

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**

**SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE**  
**EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE LINHA BRANCA**

Dissertação submetida à

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

para obtenção do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**RICHARD ARTHUR STEINDORFF**

**Florianópolis, fevereiro de 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE  
EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DE LINHA BRANCA**

**RICHARD ARTHUR STEINDORFF**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

**MESTRE EM ENGENHARIA  
ESPECIALIDADE ENGENHARIA MECÂNICA**

sendo aprovada em sua forma final.

---

**Prof. Fernando Cabral, Ph.D.**

**Coordenador do Curso**

---

**Prof. André Ogliari, Dr. Eng.**

**Orientador**

---

**Prof. Acires Dias, Dr. Eng.**

**Co-orientador**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Nelson Back, Ph.D.**

---

**Prof. Altamir Dias, Dr. Sc.**

---

**Prof. Osmar Possamai, Dr.**

Este trabalho é dedicado a  
minha esposa Cristiana e ao nosso  
filho Henrique que ela traz no  
ventre.

## Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer o professor André Ogliari e Acires Dias por terem acreditado na minha proposta e me orientado ao longo dessa jornada, contribuindo significativamente com o resultado final deste trabalho.

À Whirlpool Unidade de Eletrodomésticos S.A., em especial ao meu gestor Alessandro J. Pereira que permitiu a conclusão do mestrado, empresa esta onde foi realizado o estudo de caso, processo chave para conclusão deste trabalho.

Aos colegas de trabalho Everton Xavier, Edmundo Schoereder, Carlos E. Puschel, Alisson C. Silva, pela troca de conhecimento sobre embalagem e transporte adquirido ao longo do tempo.

À minha esposa que me auxiliou ao longo desse tempo, lendo o trabalho, incentivando, além de ter gerenciado a construção de nossa casa praticamente sozinha.

À minha mãe Silita pela educação e que sempre esteve presente incentivando minha evolução ao longo da vida.

À minha amiga Salete Lopes Antonio que me auxiliou com a metodologia e redação deste trabalho. Posso dizer que aprendi muito sob esse aspecto.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram na minha evolução aqui.

"Há quem passe pelo bosque e só  
veja lenha para fogueira" (Léon Tolstoi)

## Resumo

O transporte de mercadorias no Brasil está se tornando cada vez mais custoso e por conseqüência difícil de ser realizado. Preço de combustível, custo de aquisição de caminhões, estoques de baixo prazo, local para estocagem, impostos e custo de matéria-prima são apenas alguns dos agentes contribuintes para a ocorrência do custo elevado. Por isso cada vez mais é necessário o desenvolvimento de embalagens que contribuam para a diminuição dos custos mencionados, diminuindo o custo de distribuição do produto embalado e, conseqüentemente, do produto. Embalagens adequadas à necessidade de distribuição, materiais alternativos, redução de massa, mudança de especificação de matéria-prima são fatores que contribuem para a entrega de uma embalagem com preço justo à sua necessidade. A partir deste cenário, esta dissertação tem por objetivo apresentar uma sistemática de desenvolvimento de embalagens, para indústria de linha branca, detalhando cada fase do processo, demonstrando pontos-chave específicos no desenvolvimento deste tipo de produto. O trabalho busca mostrar que é possível a aplicação de metodologias de projeto desde as fases iniciais da criação de embalagens. Apresenta também revisão de bibliografia, histórico sobre embalagens, sua evolução ao longo do tempo, materiais e concepções mais utilizadas, testes de simulação de transporte, entre outros. A sistemática apresentada nesse trabalho proporcionou o desenvolvimento de unidades embaladas para um contexto semelhante ao de desenvolvimento de produtos, uma vez que possui uma seqüência e uso de ferramentas similares na obtenção do produto a ser desenvolvido. Ao final foi realizado estudo de caso aplicando a sistemática proposta para um condicionador de ar, mostrando seu potencial e conclusões em sua utilização seguindo a seqüência com cada uma das fases de desenvolvimento.

## **Abstract**

The transport of goods in Brazil is becoming more and more expensive and consequently difficult to accomplish. Price of fuel, cost of acquisition of trucks, stocks of low period, place for stockpiling, imposed taxes and cost of raw material are responsible for high cost. Therefore it is necessary to develop packaging that contributes to the decrease of the mentioned costs, reducing the cost of distribution of the packaged products. Appropriate packaging is a necessity for distribution, alternative materials, mass reduction, change of raw material specification are factors that contribute to the delivery of a fair price of its packaging. Starting from this scenario, this dissertation has the objective to present a systematic development of packagings, for industries of white line, detailing each phase of the process, demonstrating specific key-points in the development of this product type. The research shows that project methodology is possible the application from the initial phases of the creation of packagings. it also presents bibliography revision, report on packings and evolution along the time, materials and conceptions mostly used, tests of transport simulation, among others. At the end case study was accomplished by applying the systematic proposal showing its potential and conclusions in it use. The systematic presented in this work provided the development of units packaged to a similar context of development of the products, once it possesses a sequence and use of similar tools in obtaining the product to be developed. It was applied in this proposal in a case study for an air conditioning unit and following it through the development phases.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE QUADROS .....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Generalidades e problemática .....	1
1.2 - Objetivo geral.....	3
1.3 - Objetivos específicos.....	3
1.4 - Justificativa .....	3
1.5 – Escopo do trabalho .....	4
1.6 - Estrutura da dissertação.....	4
CAPÍTULO 2 .....	6
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E EMBALAGENS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1 - Introdução .....	6
2.2 - Importância do desenvolvimento de produtos .....	6
2.3 - Processo de desenvolvimento de produtos.....	7
2.3.1 – Modelo Whirlpool de desenvolvimento de produtos .....	7
2.4 – Processo de projeto.....	9
2.5 – Métodos e ferramentas de apoio ao projeto de produtos .....	10
2.6 - Desenvolvimento de embalagens .....	15
2.6.1 - Sistemáticas e procedimentos para o desenvolvimento de embalagens.....	16
2.7 - Considerações finais.....	21
CAPÍTULO 3 .....	22
DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
3.1 - Introdução .....	22
3.2 - Embalagem: histórico e generalidades.....	22
3.3 - Definições .....	23
3.4 - Funções de embalagens .....	24
3.5 - Tipos e classificação das embalagens .....	27



3.6 – Requisitos e padronização de embalagens.....	30
3.7 - Testes de desenvolvimento e aprovação de unidades embaladas .....	32
3.7.1 - Tipos de testes .....	32
3.7.2 - Normas para testes de embalagens.....	33
3.8 - Dados do produto para o desenvolvimento de embalagens .....	38
3.8.1 – Simulação de leiaute de carga .....	41
3.9 - Materiais para embalagens .....	41
3.10 - Condições logísticas.....	44
3.10.1 - Movimentação de materiais .....	44
3.10.2 - Armazenagem .....	46
3.10.3 - Transporte .....	47
3.11 - Considerações finais.....	48
CAPÍTULO 4 .....	49
PROPOSTA DE SISTEMÁTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UNIDADES EMBALADAS (UEs).....	49
4.1 - Introdução .....	49
4.2 - Planejamento do Projeto da UE .....	53
4.3 - Projeto Informacional da UE.....	56
4.4 - Projeto Conceitual da UE.....	61
4.5 - Projeto Preliminar da UE .....	63
4.6 - Projeto Detalhado da UE.....	65
4.7 – Considerações Finais .....	74
CAPÍTULO 5 .....	75
DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE EMBALADA: ESTUDO DE CASO .....	75
5.1 – Introdução.....	75
5.2 - Planejamento do Projeto .....	75
5.3 - Projeto Informacional.....	78
5.4 - Projeto Conceitual .....	83
5.5 - Projeto Preliminar .....	93
5.6 - Projeto Detalhado.....	94
5.7 – Considerações finais.....	106
CAPÍTULO 6 .....	107

CONCLUSÕES.....	107
6.1 – Conclusões.....	107

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Macrofases e fases do desenvolvimento integrado do produto .....	7
Figura 2.2 - Fases do desenvolvimento de produtos da metodologia C2C .....	8
Figura 2.3 - Sistemática de projeto de embalagens .....	17
Figura 2.4 – Processo de desenvolvimento da embalagem de transporte .....	19
Figura 2.5 – Passos, no fluxo de desenv. do produto, para o desenv. da embalagem .....	20
Figura 2.6 - Resistência do produto contra força externa.....	21
Figura 3.1 - Teste de rampa inclinada .....	35
Figura 3.2 - Queda rotacional .....	35
Figura 3.3 - Vibração Randômica .....	36
Figura 3.4 - Queda livre.....	37
Figura 3.5 - Teste de compressão .....	38
Figura 3.6 – Simulação computacional de carregamento de carreta .....	41
Figura 3.7 – Caixa de vinho em madeira.....	42
Figura 3.8 – Caixa de papelão ondulado .....	43
Figura 4.1 - Típicos elementos externos de uma UE.....	49
Figura 4.2 - Típicos elementos internos de uma UE .....	50
Figura 4.3 - Relações entre fases do desenvolvimento do produto e UE .....	51
Figura 4.4 - Processo de distribuição de uma UE – linha de montagem até consumidor final	52
Figura 4.5 – Risco e controle da UE ao longo da distribuição .....	52
Figura 4.6 – Fases de desenvolvimento da UE.....	53
Figura 4.7 – Fase 1 – Planejamento do projeto da UE .....	53
Figura 4.8 - Fase 2 - Projeto informacional da UE.....	57
Figura 4.9 – Fase 3 – Projeto conceitual da UE .....	62
Figura 4.10 - Fase 4 - Projeto preliminar da UE .....	64
Figura 4.11 - Fase 5 – Projeto detalhado da UE (continuação).....	66
Figura 4.11 - Fase 5 – Projeto detalhado da UE (continuação).....	67
Figura 4.12 – UE sobre mesa de vibração com torres de fixação .....	69
Figura 4.13 – UE no equipamento de queda livre, posição para impactar aresta.....	70
Figura 4.14 - Exemplo de padrão de relatório de avaliação de simulação de transporte .....	72
Figura 5.1 Cronograma de desenvolvimento da UE.....	77
Figura 5.2 – Vista condicionador de ar com painel do tipo dispensa moldura.....	80
Figura 5.3 – Diagrama de funções da UE.....	84

Figura 5.4 – Etiqueta de transporte.....	88
Figura 5.5 – Conceito referência para criação da matriz de Pugh.....	88
Figura 5.6 Conceito selecionado para prosseguir no projeto.....	93
Figura 5.7 – Vista do leiaute inicial da UE.....	94
Figura 5.8 – Vista frontal da UE antes dos testes.....	96
Figura 5.9 – Vista traseira da UE antes dos testes.....	96
Figura 5.10 – Vista simulador de empilhadeira tipo <i>clamp</i> - UE testada lado a lado. ....	97
Figura 5.11 - Vista simulador de empilhadeira tipo <i>clamp</i> - UE testada frente traseira .....	97
Figura 5.12 – Deformação excessiva na região do tampo próximo aos painéis.....	97
Figura 5.13 – Vista em detalhe deformação excessiva na região do tampo.....	98
Figura 5.14 – Outra vista em detalhe deformação excessiva na região do tampo.....	98
Figura 5.15 – Disposição das amostras na mesa de vibração.....	99
Figura 5.16 – Regiões que serão impactadas no teste de queda livre.....	100
Figura 5.17 – Massa padrão.....	101
Figura 5.18 – UE durante o teste e compressão .....	101
Figura 5.19 - Vista equipamento, ventosa, sugestão para uso na linha de produção .....	105

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1- Matriz do FMEA .....	11
Quadro 2.2 – Descrição de FMEA .....	11
Quadro 2.3 - Matriz de Pugh .....	14
Quadro 3.1 - Classificação de embalagens.....	28
Quadro 3.2 - Tipos de papelão ondulado.....	43
Quadro 4.1 – Características para os tipos de projeto UE.....	54
Quadro 4.2 - Lista de atributos do projeto de UE.....	56
Quadro 4.3 - Lista de especificações de projeto da UE.....	57
Quadro 4.4 - Exemplos de símbolos de etiqueta de transporte .....	60
Quadro 4.5 – Identificação de amostra e lista de conformidade .....	68
Quadro 5.1 - Lista de atributos do projeto de UE.....	77
Quadro 5.2 – Lista de especificações de projeto e transporte da UE .....	78
Quadro 5.3 – FMEA da UE.....	82
Quadro 5.4 – Matriz morfológica para concepção da UE do condicionador de ar .....	85
Quadro 5.5 – Concepções geradas para a UE.....	86
Quadro 5.6 – Matriz de Pugh com conceitos de UE .....	90
Quadro 5.6 – Matriz de Pugh com conceitos de UE (continuação) .....	91
Quadro 5.6 – Matriz de Pugh com conceitos de UE (continuação) .....	92
Quadro 5.7 - Identificação de amostras e lista de conformidade da UE .....	95
Quadro 5.8 – Especificações do teste de vibração randômica.....	99
Quadro 5.9 – Avaliação das amostras testadas.....	102
Quadro 5.10 – Lista de verificação de finalização do projeto RAS .....	105

## LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.	antes de Cristo
ABPO	Associação Brasileira de Papelão Ondulado
ASTM	American Society for Testing and Materials
C2C	Customer to Customer
CA	Condicionador de Ar
CETEA	Centro de Tecnologia de Embalagem
EDT	Estrutura de Desdobramento de Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPS	Poliestireno Expandido
ER	Evaluation Report
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FTA	Análise de Árvore de Falhas
G	Aceleração da Gravidade = $9,8\text{m/s}^2$
IEC	International Electrotechnical Commission
IMCO	Inter-governmental Maritime Conculative Organization
ISO	International Standardization Organization
LAP	Largura, Altura e Profundidade
NBR	Norma Brasileira
NTB	Norma Técnica Brasmotor
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
PAC	Packaging
PSD	Power Spectrum Density
QFD	Desdobramento da Função Qualidade
ROHS	Restriction of Hazardous Substances
RPN	Risco, Prioridade e Número
SOD	Severidade, Ocorrência e Detecção
UE	Unidade Embalada
UL250	Underwriters Laboratories Inc.
WEEE	Waste Electrical and Electronical Equipment

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - Generalidades e problemática

O desenvolvimento de inovações tecnológicas tem sido tema central de discussões na indústria de eletroeletrônicos em âmbito nacional e internacional. Entretanto, um importante tema costuma estar ausente dessa discussão: o processo de inovação chamado de baixa tecnologia. Instrumentos analíticos têm sido desenvolvidos principalmente em relação aos processos de inovação em indústrias de alta tecnologia (eletro-eletrônico), enquanto os de baixa tecnologia são esquecidos ou relegados em segundo plano. Entretanto, desenvolver, criar e inovar a baixa tecnologia tornou-se hoje tão vital quanto o de alta tecnologia para dar destaque e demonstrar o diferencial de empresas que brigam por lealdade do consumidor (HANSEN/SERIN, 1999).

Um dos setores que necessita cada vez mais de desenvolvimento e que ainda se enquadra como de baixa tecnologia é o de embalagens. Estima-se que o Brasil perca de 10% e 15% de sua receita de exportação devido a embalagens deficientes (MOURA & BANZATO, 2003). O principal fator tem sido a falta de consciência dos fabricantes. Na maioria dos casos a embalagem é vista somente como custo e pouca atenção é dada ao seu desenvolvimento. Esquece-se que o produto vendido para o consumidor é mais do que um produto, é uma unidade embalada.

Com o mundo globalizado, cada vez menos se vendem produtos sem algum tipo de embalagem, mesmo dentro da indústria, nos processos intermediários de fabricação, a embalagem tem um importante papel.

Segundo Romano (1996), nossa economia tem uma estrutura muito complexa, e a importância da embalagem nesse sistema está se tornando cada vez mais significativa. Ela contribui tanto para a diminuição das perdas de produtos primários, quanto para a preservação e distribuição de produtos industrializados.

Não existe um conceito correto, até mesmo um material que solucione todos os tipos de problemas na concepção e desenvolvimento de embalagens. Cada tipo de embalagem tem uma aplicação diferente, para um mercado de utilização diferente. Na indústria alimentícia a embalagem, além da função de conter e conservar o produto tem ainda a função de ajudar a vendê-lo. Diferentes formas, modelos, cores, materiais e ilustrações facilitam sua venda.

Já na indústria de linha branca, foco principal desta pesquisa, a embalagem tem como fator prioritário proteger o produto durante o transporte. A abordagem estética da embalagem

é assunto que começou a ser explorado somente nos últimos anos. Ilustrações e imagens têm sido cada vez mais usadas nesta linha de produtos<sup>1</sup>. Entretanto, a embalagem continua tendo seu principal foco na proteção, principalmente no segmento de linha branca<sup>2</sup>.

As empresas estão sujeitas aos conceitos de embalagens pré-estabelecidos pelos fornecedores dos materiais para a embalagem. Com a terceirização, a maioria das empresas deixou de fabricar sua própria embalagem, dando abertura para o crescimento desse setor. Hoje ele é detentor do conhecimento da produção de embalagens e da sua tecnologia. Com isso, a empresa que antigamente fabricava seu produto e sua própria embalagem, perdeu muito em relação ao desenvolvimento de tecnologias nesse setor. Neste caso, como saber se a proposta que o fornecedor está apresentando é a mais adequada? Existem excessos que podem ser eliminados no conceito apresentado? Essas são questões geralmente difíceis de responder tendo em vista o desconhecimento, por parte do fabricante dos produtos de linha branca, sobre o desenvolvimento de embalagens.

Outro fator importante é saber se a proposta apresentada pelo fornecedor atende à cadeia logística da empresa. Muitas vezes, em função de pouco conhecimento do processo logístico, as empresas não têm certeza do nível de robustez necessário à embalagem. Será que esta não vai quebrar, amassar ou estragar o produto durante a distribuição?

Além disso, os fornecedores de embalagem se organizam conforme a matéria prima que utilizam em seus processos. Os fabricantes que usam papelão tentam vender à indústria que embalagem de papelão é a melhor opção do mercado. Os fabricantes de embalagens plásticas oferecem diferentes alternativas, destacando, também, seus benefícios. E, qual é a melhor opção? Certamente cada uma dessas opções têm seus pontos positivos e negativos e cabe à empresa julgar a real situação da proposta. Ainda, não existe uso freqüente de embalagens mistas, empregando diferentes tipos de materiais, como EPS (Poliestireno expandido) e papelão, por exemplo.

Um diferencial de fornecimento de embalagem para indústria da linha branca é o preço da embalagem. Mas, mais uma vez não se sabe se o valor pago pela embalagem é o adequado ao que é fornecido. Tendo ainda, como agravante, a falta de fornecedores deste segmento específico. São poucos fornecedores, que além da tecnologia para desenvolvimento da embalagem, possuem condições de fornecimento de grandes volumes, fator diferencial dessa área.

Assim, diante dessa problemática, seguem os objetivos do presente trabalho.

---

<sup>1</sup> Nesta pesquisa, a embalagem também será considerada um produto.

<sup>2</sup> Produtos de linha (branca) são aqueles conhecidos como eletrodomésticos. Por exemplo: fogão, geladeira, condicionador de ar, fornos, lavadoras e outros.



## 1.2 - Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma sistemática para o projeto de embalagens com enfoque em produtos da linha branca, que atenda requisitos característicos conforme as normas nacionais e internacionais de distribuição (cadeia logística).

## 1.3 - Objetivos específicos

Como objetivos específicos pretende-se:

- revisar a literatura de metodologia de desenvolvimento de produtos, assim como princípios aplicados ao desenvolvimento de embalagens, visando sistematizar conhecimentos necessários para a concepção de embalagens;
- estabelecer os requisitos que a embalagem deve atender nos itens de movimentação, comunicação, proteção e acondicionamento;
- identificar sob quais normas nacionais e/ou internacionais a embalagem deve ser aprovada, definir o nível de severidade que a embalagem deve suportar de acordo com normas nacionais e internacionais;
- propor uma sistemática de desenvolvimento de embalagens que leve em conta o ciclo de vida de produto, com mecanismos bem definidos para a avaliação e seleção de alternativas de concepções de embalagens;
- desenvolver um estudo de caso para avaliação da sistematização proposta.

## 1.4 - Justificativa

Não existe na literatura de desenvolvimento de produtos muitos trabalhos sobre metodologias para o desenvolvimento de embalagens, principalmente com relação aos produtos de linha branca. Além disso, as metodologias de desenvolvimento de embalagens existentes não estão atendendo a contento o que é encontrado hoje na produção industrial.

Isso ocorre em função das metodologias estarem voltadas ao desenvolvimento de produtos e que a embalagem é tratada como sendo um subproduto deste produto em desenvolvimento. Outro ponto que chama atenção é que as poucas metodologias que abordam o desenvolvimento de embalagens não possuem uma seqüência cronológica e similar ao de desenvolvimento de produto, dificultando desta forma a troca de informações entre desenvolvimentos (do produto e da embalagem) conseqüentemente não trabalhando com foco em engenharia simultânea.

Embora o desenvolvimento de produtos, assim como o de embalagens, venha sendo suportado pelo avanço tecnológico - metodologias de desenvolvimento inovadoras, equipe de projeto multidisciplinar, *software* de simulação, preocupação com a qualidade, o meio

ambiente e o ciclo de vida -, não se tem, ainda, no caso de embalagens, uma sistemática que estruture, passo a passo, o que deve ser feito, e como deve ser feito, para conceber e avaliar soluções de projeto de embalagens.

O desenvolvimento de produtos na indústria de linha branca tem um processo estruturado e concebido, em sua essência, para o desenvolvimento do produto e não da embalagem, que é geralmente trabalhada como subproduto, ou mesmo como um processo (ou fase) no desenvolvimento de novos produtos.

Neste trabalho, busca-se organizar conhecimento sobre tecnologia de desenvolvimento de embalagens, para que a própria indústria possa projetar a embalagem de seus produtos, ou mesmo contribuir significativamente no desenvolvimento da embalagem que o fornecedor está apresentando como a mais viável.

Visa, também, identificar os pontos importantes e as lacunas nas metodologias existentes, propondo uma sistemática que atenda ao consumidor fabricante da embalagem, usuário da embalagem e usuário do produto que será transportado na embalagem.

### **1.5 – Escopo do trabalho**

Este trabalho tem como foco o estudo para o desenvolvimento de embalagens para produtos de linha branca. Apesar de ser possível utilizar esta sistemática para o desenvolvimento de embalagens de outros tipos de segmentos como, por exemplo, equipamentos de áudio e vídeo ou brinquedos, recomenda-se o uso somente para indústria de linha branca, uma vez que toda revisão bibliográfica, classificações, testes, entre outros terem sido estudados para aplicação neste segmento.

### **1.6 - Estrutura da dissertação**

Capítulo 1 – Introdução: problemática, objetivos e justificativas.

Capítulo 2 – Revisão da literatura sobre desenvolvimento de produtos: uma visão geral sobre desenvolvimento de produtos e onde se insere o desenvolvimento de embalagens, focando produtos de linha branca. Serão apresentados também modelos gerais, além do modelo empregado pela Whirlpool.

Capítulo 3 – Revisão da literatura sobre definições de embalagens: nesse capítulo, será revisado o que existe de metodologias para o desenvolvimento de embalagens e se fará uma análise crítica das metodologias: pontos positivos e lacunas, remetendo para as necessidades do trabalho proposto.

Capítulo 4 – Proposição da sistemática: propor e descrever passo a passo a sistemática

proposta, com base nos estudos anteriores.

Capítulo 5 – Aplicação e avaliação da sistemática em estudo de caso.

Capítulo 6 – Conclusões e recomendações de trabalhos futuros.

# CAPÍTULO 2

## DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E EMBALAGENS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Introdução

O desenvolvimento de produtos é um assunto que vem adquirindo cada vez mais força dentro da indústria, uma vez que está sendo considerado como um processo-chave para prosperidade de um negócio.

Neste capítulo serão abordados as metodologias de desenvolvimento de produtos pesquisadas e ferramentas que suportam esse desenvolvimento. Metodologias específicas de desenvolvimento de embalagens também são verificadas neste capítulo.

### 2.2 - Importância do desenvolvimento de produtos

Conforme Romano (2003), com a crescente competitividade industrial, as empresas têm procurado incorporar melhores práticas ao processo de desenvolvimento de produtos, abrangendo, de maneira integrada, aspectos técnicos, e outros ligados ao gerenciamento dos projetos. Neste sentido, a redução do ciclo de desenvolvimento do produto contribui como um dos principais fatores responsáveis pelo aumento da competitividade das empresas manufatureiras, uma vez que o produto poderá ser lançado mais cedo no mercado que o da concorrência.

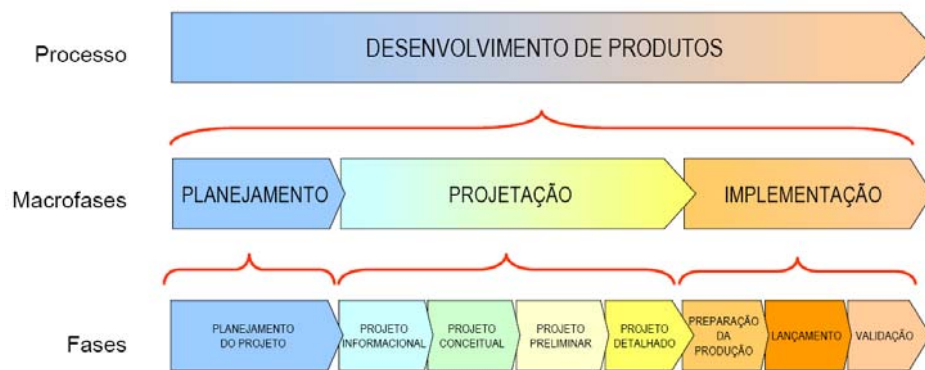
Segundo Back, *et al.* (2008) para que a equipe de projeto seja de alta produtividade e tenha um bom desempenho é necessário que o projeto seja desenvolvido e gerenciado dentro de um procedimento pré-determinado, ou seja, de uma maneira sistematizada. São grandes os benefícios de se adotar uma abordagem sistemática como, por exemplo, menor re-trabalho e o lançamento antecipado de um produto. Isso também proporciona um prolongamento da vida comercial do produto, que além da maior conquista de consumidores, impulsiona ainda mais as vendas e também a participação no mercado, tornando a empresa sólida em sua atuação.

Apesar da importância, segundo Romano (2005), as empresas que não usam um modelo de referência para desenvolvimento de produtos acabam, por somente, adaptando o produto já existente, não trabalhando as reais necessidades do consumidor. Isso, conforme destacado na introdução, também é válido para o desenvolvimento de embalagens. Hoje, tendo em vista a terceirização, muitas empresas pouco detêm da tecnologia de desenvolvimento de embalagens, ficando fortemente dependente dos fornecedores.

Para dominar esse processo, ou ao menos ter condições de avaliar as propostas apresentadas pelos fornecedores, se faz necessário criar um sistema em que o produto e a embalagem sejam desenvolvidos de forma integrada. Isso exige um trabalho conjunto entre a equipe que desenvolve o produto e a equipe que desenvolve a embalagem (seja interna ou externa). Há necessidade de ambos conhecerem todo o processo para que o desenvolvimento da embalagem também apresente a qualidade exigida ao produto.

### 2.3 - Processo de desenvolvimento de produtos

Back, *et al.* (2008) propõem um modelo de referência de desenvolvimento de produtos, como mostrado na Figura 2.1. Neste modelo o processo de desenvolvimento de produtos é dividido em três macro-fases: planejamento, projeção e implementação.



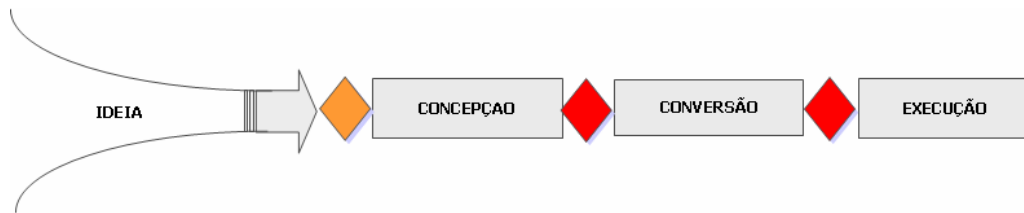
**Figura 2.1 - Macrofases e fases do desenvolvimento integrado do produto (adaptado de BACK, *et al.*, 2008)**

O planejamento envolve a elaboração do plano do projeto, considerando conceitos de gerenciamento de projetos. A projeção envolve a elaboração do projeto do produto e do plano de manufatura e é constituída das fases: informacional, conceitual, preliminar e detalhado. Por fim, a implementação, que envolve a implementação do plano de manufatura e o encerramento do projeto, decompõe-se nas fases de preparação da produção, lançamento e validação.

Esse modelo possui generalidade para ser empregado e adaptado a outros domínios e neste trabalho será usado como base para a sistematização do projeto de embalagens.

#### 2.3.1 – Modelo Whirlpool de desenvolvimento de produtos

A Whirlpool S.A. unidade de eletrodomésticos, onde será realizado o estudo de caso, emprega uma metodologia de desenvolvimento de produtos chamada C2C (do inglês *Customer to Customer* – do consumidor até o consumidor) (WHIRLPOOL, 2006). Da idéia inicial até o produto final a metodologia C2C possui três fases de desenvolvimento, conforme a Figura 2.2.



**Figura 2.2 - Fases do desenvolvimento de produtos da metodologia C2C (adaptado de WHIRLPOOL, 2006)**

Na **fase de concepção** são definidas as necessidades preliminares de funcionamento do produto, desempenho, estética, custo e o que se fizer necessário para a realização do projeto. Na avaliação dos conceitos é verificada a necessidade de domínio de novas tecnologias, adequação da manufatura, fornecimento de materiais/componentes por terceiros, além dos índices de qualidade propostos para o projeto.

Ao final da fase de concepção é realizada uma reunião para aprovação do conceito, garantindo que a alternativa selecionada esteja alinhada aos aspectos de “design”, funcional e estrutural. Verifica-se a satisfação dos requisitos do projeto. Além dos aspectos técnicos, é também verificada a viabilidade econômica, com base na análise de risco do negócio. São também aprovados recursos para continuidade do projeto.

Conforme o Manual C2C (WHIRLPOOL, 2006), a **fase de conversão** tem como objetivo desenvolver o FMEA do produto e do processo, plano preliminar de qualidade e detalhamento do cronograma de lançamento. Planeja-se, nesta fase, o treinamento do pessoal nos pontos de venda e serviços, bem como sobre toda comunicação envolvendo o novo produto e o manual do usuário. Da mesma forma, ao final desta fase é realizada uma reunião de encerramento, quando são verificadas a entrega de todos os desenhos e as especificações finais do produto. Isso irá garantir que os desenhos possam ser liberados para o projeto de processo, preparação de máquinas e equipamentos, evitando-se re-trabalho. Além disso, são realizadas análises financeiras, assim como o fechamento do volume de produção.

A **fase de execução** se dá quando ocorre a liberação efetiva do produto para produção. Isso ocorre sustentado por evidências de todas as verificações técnicas para garantir que os resultados atingirão as metas estabelecidas para o projeto. Nesta fase são comparados os resultados com os requisitos do projeto, aplicando eventuais ações corretivas, bem como a avaliação do processo de desenvolvimento de novos produtos e o desempenho do grupo de projeto.

A metodologia C2C emprega ferramentas como QFD, FMEA, FTA, Matriz de Pugh e outras que são usadas em atividades específicas em cada fase do processo. Essas ferramentas serão apresentadas em maiores detalhes no item 2.4.

O processo de desenvolvimento da embalagem dentro da metodologia C2C inicia-se já

na fase de concepção, acompanhando o desenvolvimento do produto até a execução. Nesse processo a embalagem é considerada como um subproduto do produto de linha branca.

## 2.4 – Processo de projeto

O processo de projeto é a etapa de desenvolvimento do produto em que as oportunidades e idéias desenvolvidas na fase de planejamento são transformadas em descrições técnicas viáveis de um produto adequado à fabricação e lançamento. Segundo Back, *et al.*, (2008), essa etapa divide-se nas fases de projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado.

A fase de projeto informacional é dedicada à obtenção das especificações do projeto com base nas necessidades levantadas junto aos usuários do produto. A principal ferramenta empregada nessa fase é a matriz da casa de qualidade, da metodologia QFD (AKAO, 1990), que é utilizada para estabelecer os relacionamentos entre necessidades e requisitos de projeto, obtendo-se com isso a priorização dos requisitos de projeto.

