios, é obtida através das várias combinações de papéis-capa e miolo, e definida em função dos testes físicos e do desempenho da embalagem que se deseja obter. O sentido da ondulação é uma característica muito importante para o bom desempenho da embalagem de papelão ondulado, principalmente, no quesito de empilhamento. As ondulações devem estar na vertical, pois funcionam como pilares de suporte de um edifício.

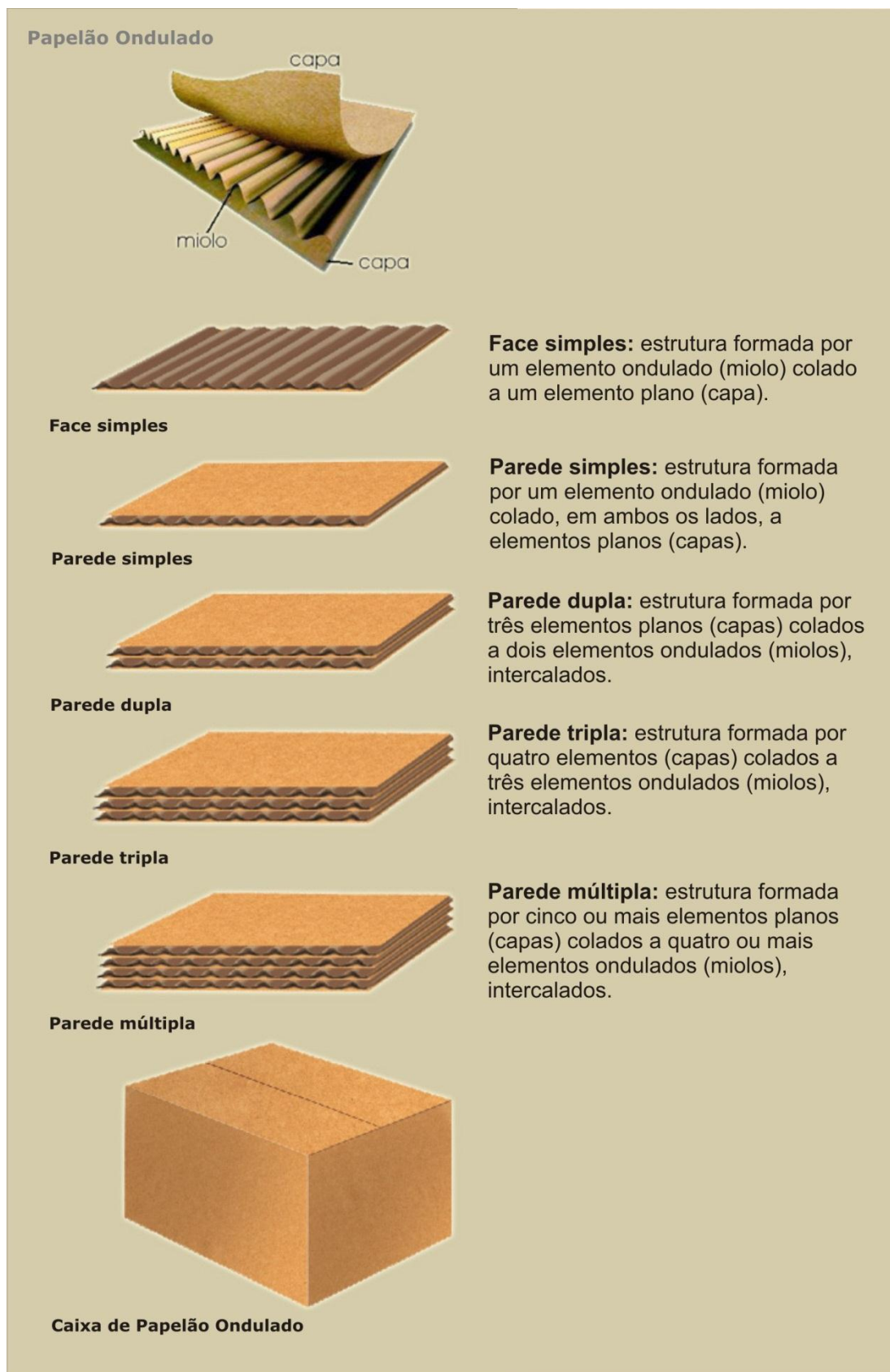


Figura 1: Papelão ondulado
Fonte: ABPO

Caixa de papelão ondulado: A caixa de papelão ondulado é o tipo de embalagem não-retornável mais adotada, hoje, para uma grande gama de mercadorias de consumo e bens industriais. A ondulação do papelão, nas partes externas, segue a direção vertical, para dar resistência no empilhamento, característica fundamental tanto para a armazenagem quanto para o transporte. As características de resistência mais usadas nas especificações dos usuários de embalagem de papelão ondulado é a resistência à compressão, sendo que, para definir este índice, consideram-se fatores como manuseio, paletização, tempo de estocagem, umidade relativa e outros.

Metal: O metal oferece a vantagem de resistência a golpes, corrosão e impermeabilidade, além de fechamento hermético.

Folha-de-Flandres: Metalurgicamente, a folha-de-flandres é determinada como folha de aço doce, recoberto nas duas faces, por uma camada de estanho, em razão da ductilidade, a folha-de-flandres pode ser dobrada e estampada, sem o risco de ruptura. A sua resistência é alta, e ela apresenta uma grande variedade de têmperas (dureza). Estas qualidades, ligadas ao baixo custo, à alta resistência, à impermeabilidade e à resistência ao calor, fizeram da folha-de-flandres um dos materiais mais utilizados nas indústrias de embalagem, principalmente na indústria de alimentação.

Alumínio: O alumínio é atóxico e impermeável a gases, vapores e cheiros estranhos. Tem peso específico baixo e pode ser laminado em várias espessuras. Associado a outros materiais, como o cartão e o plástico, permite a produção de embalagens perfeitas para certos produtos. Pode ser anodizado em qualquer cor, além de permitir ser polido, pintado e impresso.