A fase de projeto conceitual é destinada à elaboração das concepções para o produto, tendo como base as especificações de projeto, e seleção da melhor, dentre as alternativas geradas. É uma fase de criatividade no processo de projeto onde são empregados métodos e ferramentas como: *brainstorming*, síntese de funções, matriz morfológica, analogias, entre outros para desenvolver as funções e princípios de solução para o produto. No apoio a seleção de soluções emprega-se o método de Pugh e a matriz de avaliação (BACK, *et al.*, 2008).

A fase do projeto preliminar visa o estabelecimento do leiaute final do produto, realizado juntamente com a viabilidade econômica. Segundo Back, *et al.* (2008), neste momento do projeto são identificadas as especificações de projeto que relacionam os requisitos de forma (dimensões), leiaute (posição, arranjo), material, segurança, ergonomia e manufatura. Com base nisso, inicia-se o desenvolvimento do plano de fabricação e de teste do protótipo e a elaboração da estrutura preliminar do protótipo do produto, que serve de parâmetro inicial para levantamento dos custos de acordo com planos estratégicos de negócios da empresa.

O projeto detalhado busca a aprovação do protótipo; especificações finais dos componentes; detalhamento do plano de manufatura e aprovação de investimento. É uma fase de finalização do projeto e de base para a preparação da produção.

Neste trabalho é dado ênfase às fases iniciais do processo de projeto, do informacional ao projeto detalhado de embalagens. São sistematizadas as atividades para a especificação, concepção, configuração e testes de embalagens, tendo em vista seu ciclo de vida.

No item que segue são revisados os principais métodos e ferramentas de apoio às fases

iniciais de projeto descritas na literatura e que servirão de subsídios para a elaboração da sistemática de projeto de embalagens conforme os objetivos desta pesquisa.

## 2.5 – Métodos e ferramentas de apoio ao projeto de produtos

Um dos métodos de apoio ao projeto de produtos é **Análises dos Modos e Efeitos das Falhas**, também conhecido como FMEA, do inglês *Failure Mode and Effects Analysis* (PALADY, 2004). É usada para identificar, avaliar, gerenciar e reduzir riscos associado com falhas de projeto e processos de manufatura. As falhas são documentadas e priorizadas. Planos de ação são avaliados e atualizados para prevenir as falhas. Esse método tem como foco principal o de prevenção. FMEAs bem elaborados demonstram evidências de que os cuidados apropriados foram tomados durante o desenvolvimento de produto e processo. Dependendo do local (país) e leis, multas e prisões são possíveis se o FMEA não for conduzido completamente ou for conduzido inadequadamente.

Existem dois tipos de FMEA: o de produto e o de processo.

FMEA de produto ajuda identificar potenciais modos de falha de projeto, seus efeitos e causas antes da liberação para produção. Gera ações que direcionam para melhorias de projeto. Ajuda no desenvolvimento das especificações do produto. Auxilia no planejamento minucioso e mais eficiente do desenvolvimento do produto e de planos de verificação. No entanto a equipe de projeto deve considerar a fabricação e processo de montagem no FMEA de produto e especificar uma solução que possa ser montada consistentemente e que seja possível de fabricar.

Já o FMEA de processo auxilia a identificar potenciais modos de falha de montagem, manufaturabilidade, seus efeitos e as causas, antes do envio da peça ou produto para venda. Gera ações que direcionam a manufatura e melhorias no processo de montagem. Ajuda identificar áreas do processo que necessitam de melhorias. Auxilia no planejamento mais eficiente no processo de desenvolvimento e planos de ação corretiva e preventiva.

O FMEA (Quadro 2.1) é preenchido em forma de matriz e possui três fases (WHIRLPOOL, 2006):

- Fase do foco no consumidor;
- Fase do foco na engenharia;
- Fase de resolução dos problemas;



Quadro 2.1- Matriz do FMEA

foco consumidor			foco engenharia						resolução de problemas											
Nome/peça	função	modo de falha	efeito da falha	severidade	classe	causa da falha	ocorrência	controle de prevenção	controle de detecção	detecção	SOD	ações recomendadas	responsável	data de efetivação	ações tomadas	severidade	ocorrência	detecção	SOD	

A descrição de todas as fases do FMEA e observações podem ser verificadas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Descrição de FMEA (adaptado de PALADY, 2004)

Fases	Atividades	Ilustração/observações
Foco no consumidor	Nome/peça	É definido o que está sendo estudado, como por exemplo, componente, sistema, processo e operação.
	Função	O que este componente, sistema ou processo deve fazer, qual o objetivo do objeto sendo estudado.
	Modo de falha	O que pode acontecer de errado, o que falha no componente/processo para não entregar a função (também pode considerar reclamações internas e externas). Modos de falha podem incluir o seguinte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• não faz o que era suposto a fazer</li> <li>• não faz o suficiente</li> <li>• faz somente de vez em quando, ou</li> <li>• faz a função oposta</li> </ul>
	Efeito da falha	Como o modo de falha afeta os consumidores, e qual é, ou será, a experiência e reação perante o modo de falha.
	Severidade	Pontuar o efeito da severidade baseado no efeito do modo de falha.
Foco na engenharia	Classe	É usada para identificar componente crítico ou características críticas. Se a dimensão é considerada crítica, deve então a coluna classe ser identificada com o símbolo “cc”. Esta coluna se manterá em branco até o componente estar próximo da produção. Nem todas as causas para alta severidade se manterão críticas.

Fases	Atividades	Ilustração/observações																				
	<b>Causa da falha (mecanismos)</b>	<p>É usada para listar detalhes técnicos específicos que podem causar o modo de falha. Quando preencher esta coluna procurar e documentar a causa raiz do modo de falha. Alguns exemplos: falta de especificação; tempo de cura incorreto; não suporta carga lateral. Não se usa como potencial de causa e/ou mecanismo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• meio ambiente – o conceito deve ser robusto a ele;</li> <li>• consumidor – o conceito deve ser robusto ao consumidor, entretanto ele não pode ser a causa;</li> <li>• conceito (produto) e processo do fornecedor – fornecedor pode mandar peças que não são possíveis de montar, mas o fornecedor não é a causa. Peças necessitam ser projetadas para que possam ser feitas consistentemente;</li> <li>• processo/manufatura – processo/manufatura pode montar um componente incorretamente. Esta não é a causa. Peças necessitam ser projetadas para não causar montagem incorreta.</li> </ul>																				
	<b>Ocorrência</b>	<p>É uma probabilidade da causa ocorrer durante o ciclo de vida do produto. A Ocorrência é pontuada em 5 níveis: 1, 3, 5, 7, 9. Quanto mais alta a ocorrência da causa da falha, mais alta será a prioridade e a pontuação. Considerar para pontuar: índice de reclamação de campo; é componente similar ou completamente diferente do atual.</p>																				
	<b>Controle de prevenção</b>	<p>É a parcela do projeto ou processo que prova ser capaz de reduzir ou eliminar a causa ou modo de falha. Não incluir controles que se pode implementar. Listar apenas o que irá implementar. Se um mecanismo de falha/causa tem uma baixa probabilidade de ocorrência então alguma coisa está prevenindo a ocorrência. O controle de prevenção atual deve estar listado na coluna de prevenção. Qualquer coisa nova deve estar listada na coluna de ações recomendadas. O objetivo é reduzir o impacto das ocorrências e detecção e não somente passar por um teste de validação. Teoricamente, se há um controle, não haverá falhas.</p>																				
	<b>Controle de detecção</b>	<p>É o método de avaliação que será feito para detectar a presença ou verificar a ausência de causa/ falha. Exemplos de detecção incluem: Teste de laboratório (por uma especificação existente ou um novo teste definido nesta coluna), teste de campo, necessidades de consumidor, etc. Detecção são todas as atividades usadas para identificar as falhas após o conceito ter sido definido. A detecção deve considerar toda a vida do produto. Se a severidade e ocorrência forem baixas, a equipe pode optar por não ter detecção.</p>																				
	<b>Detecção</b>	<p>É a habilidade da verificação, prevenção ou detecção da causa da falha. A pontuação deve refletir o melhor entre prevenção e detecção. É utilizada a mesma escala de ocorrência em 5 níveis: 1, 3, 5, 7, 9, sendo a última a mais severa. Na pontuação devem ser considerados os resultados de testes laboratoriais dos componentes ou sistemas do produto, verificando-se o quanto este componente está atendendo o especificado por norma. Quanto maior a amostragem testada, melhor será o entendimento da potencial performance das peças com relação a limites de especificação.</p>																				
	<b>SOD (Severidade/Ocorrência/Detecção)</b>	<p>Muitos autores como Palady (2004) utilizam para classificar a pontuação do FMEA o RPN (Risco, Prioridade e Número), que é a multiplicação de severidade, ocorrência e detecção. Entretanto algumas empresas como Whirlpool (2006) estão adotando um padrão diferente, chamado diretamente de SOD, sendo a simples combinação dos valores de severidade, ocorrência e detecção. Por exemplo, pode-se supor que a pontuação da severidade foi 7, ocorrência 7 e detecção 3. No caso do RPN ter-se-ia uma pontuação de 147 e para SOD de 773. No RPN diferentes níveis de prioridade (como o exemplo) podem gerar uma mesma pontuação, entretanto com o SOD consegue-se distinguir qual é a pontuação mais crítica. Sendo assim, a utilização do RPN acaba dificultando a priorização.</p> <table border="1" data-bbox="1204 1594 1433 1758"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>O</th> <th>D</th> <th>RPN</th> <th>SOD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>147</td> <td>773</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>147</td> <td>737</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>147</td> <td>377</td> </tr> </tbody> </table>	S	O	D	RPN	SOD	7	7	3	147	773	7	3	7	147	737	3	7	7	147	377
S	O	D	RPN	SOD																		
7	7	3	147	773																		
7	3	7	147	737																		
3	7	7	147	377																		

<b>Fases</b>	<b>Atividades</b>	<b>Ilustração/observações</b>
<b>Resolução de problemas</b>	<b>Ações recomendadas</b>	É usada para documentar os resultados das ações recomendadas. Têm o objetivo de justificar as alterações feitas para as pontuações revisadas de severidade, ocorrência e detecção. A redução dos riscos pode ser alcançada através de ações, tais como: mudança de processo ou projeto; melhorar o método de prevenção; melhorar os métodos de avaliação. Quando o risco é baixo, simplesmente declare as razões que sua equipe optou para não continuar com a linha da função/nome do FMEA. Se uma mudança em projeto ou processo é feita, a equipe necessita revisar as mudanças para garantir que novos modos de falha não sejam introduzidos ao FMEA. As colunas de resolução de problemas do FMEA são utilizadas para documentar a re-avaliação de severidade, ocorrência e detecção baseado nos resultados de ações recomendadas e/ou tomadas.
	<b>Responsável</b>	Identifica quem é o responsável pela atividade/ação. Indicar organização responsável e/ou indivíduos responsáveis.
	<b>Data de efetivação</b>	Esta é a data de efetivação das ações recomendadas.
	<b>Ações tomadas</b>	É usada para documentar os resultados das ações recomendadas. Têm o objetivo de justificar as alterações feitas para as pontuações revisadas de severidade, ocorrência e detecção. As informações da coluna de ações tomadas podem incluir referências de outros documentos tais como, planos específicos de controle, manutenção preventiva, relatório de testes, entre outros.
	<b>Severidade</b>	As colunas finais do FMEA são utilizadas para documentar a re-avaliação de Severidade, Ocorrência e Detecção (SOD) baseadas nos resultados de ações recomendadas e tomadas. Estas colunas mostram, quantitativamente, que os problemas críticos foram resolvidos.
	<b>Ocorrência</b>	
	<b>Detecção</b>	
<b>SOD</b>	O que fazer se o SOD ainda é alto? Se o risco nas colunas finais não for aceitável, uma nova linha deve ser adicionada e uma nova ação recomendada deve ser definida. O fechamento de linha pode ser alcançado de duas formas: fornecendo evidência de que a combinação modo de falha/causa/controle não é significante e não requer ações futuras; e fornecendo evidência documentada de que os riscos pressupostos foram adequadamente endereçados e, portanto, o modo de falha é insignificante.	

A finalização das atividades de todas as linhas do Quadro 2.1 não significa a finalização do FMEA. Ele nunca estará completo. Deve ser realimentado com novas descobertas após a produção.

O método de síntese de funções (BACK et al., 2008), consiste em uma forma de estruturar o processo de concepção de sistemas técnicos conforme passos listados:

- Formulação da função global do sistema técnico.
- Desenvolvimento da estrutura funcional do sistema técnico.
- Padronização e representação da estrutura funcional.
- Análise e seleção de estruturas funcionais alternativas.

Para desenvolver a estrutura de funções é necessário decompor a função global em funções parciais e, então, em funções elementares, que são as de nível mais baixo de complexidade. A estrutura funcional pode ser elaborada através da experiência dos projetistas em outros projetos, *brainstorming*, analogia com sistemas semelhantes, entre outros. Funções parciais e elementares podem ser descritas por meio de verbos técnicos, como por

exemplo: transformar, guiar, interromper, entre outros.

Outro método bastante empregado na concepção de produtos é o método da matriz morfológica. Consiste, conforme Back et al. (2008), nos seguintes passos:

1º Passo: Identificar as funções ou operações e parâmetros do problema.

2º Passo: Preencher a primeira coluna da matriz com as funções e ou parâmetros do problema.

3º Passo: Buscar princípios de solução alternativos para cada operação ou parâmetro.

4º Passo: Buscar soluções ou concepções alternativas através da combinação entre princípios de solução para o problema global formulado.

Para a seleção de soluções conceituais tem sido recomendado o método de Pugh (BACK, et. al. 2008). É uma forma sistematizada de triagem, por comparação, adotando-se como referência uma das concepções desenvolvidas, um modelo anterior, um produto concorrente ou, ainda, parâmetros limites para diferenciar as soluções viáveis das inviáveis. O Quadro 2.3 ilustra um modelo genérico de uma matriz de Pugh onde as soluções geradas são avaliadas com relação a uma solução de referência, tendo por base os critérios de avaliação.

**Quadro 2.3 - Matriz de Pugh (BACK et al., 2008)**

Nº	Critérios generalizados adotados	Concepções alternativas geradas					
		Sol. REF.	Sol. AB	Sol. BD	Sol. XY	Sol. JK	Sol. LM
1	Desempenho de função	0	+	+	-	-	0
2	Viabilidade econômica	0	0	-	+	-	0
3	Uso fácil	0	+	0	+	-	0
4	Alta confiabilidade	0	-	-	0	0	+
5	Fácil manutenção	0	-	-	0	0	+
6	Boa aparência	0	+	0	+	0	+
7	Segurança	0	0	0	+	-	+
8	Fácil transporte	0	0	-	+	+	0
9	Fácil armazenagem	0	+	+	0	-	0
10	Reciclagem econômica	0	0	-	+	0	+
Soma de (+)		0(0)	4(+)	2(+)	6(+)	1(+)	5(+)
Soma de (-)		0(-)	2(-)	5(-)	1(-)	5(-)	0(-)
Soma de (0)		10(0)	4(0)	3(0)	3(0)	4(0)	5(0)
Resultado final (+) + (-)		0(+)	2(+)	3(-)	5(+)	4(-)	5(+)

Os critérios podem ser estabelecidos por meio das necessidades ou requisitos de projeto. No caso do desenvolvimento de embalagens podem ser citados, como exemplos de critérios, permitir empilhamento, fácil montagem, entre outros, os quais serão explicitados na proposição da sistemática.

## 2.6 - Desenvolvimento de embalagens

Desenvolver uma embalagem eficaz (que atende todos os requisitos necessários a sua aplicação) para um novo produto requer muitas atividades e decisões. A primeira atividade é estabelecer o conceito da embalagem: definir o que ela é e qual interação/contribuição para o produto. Tamanho, forma, materiais, cores, são elementos adicionais que devem ser levados em consideração.

Após ser projetada a embalagem deve passar pelo processo de teste o qual também é chamado de certificação. Testes em laboratórios devem ser conduzidos para assegurar que a embalagem resista a condições normais de transporte e distribuição do produto.

Citam Moura & Banzato (2003, p. 22) que existem inúmeras razões para inovação no desenvolvimento de uma nova embalagem, para produtos em geral:

- as vendas alcançaram um platô ou os lucros estão declinando;
- o produto está perdendo sua participação de mercado;
- estabelecer uma mudança competitiva;
- ajustar-se a um novo programa de identificação corporativa;
- estar atualizado, em dia com as mudanças dos gostos e hábitos dos consumidores;
- quando o produto está para ser melhorado ou radicalmente modificado;
- quando a embalagem está sendo copiada pelos concorrentes;
- estar mais vinculado às atividades de promoção de vendas;
- quando os canais de distribuição são mudados;
- quando a embalagem é, reconhecidamente, o ponto fraco da estratégia mercadológica;
- para capturar uma maior participação no mercado atual, ou entrar em novo mercado;
- quando a forma física do produto será modificada;
- quando o sistema de distribuição física será modificado;
- quando a unidade de venda será modificada;
- quando o sistema de movimentação e armazenagem de materiais será alterado;
- mudanças na tecnologia da embalagem;
- aumentar a produtividade na linha de embalagem.

O desenvolvimento de embalagens, buscando vantagens competitivas, é ressaltado pela grande quantidade de produtos similares, também chamados de *commodity* (bem consumível, de domínio tecnológico conhecido). A equipe de desenvolvimento deve criar a nova embalagem permitindo, além de um melhor aproveitamento dos espaços, redução de

desperdício de materiais, facilidade de modularização e unitização, que também destaque seus produtos dos demais, favorecendo o aumento de venda do mesmo.

### **2.6.1 - Sistemáticas e procedimentos para o desenvolvimento de embalagens**

Na literatura foram encontrados alguns modelos que tratam do desenvolvimento de embalagens, como os apresentados por Romano (1996), Pischel (1984) e Hasegawa (2006).

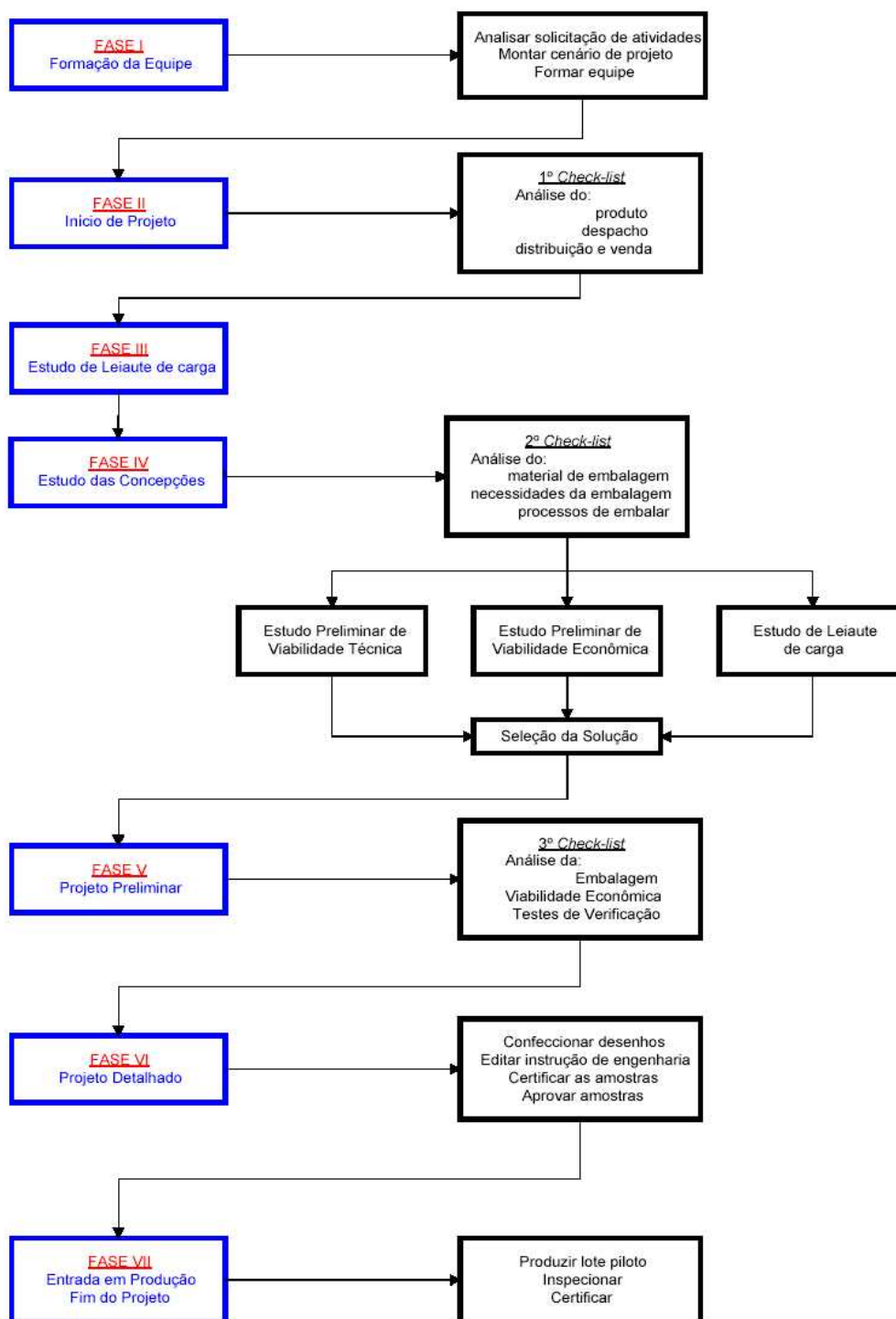
De acordo com Romano (1996) (Figura 2.3), o projeto da embalagem inicia (Fase I) com a formação da equipe que será responsável pelo projeto a ser desenvolvido.

Na Fase II tem-se o início do projeto propriamente dito, no momento em que se realiza a 1ª reunião da equipe. É feita a apresentação do trabalho assim como da equipe, demonstrando a função de cada membro. Também é mostrada a metodologia a ser empregada durante o processo de desenvolvimento da embalagem. Assim como em qualquer outro tipo de desenvolvimento de produto, são sugeridas reuniões semanais para o monitoramento das atividades. Analisa-se a 1ª lista de verificação proposta pela sistemática, abordando os três temas principais: o produto a ser embalado; processo de despacho; distribuição e venda do produto.

Já na Fase III é feito o estudo de leiaute de carga. São realizadas simulações de quantidade de produtos sem embalagem a serem transportados no contêiner.

A Fase IV - estudo de concepções - pode ocorrer simultaneamente à Fase III, uma vez que no estudo de leiaute de carga são necessários os valores do dimensional externo da embalagem para projeção da quantidade de produtos a serem transportados. O estudo das concepções faz uso da 2ª lista de verificação proposta, que também envolve três temas principais: material a ser utilizado; necessidades da embalagem e processos para embalar. Nesta fase deve-se ter, como informações iniciais, os resultados surgidos da análise crítica, quando então, com o uso de protótipos e simulações, são discutidas as propostas de leiaute e também a viabilidade técnica e econômica.

A Fase V inicia com a aplicação da 3ª lista de verificação proposta. Este visa analisar os seguintes temas: avaliação do projeto; custos do projeto e testes de verificação. Neste momento além da aprovação ou reprovação do estudo econômico, devem ser realizados testes de simulação de transporte. Para tal, deve-se ter o produto e a embalagem, sendo eles protótipos ou não. Inicia-se o planejamento dos ensaios de laboratório e testes práticos com o objetivo de certificar a embalagem e garantir o perfeito funcionamento desta durante sua vida útil.



**Figura 2.3 - Sistemática de projeto de embalagens (ROMANO, 1996)**

Na Fase VI - projeto detalhado - são realizados os desenhos de produto e/ou embalagem finais que serão necessários para a produção, ou seja, têm-se aqui todas as especificações necessárias para se obter a embalagem e/ou produto desenvolvidos. Nesta fase é realizado todo o processo de aprovação das amostras, desenhos e revisões.

A Fase VII, a entrada da produção, é a última fase da metodologia. O projeto encontra-se totalmente pronto, com todas as informações disponíveis para o início do lote piloto. Após

a produção do lote piloto, não havendo problemas técnicos de especificação de embalagem, material ou processo, pode-se finalizar o projeto.

A fim de aprimorar o desenvolvimento da embalagem, devem ser registradas todas e quaisquer informações disponíveis durante todas as fases. Isso aumentará a assertividade da equipe nos próximos projetos e também evitará retrabalho futuro.

Verifica-se que a proposta por Romano (1996) é voltada, em grande parte, aos aspectos gerenciais do processo de desenvolvimento de embalagens, tratando principalmente de adaptações de concepções de embalagens já existentes. Não se verifica, em maiores detalhes, métodos, procedimentos, entre outros, para a geração de concepções e/ou criação de novas embalagens. Também não apresenta subsídios para acompanhar o desenvolvimento da embalagem que está sendo feita por uma empresa terceirizada ou fornecedora de embalagem. É baseada em grande parte em listas de verificação para as principais fases de desenvolvimento de uma embalagem. Não existe em detalhe relação entre o fluxo de desenvolvimento de produto e embalagem.

Já para Pischel (1984), o projeto de engenharia, inclusive o de embalagem, segue normalmente um processo cíclico, em que as informações e considerações são processadas repetidamente, cada vez num grau maior de detalhe e precisão, e de forma integrada, relacionando-se os diversos aspectos. A Figura 2.4 mostra o processo geral de desenvolvimento de embalagem de transporte proposto por Pischel (1984).

A primeira etapa é a efetivação do projeto, quando serão repassados os dados iniciais do projeto da embalagem. Mediante essas informações inicia-se a segunda etapa. É feita, então, toda pesquisa de dados; levantamento de características do produto (dimensões, peso, esforços a que será submetido); condições físicas (movimentação, armazenamento, transporte); dos tipos de materiais de embalagem; além das condições comerciais e legais.

Tendo efetuado esse levantamento inicia-se o projeto da embalagem, quando serão definidos os sistemas (tipo de embalagem, proteções), o dimensionamento e verificação da normalização vigente.

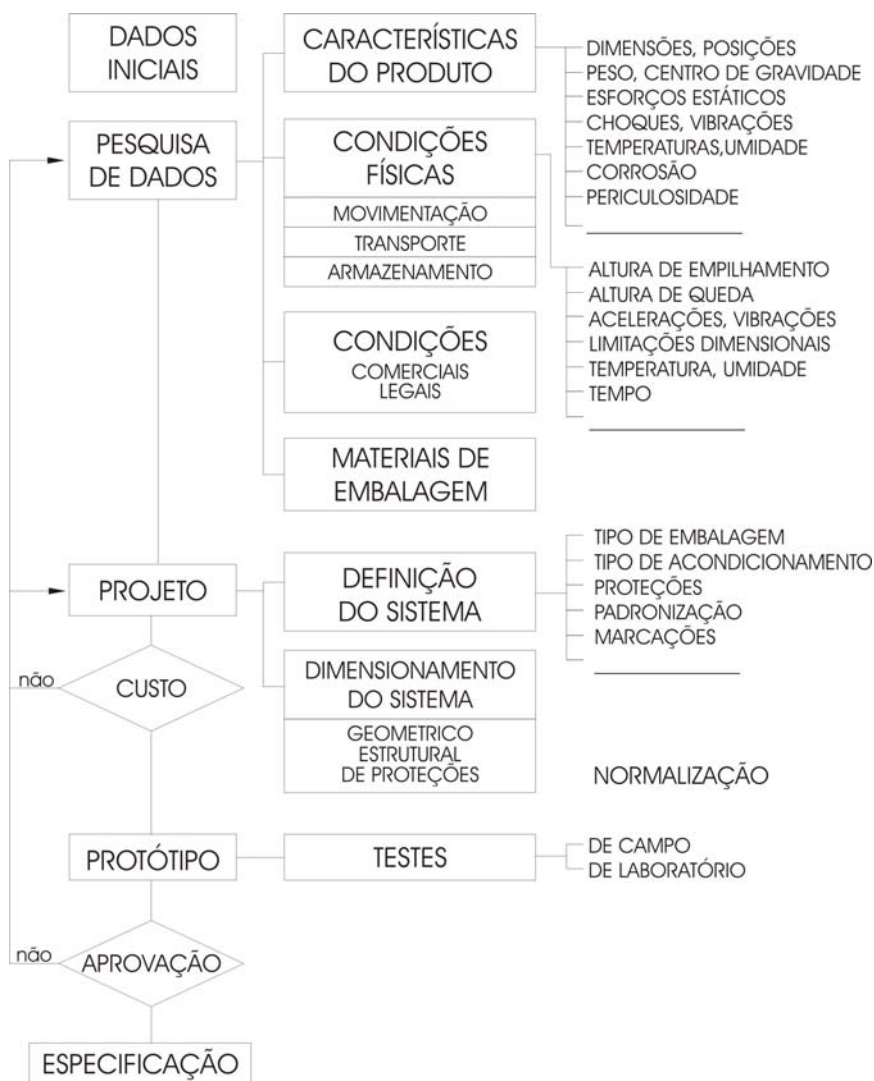
A partir daí podem ser efetuados os levantamentos de custo: da embalagem, transporte, movimentação e demais custos decorrentes do projeto.

Viabilizada a proposta, parte-se para a etapa de confecção dos protótipos para a execução dos testes. Os testes podem ser realizados de três formas: de campo, de laboratório e ambos. Muitas vezes o resultado esperado sobre um possível problema da unidade embalada, pode aparecer nos testes de laboratório e não acontecer nos testes de campo.

Com os resultados dos testes, caso a unidade embalada não tenha sofrido avarias/problemas durante os testes, ela será enviada para aprovação, de onde resultará sua



especificação. Caso ocorra algum problema, o projeto deve ser revisto para entendimento do problema e quais soluções poderão ser tomadas para eliminá-lo.

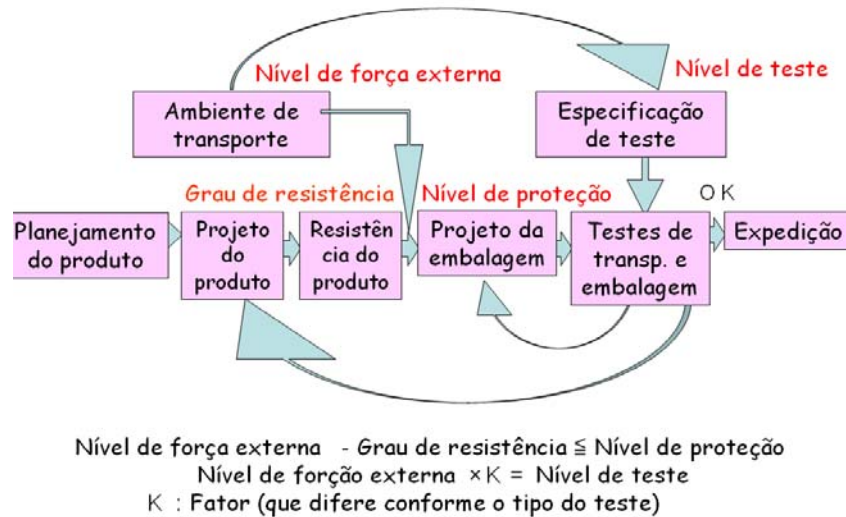


**Figura 2.4 – Processo de desenvolvimento da embalagem de transporte (adaptado de PISCHEL, 1984)**

Se for detectado um problema e este for solucionado, mais uma vez devem ser gerados novos protótipos para a execução de novos testes, para comprovar a solução do problema. E só então prosseguir com o projeto.

No modelo da Figura 2.4, apesar de uma lógica bem estabelecida para o projeto de embalagens e certo detalhamento das informações em cada fase, não se verificam claramente mecanismos para a concepção de embalagens. Nota-se que esse assunto é tratado sob a fase de definição do sistema, mas sem um maior detalhamento do que se deve fazer e como executar essa definição. Essa falta de esclarecimentos para a execução do projeto da embalagem é um dos aspectos que se pretende abordar nesse trabalho.

Segundo Hasegawa (2006) o desenvolvimento da embalagem, principalmente para produtos eletro-eletrônicos, ocorre segundo o fluxo de desenvolvimento do produto, como apresentado na Figura 2.5.



**Figura 2.5 – Passos, no fluxo de desenvolvimento do produto, para o desenvolvimento da embalagem (HASEGAWA, 2006)**

Da mesma forma que Pischel (1984), Hasegawa (2006) não se atém a detalhar o desenvolvimento da embalagem. É demonstrado que o projeto da embalagem inicia no final do projeto do produto. O produto é projetado e concebido sem a preocupação prévia do transporte. Após determinação de resistência do produto, inicia-se o projeto para embalagem.

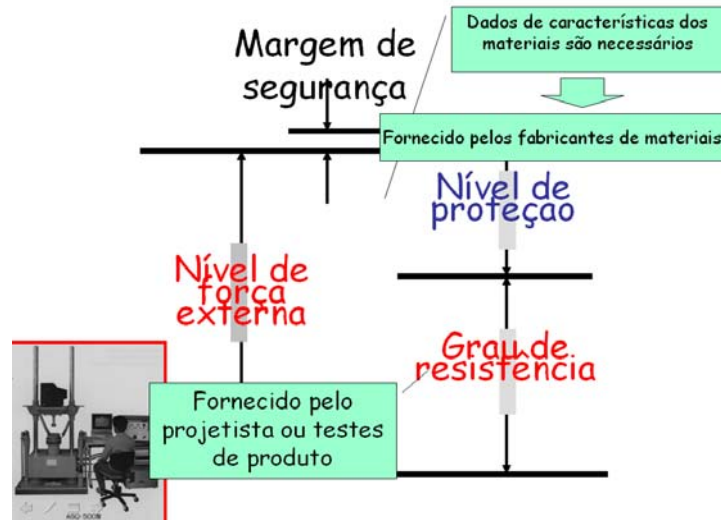
O projeto da embalagem inicia com as especificações do produto o qual ela vai proteger. Então, são verificados os níveis de proteção assim como os meios de transporte pelo qual ela vai passar.

Com relação ao teste da embalagem, supõe-se o valor de uma força externa que possa ser sofrida pelo produto dentro do ambiente de transporte e multiplica-se esse valor por um determinado fator (que difere conforme o tipo de teste) para determinar a força externa que será empregada no teste. É necessário executar o projeto de uma embalagem com resistência suficiente para proteger o produto contra esta força.

Com o levantamento dos dados do projeto da embalagem, desenvolvem-se os protótipos para os testes de transporte. As especificações dos testes já devem estar estabelecidas anteriormente, como também os critérios de aprovação. Caso haja algum problema decorrente dos testes o projeto é revisado.

Na Figura 2.6 Hasegawa (2006) mostra que a resistência do produto é o somatório do nível de proteção, grau de resistência e margem de segurança. A alteração da proporção de um

desses fatores poderá acarretar em uma não proteção às forças externas. Por isso é necessário balancear os mesmos para que o produto não fique fragilizado durante o transporte. Assim, o processo do desenvolvimento de uma embalagem, consiste em começar por determinar o nível de proteção do produto a ser acondicionado.



**Figura 2.6 - Resistência do produto contra força externa (HASEGAWA, 2006)**

O autor foca o trabalho na resistência da unidade embalada, deixando de lado aspectos importantes como o da concepção da embalagem. Não demonstrando claramente quais são as etapas do processo de desenvolvimento de embalagem.

## 2.7 - Considerações finais

Neste capítulo pôde ser visto a importância do desenvolvimento de produtos e embalagens com processos estruturados. Sistemáticas e métodos de apoio auxiliam e orientam o processo de desenvolvimento de tal forma a contribuir para o resultado final que é o produto acabado, seja ele um produto propriamente dito ou mesmo uma embalagem, objeto de estudo desse trabalho.

Também pode ser concluído que não existe uma sistemática específica, clara e organizada que trate do desenvolvimento de embalagens. Os procedimentos com esse objetivo estão normalmente associados ao processo de desenvolvimento do produto, porém, sem o devido detalhamento. Assim, justifica-se a necessidade de sistematizar esse processo, cujos subsídios conceituais serão apresentados no capítulo que segue.

# CAPÍTULO 3

## DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 - Introdução

Antes de desenvolver uma sistemática para auxiliar no desenvolvimento de embalagens se faz necessário entender sua definição e suas funções. Estudar seu histórico e suas características auxiliará na compreensão de assunto tão complexo.

Este capítulo é dedicado a abordagem destes itens, bem como , classificações, testes de desenvolvimento e aprovação, tipos de movimentação, entre outros.

### 3.2 - Embalagem: histórico e generalidades

O desenvolvimento de embalagem começa com a origem do homem. Ela foi criada para facilitar o transporte. Conforme Moura & Banzato (2003), existem informações de que a embalagem, ou o uso dela, surgiu por volta de 4000 a.C. com o transporte de mercadorias entre o Egito e Mesopotâmia. Os produtos agrícolas do Egito e os manufaturados da Mesopotâmia, alguns da Índia e, possivelmente, da China, marcaram um dos primeiros intercâmbios comerciais. O principal recipiente era provavelmente feito de argila ou fibras naturais tecidas.

Já na era industrial, durante os anos de 1890 a 1900, houve uma mudança significativa no consumo de artefatos produzidos na indústria, o que alavancou o uso de embalagens. Um constante aumento da concorrência e também o aperfeiçoamento do sistema de produção fez com que o volume de produção aumentasse. Com isso a indústria teve que se adequar, criando um almoxarifado de componentes que não eram consumidos na hora, além do estoque junto da produção, fazendo com que o uso da embalagem aumentasse na mesma proporção (MOURA & BANZATO, 2003).

Com a era da globalização outros fatores entram em cena. A jornada de trabalho menor faz com que a população tenha mais tempo de lazer. A informação ao alcance de todos faz com que o consumidor exija mais do produto. Que ele agregue, além de tudo, comodidade para quem o usa. Dispositivos de fácil abertura, facilidades ao fechar, volumes menores, alimentos preparados e embalagens de fácil dosagem são exemplos típicos das novas exigências de mercado para os produtos. Com o advento da computação gráfica, símbolos, pacotes com formatos exclusivos e transparentes que permitem ver o conteúdo, a embalagem

se torna um elemento importante de venda para o produto.

### 3.3 - Definições

Para o profissional de marketing, por exemplo, embalagem é um meio de apresentar o produto para o consumidor, para gerar vendas. Para o profissional de logística, é um meio de proteger o produto durante a movimentação, estocagem e transporte.

Embalagem pode ser definida como sendo o sistema integrado de materiais e os bens e produtos desde a sua saída, do final da linha de produção, até as mãos do consumidor final, utilizando-se dos canais de distribuição e incluindo métodos de uso.

Pischel (1987) diz que o conceito de embalagem de transporte é impreciso e discutível. Em linhas gerais, embalagem envolve tudo o que é destinado a conter e/ou proteger o produto durante o transporte e, conseqüentemente, durante o manuseio e a movimentação mecânica e o armazenamento.

O produto não deveria ser planejado separadamente da embalagem. Se ambos forem desenvolvidos em conjunto, minimizam-se os custos de adequação da embalagem para a realidade do produto final: um dos maiores problemas que as indústrias enfrentam com relação a embalagens.

Para muitos produtos a embalagem fala por si só e é essencial. Cita-se como exemplo o frasco de perfume, o extintor de incêndio, a caixa de lenços de papel, a caixa de fósforos. Todos buscam um lugar de destaque na prateleira do supermercado, de uma loja, numa parede e até no armário de uma casa.

A embalagem não pode ser definida com base apenas no bom senso da equipe de desenvolvimento. Ela faz parte de todo um contexto, pois integra um sistema complexo de materiais, funções, formas e processos de engenharia, marketing, comunicação, legislação e economia. Esse trabalho de planejamento conjunto, além de evitar falhas elementares, como por exemplo, a detecção de um problema após lançamento do produto por falta de testes, permite à empresa se beneficiar de fatores de redução de custos por meio da adequação da embalagem quanto às tarifas de frete, seguro, dimensionamento apropriado para o manuseio, movimentação e transporte (MOURA & BANZATO, 2003).

Ainda, de acordo com Moura & Banzato (2003, p. 22),

“a melhor tradução de embalagem não é a de contenedor físico, mas sim um conjunto inter-relacionado de componentes e de atividades necessárias para mover os produtos do ponto de origem até o consumidor final. São componentes deste conjunto:

- a matéria-prima básica (madeira, areia, minérios e produtos químicos);
- as operações que conformam os materiais em embalagem ou contenedores;
- as operações onde a embalagem é preenchida, quantificada, inspecionada quanto à qualidade e fechada;

- a unitização, ou outras preparações para distribuição;
- a distribuição através de canais, envolvendo estocagem, movimentação e transporte;
- o esvaziamento da embalagem ou desembalamento do produto;
- a disposição, reutilização ou reciclagem da embalagem.”

Já, Kotler (2004) sugere que a embalagem é como um conjunto de atividades de projeto e produção do recipiente ou envoltório de um produto. O recipiente ou envoltório é chamado de embalagem e pode incluir até três tipos de materiais: as embalagens primárias, como a de um frasco de pós-barba; as secundárias, como a caixa de papelão onde o frasco é colocado, e as terciárias, que nada mais são do que a caixa grande onde são colocadas as caixas que levam os frascos (unitização).

Diz ainda o autor que as principais finalidades são de venda, distribuição física, transporte e armazenagem. A embalagem tem se tornado uma ferramenta importante de marketing e que se bem projetada, pode criar valores de conveniência ao consumidor final e valores promocionais a quem fabrica o produto. Na verdade elas podem funcionar como comerciais instantâneos para o produto. Além disso, o autor acrescenta que uma embalagem inovadora pode trazer grandes benefícios para os consumidores, certamente gerando lucros aos fabricantes, uma vez que o produto poderá ter um percentual maior do mercado ao qual está inserido.

### **3.4 - Funções de embalagens**

A embalagem faz parte de um contexto que está intimamente relacionado com o sucesso do produto a ser acondicionado, revertendo na lucratividade da empresa. Sendo assim ela acaba se tornando um diferencial competitivo no mercado, já que possibilita um aumento de vendas.<sup>3</sup>

Conforme Moura & Banzato (2003) a embalagem pode servir como objetivo específico ou atender múltiplas necessidades. Mas, uma embalagem “perfeita” deve contribuir significativamente para as seguintes metas mercadológicas:

- reduzir o custo unitário do produto;
- provocar a aceitação do produto no ponto de venda;
- contribuir para aumentar o movimento de vendas;
- preservar o produto e facilitar o manuseio na armazenagem, transporte e ponto de venda;
- penetrar em novos mercados;
- facilitar ao consumidor o uso do produto;
- introduzir novos produtos ou modificações no mercado;
- promover a imagem da empresa e seu produto;

---

<sup>3</sup> Refere-se aqui, principalmente ao *design*. Uma embalagem atrativa, com um formato diferente, mas coerente com o produto e que ainda o protege e conserva só pode gerar vendas e conseqüentemente, lucros.

- atender às regulamentações governamentais quanto à segurança e saúde do consumidor.

A combinação ou a totalidade destes fatores, considerando as características específicas de um produto e seu mercado, devem ser levadas em conta no desenvolvimento de uma embalagem.

De acordo com Moura & Banzato (2003) existem quatro funções que a embalagem pode exercer independente do tipo de produto/indústria envolvida

- **Contenção:** refere-se à habilidade da embalagem em servir como receptáculo - contenedor de unidades de produtos/partes. Quando o produto escapa, vaza ou até mesmo transborda da embalagem, a função fica comprometida. A função ‘conter’ projetada para a embalagem deve refletir as características do produto, fatores econômicos e as consequências conhecidas se o produto não ficar contido em sua embalagem. Por exemplo, o fabricante de material perigoso procura ter 100% dele contido na embalagem. Entretanto o fabricante de pedras de sal pode escolher uma embalagem (ex. sacos) que, ocasionalmente, permita vazamento do produto devido ao valor do produto e aos efeitos inócuos do sal derramado. Este enfoque é economicamente mais viável do que uma embalagem com 100% de integridade.
- **Proteção:** é a função que permite à embalagem proteger seu conteúdo dos perigos impostos pela manipulação, movimentação, estocagem, transporte e condições atmosféricas. Da mesma forma que a função ‘contenção’ a proteção também pode ser 100% ou não. O mais comum encontrado na indústria é que quanto mais caro o produto, ou de maior sensibilidade, torna-se maior a justificativa para projetar uma embalagem que ofereça o maior nível de proteção possível, como se fosse uma “caixa preta” como as utilizadas em aeronaves, que possuem como característica extrema necessidade de robustez a impactos. É importante salientar que a embalagem deve proteger o produto de todos os agentes do acaso desde a saída da linha de produção, até o consumidor final, garantindo suas características e qualidades intrínsecas. A proteção também pode ser dividida em duas partes a serem analisadas: mecânica (choque, queda, vibração, aceleração, compressão ou empilhamento) e físico-química (oxidação, temperatura, umidade, radiação solar).
- **Comunicação:** é a função que leva a informação ao consumidor por meio de mensagens em formas, dimensões cores, gráficos, símbolos e impressões. Um contenedor aramado, que permite ao observador ver o seu conteúdo, também é um exemplo comunicativo.
- **Utilização:** é a função que facilita a interação entre a embalagem e aquilo que entra em contato com ela. Frequentemente essa função está restritamente associada à embalagem de produtos de varejo. Facilidade de abertura, fechamento e de dosar seu conteúdo são exemplos de características típicas. Por outro lado, quando a embalagem pode ser facilmente manipulada por meio de uma instalação, como uma fábrica ou armazém, ela também atende à função ‘utilidade’.

Já Giovanetti (2000) tem uma descrição semelhante, mas em alguns pontos ele diverge de Moura e Banzato (2003). Para Giovanetti (2000) a função da embalagem pode ser dividida

nos seguintes principais grupos:

- **Conter:** delimita e separa o produto do meio ambiente. Reduz o produto a um espaço determinado e a um volume específico. Produtos com qualquer estado de matéria ou a granel podem ser manipulados e quantificados sem ser tocados na forma direta.
- **Proteger:** A embalagem protege o produto de fatores que podem alterar seu estado natural e sua composição, assim como sua qualidade. A embalagem protege inclusive o consumidor e o meio ambiente contra o produto, como em casos de produtos radioativos, corrosivos, tóxicos e de ingestão perigosa. A proteção se divide em dois tipos: contra os riscos físicos e mecânicos durante o transporte do produto e contra as influências do meio ambiente sobre ela: vapor de água, gases e odores.
- **Conservar:** um produto pode permanecer armazenado por um longo tempo sem sofrer alterações em sua composição química e/ou estrutura física, graças a barreira que a embalagem estabelece entre o produto e os agentes externos. Esta função é estreitamente associada à anterior.
- **Transportar:** qualquer que seja o estado da matéria e as características do produto, este pode ser transportado facilmente mediante uma embalagem.

Alguns comentários merecem ser feitos após a apresentação das funções das embalagens: Moura e Banzato (2003) explicitam na sua lista que contenção, proteção, comunicação e utilidade são as únicas funções da embalagem e que não deve ser atribuída a ela uma função que não possa exercer. Além disso, toda e qualquer embalagem possui as quatro funções. O balanço de prioridade de cada uma varia de acordo com o mercado com que se está trabalhando no momento e/ou o tipo de produto o qual ela deve acondicionar. Uma embalagem militar, por exemplo, tem como ênfase contenção e proteção, sendo as outras duas funções tratadas com menor importância, mesmo que sejam indispensáveis. Entretanto, para um consumidor final a embalagem tem seu apelo estético muito mais acentuado sob as funções de comunicação e utilidade do que proteção e contenção, mesmo que estas sejam necessárias. A questão central está no balanceamento das funções em relação ao custo-benefício agregado.

Comparando-se os tipos de funções propostas pelos autores, Moura e Banzato (2003) e Giovanetti (2000), percebe-se que os primeiros, consideram com ênfase o consumidor final, quando enumeram 'comunicação' e 'utilização'. É lógico que o atacadista também precisa ser lembrado. Mas ter uma embalagem que comunique algo e que seja de fácil utilização para abrir, manusear, enfim, são fatores que vão atingir muito mais o consumidor final.

Já Giovanetti (2000) está focado para aquele atacadista que precisa receber o seu produto em bom estado de conservação e isto acontece se ele for bem transportado, protegido e devidamente delimitado num espaço. Ou seja, para Giovanetti (2000) o consumidor final é



aquele que ainda vai expor o produto para revender para alguém, que vai novamente vendê-lo aos usuários finais.

Em síntese, Moura e Banzato (2003) focaliza em sua classificação o consumidor final, enquanto Giovanetti (2000) dá ênfase ao atacadista. Porém, no desenvolvimento de uma embalagem, ambos, consumidor e atacadista, como clientes de projeto, devem ser atendidos.

### **3.5 - Tipos e classificação das embalagens**

Conforme citam Moura & Banzato (2003), existem embalagens que basicamente são usadas para transporte e movimentação, como é o caso de embalagens para produtos da linha-branca, ou de apresentação, como tablete de chocolate, que serve somente como caráter ilustrativo, sua proteção é mínima. Também existem as embalagens que são usadas essencialmente como conservação: é o exemplo do óleo armazenado num recipiente metálico.






Apesar dessa divisão simples ela não é nítida como poderia parecer à primeira vista. As divisões se confundem. Pode-se citar como exemplo, a embalagem do chocolate. Em princípio sua principal função é a apresentação do produto, mas, também, ainda que por pouco tempo, para conservá-lo; o recipiente metálico conserva o óleo, mas também pode protegê-lo durante sua expedição.

As embalagens para produtos de linha branca, ao mesmo tempo em que protegem o produto durante o transporte, se construída e ilustrada adequadamente, pode contribuir para apresentação do produto no ponto de venda, agregando credibilidade à imagem do produto, uma vez que é comum serem encontrados eletrodomésticos nos pontos de venda em geral, ainda embalados.

Na realidade, proteção, apresentação e conservação são mais funções que atributos da embalagem. É por isso que uma embalagem pode ser classificada de diferentes maneiras.

Moura & Banzato (2003) classificam as embalagens sob diferentes critérios, conforme a Quadro 3.1.

**Quadro 3.1 - Classificação de embalagens (adaptado de MOURA & BANZATO, 2003)**

Critério	Tipo de embalagens	Ilustração/observações
Nível	<b>Embalagem primária</b>	<p>é aquela que contém o produto (vidro, lata, plástico), sendo a medida de produção e de consumo. Também pode ser unidade de venda no varejo</p> 
	<b>Embalagem secundária</b>	<p>é o acondicionamento (contenedor) que protege a embalagem primária, como ocorre na caixa de remédio da figura</p> 
	<b>Embalagem terciária</b>	<p>é o caso das caixas de madeira, papelão ou outro material que acondiciona o produto em suas embalagens primária e secundária e acaba sendo a medida de venda ao atacadista</p> 
	<b>Embalagem quaternária</b>	<p>envolve o contenedor, que facilita a movimentação e a armazenagem, podendo ser paletes ou mesmo um aramado conforme a figura</p> 
	<b>Embalagem de quinto nível</b>	<p>é a unidade containerizada ou as embalagens especiais para deslocamento a longa distância. É o contêiner, como mostra a figura</p> 
Finalidade	<b>Embalagem de consumo</b>	<p>é a embalagem primária e, às vezes, a secundária, que levam o produto ao consumidor. Por isso, geralmente é cuidadosamente estudada e projetada. A dedicação 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.</p>
	<b>Embalagem expositiva</b>	<p>é aquela que ao mesmo tempo em que protege o produto em função do transporte, visa também expô-lo ao consumidor. Contém especialmente apelos para que a venda seja efetuada, impondo ao comprador um forte impulso para que realize a compra no ato, ou seja, é verdadeiramente um vendedor mudo. É chamada também de embalagem de auto-venda. Ela é caracterizada, ainda, por ser usada sobretudo para as mercadorias de vendas diárias; manter unidas e protegidas as embalagens (unitização) durante o transporte e a movimentação; ser empilhável; estar pronta para a venda; ter um texto e decoração atraente; permitir a coleta de embalagem de consumo; e ser fácil de manipular, tanto em peso quanto em volume.</p>
	<b>Embalagem de distribuição</b>	<p>é aquela destinada a proteger o produto, suportando as condições físicas encontradas no processo de carga e descarga, transporte e entrega. Fornece identificação do conteúdo e instruções especiais para utilização. Proporciona ao cliente facilidades para abrir, desembalar, fechar novamente, reutilizar ou descartar. Pode ser considerada como embalagem primária ou secundária. Ela pode ou não ser unitizada, acolchoada ou impermeabilizada. Como exemplos, têm-se: papelão ondulado; caixas de madeira e plástico; engradados de madeira ou plástico; sacos de papel ou plástico; tambores de aço, fibra, plástico e misto; cilindros de bujões para gases; barris e tonéis de madeira; fardos; carretéis para cabos; tanques paletizados; contenedores flexíveis para granéis (<i>Big bag</i>); berços (<i>Racks</i>) para fixação, empilhamento e transporte de peças; bases de madeira (<i>Skids</i>) para acondicionamento de maquinário; bombonas para produtos químicos.</p>

Critério	Tipo de embalagens	Ilustração/observações
	<b>Embalagem de transporte e exportação</b>	é a embalagem responsável por proteger o produto durante os diversos tipos de transporte, geralmente facilitando estas operações e, conseqüentemente, durante o manuseio, a movimentação mecânica e a estocagem. Pode acompanhar o produto desde a fábrica até o destinatário final (como no caso das máquinas, eletrodomésticos), ou desde a fábrica até um centro de distribuição. Essa embalagem deve ser estruturada em função dos elementos seguintes: natureza da mercadoria; meios de transporte utilizados sucessivamente; meios de movimentação usados nas várias escalas, incluindo os das extremidades do percurso; duração dos meios de transporte; influência climática das zonas atravessadas (calor, frio, chuvas), considerando o período de expedição e a duração total do transporte (incluindo os eventuais tempos de paradas e de armazenagem); e disposições gerais resultantes de regulamentos legais (alfândega, autoridades portuárias).
	<b>Embalagem industrial ou de movimentação</b>	é aquela que protege o material durante a estocagem e a movimentação dentro de um conjunto industrial, basicamente entre os processos intermediários de fabricação. Tem como característica o uso repetitivo e também são conhecidas como dispositivos para erguer e içar encaixes auto-suportantes. A embalagem industrial é movimentada e precisa ter robustez muito maior do que os demais tipos de embalagem em função de ter de suportar os impactos da empilhadeira, batidas no solo e transporte em carrinhos e caminhões. Possuem inúmeras formas, pois são usadas em diferentes tipos de processos como fundição, usinagem, estamparia, injeção e outras.
	<b>Embalagem de armazenagem</b>	tem como principal função proteger o material dos agentes agressivos externos: agentes físicos (choque, variações de temperatura, grau hidrométrico, luminosidade), químicos (vapores ácidos, ação do ar sobre comportamento químico de alguns produtos de fraca estabilidade) e de parasitas (bolores, bactérias e insetos roedores). Esta embalagem pode ser formada por uma simples película de óleo, gordura e cera ou comportar um revestimento hermético, simples ou composto, como uma folha de plástico e até um silo.
<b>Movimentação</b>	<b>Embalagem movimentada manualmente</b>	é aquela não adequada à operação por empilhadeira ou outro transportador industrial e cujo peso não deve exceder a 30 kg em função de recomendações ergonômicas.
	<b>Embalagem movimentada mecanicamente</b>	é aquela em que a quantidade de volumes a serem transportados é grande; o número de movimentações é considerável e as distâncias ou alturas são grandes ou possui peso acima de 30 kg. São geralmente utilizadas as unidades de carga denominadas unitizadas (cargas paletizadas, embaladas por encolhimento (termos-retráteis), contenedORIZADAS), ou seja, de forma que possa ser movimentada por uma empilhadeira ou outro veículo industrial.
<b>Utilidade</b>	<b>Embalagem retornável</b>	é aquela que retorna à origem, geralmente para sua reutilização industrial. Geralmente levam a marca do proprietário e quando bem projetadas tem uma longa vida de uso. Podem ser citados como exemplo cestos, caixas metálicas, engradados e paletes. Têm como características principais: requisito de investimento adicional, ocupação de espaço mesmo quando vazia; pode ser considerado como devolução de produto, pois existe um custo de transporte (retorno), controles de expedição, documentação fiscal.
	<b>Embalagem não-retornável</b>	é utilizada somente uma vez em seu ciclo de distribuição. Em geral é encontrada em madeira, papelão ondulado, plásticos (EPS), sacos multifoliados de papel ou tambores de fibra. Suas características são: menor custo comparado à embalagem retornável (é considerado como despesa); não é necessário controle ou mesmo documentação; geralmente é leve, o que implica em um custo menor de transporte. Ao mesmo tempo deve ser resistente para permitir boa estabilidade da carga no ciclo da distribuição e armazenagem.

A embalagem sob o ponto de vista utilitário pode ser vista também sob diferentes aspectos, assimilando o destino final da embalagem. A embalagem retornável volta para o proprietário/fabricante do produto, ao contrário da embalagem não-retornável, que é na maioria das vezes abandonada e que nesse caso constitui um grave problema ecológico,

higiênico, social e também estético. Com a era da globalização e com a preocupação que se está tendo com o meio ambiente tudo indica que isso será mudado em poucos anos.

### **3.6 – Requisitos e padronização de embalagens**

Para que a embalagem cumpra adequadamente suas funções, deve atender, conforme Moura & Banzato (2003, p.20), aos seguintes requisitos:

- preço compatível, em função do custo do produto e/ou mercado a que se destina;
- apresentação estética agradável e personalizada;
- resistência a choques e vibração;
- mais leve e resistente possível;
- possibilitar a melhor acomodação possível do produto;
- possibilitar fácil identificação do produto;
- ser fabricada com material biologicamente inerte (atóxico, inodoro e imputrescível);
- estar facilmente disponível no mercado;
- facilidade de alimentação na linha de produção;
- facilidade de fechamento ou re-fechamento nos locais de uso;
- adaptabilidade à estrutura e configuração do produto;
- adaptabilidade à unitização do produto (acomodação de um número adequado de unidades);
- adaptabilidade ao fato de haver ou não equipamentos nas estações de embalagem, na produção ou no armazém;
- previsão de movimentação manual, sem impor força física indevida (exemplo: restrições de distribuição de peso)
- propriedades de resistência, proteção, configuração e superfície para permitir empilhamento na fábrica, armazém, locais do cliente e em veículos em trânsito;
- proteção, apoio e containerização adequados para suportar as forças encontradas na movimentação externa;
- acessibilidade para seleção de pedidos nos armazéns ou inspeção de conteúdos, quando necessário;
- facilidade de marcação e rotulagem para expedição e adaptabilidade ao equipamento relacionado;
- facilidade para estocar unidades vazias e componentes, devolvê-las ou descartá-las,

bem como os componentes utilizados;

A padronização das embalagens é importante para uma eficiente interface entre embalagem e movimentação de materiais. Quanto mais padronizadas forem, mais fácil será de transportá-las e menor será o investimento em equipamentos. A padronização de embalagens geralmente leva em conta as características de dimensões, forma e peso. Essas três características é que delimitam o tipo de equipamento e sua capacidade de transporte/movimentação. Além do fator 'equipamento' envolvido, a padronização facilita também a estocagem, o procedimento de alimentação de linha e outros fatores. E isso contribui fortemente para a geração da padronização de um único grande volume, mas para a mesma embalagem, diminuindo assim os custos.

Conforme Moura & Banzato (2003) o principal problema da embalagem padronizada é o produto não padronizado. Quando se tenta minimizar os diferentes tipos de embalagens usados para vários produtos diferentes, podem aparecer prejuízos em termos de necessidade de lastro e redução da densidade da embalagem.

Existem dois tipos significativos de padronização de embalagens:

- Padronização de dispositivos auxiliares de movimentação (isto é, paletes e contenedores duráveis) e
- Padronização da embalagem individual (isto é, caixas) que é colocada sobre, ou nos dispositivos de movimentação auxiliar.

Os autores recomendam que para a padronização de cargas embaladas (para movimentação), a seqüência recomendada é: primeiro padronizar o dispositivo de acondicionamento e depois a embalagem individual. No caso de movimentação paletizada, por exemplo, o indicado é primeiro padronizar as dimensões do palete e depois as da embalagem.

É importante que a embalagem seja padronizada com um enfoque sistêmico. Prevendo melhor movimentação possível, devem ser consideradas todas as atividades e condições existentes, desde a saída da linha de produção até a chegada na casa do consumidor final. Entretanto, essa padronização pode gerar custos a mais em estocagem, ou transporte.

Fatores de competição também devem ser considerados. Para isso deve-se levar em conta a maneira de reduzir os custos totais do produto final, considerando-se, também, a padronização de embalagem, a movimentação, o transporte, enfim, todos os processos necessários para que o produto chegue até o consumidor final.

Na indústria de alimentos é muito comum encontrarem-se as mesmas características nas embalagens primárias e/ou nas embalagens secundárias. Isto se deve em função de

conservação e ao mesmo tempo de comunicação, que estas embalagens podem exercer.

As embalagens e recipientes devem ter suas dimensões principais, largura e comprimento, em submúltiplos das dimensões da carga unitizada, de maneira a formarem uma unidade e conterem-se na mesma, quando arranjadas.

Os paletes, caixas e os acondicionadores devem ter a suas dimensões (comprimento e largura) idênticas, ou múltiplas das dimensões correspondentes da carga unitizada.

Os contêineres, as carrocerias dos caminhões, os vagões ferroviários fechados têm as dimensões internas padronizadas. Cabe a equipe de desenvolvimento da embalagem projetar a mesma de forma racional e com o máximo de aproveitamento, deixando as cargas unitizadas devidamente arranjadas.

Já as áreas de estocagem, as estruturas para paletes e os corredores devem se adequar às dimensões da carga unitizada, uma vez que a flexibilidade de adequação dessas estruturas são maiores.

### **3.7 - Testes de desenvolvimento e aprovação de unidades embaladas**

Um dos fatores mais importantes no desenvolvimento de embalagens são os testes<sup>4</sup> a serem executados. Segundo Hanlon (1984) o planejamento prévio dos testes proporciona uma antecipação satisfatória dos resultados. Um bom planejamento de testes levará a resultados desejados em campo<sup>5</sup>. Dentro da indústria, às vezes, esses testes são considerados por algumas pessoas da equipe de projeto como sendo testes para simplesmente cumprir as exigências da companhia.

#### **3.7.1 - Tipos de testes**

Existem basicamente duas maneiras de realizar testes de uma unidade embalada. O teste de transporte externo e o teste de simulação de transporte.

O teste de transporte externo é um processo complexo que tem um custo alto, além de exigir um tempo longo. Um lote de produtos passa por toda cadeia logística. Supondo que esses produtos serão somente transportados dentro do Brasil, devem ser mapeados os piores trechos ou aqueles onde serão transportados os produtos com maior frequência. Os produtos são enviados e transportados de diferentes formas durante sua cadeia logística, até retornar ao ponto inicial. Os tipos de movimentação também são diversos: carregamento e descarregamento de caminhão, movimentação manual, utilização de equipamentos de auxílio

---

<sup>4</sup> Neste trabalho teste e ensaio serão considerados como sendo sinônimos.

<sup>5</sup> Entenda-se 'campo' como a simulação dos testes, ou seja, depois do planejamento e, também, quando um produto estiver em processo de ser enviado do seu local de origem ao seu consumidor final.

e outros tipos de movimentação.

Melotto (2006, p.57) cita que durante o transporte de caminhão, acelerações longitudinais e laterais são bastante comuns, mas as acelerações verticais são as mais importantes, particularmente na parte traseira da carreta sobre o rodado. Acelerações exercidas sobre um determinado corpo são medidas por múltiplos de g, onde g é a aceleração da gravidade. Em partidas e paradas as acelerações podem chegar a 1g. Já em curvas, a força centrífuga decorre de uma aceleração de 0,5 g, que pode fazer a carga deslizar ou até tombar dentro do veículo. Os buracos, lombadas e as pistas irregulares são responsáveis pela maioria das acelerações sofridas pelas cargas no transporte rodoviário, atingindo até 1,5G, principalmente em estradas como as do Brasil.

Além disso, existem outros tipos de acelerações e impactos durante o processo logístico. No carregamento e descarregamento de caminhões principalmente quando ele for carregado manualmente, os operadores precisam empurrar e puxar, causando alguns choques. Com transporte mecanizado também podem ocorrer quedas de produto, ocasionando avarias muitas vezes maiores do que as causadas pelo empurrar e puxar.

Os testes de simulação de transporte consideram as piores situações que a unidade embalada vai passar. Esses testes devem ser realizados em laboratório. Muitas empresas possuem laboratórios internos para efetuá-los, mas existem também laboratórios externos que simulam a mesma condição. Existem normas nacionais e internacionais que prevêm e orientam esses tipos de testes e serão tratadas no item que segue.