Vidro: Com o vidro, são produzidas embalagens de baixo custo, higiênicas, atraentes, resistentes ao tempo, ao calor, aos ácidos e a álcalis. Uma embalagem de vidro bem vedada garante proteção total a qualquer agente externo, com exceção da luz. Por isso, é praticamente insubstituível para alguns produtos ou quando o tempo de armazenamento é muito longo. As embalagens de vidro são econômicas, quando bem manuseadas, podendo ser reutilizadas indefinidamente. A sua desvantagem está nas despesas de transporte no retorno, no peso elevado e na fragilidade.

Os recipientes de vidro mais amplamente utilizados são as garrafas, os frascos, os potes e os garrafões. Elas podem ser transparentes, coloridas ou opacas e ser empregadas em linhas de acondicionamento de alta velocidade. Não se deformam e podem resistir a pressões internas e cargas verticais. Contudo, não resistem aos choques.

Plásticos: Os plásticos, na maioria das vezes, apresentam-se nas formas flexíveis, rígidos ou semirrígidos ou em espuma. Os filmes flexíveis, associados a papéis ou cartões, resultam em embalagens leves, isentas de estragos por manuseio constante. Os filmes podem ser empregados na confecção de sacos, inclusive para alimentos, por serem impermeáveis e permitirem fechamento por meio de calor.

Plásticos rígidos e semirrígidos são usados na confecção de garrafas, bisnagas e potes, de uso farmacêutico e para cosméticos. Os frascos de plástico são de baixo custo, com boa rigidez e resistência. Podem ser fabricados em polietileno de alta densidade, polipropileno e PVC.

Os plásticos são classificados em duas grandes categorias:

- Termoplásticos: são os plásticos capazes de serem amolecidos pelo calor e endurecidos pelo resfriamento, repetidamente. Por exemplo: polietileno, poliestireno, PVC, etc.
- Termofixos: são os plásticos que, pela ação do calor, se tornam cada vez mais infusíveis. Por exemplo: epóxis, uréia-formol.

Este trabalho foi realizado com o apoio da CAPES.