### **3.7.2 - Normas para testes de embalagens**

Hanlon (1984, p.18-1) sugere 4 tipos de ensaios de simulação de transporte:

- Ensaio de queda livre
- Teste de vibração
- Teste de plano inclinado
- Teste de compressão

Os testes sugeridos por Hanlon (1984, p.18-1) são descritos nas normas ASTM, que são resultado de estudos de transporte de produtos e são utilizadas pelo mundo todo como referência.

A ASTM D4169-05 – *Performance Testing of Shipping Containers and Systems* – identifica, em função da seqüência de movimentação, a que teste a unidade embalada é submetida e quais são aplicáveis em cada situação, estabelecendo inclusive níveis de

severidade<sup>6</sup> para cada condição.

Baseada na ASTM4169-05 a Fedex Express (2004) criou uma cartilha onde se indica a que tipo de testes um produto deve ser submetido e aprovado sobre aspectos de transporte para que se tenha uma unidade embalada robusta, que proteja o produto em toda cadeia logística.

A ASTM4169-05 sugere que para qualquer tipo de movimentação da unidade embalada diferente daquilo que está proposto nesta, devem ser criados testes conforme aplicação específica.

Para o tipo de produto de linha branca, ao qual esta dissertação está direcionada, conforme as ASTMs, os testes a serem aplicados são:

### **Teste de plano inclinado:**

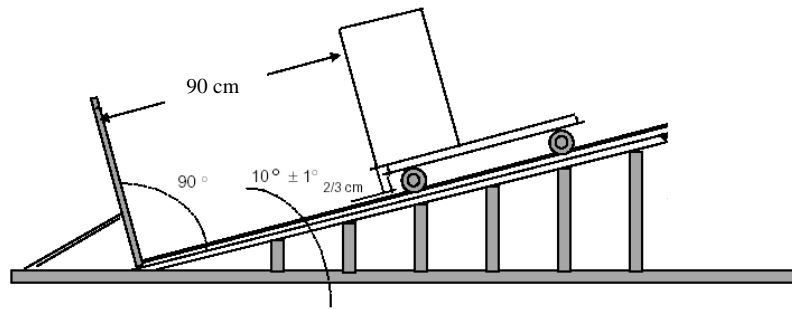
O teste descrito na ASTM D880-92 simula o carregamento e/ou descarregamento do produto do caminhão e/ou container. Pischler (1987) reforça que esse tipo de teste também reproduz (quando submetido a maior intensidade) uma condição de transporte rodoviário. Os resultados não são iguais aos de uma queda livre, uma vez que os testes na rampa inclinada prevê leves impactos ocorridos em todas as regiões da unidade embalada.

O teste consiste em lançar um produto em uma rampa, com 10° de inclinação (Figura 3.1), para impactar em uma face que faz um ângulo de 90° com a rampa. Conforme NTB83033 (2004) os testes devem ser executados com 4 espécimes, para avaliar os impactos de face, aresta e canto. Conforme ASTM D880-92 o carrinho (base) onde o produto é posicionado é lançado por meio de gravidade a uma distância de 90 cm. Ao final dos testes o produto deve ser desembalado para verificação de possíveis problemas. Conforme a NTB83033, ASTM D4169-05 e Fedex Express (2004) caso haja algum outro teste a ser realizado nesta embalagem, esta só deve ser desembalada ao final de todos os testes. Podem ser feitas avaliações parciais, desde que o mesmo não seja desembalado.

---

<sup>6</sup> Nível de severidade é o nível de intensidade do teste, baseado na probabilidade da ocorrência do problema/movimentação em um ciclo de distribuição típica. O **nível 1** é o nível mais alto de intensidade e tem baixa probabilidade de acontecer. O **nível 3** é o mais baixo nível de intensidade do teste, mas corresponde a alta probabilidade de ocorrência. O **nível 2** está entre os esses extremos.





**Figura 3.1 - Teste de rampa inclinada (NTB83033, 2005)**

### **Teste de chuva:**

Este teste está previsto na norma ASTM D951-88 simulando a degradação da embalagem durante uma exposição eventual à chuva. A conformidade é verificada pelo ensaio descrito na Norma ASTM D951 no nível de intensidade baixo do *Spray*, ou seja, com vazão de  $25 \pm 10$  mm/h por espécime. O tempo total de ensaio deve ser de 24h, sendo 3h iniciais de exposição ao *Spray*. A unidade embalada deve manter a integridade do aparelho e todos os seus componentes. As dimensões externas da unidade embalada bem como seus componentes não devem sofrer uma variação que comprometa o carregamento e/ou descarregamento de produtos no container.

### **Teste de queda rotacional:**

Segundo a ASTM D1083-91 a unidade embalada deve suportar as solicitações mecânicas suscetíveis de ocorrer durante a cadeia logística, simulando nos testes quedas na movimentação da unidade embalada quando apoiada pelas arestas. Este ensaio é aplicável quando o produto é manuseado com empilhadeira tipo garfo ou outro equipamento semelhante, conforme mostra a Figura 3.2.



**Figura 3.2 - Queda rotacional (Fedex Express, 2004)**

**Teste de condições ambientais:**

Este teste simulação a degradação da embalagem (ASTM D4332-89). Conforme citado nesta norma o gradiente de temperatura de uma unidade embalada é grande podendo ir de  $-30^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ . Essas diferentes temperaturas ocorrem principalmente durante o transporte marítimo. A norma sugere que para cada valor extremo de temperatura a unidade embalada fique exposta no mínimo 12 horas. A mudança de valores de temperatura (da mais quente a mais fria ou vice-versa) deve ser feita gradativamente num período de 6 horas, totalizando 30 horas de teste.

**Teste de vibração randômica:**

Segundo a ASTM D4728-91, existem diferentes tipos de vibrações decorrentes do transporte de produtos que pode ser: rodoviário, ferroviário e marítimo. Para cada um deles existe um modelo de frequência diferente a ser aplicado. Entretanto o mais usado pelas empresas brasileiras é o correspondente ao transporte rodoviário, que é o mais usado no país (que será demonstrado no Capítulo 5). A Figura 3.3 mostra a imagem de uma mesa de vibração com um produto embalado sendo testado. Os espécimes devem ser posicionados sobre a mesa de vibração randômica conforme são transportados na prática. Se o produto puder ser transportado deitado (na horizontal), também devem ser feitos testes nesta posição. Após os testes, as unidades embaladas devem manter a integridade do aparelho e de seus componentes.



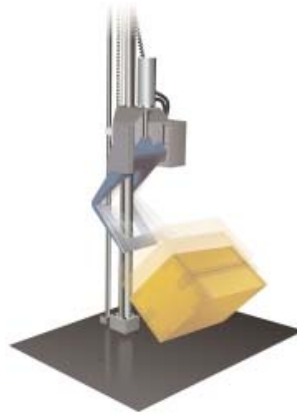
**Figura 3.3 - Vibração Randômica (Fedex Express, 2004)**

**Teste de queda livre:**

Segundo Pischel (1987), o teste de queda livre tem dois propósitos: verificar a resistência da embalagem e verificar se o produto embalado está devidamente protegido. A ASTM4169-05 sugere que o produto deve ser impactado em duas arestas subsequentes, dois cantos opostos e, por final, o impacto de fundo.

Na própria operação de embalagem ou acondicionamento, o produto e sua embalagem podem ficar sujeitos a condições físicas severas. Por exemplo, quedas de certa altura em máquinas de embalagem ou paletização. Mas é na distribuição que as condições são mais severas.

Segundo Mourad (1999, p.80) a determinação de resistência ao impacto, resultante da queda livre de embalagens, possibilita uma avaliação global das características da estrutura, condições de fabricação e tipo da embalagem. Estes fatores permitem avaliar a capacidade da embalagem proteger o conteúdo durante os choques resultantes de queda livre (Figura 3.4). Este resultado pode ainda ser utilizado para comparar o desempenho de diferentes tipos de embalagens, além de permitir a observação de falha progressiva de embalagens, ou de seu conteúdo.



**Figura 3.4 - Queda livre (Fedex Express, 2004)**

#### **Teste de compressão vertical:**

A ASTM D4577-86, simula a degradação da unidade embalada durante o armazenamento/estocagem (Figura 3.5).

O produto deve ser submetido ao teste de compressão vertical durante um período de 3 horas e a carga (kg) de empilhamento (C) sobre a embalagem é obtida conforme Equação 3.1:

$$C = P (n-1) \qquad \text{equação 3.1}$$

onde:

P é o peso bruto de cada embalagem e

n é o número de embalagens empilhadas



**Figura 3.5 - Teste de compressão (Fedex Express, 2004)**

Vale ressaltar que as condições de teste de compressão sempre levam em consideração a condição mais crítica de ocorrência. Além disso, conforme pode ser visto no cálculo utilizando a equação 3.1 o carregamento sobre esse produto (embalado) é a carga do produto que fica na base da pilha, ou seja, aquele que irá suportar o maior carregamento entre os produtos da pilha. Quando empilhados um sobre o outro, dois ou mais produtos, o produto da base é o produto inferior dessa pilha.

### **3.8 - Dados do produto para o desenvolvimento de embalagens**

As informações principais necessárias para o início do desenvolvimento de uma embalagem são a forma e o tamanho (volume) do produto. Conforme Moura & Banzato (2003), estas informações têm uma influência determinante na maneira de acondicionamento e nas dimensões da embalagem. Formas ideais são as de paralelepípedo, pois são de mais fácil movimentação, manual e de estiva.

Um estudo de Moura & Banzato (2003), sobre as características do produto a ser embalado envolve diversos aspectos:

- **Dimensões principais:** é importante conhecer as dimensões externas máximas e suas tolerâncias;
- **Posições de transporte:** há muitos produtos que só podem ser transportados ou colocados em uma única posição. Esse fator tem influência em função do carregamento do contêiner/carreta. Os espaços devem ser todos preenchidos. 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 conjunto;
- **Dimensões limitadas por condições de transporte:** de forma geral quanto mais se conseguir reduzir o 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 importante quando se pensa em padronizar as embalagens de uma linha de produtos;
- **Peso e a posição do centro de gravidade:** já foi destacada a importância de se conhecer o peso do produto. Em alguns casos é importante também a localização do 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 o peso muito para um ponto específico do produto fragilizando esta região;
- **Resistência mecânica dos pontos de apoio e fixação:** o produto deverá ser impedido de se deslocar 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:** dada à freqüente necessidade de empilhamento das embalagens, é importante 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 permita a altura de empilhamento. É importante conhecer o limite de empilhamento (carga) de produtos a serem aplicados;
- **Resistência ao impacto:** o produto pode estar sujeito a impactos 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 se 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;

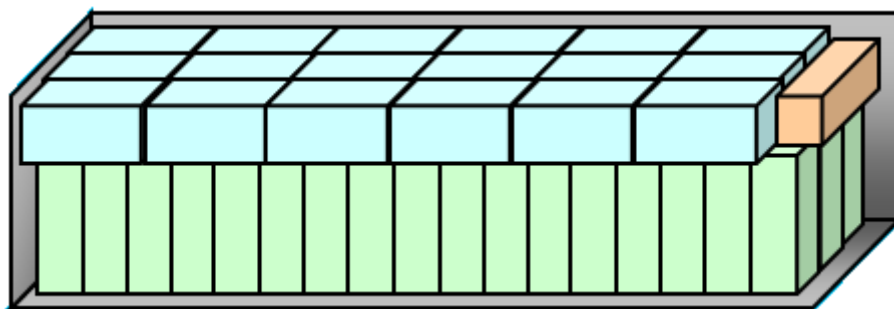
- **Resistência à vibração:** a análise do comportamento do produto, quando submetido às vibrações que ocorrem no transporte é importante para o projeto do acolchoamento da embalagem. Em alguns casos, como para equipamentos eletrônicos a serem utilizados em veículos, esta análise orientará o projeto 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 (sovamento) em pontos de contato entre diferentes partes do produto ou entre estas e a embalagem, afrouxamento de parafusos, separação de componentes de uma mistura de granéis 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 a suas variações:** os resultados referentes a esse requisito são levantados por meio de produtos submetidos a 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 esse transporte;
- **Sensibilidade à umidade:** da mesma forma que a temperatura, a umidade também é determinada por testes de câmara climática. A mesma 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 deslocamento de peças. Não se pode esquecer que não somente o produto poderá se fragilizar, mas também a embalagem. A diferença de temperatura e umidade pode alterar as propriedades da embalagem, fazendo com que a mesma não cumpra mais sua função de proteção. O papelão é o exemplo mais comum em relação a estas alterações climáticas. Quando submetido a alta umidade por exemplo, ele se fragiliza de tal maneira a não suportar os esforços durante sua movimentação;
- **Periculosidade:** no transporte marítimo, as substâncias perigosas são classificadas pelo IMCO (*Inter-governmental Maritime Consultative Organization*) em nove grupos:
  1. explosivos;
  2. gases comprimidos e liquefeitos;

3. líquidos inflamáveis;
4. sólidos inflamáveis, substâncias sujeitas a combustão espontânea ou que emitem gases inflamáveis;
5. agentes oxidantes;
6. substâncias venenosas, tóxicas ou infecciosas;
7. substâncias radioativas;
8. substâncias corrosivas;
9. outras substâncias perigosas.

Para o transporte aéreo, são considerados perigosos também os materiais magnéticos, por afetarem os instrumentos de navegação.

### 3.8.1 – Simulação de leiaute de carga

Ao efetuar o projeto do produto devem ser levados em conta requisitos de transporte que o produto deve atender, como, por exemplo, quantidade de produtos por carreta. Os custos de frete são altos, inviabilizando o uso de unidades embaladas com grande dimensional ou espaços entre produtos. Há necessidade de efetuar-se uma análise dos diferentes posicionamentos da unidade embalada dentro do meio de transporte (de pé, deitada) e também da utilização de carregamentos mistos (diferentes produtos que gerarão diferentes tipos de embalagens). Cada vez mais são realizados estudos para o melhor aproveitamento de embalagens por carreta. Já existe software, como o Maxload (2007), que simula o leiaute mais adequado para o carregamento, como ilustrado na Figura 3.6.



**Figura 3.6 – Simulação computacional de carregamento de carreta (adaptado de MAXLOAD, 2007)**

### 3.9 - Materiais para embalagens

O desenvolvimento acelerado das ciências como um todo, incluindo-se aí as ciências tecnológicas, apressou-se também à descoberta de novos materiais de embalagem. Há tempos remotos, o mais comum era utilizar materiais metálicos ou madeira como matéria-prima. Com o passar dos anos, houve um aumento do uso de papelão como embalagem. Hoje, cada vez

mais se usam plásticos e até mesmo composições de materiais para gerar novas embalagens. Na verdade, o atrativo para um material de embalagem não é especificamente o que ele é, mas ao que ele resiste. As propriedades do material que determinam a adequação de seu uso para embalagem incluem resistência, flexibilidade, resistência ao cisalhamento, impermeabilidade, isolamento térmico e elétrico e resistência a graxa, solventes, produtos químicos e bactérias.

No que diz respeito à linha branca, os materiais mais utilizados são: madeira, papelão ondulado e EPS.

### **Madeira:**

Segundo Moura & Banzato (2003), a madeira durante séculos tem sido o material tradicional para embalagens. Porém à devastação das matas e ao aparecimento de novos materiais como o plástico, além da derivação do papelão ondulado, o uso da madeira tem sido reduzido.

A madeira quando de sua aplicação em embalagem (Figura 3.7) geralmente está ligada a confecções de paletes, caixas industriais ou até mesmo agrícolas; engradados abertos e fechados; caixas de compensado e até na confecção de tonéis ou barris.

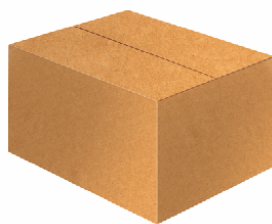


**Figura 3.7 – Caixa de vinho em madeira (MERCOSUL, 2007)**

### **Papelão ondulado:**

Segundo Vidal (1975), quando se fala em embalagens de papelão faz-se relação imediata com caixas de transporte. Esta é a maior aplicação para o papelão ondulado: um material com boa resistência à compressão e ao rompimento com a vantagem de ser também bastante leve. O processamento do papelão por meio de cortes e vincos permite que certos elementos acessórios sejam integrados na própria embalagem, como no caso de uma caixa com alça. Este material é um ótimo elemento de amortecimento, o que permite que não seja usado somente como embalagem, mas também como calços, que auxiliam a fixação de um produto na embalagem (Figura 3.8).










**Figura 3.8 – Caixa de papelão ondulado (ABPO, 2006)**

De acordo com a NBR 5985 apud MOURA & BANZATO (2003), o papelão ondulado pode ser de vários tipos, conforme a Quadro 3.2.

**Quadro 3.2 - Tipos de papelão ondulado (adaptado ABPO, 2006)**

Tipo	Exemplo
<b>De face simples:</b> estrutura formada por um elemento ondulado (miolo) colado em um elemento plano.	
<b>De parede simples:</b> de estrutura formada por um elemento ondulado (miolo) colado, em ambos os lados, a elementos planos (capas).	
<b>De parede dupla:</b> estrutura formada por três elementos planos (capas) colados a dois elementos ondulados (miolos), intercalados.	
<b>De parede tripla:</b> uma estrutura formada por quatro elementos (capas) colados a três elementos ondulados (miolos) e intercalados.	
<b>De parede múltipla:</b> estrutura formada por cinco ou mais elementos planos (capas) colados a quatro ou mais elementos ondulados (miolos) e intercalados	

### **Plástico:**

O plástico compreende uma grande e variada gama de materiais sintéticos, que são processados por extrusão ou moldados segundo uma forma final (VIDAL, 1975) Existem aproximadamente 40 famílias básicas de plásticos, sendo uma diferente da outra. Em uma mesma família podem existir materiais com características diferentes. Algumas modificações na estrutura química e outras propriedades podem ser obtidas com um mesmo material.

Moura & Banzato (2003) afirmam que os filmes flexíveis associados a papéis e 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. O poliestireno e o polietileno de alta densidade são utilizados em embalagens “*form seal*” (forma selada/lacrada), obtidas com a aplicação de calor e vácuo em folhas de plástico, para envolver os alimentos e outros produtos. O poliestireno expandido vem sendo muito utilizado para proteger produtos frágeis, envolvendo-os a tal ponto que assume às vezes sua forma. É leve e resistente à água, ácidos ou álcalis.

### **3.10 - Condições logísticas**

Logística pode ser definida como as movimentações realizadas com o produto (Unidade Embalada) desde a linha de montagem até o seu desembale pelo consumidor final. Moura & Banzato (2003) definem logística como a seqüência de operações de movimentação, armazenagem e transporte. A embalagem, ou a operação de embalagem, pode ser considerada como um aspecto da logística, ou uma interface entre o produto e sua distribuição.

#### **3.10.1 - Movimentação de materiais**

A movimentação da unidade embalada pode ser feita por diversos meios. A movimentação manual apresenta limitações de peso e dimensões.

Existem restrições legais ao peso máximo que uma pessoa pode carregar. Conforme Moura & Banzato (2003), a Organização Internacional do Trabalho fixa em um máximo de 50 kg o peso que um homem pode carregar sem que seja necessário que ele efetue o levantamento do mesmo. Quando o volume estiver no chão e se faz necessário o levantamento dele, o peso máximo é de 40 kg. Outras limitações importantes para o manuseio são distâncias a ser percorrida e altura a ser alcançada. O manuseio também pode ser feito por uma ou mais pessoas.

A utilização de equipamentos relativamente simples, não motorizados, pode facilitar muito a movimentação, em substituição ao manuseio, além de se aplicar aos casos em que este manuseio é inviável. Simples alavancas com rodas; carrinhos de duas rodas que possuam uma pequena plataforma introduzível sob a embalagem que a elevem por efeito de alavanca; carrinhos mais sofisticados, inclusive rebocáveis; carrinhos com elevação hidráulica (paleteiras); talhas manuais fixas ou em mono vias, são exemplos de tais equipamentos não motorizados.

Deve ser lembrado, que nem sempre é necessária uma empilhadeira ou equipamento mais sofisticado para movimentação de cargas de certo peso (até aproximadamente 2000 kg),

como as paletizadas, contenedores flexíveis e embalagens de transporte ou acondicionamentos. Utiliza-se, frequentemente, uma combinação entre o manuseio e a movimentação por equipamento motorizado, como esteiras rolantes.

A movimentação mecanizada, para efeito do projeto da embalagem, pode ser feita das seguintes formas:

- por garfos de paletadeiras, empilhadeiras ou garfos de içamento;
- por barras lingadas ou trapézios, que constituem uma forma de içamento pela parte inferior da embalagem ou acondicionamento (assim como os garfos de içamento);
- por lingas. Diferentemente da movimentação por barras lingadas, cabos são inseridos sob a carga, formando as lingas. Para permitir a movimentação por qualquer destas três formas, devem ser providos de calços. O tipo de acondicionamento mais comum, que utiliza calços de forma especial, é a paletização. Para a movimentação por lingas ou barras lingadas, típica do transporte marítimo, a embalagem ou o acondicionamento (o palete inclusive) devem ter os calços afastados das extremidades em aproximadamente 70 mm;
- movimentação por içamento superior. Ocorre quando a carga é pendurada a um cabo (ou sistema de cabos), que a fixa pela parte superior;
- movimentação por rolamento. É típica no transporte aéreo. Exige que as embalagens ou acondicionamentos tenham uma base plana contínua, que se apóia nos roletes ou rodízios das esteiras de transporte;
- levantamento por garras e dispositivos especiais de fixação. Existem diversos dispositivos adaptáveis a empilhadeiras ou equipamentos de içamento que facilitam ou possibilitam a movimentação de cargas sem paletes. Algumas vezes, a movimentação não é feita pela embalagem ou acondicionamento, mas por olhais ou pontos de içamento fixados ao próprio produto. É o caso de máquinas pesadas, por exemplo. É importante para o projeto da embalagem, a considerar os esforços que ela vai suportar durante a movimentação. Estes esforços podem ser aplicados por cabos ou lingas de içamento, por exemplo, pelo levantamento de garfos ou por impactos acidentais ou operacionais da movimentação. Os impactos podem ser devido a quedas ou a choques horizontais, causados pela movimentação severa ou pelas acelerações encontradas no transporte. Os impactos horizontais podem ser generalizados ou localizados e perfurantes. Um choque contra uma ponta do palete ou do garfo de empilhadeira é localizado ou perfurante, dependendo do material que o suporta. A intensidade dos impactos a ser avaliada no projeto depende de

estimativas baseadas na experiência e nos riscos previstos. A experiência pode ditar normas que sirvam de referência, por exemplo, para a altura da queda da embalagem contendo o produto ou a intensidade de choque perfurante. Devem ser conhecidas as limitações de peso máximo dos equipamentos de movimentação. Devem ser considerados não apenas os equipamentos disponíveis na expedição da carga, mas também os previstos no destino e nas operações de interface – portuárias, principalmente. Isto é especialmente importante em exportação para países pouco equipados.

### **3.10.2 - Armazenagem**

Podem ser destacados dois aspectos relevantes na armazenagem: as condições climáticas e o empilhamento. Outros fatores que devem ser considerados no processo logístico é o tempo de estocagem, as possibilidades de ataques biológicos (insetos e roedores), a facilidade de identificação e controle, os riscos de incêndio e de roubo.

Referente às condições climáticas, deve ser previsto se a embalagem, durante sua estocagem, é exposta ao tempo ou mesmo a intempéries durante o transporte e transferências, como nos portos ou até mesmo no descarregamento de contêiner/caminhão. Caso a embalagem seja estocada sob uma lona ou plástico, a falta de ventilação poderá provocar sérios danos por condensação de umidade. Quando ocorrer abaixamento de temperatura (formação de orvalho sob a cobertura, sobre a embalagem e até dentro desta), igualmente deve se prever prejuízos. Para produtos suscetíveis à umidade, a armazenagem deverá ser feita em local climatizado. A ventilação é também importante na armazenagem de produtos voláteis ou gases, sempre que houver algum risco de vazamento.

Se a embalagem for armazenada em depósito fechado, as condições de umidade também são relevantes. Quanto às condições de empilhamento, o esforço que a embalagem terá de suportar pela compressão vertical, irá determinar a resistência da embalagem quanto a essa compressão. É importante distinguir as condições de empilhamento na armazenagem das encontradas no transporte. O empilhamento no transporte implica, geralmente, em condições mais severas, em vista dos esforços dinâmicos.

Nesta situação um alto empilhamento está intimamente relacionado a alto custo, uma vez que a embalagem precisa ser mais resistente para suportar a pressão conforme já mostrado na equação 3.1.

Em muitos casos, quem suporta a compressão é o produto e não a embalagem. Neste caso ele pode vir a ser o limitador máximo deste empilhamento. Deve ser analisada a distribuição de esforços, além da estrutura de sustentação do produto.

Alguns produtos podem suportar o empilhamento durante algum tempo, mas sofrem deformação ou escoamento lento por efeito da carga, e as embalagens passam a suportar maiores esforços. Isto acontece, por exemplo, com açúcar em sacos: a desagregação lenta dos blocos de açúcar que suporta o peso provoca um aumento das pressões internas sobre as paredes do saco. A fim de se ter uma limitação de altura e ao mesmo tempo um grande empilhamento, são utilizadas estruturas como grandes estantes com prateleiras, de maneira a poder estocar produtos ou até mesmo paletes.

### **3.10.3 - Transporte**

A dimensão e a forma geométrica são fatores extremamente relevantes no projeto de uma embalagem em função do aproveitamento máximo de acondicionamento destas nos baús/contêineres. Conforme Moura & Banzato (2003) a normatização das dimensões de espaços da carga de equipamentos de transporte rodoviário é, ainda, muito insuficiente. Existem normas quanto a larguras externas máximas de veículos rodoviários, 2,60m no Brasil e 2,50m nos demais países latino-americanos – que constituem a restrição dimensional mais importante.

É comum, porém, a utilização de caminhões com largura menor, especialmente nos transportes de segundo trecho, que são os transportes efetuados com caminhões menores, que as transportadoras costumam usar para distribuir seus produtos dentro da cidade, ganhando com isso agilidade no processo.

Uma largura útil bastante comum é a de 2,40m. As larguras internas de vagões fechados variam entre 2,50 e 2,80m, para a bitola de 1,60m e em torno de 2,30m para a de 1m. Para vagões abertos (gôndolas), pode ser admitida a largura de 2,40m. As alturas livres podem ser limitadas pelo equipamento ou por condições das estradas (pontes, túneis). O equipamento pode ter espaço fechado, com altura limitada, por questões de estabilidade. Uma altura de 2,40m é em geral, uma limitação para as embalagens ou acondicionadores que terão transporte rodoviário. Vagões fechados podem ter altura livre um pouco menor entre 2,20 e 2,30m. Em geral o comprimento não é o principal problema das dimensões, em função de ser a maior dimensão entre as três (largura, altura e comprimento), tendo como exemplos contêineres e baús.

Outro limitador importante a ser considerado é o peso. No transporte aéreo o limitador de peso é por conta do tamanho da aeronave. Para o transporte rodoviário, a limitação fica

pela tara<sup>7</sup> do veículo. O transporte ferroviário é o mais indicado para cargas pesadas. Apesar de, no transporte marítimo ser possível a utilização de cargas pesadas, a limitação não fica por conta dos navios, mas sim pelos equipamentos de movimentação. É possível, nos portos, a utilização de guindastes especiais, o que eleva a capacidade de movimentação, porém a um custo adicional que incide sobre as tarifas de frete. Cargas muito pesadas são movimentadas sobre rodas para as embarcações que são dotadas de rampas de acesso.

### **3.11 - Considerações finais**

A revisão desse capítulo mostrou o que é uma embalagem e como ela pode ser classificada, como por exemplo, por nível, por finalidade, movimentação ou utilidade. Mostrou também a necessidade de se fazer testes de transporte, simulando a distribuição do produto e condições extremas de exposição desta unidade quando submetida a condições críticas de transporte.

Com este estudo, mostrou-se a necessidade de pensar adequadamente o desenvolvimento de embalagens para obter o melhor desempenho em sua utilização. Foram apresentados requisitos importantes para o desenvolvimento de embalagens, bem como suas funções. Também foram mostrados exemplos que ilustram típicas soluções para embalagem, que atendem as restrições impostas pelo produto e sua utilização. As normas revisadas caracterizam os testes necessários para certificar a embalagem e devem ser consideradas durante o projeto.

No próximo capítulo, com base nesse estudo e o de metodologias para o desenvolvimento de produtos, será proposta uma sistemática de desenvolvimento de embalagens, tratando-a como um produto, cujo problema deve ser especificado e soluções devem ser desenvolvidas, avaliadas e testadas.

---

<sup>7</sup> Tara é um termo utilizado para o peso de um veículo automóvel ou de um vagão de estrada de ferro quando vazios.

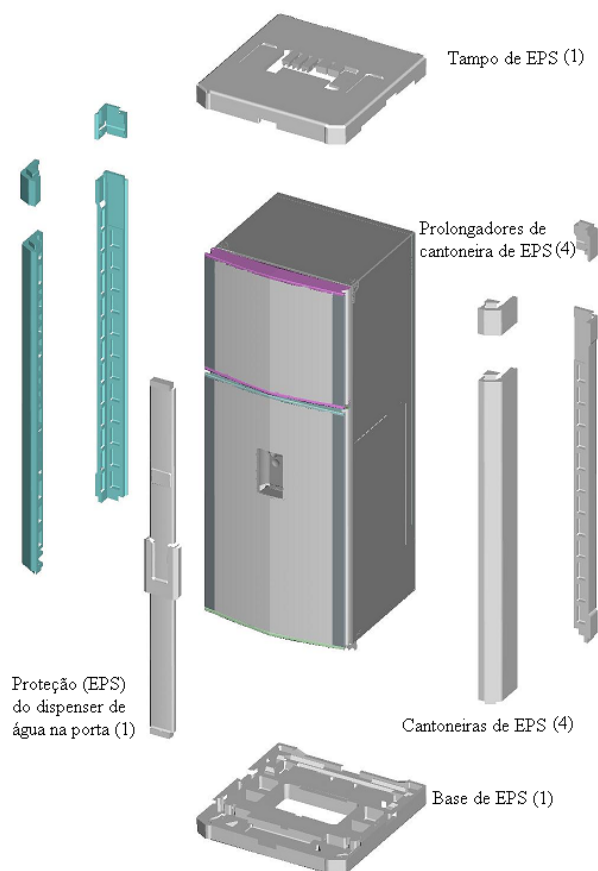
# CAPÍTULO 4

## PROPOSTA DE SISTEMÁTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UNIDADES EMBALADAS (UEs)

### 4.1 - Introdução

No presente capítulo, com base na revisão bibliográfica, propõe-se uma sistemática para o desenvolvimento de unidades embaladas. Antes dessa proposição se faz necessário definir o que é uma Unidade Embalada.

Uma unidade embalada (UE) é o conjunto que forma o sistema de embalagem de um produto: fixações externas ou internas juntamente com o produto e componentes complementares que auxiliam no fechamento deste conjunto. Para a linha branca, no caso de um refrigerador, fazem parte da unidade embalada os elementos de fixação de prateleiras, porta-ovos, porta do congelador; filme plástico entre componentes para evitar sovamento/abrasão; fitas e calços de fixação de porta, *dispenser* de água; console, além da embalagem externa propriamente dita e o refrigerador. As Figuras 4.1 e 4.2 ilustram esses elementos.



**Figura 4.1 - Típicos elementos externos de uma unidade embalada para o caso de um refrigerador**



**Figura 4.2 - Típicos elementos internos de uma unidade embalada para o caso de um refrigerador**

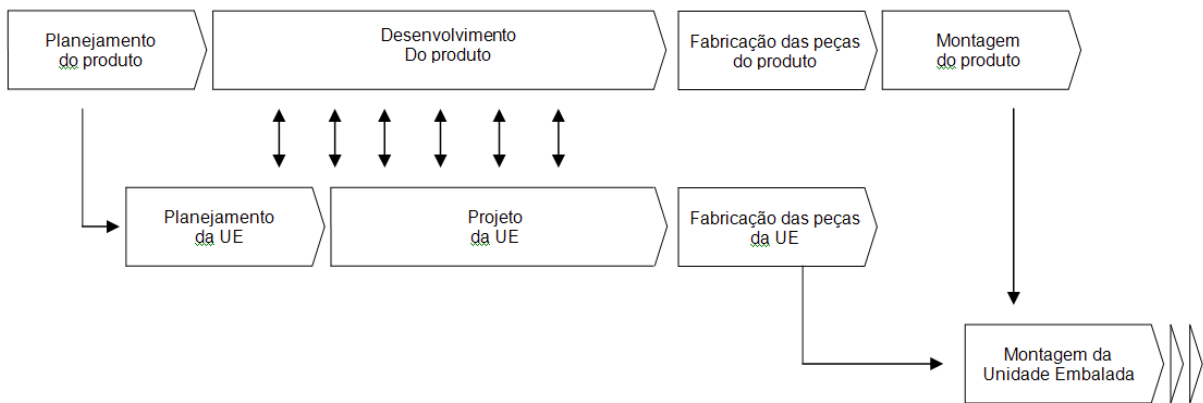
É comum, mesmo para aqueles que trabalham no desenvolvimento de produtos de linha branca, achar que embalagem é somente aquilo que veste o produto. As Figuras 4.1 e 4.2 mostram outros elementos que também fazem parte da embalagem e que são de grande importância para proteção do produto no seu transporte, formando a unidade embalada.

Assim, considera-se para o propósito de sistematização do processo de desenvolvimento de embalagens, o conceito de unidade embalada.

A sistemática para o desenvolvimento de unidades embaladas será apresentada por meio de mapas ou fluxogramas das atividades do processo, incluindo as entradas e saídas desse processo. Essa sistemática indicará o caminho que a equipe de desenvolvimento deverá percorrer para desenvolver uma UE. Considerando-se o fluxo de desenvolvimento do produto e da UE, (Figura 4.3), pode-se notar que ambos possuem fases de desenvolvimento que ocorrem paralelamente.



O desenvolvimento do produto percorre as fases de planejamento, projeto, fabricação e montagem dos componentes e segue com demais processos (não mostrados na figura). Em paralelo, como mostrado na parte inferior da Figura 4.3, ocorre o desenvolvimento da unidade embalada, partindo do planejamento, projeto e fabricação dos componentes da UE. Ao final dessas fases, o produto montado é integrado com os componentes da unidade embalada, procedendo-se a montagem da UE, que segue para a distribuição do produto. As setas na Figura 4.3 representam a troca de informações e a interação entre o desenvolvimento da UE<sup>8</sup> e do produto. A cada mudança do produto, o desenvolvimento da unidade embalada precisa ser alimentado com novas informações, se houver, e o contrário também é válido.



**Figura 4.3 - Relações entre fases do desenvolvimento do produto e UE**

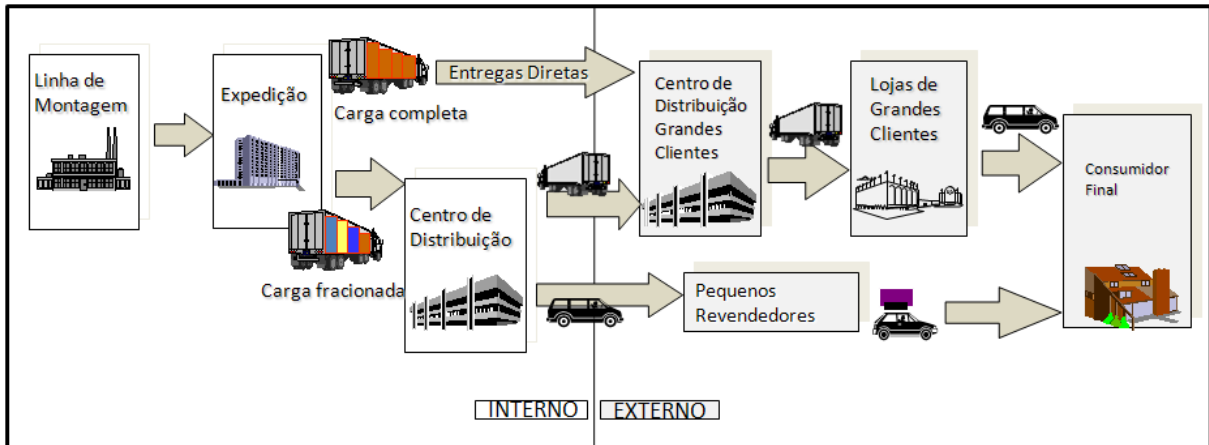
Quando se pensa no desenvolvimento da unidade embalada, pensa-se também no ciclo de vida, também chamado aqui de cadeia logística. A Figura 4.4 representa o processo de distribuição de uma unidade embalada a partir da linha de montagem até o consumidor final.

As UEs, ao saírem da linha de montagem, passam por uma série de movimentações até chegar ao consumidor final. Essas movimentações podem se dar através de carga completa ou fracionada; por meio de centros de distribuição ou diretamente ao consumidor. Quanto mais longe/maior for esta cadeia, maior é o risco que a UE está correndo de sofrer avarias e menor é o nível de controle que a companhia tem sobre a unidade embalada, conforme mostra a Figura 4.5.

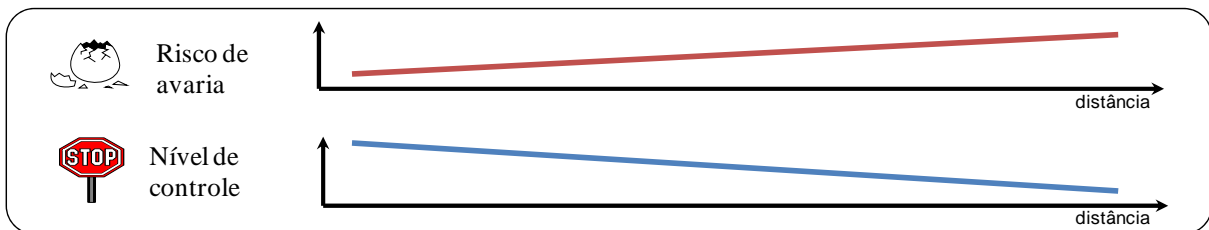
Até certo ponto, essas movimentações são efetuadas por funcionários da própria empresa de onde sai a unidade embalada e de funcionários do local de onde chega a UE. Nesse meio estão os funcionários das transportadoras. Observa-se então, que a unidade

<sup>8</sup> Neste trabalho a UE é considerada também como um produto, diferentemente de como utilizado em algumas das literaturas de desenvolvimento de produto onde a “embalagem” é um subproduto do produto em desenvolvimento.

embalada passa por diversas mãos até chegar ao consumidor final. O desenvolvimento de UE deve sempre contemplar estas movimentações na proposta de novos conceitos, considerando seu tipo de distribuição. O processo de distribuição pode ser contemplado por meio de testes de simulação de transporte e armazenamento da UE.



**Figura 4.4 - Processo de distribuição de uma UE – linha de montagem até consumidor final**



**Figura 4.5 – Risco e controle da UE ao longo da distribuição**

Baseado na literatura revisada sobre metodologias de desenvolvimento de embalagens, neste caso unidades embaladas, não foi identificado métodos ou modelos que contemplassem claramente as fases de planejamento de projeto, projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado, da forma como sugere a sistemática proposta por Back et al. (2008). Um processo sistematizado organiza a maneira de se desenvolver a unidade embalada, além de fornecer instrumentos para a equipe de projeto considerar todos os aspectos do ciclo de vida da UE, seguindo uma seqüência cronológica.

Desta forma, conforme a Figura 4.6, são descritas de forma generalizada as fases de desenvolvimento de uma unidade embalada, cujo detalhamento é apresentado nos itens que segue.



Figura 4.6 – Fases de desenvolvimento da UE

## 4.2 - Planejamento do Projeto da UE

O planejamento do projeto da UE é a fase inicial do processo de desenvolvimento onde se define, incluindo entre outros, o cronograma e as metas a serem atingidas com o projeto da UE. A Figura 4.7 mostra a estrutura de atividades propostas para o planejamento do projeto da UE. Mostra também as entradas, saídas, métodos e ferramentas de cada atividade.

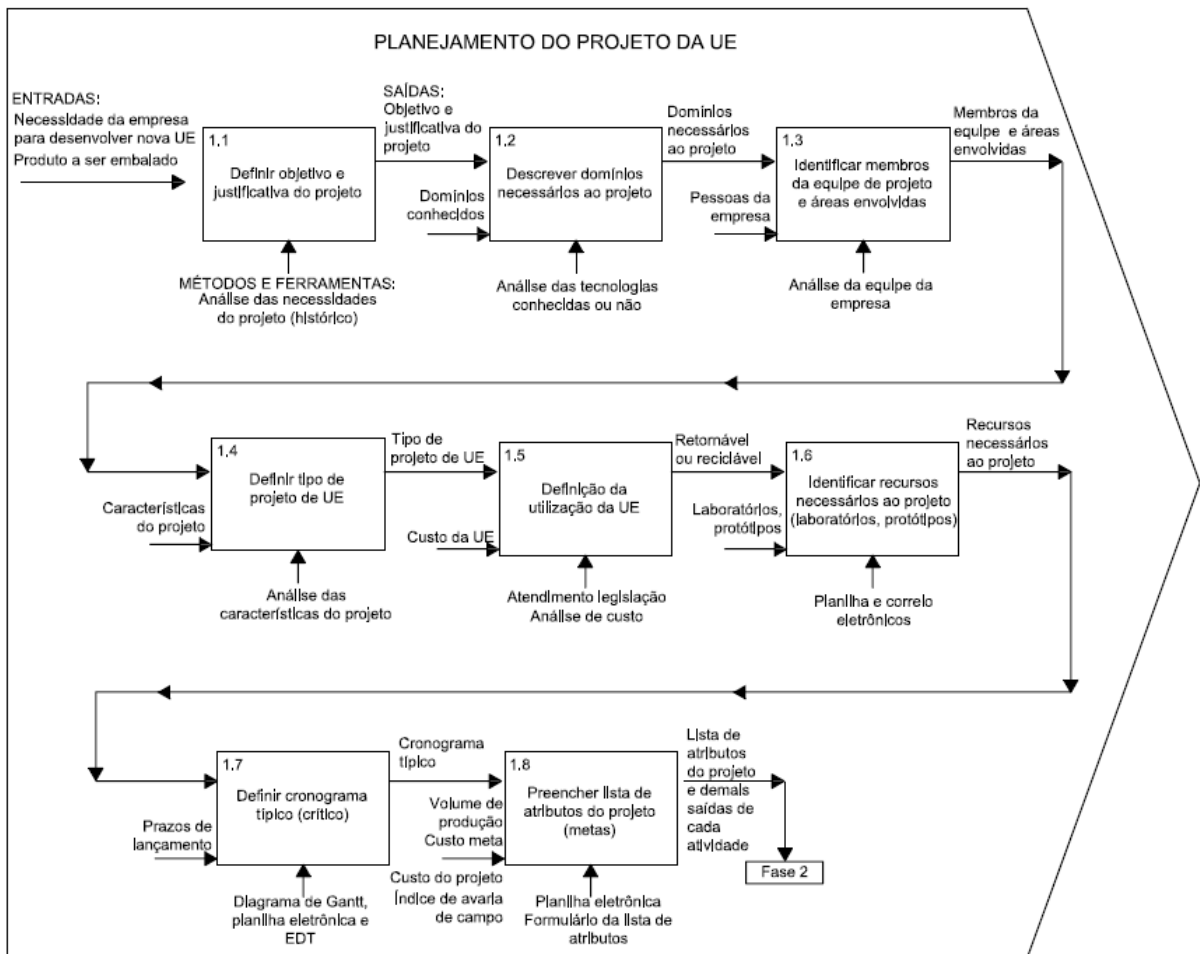


Figura 4.7 – Fase 1 – Planejamento do projeto da UE

Para o início do projeto de uma UE devem-se ter claras duas informações relevantes: a necessidade da empresa de desenvolver a nova UE e qual o produto a ser embalado. Neste caso não necessariamente o produto deve estar totalmente definido. Informações genéricas já estarão disponíveis como, por exemplo, mercado de venda e dimensões gerais.

Deve-se inicialmente, descrever o **objetivo e a justificativa do projeto da UE**, ou seja, o que e porque será desenvolvida a UE, e os **domínios de conhecimento necessários ao projeto**. Neste caso entende-se como domínio o conhecimento a respeito de uma tecnologia

e/ou fabricação de um componente. Nas justificativas apresentam-se o histórico de onde e porque surgiu a necessidade de se fazer o projeto da UE. Vale ressaltar que a justificativa pode estar atrelada à necessidade de desenvolver a unidade embalada para um produto novo. Nesse caso a descrição do produto também se faz pertinente. Descrever os domínios necessários facilita para a equipe entender se será preciso ajuda externa ou maior tempo para estudar as tecnologias envolvidas e não dominadas pela equipe.

São então identificados os **membros da equipe e as áreas envolvidas**. Isso faz com que a gerência possa planejar adequadamente de onde virá cada recurso, podendo também verificar qual o impacto do trabalho de cada participante no projeto em seus afazeres diários.

A partir desta definição, toda pessoa que for solicitada pelo coordenador do grupo, está oficialmente envolvido, pois foi informado de sua importância e necessidade de participação no projeto.

Então, deve-se **definir o tipo de projeto de UE**. Essa definição é importante por direcionar o projeto e a equipe e também o foco de atenção para onde a equipe direcionará seus trabalhos. O projeto da UE pode ser classificado em quatro tipos, de acordo com o Quadro 4.1.

**Quadro 4.1 – Características para os tipos de projeto UE**

<b>Tipo de projeto de UE</b>	<b>Características</b>
UE para o novo mercado de distribuição	Um produto que foi projetado para ser vendido e transportado no mercado nacional pode ser vendido para diferentes países. As mudanças do produto podem ser pequenas, porém sua movimentação poderá ser muito maior e possivelmente diferente com relação à situação atual (mercado nacional, por exemplo). Neste caso se faz necessário um projeto dedicado à UE nessa nova condição
Melhoria de qualidade da UE	O tipo de projeto para melhoria de qualidade da UE está geralmente atrelado a informações captadas do mercado, oriundas do consumidor, dos fornecedores, transportadoras, ou toda e qualquer pessoa que possa fazer parte do processo de transporte/envio do produto, desde a saída da linha de fábrica, até a casa do consumidor.
Redução de custo da UE	O foco das empresas geralmente está vinculado à redução de custo que pode ser realizada por meio de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilização de materiais alternativos;</li> <li>• diminuição de peso do componente da UE;</li> <li>• diminuição do dimensional do componente da UE;</li> <li>• mudança de especificação do material da UE;</li> </ul>
UE para produto novo	Um produto novo requer também um novo projeto de UE. Toda a movimentação e transporte deve ser analisada e validada. A equipe de projeto de produto pode achar que pequenas mudanças durante o desenvolvimento do produto não terão impactos significativos no desenvolvimento da UE, que é feito paralelamente. Entretanto, a cada mudança no produto devem-se verificar as modificações necessárias na sua embalagem.

Os diferentes tipos de projeto de UE irão orientar a equipe de projeto quando estiverem verificando a lista de atributos de projeto, conforme Quadro 4.2. Como exemplo, se o projeto for de redução de custo, o custo meta da UE será o atributo que deverá ser

considerado como prioridade no desenvolvimento. Entretanto os demais atributos são importantes e devem ser contemplados no projeto, mesmo que em menor ênfase.

A próxima atividade que deve ser realizada na fase do planejamento é a **definição da utilização da UE**. Ela pode ser classificada em: retornável e descartável. A indústria de linha branca tem utilizado a UE descartável para os projetos, mas não se pode negar a possibilidade do uso de uma UE retornável, ou mesmo um reaproveitamento da descartável. Sendo assim, podem ocorrer projetos paralelos que visem ao reaproveitamento da UE. O impacto ambiental que essas UEs causam, o custo, e o atendimento de legislações, fazem com que cada vez mais o uso da UE retornável seja pertinente. A variável custo cada vez mais está presente no dia a dia do projeto de novos produtos, sendo que a redução de custo tem se tornado alvo principal desses projetos.

Também é necessário **identificar recursos** para o desenvolvimento do projeto como, por exemplo, laboratórios e protótipos. A intenção dessa atividade, nesta fase, é a de verificar se a empresa dispõe desses recursos ou será necessário contratar uma empresa terceirizada ou mesmo se há possibilidade de a empresa criar estes ambientes.

Para o desenvolvimento do **cronograma do projeto** pode ser utilizado, inicialmente, o desdobramento das atividades por meio do método EDT (Estrutura de Desdobramento de Trabalho), conforme Back, et al. (2008), utilizando o modelo orientado às funções. Com base nesse desdobramento pode ser elaborado o cronograma, que é representado, em geral, pelo diagrama de Gantt.

Quando a UE é desenvolvida para o projeto de um produto novo, o cronograma de desenvolvimento seguirá em paralelo ao do produto, conforme pode ser observado na Figura 4.3 e deve ser considerado no cronograma de desenvolvimento do novo produto. Desta forma o prazo de lançamento do produto novo não sofrerá atrasos por não ter sido finalizado o desenvolvimento da UE.

Por fim, nessa fase de planejamento, deve ser preenchida a **lista de atributos do projeto**, que terá como informação principal as necessidades e metas advindas do projeto da UE. O Quadro 4.2 pode ser utilizado como sendo o formulário da lista de atributos, substituindo as células de características pelos valores dos atributos para o projeto em questão.

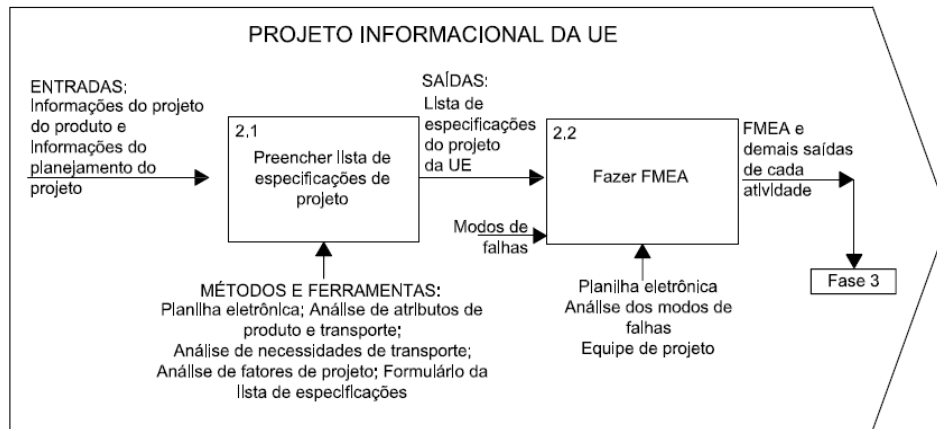
Ao final deste processo se tem o objetivo e justificativa do projeto, domínios necessários, membros da equipe, tipo de projeto de UE, retornável ou não, recursos necessários, cronograma típico e lista de atributos do projeto. Essas informações irão orientar o trabalho da equipe nas fases que seguem do processo, que serão descritas a seguir.

**Quadro 4.2 - Lista de atributos do projeto de UE**

Atributo	Características
<b>Volume de produção</b>	O volume de produção terá um impacto significativo no preço do conjunto final. Aspectos como sazonalidade poderão alterar itens de produção como confecção de novos moldes, novos turnos de trabalho, entre outros. O volume de produção é um requisito que a área de marketing informa para equipe de desenvolvimento e é calculado com base em históricos de vendas de produtos similares já vendidos pela companhia ou análise dos produtos concorrentes disponíveis no mercado. Baseado nessas informações a equipe de marketing faz uma projeção aumentando proporcionalmente os números anteriores conforme seu estudo de impacto do novo produto no mercado. Desta forma ela consegue estipular qual será o volume de produção aproximado. No caso de UE para produto já existente, somente considerar os volumes atuais de vendas com projeções de expansão de mercado futuro.
<b>Custo meta</b>	É a somatória dos custos de todos componentes da UE. Geralmente está atrelado ao valor de uma UE antiga que se queira atingir (referência). No caso de um produto totalmente novo, com UE nova, esse valor pode ser de difícil composição, mesmo assim deve ser estimado. Os valores aqui mencionados são de peças, não levando em conta o processo de montagem. Peças que por ventura sejam confeccionadas internamente, também devem ser precificadas para compor o custo total da UE. Neste caso é considerado o custo da matéria-prima e mão-de-obra para a fabricação da peça acabada.
<b>Custo do projeto</b>	É todo aquele custo gerado pela equipe, como por exemplo, aquisição de novos equipamentos, expansão de departamentos, alterações de linha de produção, protótipos, testes, entre outros. Deve ser efetuado o somatório desses para se chegar ao custo do projeto. O custo é uma estimativa, não sendo exatamente o valor que a equipe irá gastar, pois novas necessidades surgem no decorrer do processo, mas deve ser planejado de forma o mais precisa possível para evitar grandes ajustes no orçamento.
<b>Índice de avaria de campo</b>	É a quantidade, em valores percentuais, de UEs que retornam para a fábrica. Neste caso, é o valor de unidades retornadas dividido por cem. Para estimar esses valores em um projeto novo, deve-se fazer um levantamento com equipe de qualidade de quantos produtos retornam de campo por problemas de embalagem/transporte com relação aos produtos já vendidos pela empresa. Se possível detalhar essa quantidade por causas/problemas que geraram o retorno. Esse índice deve ser informado pela equipe de engenharia de qualidade. O índice de avaria deve ser considerado com base no período de doze meses. Da mesma forma que o volume de produção e custo meta, o índice de avaria de campo é um valor estimado, sendo baseado, geralmente, em valores que a empresa paga pelo retorno de UEs avariadas para a fábrica e o valor pago ao consumidor por um novo produto (ocorrência de amassamento, por exemplo). Quanto maior é o índice, maior é o valor gasto pela empresa. Isso é semelhante aos gastos que todas as empresas de bens de consumo têm com relação a produtos que falham e estão no período da garantia. Então, baseado em índice atual (histórico) de outros produtos, que tem um custo específico de retorno de campo, a equipe faz uma estimativa: se quer utilizar os mesmos valores de índice ou optar por baixar os custos de retorno.

### 4.3 - Projeto Informacional da UE

É na fase do Projeto Informacional que ocorre captação de informações do produto que será transportado que têm impacto direto no conceito da nova UE, ou adequação da mesma. Informações sobre o transporte também são definidas nesta fase. A Figura 4.8 mostra a estrutura de atividades para projeto informacional da UE, com suas entradas e saídas.



**Figura 4.8 - Fase 2 - Projeto informacional da UE**

Neste momento deve ser **preenchida a lista de especificações de projeto da UE**, conforme Quadro 4.3, para agrupar todas as informações necessárias para as demais fases do projeto.

O Quadro 4.3 está separada por atributos de produto e transporte, necessidades de transporte e fatores de projeto. Da mesma forma que na lista de atributos do projeto da UE, o formulário de preenchimento pode ser o mesmo da lista de especificações, conforme Quadro 4.3, substituindo as características pela resposta dos atributos descritos no quadro.

**Quadro 4.3 - Lista de especificações de projeto da UE**

		Características
Atributo de produto e transporte	Normas e leis para aprovação da UE	<p>Atendimento/certificações de normas externas devem ser identificadas nesta fase de desenvolvimento. Podem-se citar algumas normas comumente empregadas no desenvolvimento da UE, solicitadas na aprovação de produto e UE de linha branca:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ASTM D4169<sup>9</sup> - <i>Standard practice for performance testing of shipping containers and systems.</i></li> <li>• ISO14000 – Gestão Ambiental;</li> <li>• ISO9000 - Gestão de Qualidade;</li> <li>• OHSAS18000 – Saúde e Segurança Ocupacional;</li> <li>• ROHS – Restrição de Uso de determinadas Substâncias Nocivas (Europa).</li> <li>• WEEE – Reciclagem ou recuperação dos produtos ao final de sua vida útil;</li> <li>• IEC 60335 – 1 – Segurança elétrica de equipamentos de uso domésticos;</li> <li>• UL250 – Segurança de Refrigeradores e Congeladores domésticos;</li> </ul>

<sup>9</sup> Vale ressaltar que conforme já mencionado no capítulo 3 - item 3.6.2, essa norma identifica quais testes a Unidade Embalada deve ser submetida, que neste caso vem a ser as demais normas ASTM citadas no Capítulo 3.

**Quadro 4.3 - Lista de especificações de projeto da UE (continuação)**

	<b>Forma geométrica do produto</b>	Se já está definida ou será baseada em outro produto existente. Ajuda na definição do novo conceito da UE. Quanto mais em forma de quadrado for o produto, mais fácil será projetar uma UE, e menor será o custo. Verificar sempre os valores de LAP (largura, altura e profundidade) máximos de um produto.
	<b>Peso do produto</b>	Se não definido, verificar aproximadamente qual o valor. É importante para entender que tipo de embalagem e transporte o produto terá. Pode ser citado, como exemplo de UE leve e pesada, purificadores de água que possuem aproximadamente 10 kg ou um produto refrigerador duas portas, que pode pesar até 150 kg. Certamente o segundo deverá possuir proteção mais resistente que o primeiro.
	<b>Restrições de tamanho ou material da UE</b>	É verificado se existe alguma restrição com o material da UE ou com o dimensional externo da mesma. Por exemplo, alguma dimensão que possa impactar negativamente no carregamento máximo de uma carreta/contêiner. O custo de transporte é muito alto e a dimensão maior do que necessário poderá aumentar o custo de transporte de cada UE, se diluído o custo do frete ao número de produtos dentro de uma carreta. Entretanto pode ser verificado que se o dimensional externo for muito próximo ou igual ao dimensional do produto, já se tem um problema potencial que é a falta de espaço se colocar os componentes da UE.
	<b>Característica de mercado do produto</b>	São, muitas vezes, casos específicos que podem estar relacionadas à cultura em determinados mercados: cores de embalagens, formas, símbolos. Por exemplo, em alguns países existem cores que para a população local são tidas como sagradas e que não podem ser utilizadas na UE. Outro caso é o fato de muitos países só aceitarem o tipo de UE que possui caixa de papelão por fora. Eles acreditam que ela protege mais que outros conceitos, fato esse, que nem sempre é verdade.
	<b>Condições ambientais do trajeto de transporte</b>	A identificação do clima das regiões em que o produto estará suscetível ao passar é fator importante nesse processo. O clima pode ter alta umidade, temperaturas extremas, chuvas constantes. A unidade embalada precisa ser resistente a estes problemas de intempéries.
	<b>Tipo de movimentação da UE</b>	A movimentação das UEs ao longo do trajeto deve ser identificada, principalmente no que se refere ao carregamento e descarregamento de carretas. Ele poderá ser feito utilizando equipamentos como empilhadeira tipo garfo, empilhadeira tipo <i>clamp</i> e/ou isamento, que são chamados de movimentação mecanizada; ou também a movimentação poderá ser manual, quando o ser humano interage com a UE.
	<b>Pode ser transportado em outras posições?</b>	Devem ser definidas quais posições os produtos podem ser transportados e empilhados. O mais comum é que o produto seja transportado na posição vertical, na qual ele foi concebido para ser usado (produto em operação), mas às vezes o mesmo pode ser transportado deitado ou também chamado na horizontal.
	<b>Existem peças de outras UEs que pode utilizadas (padronização)?</b>	A padronização é um processo chave quando colocado como um fator que contribui para a redução de custo. Sendo assim quanto mais peças existentes forem utilizadas nessa nova UE, menor será o custo total, pois se economiza com a maior demanda de componentes existentes, além do tempo de desenvolvimento, que também é muito importante nesse processo.
	<b>A base do produto será base de processo?</b>	Base de processo é aquela que leva o produto ao longo da linha de produção. Essa base pode eventualmente a base do produto, ou melhor, parte inferior da UE. É interessante que a base de processo seja a mesma da UE, pois se minimizam custos.
		<b>Ensaio relacionados</b>
<b>Necessidades de transporte</b>	A UE será transportada em região com risco de chuva? Alta umidade? Diferenças de temperatura?	Fazer ensaio de chuva, dispor a UE em ambiente de alta umidade e diferentes temperaturas, antes de iniciar os testes (câmara climática).
	A UE será transportada com empilhadeira tipo garfo?	Fazer ensaio de perfuração de UE, queda rotacional, transporte com empilhadeira.



**Quadro 4.3 - Lista de especificações de projeto da UE (continuação)**

	A UE será transportada com empilhadeira tipo <i>clamp</i> ? Quantos produtos serão capazes de ser transportados por vez?	Fazer ensaio de <i>clamp</i> , prevendo todos os tipos de arranjo possíveis, como por exemplo, uma UE, duas UEs transportadas lado a lado, quatro UEs, duas em cima, duas embaixo, considerando as condições mais críticas.
	A UE será transportada em carreta/container? Será transporte misto, ou somente aquele tipo de UE? Esse carregamento será feito somente por caminhão, ou também por navio, trem e/ou avião? As UEs serão empilhadas (colocadas umas sobre as outras) no transporte?	Fazer testes de vibração randômica com frequências de excitação do transporte tipo carreta, navio, trem e ou avião conforme levantado. O empilhamento deve ser o mais próximo possível da prática. No caso de carregamento misto colocar os produtos dispostos na mesa de vibração de tal maneira que se possam simular diferenças de geometria entre produtos. Isso pode ser simulado colocando lastros rentes às UEs quando fixados na mesa de vibração. Esses lastros por possuírem dimensões diferentes, poderão encostar-se à UE e eventualmente causar um sovamento na mesma.
	A UE será movimentada <b>Necessidades de transporte manual?</b> Será transportada também com o auxílio de carrinhos?	Fazer ensaio de queda livre e transporte com carrinho.
	A UE será empilhada?	Fazer ensaio de compressão e também empilhamento prático.
	Quando efetuado enlonamento do caminhão (carreta aberta) será necessário andar sobre as UEs?	Fazer ensaio de “pisamento”.
<b>Fatores de projeto</b>		<b>Por quê?</b>
	Revisar <b>histórico e normas de segurança</b> relacionado à UE referente a transporte:	No transporte podem ser destacados problemas como regiões da UE pontiagudas. Além disso, devem ser verificados riscos potenciais de acidentes relacionados ao mau uso. Mesmo que a equipe de projeto não consiga evitar os problemas, ela deve tentar minimizar ao máximo a ocorrência deste.
	Revisar <b>histórico e normas de segurança</b> relacionado à UE referente ao desembalamento:	Já, no desembalamento, devem ser verificados, e evitados no projeto, problemas como o de arestas cortantes, além dos ergonômicos. <b>Desembalamento</b> deve ser concebido de tal maneira a criar menor problema possível ao consumidor, principalmente ergonômico. Deve conter instruções externas escritas, ou por meio de Figuras. Tracejados nas regiões de corte da UE facilitam o entendimento do consumidor para esse processo. Deve ser verificado se o consumidor deverá levantar, deitar ou inclinar o produto durante o desembalamento e neste caso estar descrito nas instruções.





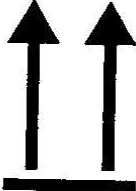

**Quadro 4.3 - Lista de especificações de projeto da UE (continuação)**

<b>Informações sobre problemas</b> relacionados à unidade embalada, advindos do campo, laboratórios de desenvolvimento e logística	Essas informações poderão servir de referência para que o erro já cometido não aconteça novamente.
<b>Necessidades de montagem/manufatura</b> para com a UE	Verificando área de estocagem da mesma, tempo de montagem, dificuldade de executar a tarefa entre outros.
<b>Laboratórios de avaliação</b>	Devem ser identificados e previamente avisados da necessidade de testes de simulação de transporte para a colocação da demanda no cronograma de trabalho do laboratório, evitando assim fila de espera de teste e por consequência atraso no projeto.
<b>Fornecedores</b>	Devem ser identificados e contatados, sendo informados da ocorrência de novo projeto e possível fornecimento de componentes. Informações como, demanda prévia, prazo de entrega, entre outras, devem ser apresentadas, contribuindo para com a programação do fornecedor.
<b>Necessidades de marketing e design da UE</b>	É comum essas áreas utilizarem a UE para identificar e fazer propaganda do produto ao mesmo tempo. Isso contribui com o desenvolvimento de imagem da marca do produto em questão. Neste caso deve ser feita uma <b>reunião com a área de Design e Marketing</b> para discutir e aprovar quais são as necessidades de marketing relacionadas à UE em desenvolvimento. Dependendo da situação essas necessidades podem ter um impacto alto no custo, em função, muitas vezes, de <b>grandes imagens, como por exemplo, fotos impressas nas faces da UE.</b>
<b>Revisão de símbolos para a etiqueta de transporte</b>	Ainda na identificação da UE, é necessário <b>prever qual simbologia de transporte</b> deverá ser utilizada. Quais faces serão identificadas? Em alguns casos não há necessidade de identificar todas as faces da unidade. Mas isso deve ser estudado para não ocorrerem problemas durante o transporte por má identificação da UE.

No Quadro 4.4 podem ser visualizados os principais símbolos utilizados em etiquetas de transporte. A utilização de símbolos é de extrema importância porque é uma linguagem universal. Fazendo leitura visual, mesmo que o operador nunca tenha visto um símbolo como esse antes, certamente irá perceber o que está sendo solicitado pelo mesmo.

Por fim deve ser elaborado a **Análises dos Modos e Efeitos das Falhas**, conforme descrito no capítulo 2, item 2.4, ou como também é chamado FMEA. Este método auxilia na projeção de possíveis problemas que possam ocorrer na UE, levantando o nível de gravidade e estabelecendo ações com esses problemas, principalmente quando aplicado na fase informacional. O FMEA precisa ser feito com a participação de toda equipe de projeto. É uma oportunidade para alinhamento de informação de todos com relação a possíveis problemas decorrentes do projeto. A priorização do tratamento das possíveis falhas encontradas no FMEA é expressa por números decrescentes. Quanto maior o número maior a importância da função do conjunto ou componente da UE perante seu modo de falha.

**Quadro 4.4 - Exemplos de símbolos de etiqueta de transporte**

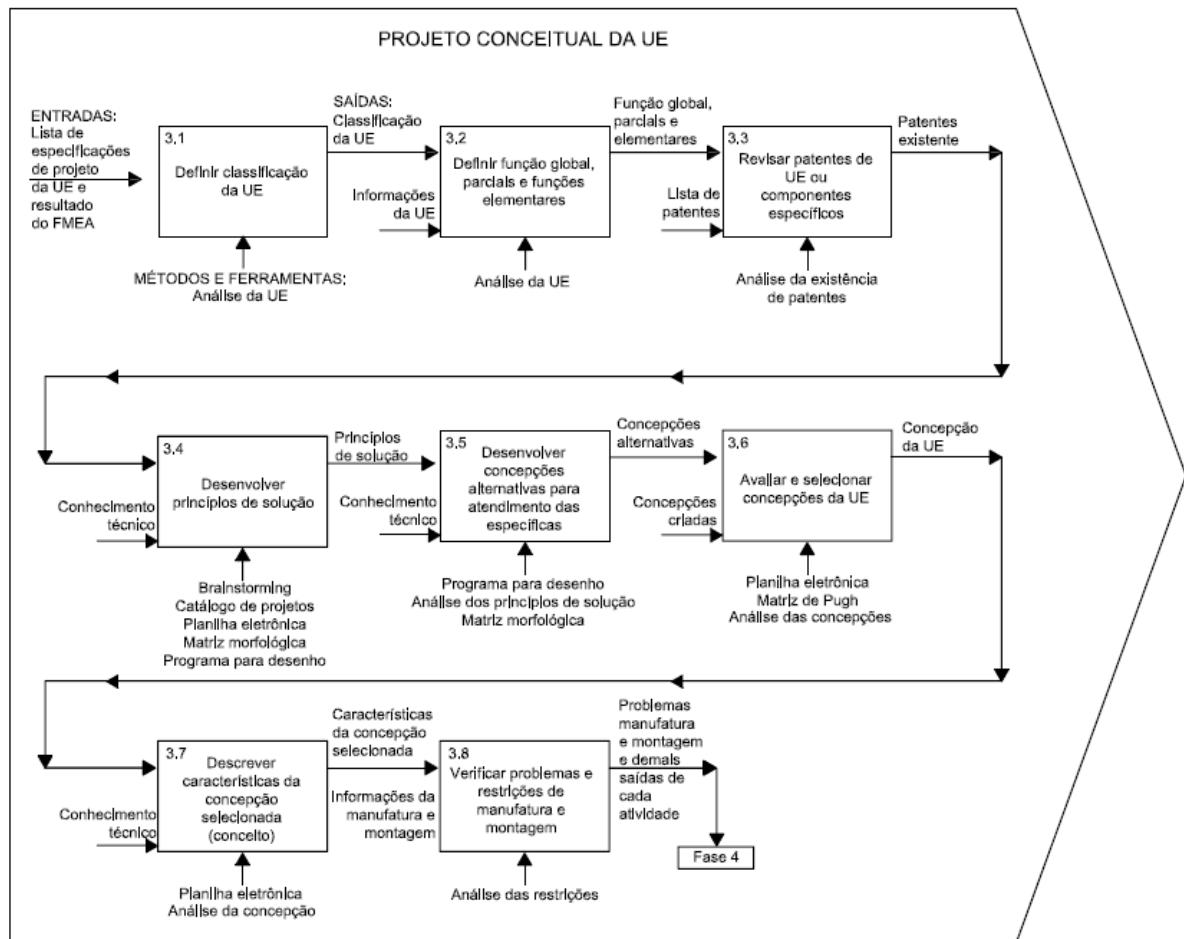
Símbolos de etiqueta de transporte	Descrição do Símbolo
	Pega de empilhadeira tipo <i>clamp</i> permitido nesse sentido;
	Pega de empilhadeira tipo <i>clamp</i> não permitido nesse sentido;
	Empilhamento máximo permitido;
	Objeto Frágil; Manusear com cuidado;
	Este lado para cima;
	Manter seco. Risco de degradação quando molhado;

Conforme já descrito no Capítulo 2, a equipe pode decidir por não ser obrigatório resolver todos os modos de falha das funções levantados no FMEA, baseando-se em sua pontuação baixa. Entretanto isso deve estar descrito no quadro do FMEA.

Ao final deste processo se tem: a lista de especificações do projeto da UE, além do FMEA.

#### 4.4 - Projeto Conceitual da UE

É na fase do projeto conceitual que é estabelecido o conceito da UE. Esse conceito corresponde à descrição de como será a UE, definindo suas características funcionais. Na Figura 4.9 apresentam-se as atividades dessa fase, que são descritas a seguir.



**Figura 4.9 – Fase 3 – Projeto conceitual da UE**

A primeira atividade dessa fase consiste em definir qual a **classificação da nova UE**: se é uma UE primária ou secundária, se é de distribuição, ou somente de exposição. Isso ajuda a direcionar a equipe no desenvolvimento de alternativas e efetuar a escolha da concepção.

Segue-se com a definição da **função global da UE**, tendo como base as especificações do projeto. A função global pode ser decomposta em **funções parciais**. Proteger e conter geralmente são utilizados como funções parciais de uma UE de linha branca. Comunicação e identificação são utilizadas com menos frequência neste segmento de produto.

Na sequência as funções parciais são decompostas em **funções elementares**. Podem ser citados como exemplos de função elementar de uma UE: proteger região do tampo do produto, proteger região da base, proteger laterais para pega com empilhadeira, comunicação ou informação da UE. Para cada função elementar deve existir um princípio de solução. Princípio de solução de uma UE pode ser na forma de tampo superior, base, proteção da lateral, cantoneiras, entre outros.

Antes de desenvolver princípios de solução e concepções alternativas, recomenda-se **revisar patentes** de outras embalagens, ou soluções já utilizadas pela concorrência. Isso é recomendado para evitar que a equipe de projeto gaste tempo sobre uma solução que já foi

patenteada. A revisão de patentes também ajuda o desenvolvimento de princípios de solução para as subfunções da UE.

**Os princípios de solução** podem ser elaborados com o apoio de métodos de criatividade como *brainstorming*, matriz morfológica, catálogos de projeto, entre outros. O ideal é que essa atividade ocorra com a equipe reunida, para geração de idéias diferentes das já conhecidas por todos.

Após o desenvolvimento de princípios de solução para cada função da UE deve-se combinar os princípios de solução para **desenvolver as concepções alternativas**. Essa atividade pode ser apoiada pelo método da matriz morfológica.

As **concepções desenvolvidas devem ser avaliadas e selecionadas** aquelas de melhor potencial para satisfazer as especificações de projeto da UE. Emprega-se nessa atividade o método de Pugh conforme descrito no Capítulo 2, item 2.4. É importante que nessa avaliação a equipe de desenvolvimento esteja presente, bem como os representantes das áreas envolvidas, pois a experiência de cada um é essencial para a definição dos critérios de avaliação e atribuição de valores na matriz de Pugh.

Deve-se então verificar a necessidade de melhorias que possam ser introduzidas utilizando como referência demais conceitos desenvolvidos.

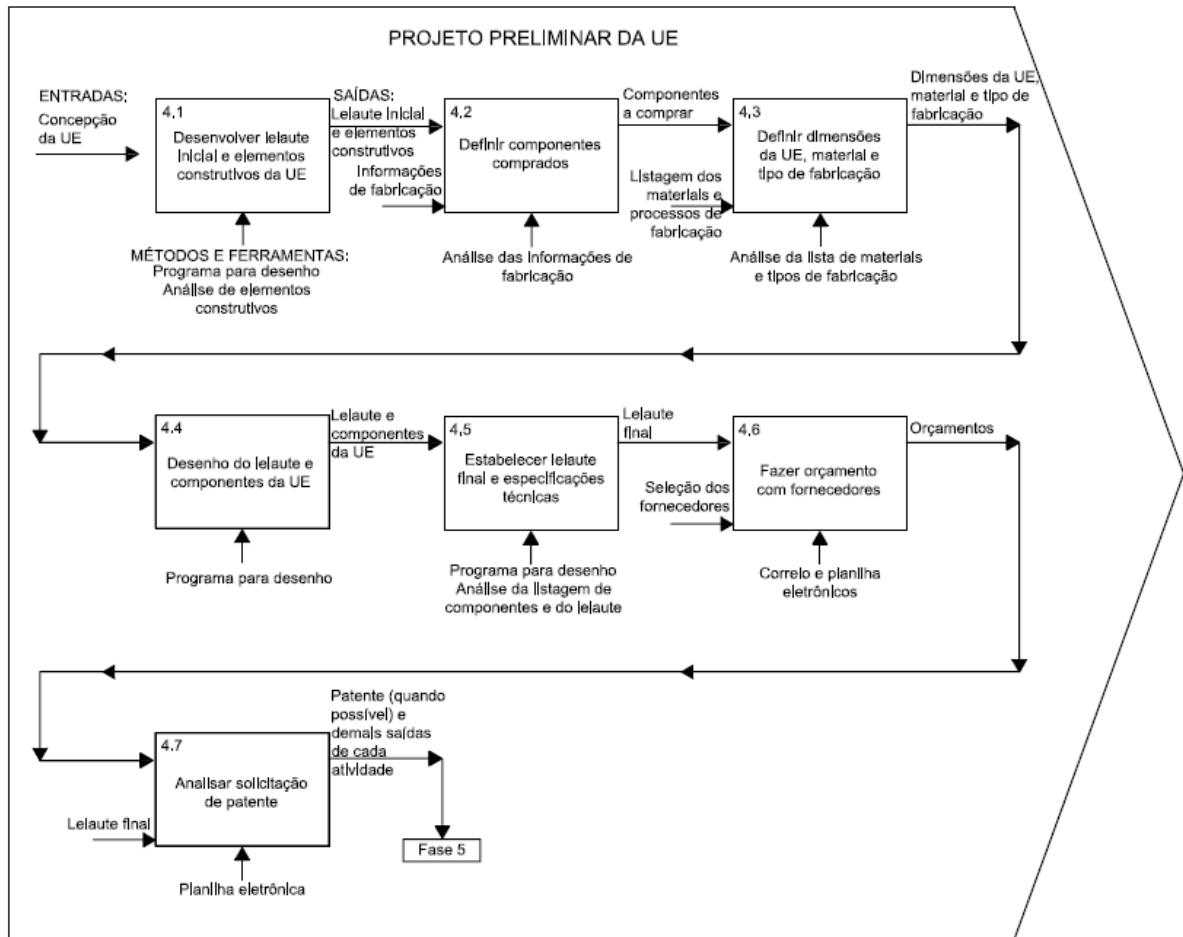
Descreve-se, então, **as características** da concepção selecionada da UE, e **verificam-se problemas, restrições e necessidades da manufatura, fornecedores da UE**. As características da concepção podem ser descritas ou mesmo desenhadas.

Ao final da fase de projeto conceitual é obtida a classificação da UE, função global, parciais e elementares; patentes existentes; princípios de solução; concepções alternativas; concepção da UE; características da concepção selecionada além dos problemas de manufatura e montagem.

#### 4.5 - Projeto Preliminar da UE

Projeto Preliminar é a fase onde começam a ser definidas as formas e dimensões da UE. A estrutura de atividades para essa fase é mostrada na Figura 4.10.

A atividade inicial consiste no **desenvolvimento do leiaute inicial da UE** e onde são definidos **elementos construtivos** que devem ser agrupados e/ou separados. O agrupamento de princípios de solução faz com que se minimize a quantidade de peças, desta forma um componente estará exercendo a função de dois ou mais princípios de solução. Além da oportunidade de reduzir número diferente de peças, diminuir espaço de estoque e por conseqüência reduzindo custo final da UE. Também são verificados quais componentes **devem ser comprados**.



**Figura 4.10 - Fase 4 - Projeto preliminar da UE**

Também devem ser **definidas dimensões da UE, material a ser utilizado para fabricar, processo de fabricação.**

Deve-se fazer o **desenho do lelaute** da unidade embalada e seus componentes. Essa atividade, em caso de falta de mão-de-obra (projetista) dentro da equipe de projeto, poderá ser realizada pelo fornecedor da UE, mesmo que ele não forneça toda UE.

Para o desenvolvimento do desenho é necessário obter a geometria externa exata do produto a ser embalado, dando ênfase para linhas complexas, superfícies irregulares e regiões frágeis, não deixando de lado a interação que as peças da UE deverão ter com o produto. Os encaixes e nervuras das peças como base e tampo, devem ser projetadas de tal maneira a não deixar o produto com folga dentro das peças muito menos com interferência. Quando essas peças forem fabricadas em material EPS, por exemplo, levar em consideração que as mesmas são fabricadas com ângulo de extração para facilitar a retirada do molde. É comum utilizar ângulo de extração de pelo menos 1°. Para peças desse mesmo material vale acrescentar que sofrem contração após injetadas devido ao resfriamento durante o processo de fabricação. Considerar 3% a mais de volume da peça quando efetuar o dimensionamento.

É estabelecido então o **leiaute final**, juntamente com especificações técnicas. São listadas todas as peças que fazem parte da UE, detalhando tipo de material e especificação que cada componente deve ter.

Juntamente com os fornecedores de componentes e/ou UE faz-se o **orçamento** para alinhamento das alterações decorrentes do projeto. Uma reunião muitas vezes se faz importante nessa fase. O fabricante de linha branca e o fornecedor de componentes para UE expõem suas necessidades e dificuldades que encontraram para com a UE e todo o processo de fornecimento/recebimento.

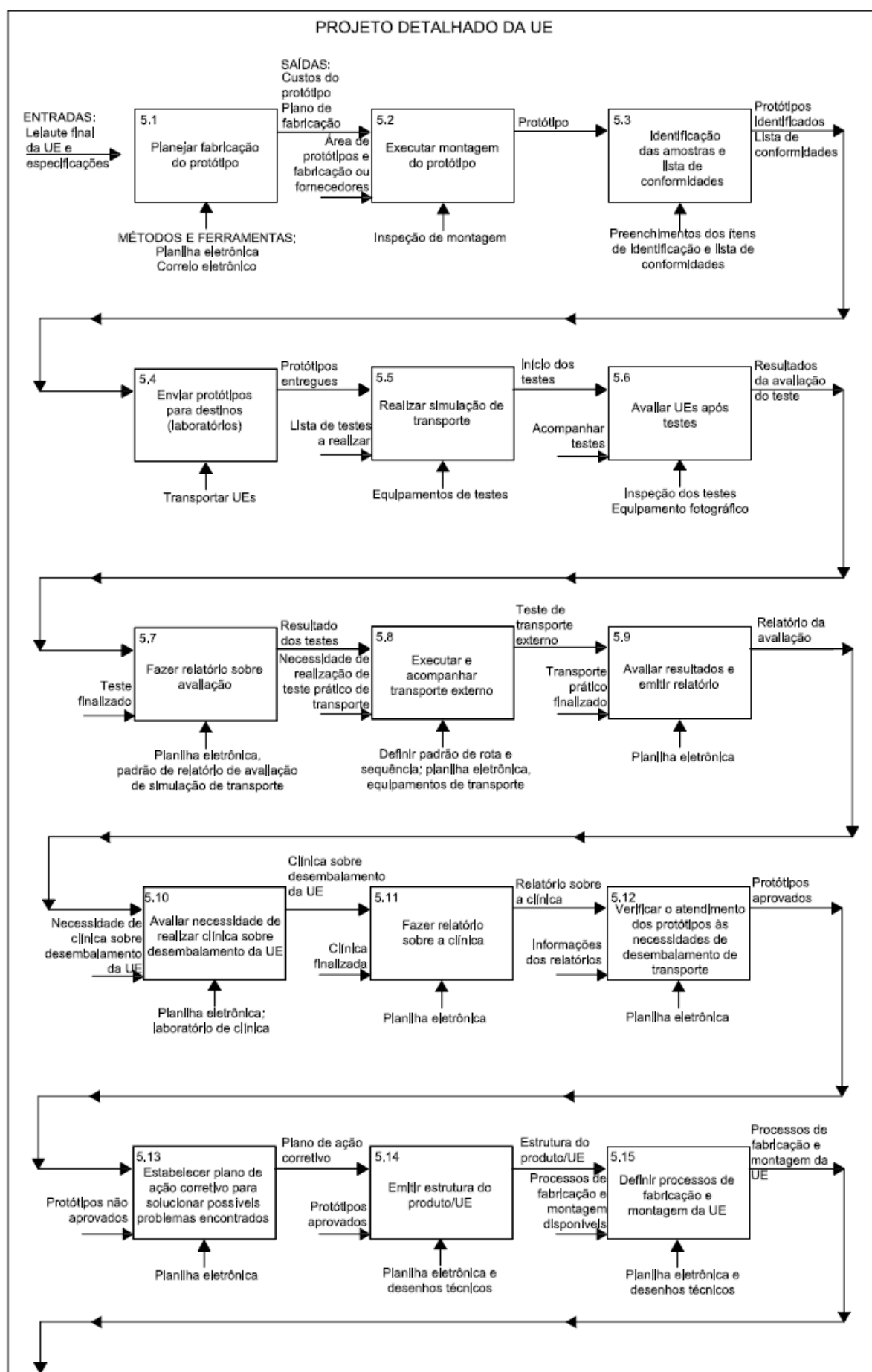
Ao final, analisa-se a possibilidade de **pedido de patente**. Pode ocorrer que o conceito desenvolvido tenha um diferencial muito grande se comparado às embalagens existentes no mercado. Patenteando, pode-se restringir o uso do mesmo pela concorrência.

Com o projeto preliminar se obtêm o leiaute final da UE, componentes a ser comprados, orçamentos e solicitação de patente.

#### **4.6 - Projeto Detalhado da UE**

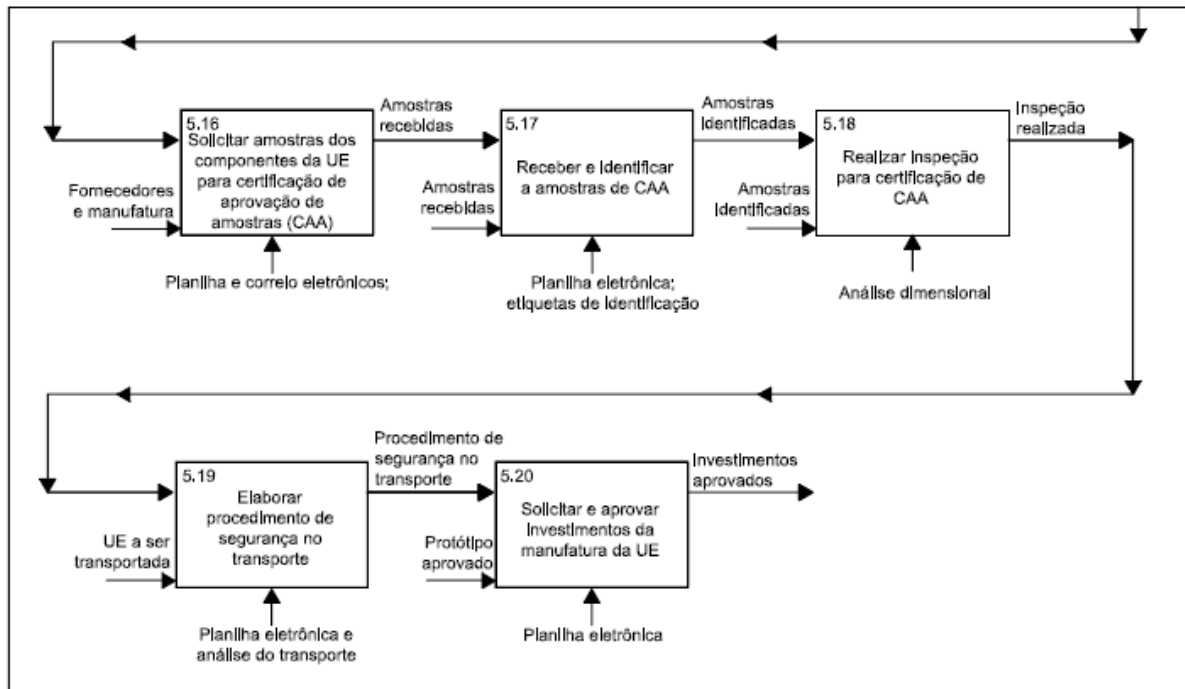
O projeto detalhado é a fase onde ocorre a fabricação e testes dos protótipos, cujas atividades são mostradas Figura 4.11. Primeiramente, a **fabricação do protótipo é planejada** sendo determinados locais de confecção como, por exemplo, departamento de protótipos, fabricação, fornecedor externo, entre outros. Os custos de protótipos são orçados levando em conta os custos de sua fabricação. A solicitação para manufatura pode ser feita por meio de correio eletrônico para o pessoal responsável com o gerenciamento de recursos de manufatura, tendo eles que alocar linha de produção/operadores para executar a montagem das UEs em dia e hora determinada na solicitação.

Geralmente os componentes de protótipos de uma UE são fabricados nos fornecedores, como por exemplo, componentes de EPS e papelão. A matéria-prima e o processo de fabricação são bem específicos, dificultando a confecção do protótipo pela empresa de linha branca. Mesmo assim existe a possibilidade de fazer as peças da UE na área de protótipos ou na empresa onde se fabrica o produto, entretanto é necessário ter a matéria-prima.



**Figura 4.11 - Fase 5 – Projeto detalhado da UE (continua)**





**Figura 4.11 - Fase 5 – Projeto detalhado da UE (continuação)**

Após esta atividade parte-se para a fabricação e posteriormente **montagem do protótipo da UE**. São verificados dimensionais de componentes, interferências, posicionamento de montagem, para garantir o especificado no projeto. Deve ser elaborada uma lista de conformidade de amostra montada nesta ocasião, detalhando a configuração de cada modelo de produto, no caso de haver mais de um modelo montado. Antes dos protótipos seguirem para seus destinos de uso, deve ser feita **identificação das amostras prototipadas e lista de conformidade** descrevendo a especificação de cada unidade embalada, a que se destina (testes, campo, clínica), o aspecto de avaliação, além da descrição dos responsáveis pelo produto. Essa identificação facilita muito na hora do envio e recebimento das amostras para seus destinos. A pessoa que recebe tem certeza daquilo que está recebendo e que já foi previamente verificado, minimizando retrabalhos futuros. No Quadro 4.5 segue sugestão de itens de identificação juntamente com a lista de conformidade de amostra:

Conforme já mencionado, as unidades embaladas, neste caso **protótipos**, devem ser **enviadas aos seus destinos**, que podem ser diferentes dentro da organização. O laboratório de simulação de transporte é o que se destaca em função dos testes. A principal avaliação é a de simulação de transporte, que simula as condições de solicitação que a UE sofre no decorrer do caminho até a chegada no consumidor final.

Antes de **realizar a simulação de transporte** as unidades embaladas (protótipos) são inspecionadas, na intenção de verificar em qual condição as amostras chegaram para serem testadas. Com isso pode-se comparar os resultados após os testes. Essa avaliação geralmente é

visual, utilizando-se fotografias, a fim de comparativo posterior. Caso ocorra algum problema ou fato que chame a atenção, o mesmo deve ser anotado, pois essas informações devem estar descritas no relatório de avaliação.

#### Quadro 4.5 – Identificação de amostra e lista de conformidade

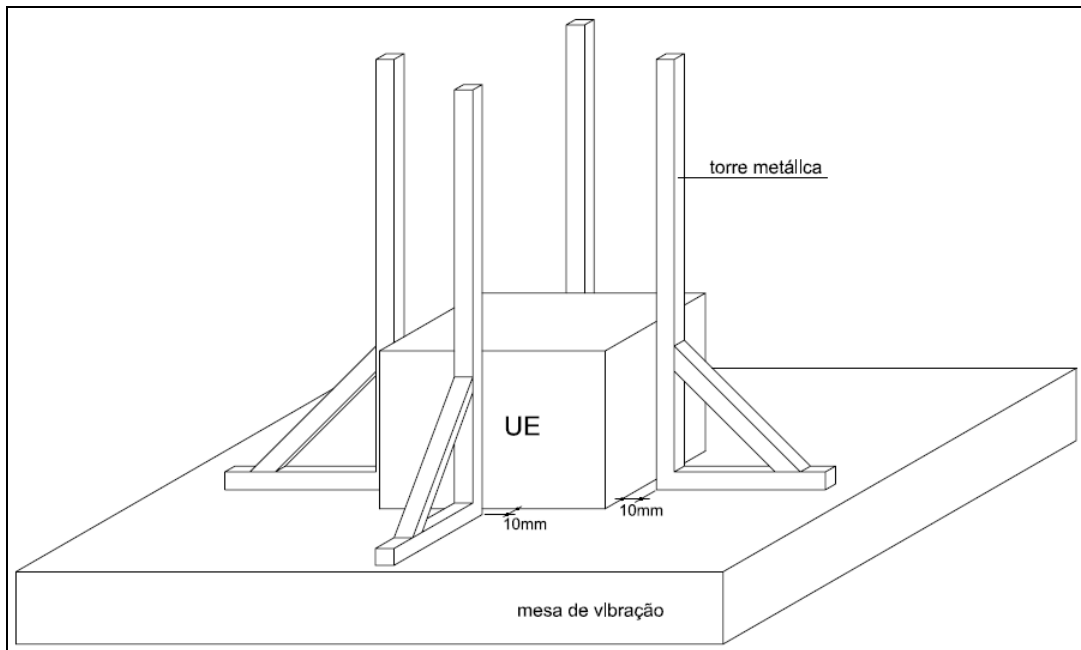
<b>Identificação e lista de conformidade de amostra:</b>	
Nome do projeto:	descrever o nome do projeto neste campo
Número do projeto:	descrever o número do projeto neste campo
Responsável:	escrever o nome do responsável, neste caso o líder do projeto da UE
Ramal do responsável:	descrever o número do ramal do responsável
Número da amostra:	descrever o número da amostra, caso não exista padrão dentro da empresa, utilizar numeração sequencial
Modelo do produto:	descrever código do modelo (conforme padrão da empresa)
Número de solicitação de teste de lab:	escrever número da solicitação de testes de
Fase do projeto:	escrever se é fase de desenvolvimento ou
<b>Lista de conformidades:</b>	
Listar aqui todos os itens verificados em sua montagem e encaixe, tanto de produto quanto do restante da UE	
Conferido por:	escrever nome da pessoa que conferiu a amostra
Data:	escrever a data da conferência
<b>Destino após os testes:</b>	
descrever o destino das amostras após os testes, sendo a alternativa mais comum a área de sucata	

É mensurado o peso da unidade embalada, dimensões externas, além de verificação de que tipo de material a mesma é feita, a fim de checar se a especificação está de acordo com o projeto e também para verificar a que tipo de classificação de teste a mesma se aplica conforme normas específicas. Existem várias normas que retratam esse tipo de simulação, mas grande parte utiliza a norma ASTM4169 como referência.

As amostras seguem para a simulação de transporte propriamente dita e dependendo da quantidade de testes a serem realizados e a complexidade de execução de cada um, podem levar dias até que seja concluído esse processo. Para cada tipo de teste existe um equipamento específico.

Para o caso do teste de vibração, a UE é disposta sobre a mesa de vibração, que geralmente é disposta no mesmo nível do piso. No caso de haver empilhamento a UE é disposta sobre a outra até completar o leiaute de carregamento desejado. Após dispostas as UEs na mesa, elas são fixas com o auxílio de torres metálicas, que restringem sua movimentação lateral. Entretanto essas torres devem ser dispostas a 10 mm de distância da

UE de maneiras que elas possam se acomodar ao longo do teste conforme pode ser visualizado na Figura 4.12.



**Figura 4.12 – UE sobre mesa de vibração com torres de fixação**

Para o teste de compressão, a UE é disposta sobre o que é chamado de parte fixa (base) da máquina de compressão. Uma parte móvel simulará o carregamento sobre essa UE, determinando quanto de carga esta suportará.

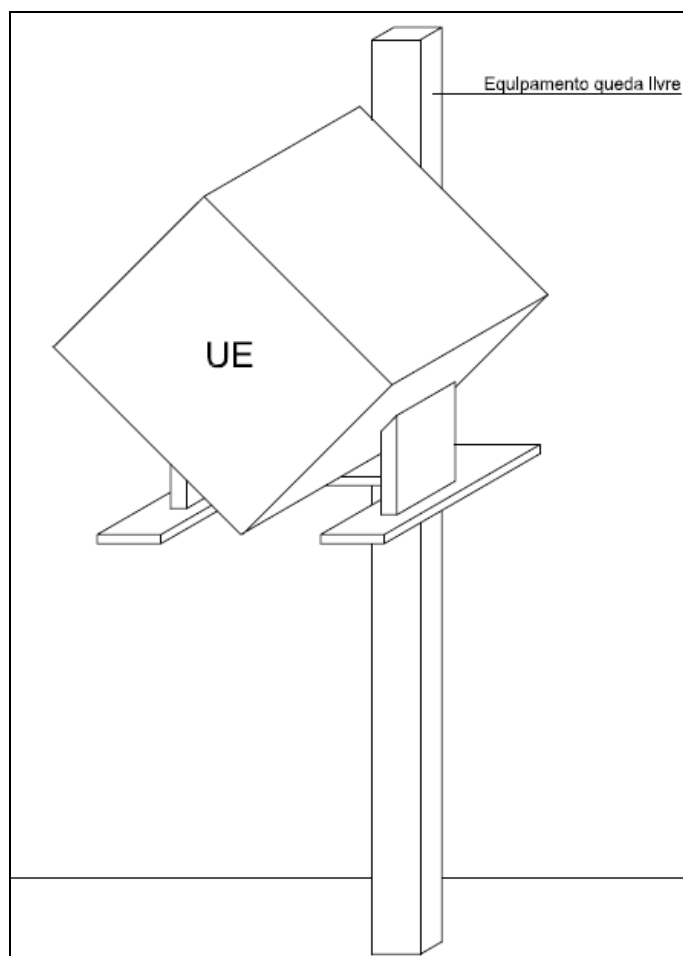
Já no teste de queda livre a UE é disposta sobre os garfos de elevação do dispositivo de queda. Então ela é elevada pelo dispositivo até a altura pré-determinada pela norma para logo em seguida sofrer queda livre. A Figura 4.13 ilustra a maneira como a UE fica no equipamento de queda livre na posição para queda em ângulo (aresta).

Ao final de cada teste, (exemplo: vibração, compressão, queda livre) são executadas avaliações visuais. Na ocorrência de alguma anomalia, a mesma deve ser anotada para que seja incluída no relatório final. Se possível, é tirado foto do fato/anomalia verificado.

A menos que seja solicitado por uma condição específica de avaliação (situações em que se queira entender exatamente quando e como uma avaria ocorreu no produto durante os testes) a UE somente é aberta após a execução de todos os testes, de maneira a manter a integridade da unidade embalada, evitando inclusão de problemas (ruidos) ocasionados pela abertura e fechamento da mesma.

Ao final as unidades devem ser dispostas em local amplo para **avaliação das UEs após os testes**. Esta deve ser realizada pela equipe de laboratório juntamente com a equipe de

projeto. É comum a participação de integrantes de outras equipes como da área de logística e simulação de uso.



**Figura 4.13 – UE no equipamento de queda livre, posição para impactar aresta**

A avaliação inicia-se com a tomada de fotos das amostras embaladas. É selecionada uma das amostras e ela é avaliada por inteira. Somente após total avaliação desta amostra, parte-se para avaliação da próxima. Isso facilita o processo e faz com que não se perca o foco da avaliação.

O desembalamento deve ser realizado conforme etiqueta, quando já existente. Cada componente é verificado no intuito de identificação de problemas ou melhorias a serem realizadas na unidade.

Devem ser também relatados amassamentos, sovamentos, destacamentos e/ou qualquer tipo de mudança ocorrida na UE e decorrente da simulação de transporte.

Finalizada a avaliação de componentes externos da UE é realizada avaliação do produto, que está desembalado. São verificados possíveis arranhões, quebras e/ou qualquer tipo de mudança ocorrida no produto decorrente dos testes de simulação de transporte. É

analisada o quão robusta é a UE para suportar os esforços do transporte. Para cada problema encontrado é verificado qual a causa da ocorrência e em que teste ocorreu o problema. Faz-se isso analisando as características dos componentes avariados durante os testes. Quanto maior for a experiência da equipe mais fácil chegar a uma conclusão. Se foi ao longo de toda seqüência de testes ou em um específico. Isso ajuda a focar o problema e a pensar na solução para cada uma das anomalias. É verificada a probabilidade da ocorrência desse problema em campo uma vez que os testes de simulação testam não só condições cotidianas de processos logísticos, mas também causas de acidente de transporte.

A finalização desta avaliação se dá com a realização do **relatório de avaliação** de simulação de transporte, que possui todo histórico dos testes, especificações de normas, testes realizados, condições das unidades embaladas ao longo dos testes, além da avaliação final, com as devidas conclusões. Tudo isso pode ser feito de forma descritiva e com a utilização de fotos. A Figura 4.14 é um exemplo de relatório de avaliação de simulação de transporte, com as seguintes categorias de informações:

- Cabeçalho – nele estarão descritos nome do relatório, data, quem o fez, para qual cliente (geralmente o líder do projeto) e título do relatório;
- Objetivos - é onde são descritos quais os motivos que esta sendo testada a UE. É descrito qual a versão da UE está sendo testada, qual a versão do produto e outras informações que o responsável por fazer o relatório achar necessário;
- Procedimentos – é nesta parte do relatório que são descritos os procedimentos de teste. Quando se utiliza norma não é necessário descrever o teste, pois isso já está no corpo da norma. Caso seja feito algum teste especial, ele deve ser descrito no campo procedimentos;
- Resultados/conclusão – é o campo do relatório onde são dispostas as fotos da avaliação e comentários sobre os problemas encontrados. Ao final deste campo é comum fazer uma análise sobre as anomalias encontradas e quando possível sugerir soluções;
- Parecer final – este é o campo que resume todo o processo de teste da UE. Quando estiver descrito “Conforme” no relatório, isso quer dizer que não foi encontrado nenhuma anomalia durante o decorrer dos testes e avaliação. “Não conforme” significa que algum problema foi encontrado. Esse problema deve estar descrito no campo Resultados/conclusão. E o parecer final “não aplicável” é utilizado quando os testes estão sendo feitos por algum outro motivo, ou para outra UE que não seja aquela do projeto, como por exemplo, testes de produtos da concorrência.

	<b>Relatório de Avaliação</b>	<b>Simulação de transporte</b>	Nome	<b>ER043-05PAC01</b>	Data Date	07/12/06
					Área Area	LAR PA&LO Joinville
Título Title	Desenvolvimento CA – projeto RAS					
Autor Autor	Richard A Steindorff			Cliente Customer		

**1. Objetivos / Descrição:**

**2. Procedimentos Procedures:**

Sequência de testes	Teste	Norma do testes	amostra
1	Vibração randomica	ASTM D4169	A,B
2	Drop Test	ASTM D4169	A,B

O empilhamento do teste de vibração deve ser realizado conforme figura abaixo:



**3. Resultados / Conclusão:**



29 11 2005



29 11 2005

Figura 1 – Vista frontal da UE

Figura 2 – Vista lateral da UE

**4. Parecer Final:**  Conforme  Não Conforme  Não Aplicável

**Figura 4.14 - Exemplo de padrão de relatório de avaliação de simulação de transporte**

Se necessário, os testes devem ser repetidos. Existem alguns motivos pelos quais se solicita a repetição dos testes. O primeiro é para confirmar problemas encontrados na primeira rodada de testes. As amostras podem ter sido montadas em não-conformidade com as especificações, ou mesmo pode ter ocorrido uma falha do componente/matéria-prima que não

foi previsto anteriormente. Em função dos problemas encontrados no primeiro ciclo de testes, podem ser propostas soluções técnicas que, se aplicadas nestas novas amostras, irão demonstrar a diferença entre o proposto e atual (primeiros testes).

Ao final desta bateria de teste deve ser feito levantamento da necessidade de se fazer testes práticos de transporte neste caso também chamado de **transporte externo**.

Os testes de transporte externo podem ser realizados de duas maneiras: parcial ou completo. Testes parciais são aqueles em que movimentações específicas são realizadas com a unidade embalada e que não foram contemplados nos testes de simulação, ou mesmo ainda apresentam dúvidas conforme resultados dos testes (testes de laboratório, primeira rodada). O teste completo é indicado quando se tem dúvidas a respeito do resultado da movimentação das unidades embaladas em vários trechos do percurso total. Neste caso a equipe de desenvolvimento deve se reunir com a equipe da logística e definir um padrão de rota e seqüência que contemple a maior distância de trajeto que a unidade embalada irá percorrer. Por exemplo, pode ser citada a situação de um produto que é fabricado em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, e que é vendido para todo o Brasil. A equipe deve se reunir e verificar qual o maior distância que essa UE poderá percorrer, que neste caso seria Manaus, no Amazonas. Devem ser identificadas todas as condições de carregamentos e descarregamentos de carreta que essa UE sofre e as piores estradas deste trajeto. Tendo todo esse levantamento feito, a equipe deve optar pela pior condição que a UE pode estar sujeita, desde a Saída de Porto Alegre, passando por estradas esburacadas, sofrendo baldeamento<sup>10</sup> ao longo do trajeto, até chegar em Manaus.

Sendo assim, a equipe deve acompanhar as amostras a fim de identificar problemas ocorridos ao longo da movimentação das unidades. Da mesma forma que os testes de laboratório, ao final desta atividade deve ser **realizada avaliação** e na seqüência, o **relatório** com as conclusões sobre os resultados. No relatório devem constar, além das informações da simulação de transporte em laboratório, informações da rota pela qual as UEs passaram e qualquer outra informação que a equipe achar relevante.

Após os testes de laboratório e testes de transporte externo avalia-se a necessidade de realização de **clínicas** sobre instruções e desembalamento da UE. Essas avaliações podem ser realizadas com consumidores externos, ou mesmo funcionário da empresa que se dispõe a participar desta atividade. Um **relatório sobre a clínica** também se faz necessário após essa avaliação contendo comentários e sugestões obtidas dos consumidores, além das sugestões da equipe de projeto.

---

<sup>10</sup> Baldeamento é o ato de descarregar a mercadoria do caminhão e na seqüência carregar em outro.

Ao final das atividades de testes deve-se **verificar o atendimento dos protótipos com relação às necessidades de desembalamento e transporte** durante os testes. Isso é feito com base no resultado dos testes de transporte e clínica de desembalamento (relatórios). No caso negativo deve ser elaborado um **plano de ação corretivo para solucionar possíveis problemas encontrados**. A unidade embalada deve ser alterada de maneira a atender o plano de ação e conseqüentemente a seqüência de testes.

Com todas essas informações, desenhos e lista técnica da unidade embalada é **emitida a estrutura do produto**, neste caso da UE, onde são descritos todos os componentes que a unidade embalada possui.

Devem ser **definidos os processos de fabricação** e linha de **montagem** que esses componentes irão passar.

Deve-se **solicitar amostras dos componentes aos fornecedores externos de componentes** para avaliação dimensional. Essas amostras devem ser **identificadas e enviadas** para área de recebimento/qualidade onde serão **realizadas as inspeções para certificação de CAAs** (certificados de aprovação de amostra) mediante conformidade dos componentes.

Além disso, a área da logística deve elaborar **procedimentos de segurança no transporte**. Isso, para evitar acidentes com os operadores da área de movimentação.

Por fim, **solicitar e aprovar os investimentos da manufatura da UE** para com o produto e manufatura desta unidade embalada.

Obtém-se como resultado desta fase a solicitação do investimento, relatório(s) de simulação de transporte, transporte externo além da documentação da UE.

#### **4.7 – Considerações Finais**

A sistemática apresentada contempla as fases de planejamento do projeto, projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado, sendo essenciais no desenvolvimento de uma unidade embalada.

Por meio das atividades descritas em cada fase, suas entradas, saídas, métodos e ferramentas, a equipe de projeto dispõe de orientações objetivas e de fácil compreensão para o desenvolvimento de uma UE, contemplando vários aspectos relacionados ao projeto que se comparadas a não existência dessa sistemática seria de difícil agrupamento. Além disso, a utilização desta sistemática demonstra o que deve ser feito e em que fase deve ser feito, demonstrando uma seqüência cronológica para todo o processo de desenvolvimento da UE.



## **CAPÍTULO 5**

### **DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE EMBALADA: ESTUDO DE CASO**

#### **5.1 – Introdução**

A participação de mercado da empresa de linha branca, juntamente com a necessidade de aumento da fatia de mercado levou a mesma a tomar a decisão de desenvolver um novo condicionador de ar, com novas características, que atendessem as necessidades desse mercado. Neste capítulo será apresentada a aplicação e avaliação da sistemática de desenvolvimento de uma UE para esse projeto.

#### **5.2 - Planejamento do Projeto**

De acordo com a fase de planejamento, a primeira atividade consiste em definir o objetivo e a justificativa do projeto. Nesse caso, consiste no desenvolvimento de uma UE para um CA - condicionador de ar, modelo novo que será lançado pela empresa. O condicionador de ar é do tipo janela, com capacidade de 7500 e 10000 Btu/h. Vale ressaltar que a intenção é utilizar a mesma plataforma da UE (geometria e tamanho externo) para esses dois modelos, e que seja de dimensão semelhante ao condicionador de ar atual, vendido pela empresa, de 7500 Btu/h.

O produto será comercializado somente no mercado nacional, tendo que atender as características de transporte nacionais.

A empresa não pretende buscar diferentes processos de fabricação. Pretende utilizar materiais já empregados e conhecidos internamente. Dessa forma não será necessário conhecimento de domínios tecnológicos diferentes. A justificativa para isto é que para diferentes domínios de processos e materiais haveria um tempo maior de pesquisa e desenvolvimento.

Os membros da empresa que participarão desse projeto (UE) serão designados por cada área, mas tem-se a participação de:

- um líder de projeto de UE;
- uma pessoa da área de marketing;
- uma pessoa de desenho industrial;
- uma pessoa de desenvolvimento de produto (CA);
- uma pessoa de aprovação de projeto;
- uma pessoa de desenvolvimento laboratorial;

- uma pessoa de qualidade;
- uma pessoa de logística.

Essa equipe irá trabalhar 50% do tempo no projeto da nova UE, exceto o líder do projeto, que irá trabalhar em tempo integral. Vale mencionar que essa mesma equipe estará também participando do projeto do novo condicionador de ar, sendo o projeto de nova UE desenvolvido em paralelo com o de produto.

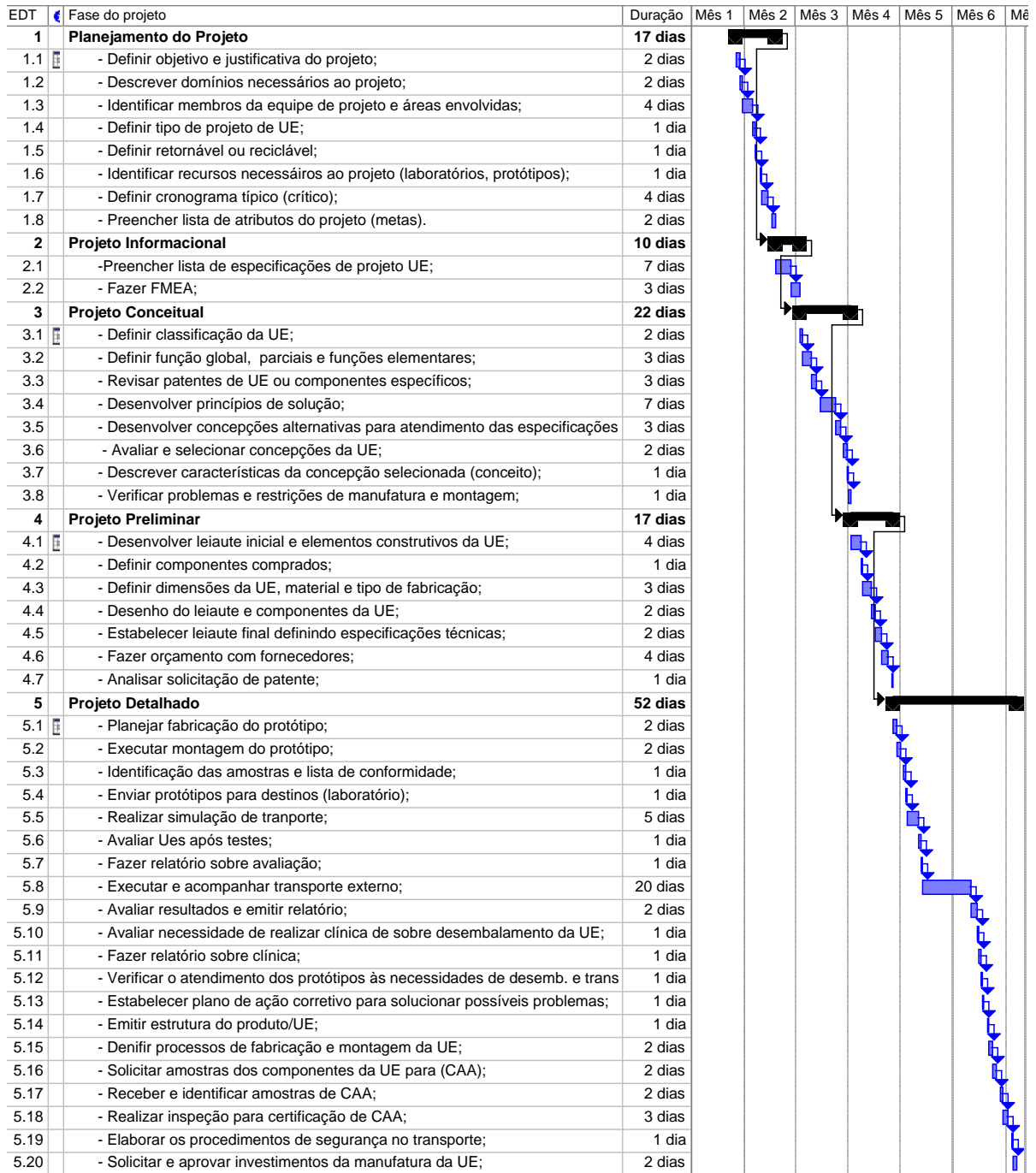
Em função da estratégia da empresa a UE utilizada para este projeto será do tipo descartável. Caso fosse utilizada uma UE do tipo retornável, seria necessário estudar todo processo de retorno das UEs e aumentar área de estoque, o que aumentaria muito o tempo de desenvolvimento do projeto. Além do mais o foco da empresa para essa UE é utilizar o mesmo processo de distribuição já existente e conhecido e lançar o condicionador de ar o mais rápido possível, dentro dos limites de tempo de desenvolvimento.

Para o projeto é necessária a utilização das estruturas já disponíveis na empresa como, por exemplo, computadores, internet, telefone, entre outros. Foram verificadas e informadas as áreas necessárias ao projeto, como o laboratório de testes e protótipos. O comunicado foi realizado em uma reunião com a gerência de cada área juntamente com o líder do projeto.

O cronograma na Figura 5.1 mostra a previsão de desenvolvimento e aprovação do projeto da nova UE e a lista de atributos de projeto pode ser visto no Quadro 5.1.

O cronograma foi elaborado com base nas atividades propostas pela sistemática de desenvolvimento de UE. As atividades de rotina como, por exemplo, convocar uma reunião, redigir email, entre outras, foram agrupadas e estão contempladas nas atividades do cronograma. Os tempos foram estimados justamente contemplando as atividades de rotina de trabalho. A EDT do projeto pode ser visualizada diretamente no cronograma da Figura 5.1. A sugestão é que ocorram reuniões semanais para discussão do andamento do projeto. Desta forma procurar-se-á evitar conflitos de agenda dos integrantes do projeto, o que, por consequência poderá atrasar o mesmo.

A área de Marketing sinalizou a necessidade de atender o aumento de uma fatia de mercado, passando dos valores atuais de venda de condicionadores de ar, de 80000 produtos por ano para 100000. O modelo atual de condicionador de ar, de 7500 Btu/h, possui, por conjunto da UE, custo de R\$ 18,00. Apesar do tipo de projeto desta UE ser para produto novo, a companhia espera reduzir de R\$ 18,00 para R\$ 15,00 o valor do conjunto da UE. O orçamento do projeto está previsto em R\$ 40.000,00, levando em conta custos de protótipos, uso de laboratório, entre outros. O índice de avaria de campo foi baseado no modelo de condicionador de ar atual de linha, que tem índice de retorno de campo, em torno de 2%.



**Figura 5.1 Cronograma de desenvolvimento da UE**

**Quadro 5.1 - Lista de atributos do projeto de UE**

Atributo	Valores estimados
<b>Volume de produção</b>	100000 por ano
<b>Custo meta</b>	R\$ 15,00 - custo do conjunto.
<b>Custo do projeto</b>	R\$ 40.000,00
<b>Índice de avaria de campo</b>	menor que 2%

Desta forma o líder da equipe convocou uma reunião com a equipe onde se verificou as informações da fase de planejamento de desenvolvimento de UE e decidiu-se que o projeto

podia prosseguir para próxima fase. Uma ata da reunião foi elaborada e assinada por todos participantes.

### 5.3 - Projeto Informacional

Tendo-se elaborado o plano de projeto a equipe deu prosseguimento para estabelecer, de acordo com a sistemática (Figura 4.8), a primeira atividade da fase informacional, que consiste em preencher a lista de especificações de projeto e transporte da UE conforme pode ser vista no Quadro 5.2.

**Quadro 5.2 – Lista de especificações de projeto e transporte da UE**

		Características
<b>Atributo</b>	<b>Normas e leis para aprovação da UE</b>	ASTM D 4169-05
	<b>Forma geométrica do produto</b>	Semelhante ao CA atual com dispensa molduras conforme figura abaixo, com dimensões em centímetros:
	<b>Peso do produto</b>	28kg (previsão) considerando que o produto deverá possuir compressor, com todo o sistema de troca de calor similar
	<b>Restrições de tamanho ou material da UE</b>	Não deve ultrapassar 575x430x600mm (Largura, Altura, Profundidade) em função de containerização, caso contrário irá impactar em frete mais caro. Foi utilizado como referência para esse cálculo o tamanho do container 40 <i>High Cubic</i> que possui 2340mm x 12000mm 2680mm. Desta forma serão transportados 456 UEs por container. Se a UE tiver uma dimensão maior o valor do frete por UE irá aumentar. Foi considerado um espaçamento médio de 20 mm na largura e profundidade entre cada Unidade Embalada ao fazer o cálculo, conforme pode ser visualizado abaixo: Largura = $12000 / 610 = \sim 19$ UEs na largura; Altura = $2680 / 430 = \sim 6$ UEs na altura; Profundidade = $2340 / 585 = \sim 4$ UEs na profundidade. Na largura e profundidade foram considerados 10 mm a mais em função do espaçamento média de 20 mm necessário. Quantidade de UEs por container = L x A x P (de UEs) UEs total = $19 \times 4 \times 6 = 456$ UEs por container.
	<b>Característica de mercado do produto</b>	Não foi identificada.
<b>Condições ambientais do trajeto de transporte</b>	Clima tropical, chuva esporádica, temperaturas entre 10° e 45°C. Essas informações foram verificadas por meio de informativo das Normas Climatológicas (2008).	

**Quadro 5.2 – Lista de especificações de projeto e transporte da UE (continuação)**

	<b>Tipo de movimentação da UE</b>	Manual ou mecanizada, empilhadeira tipo <i>clamp</i> , tipo garfo.
	<b>Pode ser transportado em outras posições?</b>	Não pode. Somente na posição vertical, a qual o condicionar será instalado.
	<b>Existem peças de outras UEs que podem ser utilizadas (padronização)?</b>	Não existe.
	<b>A base do produto será base de processo?</b>	Não. O produto é montado e ao final é colocado a base e o restante dos componentes da UE.
		<b>Ensaio relacionados</b>
	A UE será transportada em região com risco de chuva? Alta umidade? Diferenças de temperatura?	Nenhuma das hipóteses. Em geral poderá ser considerado o clima tropical como parâmetro.
	A UE será transportada com empilhadeira tipo garfo?	Não.
	A UE será transportada com empilhadeira tipo <i>clamp</i> ? Quantos produtos serão capazes de ser transportados por vez?	Sim. A quantidade de produtos a serem transportados deve ser determinada pela área da logística. Deve-se, aqui, testar a condição mais crítica, que é o transporte de duas unidades juntas. Quanto maior a quantidade de UE transportada ao mesmo tempo na <i>clamp</i> , maior a distribuição de força entre elas, conseqüentemente menor a exigência para com a UE.
	A UE será transportada em carreta/contêiner? Será transporte misto, ou somente aquele tipo de UE? Esse carregamento será feito somente por caminhão, ou também por navio, trem e/ou avião? As UEs serão empilhadas (colocadas umas sobre as outras) no transporte?	Será transportada em carreta e container. Para transportar os produtos o empilhamento de container é de 5 UEs umas sobre as outras. O empilhamento máximo para esta UE será de 8 unidades. Neste caso somente será possível esse empilhamento no depósito.
	A UE será movimentada <b>Necessidades de transporte</b> manual? Será transportada também com o auxílio de carrinhos?	Será transportada manualmente sem o uso de carrinhos.
	A UE será empilhada?	Sim.
	Quando efetuado enlonamento do caminhão (carreta aberta) será necessário andar sobre as UEs?	Sim
		<b>Por quê?</b>
	Revisar <b>histórico e normas de segurança</b> relacionado à UE referente a transporte:	Nenhuma ocorrência,
	Revisar <b>histórico e normas de segurança</b> relacionado à UE referente ao desembalamento:	Colocar aviso de peso excessivo na UE. Colocar instrução de desembalamento.
	<b>Informações sobre problemas</b> relacionados à unidade embalada, advindos do campo, laboratórios de desenvolvimento e logística	Nenhuma ocorrência.
	<b>Necessidades de montagem/manufatura</b> para com a UE	Sim, Problema de ergonomia na colocação da UE no produto.
	<b>Laboratórios</b> de avaliação	Serão utilizados os internos.
	<b>Fornecedores</b>	Fornecedor X que já fornece componentes de outras UEs para esta empresa.
	<b>Necessidades de Marketing e Design</b> com a UE	Necessidade de identificar a UE com propaganda da marca.
	<b>Revisão de símbolos para a etiqueta de transporte</b>	Deve ser contemplados na parte de identificação da UE código e número de série do produto

A UE deverá ser certificada pela ASTM D 4169-05, com critérios de aprovação estabelecidos pela equipe, entre eles:

- a embalagem não poderá se romper a ponto de destacamento de partes;

- a embalagem não poderá deixar o produto exposto ao ambiente externo (sujeira);
- o produto e a embalagem não poderão ter ocorrência de problemas de segurança, entre elas: arestas cortantes, partes vivas (fios desencapados), partes soltas (móveis);
- o produto não poderá apresentar sovamento (abrasão) perceptível para o consumidor;
- o produto não poderá apresentar quebra ou trinca de componentes, principalmente na região do painel do CA, região de visão do consumidor em seu dia-a-dia.
- o produto não poderá apresentar amassamento excessivo de componentes que possam ser perceptíveis ao consumidor;

Vale ressaltar que a avaliação desses critérios deverá ser realizada após os ensaios de simulação de transporte.

A forma geométrica do produto ainda não está totalmente definida, mas deverá ter painel tipo dispensa moldura, conforme Figura 5.2. Apesar da Figura 5.2 mostrar que o produto está pronto, a curvatura externa do painel ainda está em fase de finalização, e essa informação tem influência direta nas dimensões dos componentes externos da UE.



**Figura 5.2 – Vista do condicionador de ar com painel do tipo dispensa moldura**

Os ensaios que simulam as condições logísticas da UE, que devem ser aplicados para aprovar a mesma, são:

- Teste de *clamp*: dentro da área de distribuição da empresa e também nos grandes distribuidores de eletrodomésticos é comum a utilização da empilhadeira tipo *clamp*. Esse equipamento agiliza muito o processo movimentação dos produtos, principalmente no carregamento e descarregamento de caminhões;
- Teste de vibração: o teste de vibração deve ser aplicado para verificar problemas suscetíveis de ocorrência durante o transporte das UEs pelas

estradas (caminhão), principalmente devido à precariedade das estradas brasileiras

- Teste de queda livre: em todo o percurso, com maior ou menor intensidade, a UE está suscetível à ocorrência de quedas durante o trajeto. Principalmente em produtos mais leves, que possam ser movimentados por operadores;
- Teste de pisamento: não é permitido, ou melhor, não é indicado que os movimentadores de produtos caminhem sobre as UEs. Entretanto como já constatado pela equipe de logística isso é fato muito comum e essa condição deve ser simulada para verificação de possíveis problemas que possam acontecer a UE. Quando efetuado carregamento de produtos em carreta aberta, os operadores/motoristas de caminhão precisam andar sobre os produtos para efetuar o chamado enlonamento da carreta;
- Teste de compressão vertical: deve ser feito para verificação da robustez (estrutura) da UE quando empilhada uma sobre a outra;
- Teste de empilhamento prático: é mandatório para a fase de aprovação da UE. Na fase de desenvolvimento, o teste de compressão vertical atende a necessidade de levantamento de problemas decorrentes do carregamento do empilhamento de UEs previsto. Uma vez que a meta da empresa é fazer empilhamento máximo de 8 unidades dessa UE. No teste de empilhamento também é verificado a estabilidade de pilha. As UEs necessitam ser autoportantes quando submetidas a esforço vertical, mantendo a pilha estável durante o armazenamento. A restrição de 8 unidades de empilhamento ocorre em função de restrição de altura máxima do estoque.

Para o desembalamento é necessário que a UE possua instruções para retirada da embalagem. Essa pode ser por meio de pictogramas ou mesmo por instruções escritas.

No **histórico de segurança** foi verificada a necessidade de colocar aviso ao consumidor que o aparelho (CA) é pesado e que a retirada de dentro da embalagem efetuada por somente uma pessoa poderá ocasionar risco de lesão ao consumidor. Portanto se faz necessário o aviso que sugere duas ou mais pessoas para o desembalamento.

Por exigência da empresa, e conforme a norma IEC 60.335-1 (2000) não deve existir arestas cortantes no produto e UE, assim como partes vivas ao alcance do consumidor.

Efetuada levantamento junto ao departamento de logística e qualidade para verificar qual o histórico e índices estão disponíveis com relação a unidade embalada, foi constatado que o índice de retorno deste tipo de produto, com relação a avaria da unidade, é menor que

2%. Não foi constatada nenhuma informação adicional que pudesse contribuir com o projeto da nova UE.

A manufatura identificou um problema de colocação da UE no produto. Existe uma dificuldade muito grande em efetuar a colocação da embalagem no produto. É um procedimento anti-ergonômico, demorado e que faz com que se tenham mais operadores na linha para montagem da UE. Portanto a equipe de projeto deve prever, de alguma forma, efetuar o levantamento do produto com algum tipo de equipamento, e que esse não fique preso entre base de embalagem e produto na colocação do mesmo.

Foram identificados quatro possíveis fornecedores de UE, dois que já fornecem peças em EPS para empresa, assim como fornecedores de papelão ondulado e de filme termo retrátil. Existem também outros fornecedores que também foram verificados como o de etiquetas, grampos e fitas de fixação. Neste momento a área de suprimentos fez o convite formal e primeira proposta de negociação juntamente com os fornecedores de componentes de embalagens. Foi efetuada atualização de cadastro das mesmas, assim como verificação de potencial de fornecimento conforme demanda já sinalizada pelo projeto.

Com todas essas informações e antes de se pensar em um novo conceito é necessário fazer o FMEA, onde são verificados os potenciais modos de falha da UE e suas conseqüências. O resultado dessa atividade é mostrado na Quadro 5.3.

**Quadro 5.3 – FMEA da UE**

foco consumidor					foco engenharia					
Nome/peça	função	modo de falha	efeito da falha	severidade classe	causa da falha	ocorrência	controle de prevenção	controle de detecção	detecção	SOD
<b>Unidade embalada</b>	unidade deve estar intacta e sem avaria após transporte	unidade não está intacta	unidade foi danificada durante movimentação	5	unidade embalada impropria não sendo robusta para condições de manuseio	5	teste de simulação de transporte	relatório de simulação de transporte	7	557
<b>Unidade embalada</b>	unidade deve estar operando após transporte	unidade não está operando	unidade falhou durante operação	7	unidade embalada impropria não sendo robusta para condições de manuseio	7	teste de simulação de transporte	relatório de simulação de transporte	7	777
<b>Unidade embalada</b>	unidade deve suportar empilhamento	unidade não está suportando empilhamento	queda da pilha, amassamento da unidade embalada	3	unidade embalada impropria não sendo robusta para condições de manuseio	5	teste de simulação de transporte e empilhamento prático	relatório de simulação de transporte	5	755

O FMEA foi preenchido até a coluna de detecção. As outras colunas (veja Quadro 2.1) não serão preenchidas pela equipe de desenvolvimento da UE e sim pela equipe de desenvolvimento do produto. Desta forma é possível fazer o FMEA da UE já na fase do projeto informacional, auxiliando a equipe na identificação de quais são os possíveis



problemas que podem acontecer decorrentes de falha de alguma função. Com isso a equipe pode promover ações em antes mesmo de o conceito ser gerado.

Foram identificadas como funções de que UE deve estar intacta e sem avarias após transporte, operando (no caso do produto) e suportando empilhamento. Do contrário o consumidor terá sérios riscos de ter um produto avariado, podendo ser funcional ou estética. Cada função da FMEA foi pontuada levando em conta os riscos de a UE falhar após o transporte. Conforme pode ser visto na coluna de severidade, a pior falha que pode ocorrer é a de o produto não operar adequadamente depois de transportado, desde a linha de produção até a casa do consumidor. Neste caso, a UE estar totalmente intacta e suportando empilhamento vem em segundo plano. Por último a maneira de se detectar que o produto está operando e intacto é mais fácil de ser percebido do que necessariamente suportar empilhamento.

Com esses resultados se têm a priorização da função com sua devida pontuação:

777 – Unidade deve estar operando após o transporte;

755 – Unidade deve suportar empilhamento;

557 – Unidade deve estar intacta sem avaria após transporte.

Essa seqüência demonstra que é mais importante que o produto esteja operando após o transporte do que necessariamente estar intacto e suportando empilhamento. Essa informação servirá como auxílio na elaboração da matriz de Pugh, quando da seleção de concepções alterantivas para a UE.

Desta forma é finalizada a fase do projeto informacional, a lista de especificações é grande como pode ser visualizado na Quadro 5.2, entretanto podem ser destacados alguns pontos.

- Testes de transporte devem ser realizados;
- Existem restrições de tamanho da embalagem e ela deve ser respeitada 575x430x600mm (Largura, Altura, Profundidade).
- A parte de identificação deve ser desenvolvida contemplando maneira como será fixado a propaganda da marca, código de produto e instrução de desembalamento. A parte gráfica desse conteúdo é de responsabilidade de Design.

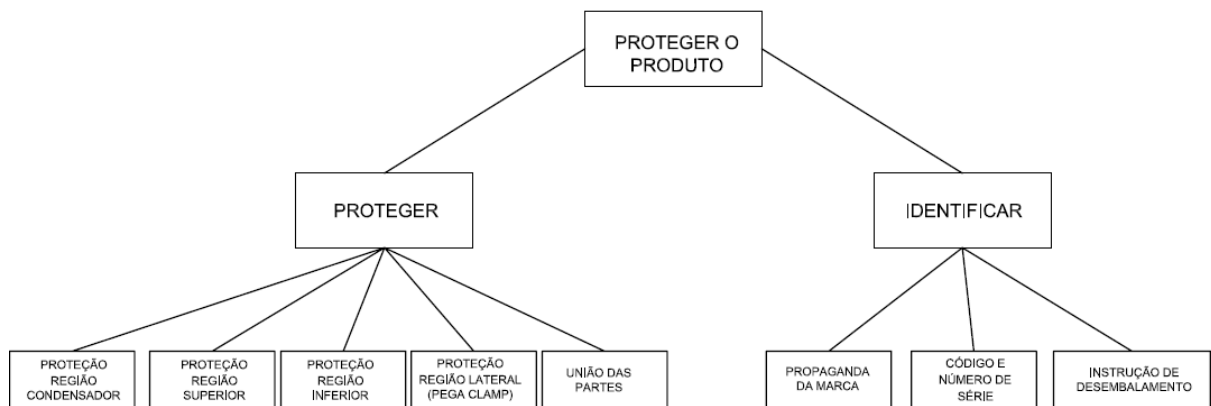
#### **5.4 - Projeto Conceitual**

Nessa fase, primeiramente a equipe definiu que a UE será do tipo primária, sendo utilizada para distribuição, com o caráter expositivo considerado em segundo plano.

Essa UE tem como função global a de proteger o produto durante o transporte. As funções parciais desta são a de proteger e identificar a UE.

As funções elementares da UE para a função parcial de proteger são: proteção da região superior do produto, proteção da região inferior do produto, proteção das laterais para pega com empilhadeira (*clamp*), proteção da região do condensador do produto e união das partes da UE. No caso da função parcial de identificar, as funções elementares são: mostrar propaganda da marca, mostrar código e número de série do produto e mostrar também a instrução de desembalamento.

Desta forma foi criado um diagrama da estrutura de funções da UE conforme Figura 5.3.














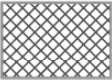

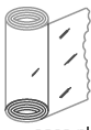

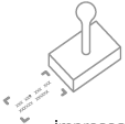

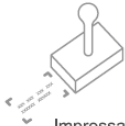

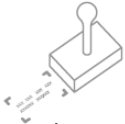


**Figura 5.3 – Diagrama de funções da UE**

Com base na estrutura de funções foi criada uma matriz morfológica para auxiliar no desenvolvimento de concepções alternativas, por meio da combinação dos princípios de solução gerados para cada função da UE (Quadro 5.4). Foram então criadas algumas alternativas de princípios de solução para cada função elementar, empregando-se analogias com outras UEs e brainstorming.

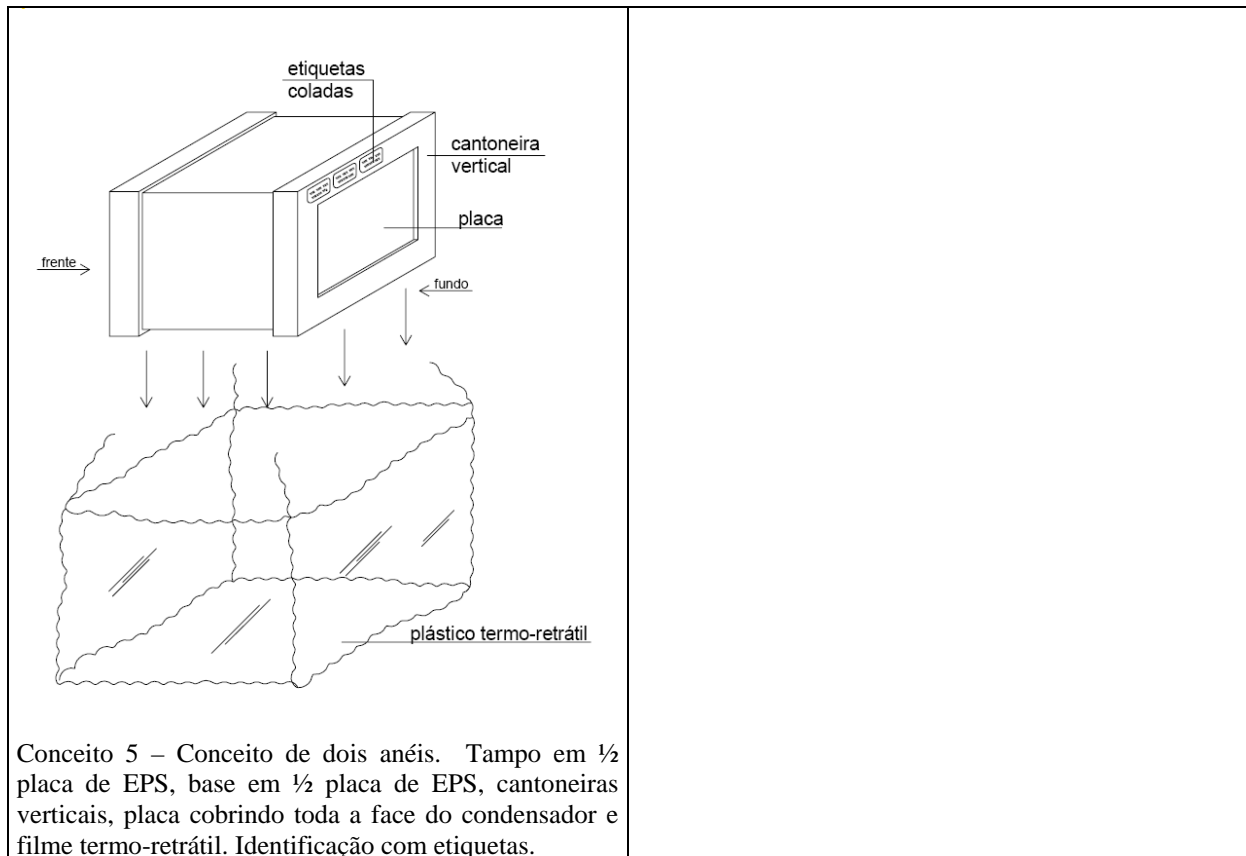
Desta forma a equipe iniciou o processo de criação de concepções para a nova UE por meio da combinação de princípios de solução para cada função elementar da UE. As concepções que não eram compatíveis ou viáveis tecnicamente foram eliminadas. Isso foi verificado analisando se a interação entre princípios de solução se adequava ao processo de montagem. As concepções resultantes são mostradas na Quadro 5.5.

**Quadro 5.4 – Matriz morfológica para concepção da UE do condicionador de ar**

FUNÇÕES PARCIAIS	FUNÇÕES ELEMENTARES	ALTERNATIVAS				
PROTEÇÃO	PROTEÇÃO REGIÃO SUPERIOR DO PRODUTO	 1 placa	 1 placa vazada	 1/2 placa		
	PROTEÇÃO REGIÃO INFERIOR DO PRODUTO	 1 placa	 1 placa vazada	 1/2 placa		
	PROTEÇÃO REGIÃO LATERAL DO PRODUTO (PEGA CLAMP)	 1 placa	 1/2 placa	 cantoneira vertical	 cantoneira horizontal	 1/2 cantoneira horizontal
	PROTEÇÃO REGIÃO CONDENSADOR (FRÁGIL)	 1 placa	 1/2 placa	 tela		
	UNIÃO DAS PARTES DA U.E.	 caixa	 saco plástico			
IDENTIFICAÇÃO	PROPAGANDA DA MÁRCA	 colada	 impressa			
	CÓDIGO E NÚMERO SÉRIE DO PRODUTO	 colada	 impressa			
	INSTRUÇÃO DE DESEMBALAMENTO	 colada	 impressa			

**Quadro 5.5 – Concepções geradas para a UE**

<p>Diagram illustrating Concept 1: A device with a horizontal cantonera, two EPS plates (1/2 placa), adhesive labels (etiquetas coladas), a condenser protection screen (tela proteção condensador), and a thermoplastic film (plástico termo-retrátil). The front (frente) and back (fundo) are indicated. Below is a top-down view of the thermoplastic film with grid lines.</p>	<p>Diagram illustrating Concept 2: A device with a horizontal cantonera, a single EPS plate (placa), adhesive labels (etiquetas coladas), and a thermoplastic film (plástico termo-retrátil). The front (frente) and back (fundo) are indicated. Below is a top-down view of the thermoplastic film with grid lines.</p>
<p>Conceito 1 – Tampo em duas placas de EPS, base em EPS cobrindo todo o fundo, cantoneiras horizontais, tela de proteção para o condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas.</p>	<p>Conceito 2 - Placa de EPS cobrindo todo o tampo, base em EPS cobrindo todo o fundo, cantoneiras horizontais, placa cobrindo toda a face do condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas.</p>
<p>Diagram illustrating Concept 3: A device with a horizontal cantonera, a hollow EPS plate (placa vazada), adhesive labels (etiquetas coladas), and a thermoplastic film (plástico termo-retrátil). The front (frente) and back (fundo) are indicated. Below is a top-down view of the thermoplastic film with grid lines.</p>	<p>Diagram illustrating Concept 4: A device with a horizontal cantonera, two EPS plates (placa), and a cardboard box (caixa papelão) with printed labels (identificações impressas). The front (frente) and back (fundo) are indicated. Below is a top-down view of the cardboard box with printed labels.</p>
<p>Conceito 3 – Tampo em EPS vazado (sem material reg. Central), base em EPS cobrindo todo o fundo, cantoneiras horizontais, placa cobrindo toda a face do condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas.</p>	<p>Conceito 4 – Placa em EPS cobrindo todo o tampo, base em EPS cobrindo todo o fundo, cantoneiras horizontais, placa cobrindo toda a face do condensador e caixa de papelão. Identificação impressa.</p>

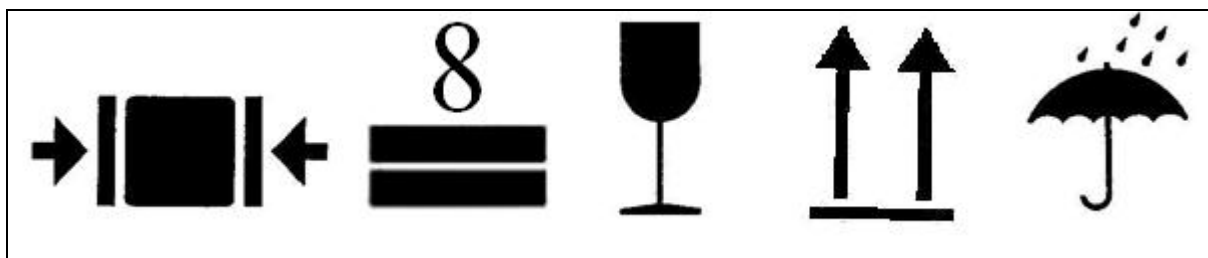


Dentre as concepções geradas procurou-se trabalhar com as propostas que possuíam maior viabilidade técnica, ou seja, as que utilizavam peças de EPS como proteção de faces, arestas e cantos, e para unir esses componentes foi feita utilização de plástico termo-retrátil ou caixa de papelão. Os elementos foram arranjados de tal forma a, em alguns casos, um ou mais elementos compor uma só peça, facilitando a fabricação. Optou-se que, para os conceitos em plástico termo-retrátil, toda a identificação, incluindo propaganda da marca, código/número de série do produto e instrução de desembalamento fosse utilizado etiquetas coladas, a fim de evitar que as mesmas sujassem durante o transporte. Já, no caso do conceito que usa a caixa de papelão, isso não pode ser evitado, pois a caixa não é transparente. Entretanto o processo de impressão no papelão costuma ser mais barato que a utilização de etiquetas, uma vez que a pintura já é feita na fábrica de papelão.

A etiqueta de transporte já foi desenvolvida e consiste nas simbologias conforme Figura 5.4.

Com as concepções geradas, elaborou-se a matriz de Pugh para selecionar a mais adequada ao projeto em questão. Nessa matriz, a UE de referência é o conceito relacionado ao condicionador de ar 7500 Btu/h, que é atualmente fabricado pela empresa, conforme pode ser visto na Figura 5.5. Esse modelo possui tampo EPS face inteira com cantoneira horizontal e

vertical, base face inteira, proteção da lateral ½ face e filme plástico termo-retrátil. A identificação é realizada com etiquetas coladas.



**Figura 5.4 – Etiqueta de transporte**



**Figura 5.5 – Conceito referência para criação da matriz de Pugh**

Como critérios de comparação com a referência foram escolhidos os seguintes:

1) Necessidades genéricas

Redução de custo R\$ da UE

Geração de sucata / reprocesso

2) Subsistema "estocagem de peças"

Área destinada para peças nos distribuidores/assistência técnica

Área destinada para peças no almoxarifado (fornecedor atual/novo)

3) Subsistema "durante a montagem"

Flexibilidade para vários modelos

Quantidade de peças para montagem

Quantidade de mão de obra necessária

Tempo de montagem

Ergonomia

Uso de EPI

Área destinada às peças na linha de montagem

Interação entre componentes da embalagem e entre embalagem e produto

Facilidade de geração de sucata / reprocesso

4) Subsistema "logística: movimentação, estocagem e transporte"

Possibilitar pega com carros tubulares durante a movimentação

Possibilitar pega com clamp

Permitir reembalamento na assistência técnica

Permitir armazenamento dentro de carretas/containers

Permitir transporte/manuseio com outros tipos de produtos

Transporte rodoviário, ferroviário e aéreo, marítimo

Permitir empilhamento em depósitos

5) Subsistema "fornecedor"

Disponibilidade de cadeia de fornecedores

Complexibilidade/quantidade no transporte, proximidade

Viabilidade técnica

6) Subsistema "processo de desenvolvimento e aprovação"

Dificuldade de desenvolvimento e aprovação

Capacidade de absorção de impacto

Capacidade de absorção de vibração

Capacidade de empilhamento

Capacidade de absorção de pega com empilhadeira do tipo clamp

Capacidade de absorção de condições ambientais

7) Subsistema "lealdade ao consumidor"

Desembalamento

Descarte dos resíduos da UE

Permitir manuseio

Desta forma a matriz de Pugh ficou composta conforme a Quadro 5.6.

Quadro 5.6 – Matriz de Pugh com conceitos de UE

Importância peso (1-5)	Critérios	1		2	
		Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso	Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso
		Tampo em EPS em duas placas, base uma placa cobrindo todo fundo, cantoneiras horizontais, tela de proteção para o condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas.		Tampo em EPS placa cobrindo todo tampo, base uma placa cobrindo todo fundo, cantoneiras horizontais, placa toda face condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas.	
	Descrição / Nota	Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso	Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso
	<b>1) Necessidades Genéricas</b>				
5	Redução de Custo R\$ da Embalagem	3	15	1	5
5	Geração de Scrap / Reprocesso	-2	-10	-1	-5
	<b>2) Sub sistema "Estocagem de Peças"</b>				
3	Área destinada para peças nos Dealers/Assistencia Técnica	1	3	1	3
4	Área destinada para peças no Almoxarifado (fornecedor atual/novo)	1	4	1	4
	<b>3) Subsistema "Durante a Montagem"</b>				
5	Flexibilidade para vários modelos	0	0	0	0
4	Quantidade de peças para montagem	1	4	0	0
4	Quantidade Mão Obra Necessária	1	4	0	0
3	Tempo de Montagem	2	6	0	0
3	Ergonomia	0	0	0	0
1	Uso de EPI	0	0	0	0
3	Area destinada as peças na linha de montagem	1	3	0	0
5	Interação entre componentes da embalagem e entre embalagem e produto	0	0	0	0
5	Facilidade de Geração de Scrap / Reprocesso	-3	-15	0	0
	<b>4) Subsistema "Logística : Movimentação, Estocagem &amp; Transporte"</b>				
4	Possibilitar Pega com carros tubulares durante a movimentação	0	0	0	0
5	Possibilitar Pega com clamp	-2	-10	-1	-5
2	Permitir reembalamento na Assistencia Técnica	0	0	0	0
4	Permitir armazenamento dentro de carretas/containers	1	4	0	0
5	Permitir transporte/manuseio com outros tipos de produtos	0	0	0	0
5	Transporte rodoviário, ferroviário e aereo,maritimo	0	0	0	0
5	Permitir empilhamento em depósitos	0	0	-1	-5
	<b>5) Subsistema "Fornecedor"</b>				
3	Disponibilidade de cadeia de fornecedores	1	3	0	0
3	Complexibilidade/quantidade no transporte, proximidade	1	3	0	0
4	Viabilidade técnica	1	4	0	0
	<b>6) Subsistema "Processo de Desenvolvimento e Aprovação"</b>				
5	Dificuldade de desenvolvimento e Aprovação	1	5	0	0
5	Capacidade de absorção de impacto	-1	-5	0	0
5	Capacidade de absorção de vibração	-1	-5	0	0
5	Capacidade de empilhamento	-2	-10	-1	-5
5	Capacidade de absorção de pega com empilhadeira do tipo clamp	-2	-10	0	0
5	Capacidade de absorção de condições ambientais	-1	-5	0	0
	<b>7) Subsistema "Lealdade ao Consumidor"</b>				
3	Desembalamento	1	3	0	0
5	Descarte dos resíduos da Embalagem	1	5	1	5
3	Permitir Manuseio	1	3	1	3
	<b>TOTAL GERAL</b>		-1		0

Referência:  
tampo EPS face  
inteira com  
cantoneira  
horizontal e  
vertical, base face  
inteira, proteção  
da lateral 1/2 face e  
filme plástico  
termo-retrátil



Quadro 5.6 – Matriz de Pugh com conceitos de UE (continuação)

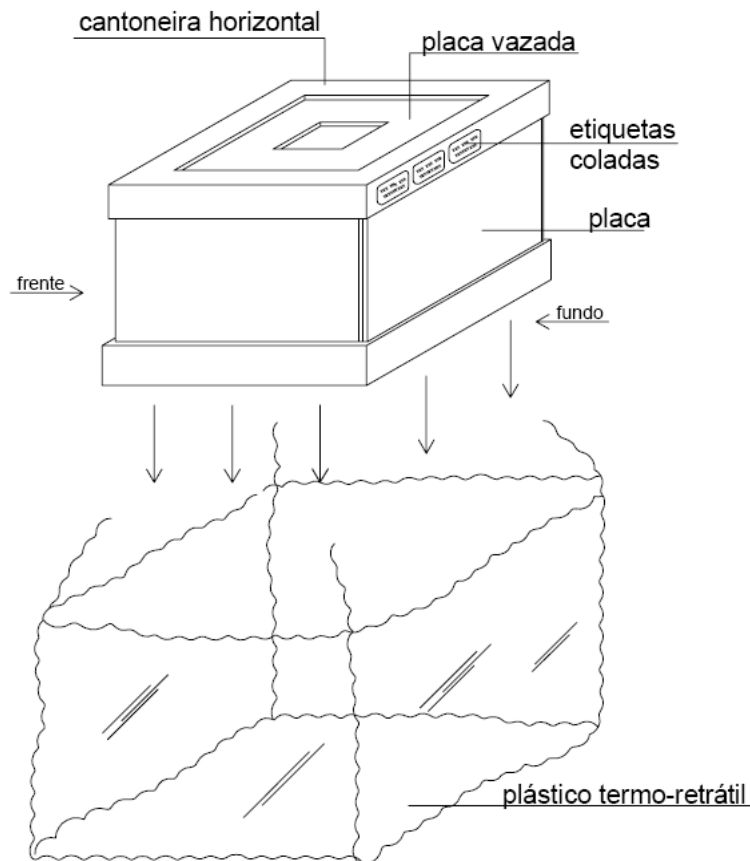
Importância peso (1-5)	Critérios	3		4	
		Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso	Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso
		Tampo em EPS vazado (sem material reg. Central), base uma placa cobrindo todo fundo, cantoneiras horizontais, placa toda face condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas.		Tampo em EPS placa cobrindo todo tampo, base uma placa cobrindo todo fundo, cantoneiras horizontais, placa toda face condensador e caixa de papelão. Identificação impressa.	
	Descrição / Nota	Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso	Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso
	<b>1) Necessidades Genéricas</b>				
5	Redução de Custo R\$ da Embalagem	2	10	0	0
5	Geração de Scrap / Reprocesso	0	0	0	0
	<b>2) Sub sistema "Estocagem de Peças"</b>				
3	Área destinada para peças nos Dealers/Assistencia Técnica	1	3	-1	-3
4	Área destinada para peças no Almoxarifado (fornecedor atual/novo)	1	4	-1	-4
	<b>3) Subsistema "Durante a Montagem"</b>				
5	Flexibilidade para vários modelos	0	0	1	5
4	Quantidade de peças para montagem	0	0	1	4
4	Quantidade Mão Obra Necessária	2	8	-1	-4
3	Tempo de Montagem	2	6	-2	-6
3	Ergonomia	0	0	-2	-6
1	Uso de EPI	0	0	-1	-1
3	Area destinada as peças na linha de montagem	1	3	-1	-3
5	Interação entre componentes da embalagem e entre embalagem e produto	0	0	-1	-5
5	Facilidade de Geração de Scrap / Reprocesso	1	5	2	10
	<b>4) Subsistema "Logística : Movimentação, Estocagem &amp; Transporte"</b>				
4	Possibilitar Pega com carros tubulares durante a movimentação	0	0	1	4
5	Possibilitar Pega com clamp	1	5	2	10
2	Permitir reembalamento na Assistencia Técnica	0	0	3	6
4	Permitir armazenamento dentro de carretas/containers	1	4	1	4
5	Permitir transporte/manuseio com outros tipos de produtos	0	0	1	5
5	Transporte rodoviário, ferroviário e aereo,marítimo	0	0	1	5
5	Permitir empilhamento em depósitos	0	0	-1	-5
	<b>5) Subsistema "Fornecedor"</b>				
3	Disponibilidade de cadeia de fornecedores	1	3	-1	-3
3	Complexibilidade/quantidade no transporte, proximidade	2	6	-1	-3
4	Viabilidade técnica	1	4	-1	-4
	<b>6) Subsistema "Processo de Desenvolvimento e Aprovação"</b>				
5	Dificuldade de desenvolvimento e Aprovação	1	5	-1	-5
5	Capacidade de absorção de impacto	0	0	-1	-5
5	Capacidade de absorção de vibração	1	5	-1	-5
5	Capacidade de empilhamento	1	5	-1	-5
5	Capacidade de absorção de pega com empilhadeira do tipo clamp	1	5	-1	-5
5	Capacidade de absorção de condições ambientais	0	0	-2	-10
	<b>7) Subsistema "Lealdade ao Consumidor"</b>				
3	Desembalamento	1	3	-1	-3
5	Descarte dos resíduos da Embalagem	1	5	1	5
3	Permitir Manuseio	1	3	1	3
	<b>TOTAL GERAL</b>		92		-24

Quadro 5.6 – Matriz de Pugh com conceitos de UE (continuação)

Importância peso (1-5)	Critérios	5	
		Conceito dois anéis, Tampo ½ placa, base ½ placa em EPS, cantoneiras verticais, placa toda face condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas.	
Descrição / Nota		Nota Ref. (-3 a 3)	Nota x Peso
	<b>1) Necessidades Genéricas</b>		
5	Redução de Custo R\$ da Embalagem	2	10
5	Geração de Scrap / Reprocesso	-1	-5
	<b>2) Sub sistema "Estocagem de Peças"</b>		
3	Área destinada para peças nos Dealers/Assistencia Técnica	2	6
4	Área destinada para peças no Almoxarifado (fornecedor atual/novo)	2	8
	<b>3) Subsistema "Durante a Montagem"</b>		
5	Flexibilidade para vários modelos	1	5
4	Quantidade de peças para montagem	2	8
4	Quantidade Mão Obra Necessária	1	4
3	Tempo de Montagem	1	3
3	Ergonomia	1	3
1	Uso de EPI	0	0
3	Area destinada as peças na linha de montagem	1	3
5	Interação entre componentes da embalagem e entre embalagem e produto	-2	-10
5	Facilidade de Geração de Scrap / Reprocesso	1	5
	<b>4) Subsistema "Logística : Movimentação, Estocagem &amp; Transporte"</b>		
4	Possibilitar Pega com carros tubulares durante a movimentação	0	0
5	Possibilitar Pega com clamp	-1	-5
2	Permitir reembalamento na Assistencia Técnica	0	0
4	Permitir armazenamento dentro de carretas/containers	0	0
5	Permitir transporte/manuseio com outros tipos de produtos	0	0
5	Transporte rodoviário, ferroviário e aereo,marítimo	0	0
5	Permitir empilhamento em depósitos	-2	-10
	<b>5) Subsistema "Fornecedor"</b>		
3	Disponibilidade de cadeia de fornecedores	0	0
3	Complexibilidade/quantidade no transporte, proximidade	1	3
4	Viabilidade técnica	-1	-4
	<b>6) Subsistema "Processo de Desenvolvimento e Aprovação"</b>		
5	Dificuldade de desenvolvimento e Aprovação	-3	-15
5	Capacidade de absorção de impacto	-3	-15
5	Capacidade de absorção de vibração	-3	-15
5	Capacidade de empilhamento	-3	-15
5	Capacidade de absorção de pega com empilhadeira do tipo clamp	-3	-15
5	Capacidade de absorção de condições ambientais	-1	-5
	<b>7) Subsistema "Lealdade ao Consumidor"</b>		
3	Desembalamento	1	3
5	Descarte dos residuos da Embalagem	1	5
3	Permitir Manuseio	-2	-6
	<b>TOTAL GERAL</b>		<b>-54</b>

A concepção melhor avaliada, em relação a referência, foi o de número três que consiste em “**Tampo em EPS vazado (sem material na região central), base de uma placa cobrindo todo fundo, cantoneiras horizontais, placa de toda face do condensador e filme termo-retrátil. Identificação com etiquetas**”, conforme pode ser visualizado na Figura 5.6 Foi feito uma reunião com a área de design e marketing para discutir a respeito da

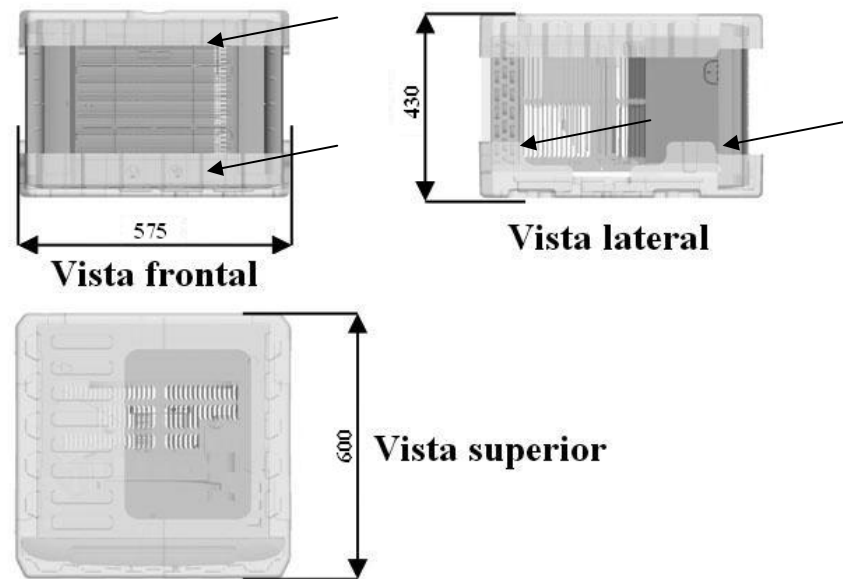
identificação da UE. Marketing propôs a inserção de uma imagem do tamanho de uma das faces para fazer propaganda. Neste sentido o líder do projeto sugeriu utilizar a face do condensador para colar esta imagem uma vez que ela já estava totalmente preenchida pela placa de proteção. Desta forma a equipe de Design ficou responsável por criar esta imagem para colocar na UE.



**Figura 5.6 Conceito selecionado para prosseguir no projeto**

### 5.5 - Projeto Preliminar

Estudando o conceito selecionado de maneira a verificar possíveis agrupamentos/separações de componentes, foi definido que as cantoneiras estarão incorporadas à base conforme pode ser vista na Figura 5.7. A região destacada com setas e retângulos na vista frontal é a região de tampo e base da UE (a região escura que pode ser visualizado nas vistas é o produto acabado). Já a cantoneira na região lateral foi levemente aumentada para distribuir melhor a força da pega com *clamp* (vista lateral da Figura 5.7).



**Figura 5.7 – Vista do leiaute inicial da UE**

Em função de maior facilidade e domínio da tecnologia de projeto de peças em EPS, foi solicitado ao fornecedor que fossem confeccionados os desenhos de conjunto e por conseqüência os desenhos detalhados de cada componente em EPS. Esses desenhos foram recebidos pelo líder do projeto que os utilizou para compor o conjunto dos componentes e o produto.

A cotação foi feita e o fornecedor continuará sendo o mesmo que já fornece as demais peças em EPS que a empresa de linha branca já utiliza em sua fábrica.

O conceito apresentado demonstrou um avanço na geometria da UE. No entanto, como o avanço foi de caráter geométrico, não se fez necessário, pelos custos, patentear esse conceito, pois se trata de um caso específico do produto da empresa. Os avanços foram na redução das dimensões das regiões laterais com relação ao modelo que foi utilizado como referência. Estimou-se uma redução de 15% de massa do conjunto em função dessa diferença de concepção.

Em função de contrato de exclusividade com o fornecedor X, o mesmo estará fornecendo e custeando todas as amostras de protótipos para testes de laboratório. Foram solicitadas duas amostras para efetuar testes de simulação de transporte.

## **5.6 - Projeto Detalhado**

Para os componentes da UE em material EPS, foi solicitado ao fornecedor que ele efetuasse a fabricação dos protótipos, sendo as peças feitas a partir de blocos de EPS que posteriormente sofreram usinagem para chegar à geometria estabelecida no projeto. Os

componentes do condicionador de ar foram fabricados na área de protótipos e posteriormente enviados para a linha de produção do CA.

As peças em EPS da UE foram enviadas para linha de produção do CA onde são montados os conjuntos. Base e tampos foram usinados ao invés de injetados por serem peças de protótipo. Entretanto a geometria permaneceu a mesma. As densidades desses componentes eram de 26 kg/m<sup>3</sup>. A proteção traseira foi feita com peça recortada, em densidade <sup>11</sup>de 15 kg/m<sup>3</sup>.

Iniciou-se a montagem dos produtos sobre a linha de produção. Ao final da linha de montagem, dois operadores levantaram o produto para colocação da base. Após, foi montado a proteção traseira (recortado em EPS), identificação, (papel cartão impresso) e por fim o tampo. O filme termo-retrátil foi colocado manualmente porque a máquina responsável por isso ainda não está programada para receber esse modelo de UE, da mesma forma que o processo de aquecer o filme para contração foi efetuado por sopradores térmicos manuais.

Ao final de todas as amostras prontas, foi efetuado o preenchimento da lista de identificação e conformidade de amostra conforme Quadro 5.7.

**Quadro 5.7 - Identificação de amostras e lista de conformidade da UE**

Identificação e lista de conformidade de amostra:	
Nome do projeto:	RAS
Número do projeto:	001-07
Responsável:	Richard A Steindorff
Ramal do responsável:	4852
Número da amostra:	1
Modelo do produto:	CCA07
Número de solicitação de teste de lab:	1010
Fase do projeto:	Projeto Detalhado / Unidade Embalada e produto
Lista de conformidades:	
base produto	
painel frontal	
capa / gabinete metálico	
base de EPS	
proteção traseira em EPS	
tampo em EPS	
filme termo-retrátil	
Conferido por:	Richard A Steindorff
Data:	15/8/2007
Destino após os testes:	
Enviar amostras para área de sucateamento de	

<sup>11</sup> A densidade das peças em EPS são medidas considerando o peso bruto de um metro cúbico medidos com peças deste tamanho ou frações dela.

Os produtos foram encaminhados ao laboratório de simulação de transporte e recebidos pela equipe técnica responsável pela execução dos testes.

As amostras foram inspecionadas visualmente para verificar possíveis problemas já existentes antes do início dos testes. Fotos foram tiradas para utilização ao final da avaliação (relatório) conforme Figuras 5.8 e 5.9.



**Figura 5.8 – Vista frontal da UE antes dos testes**

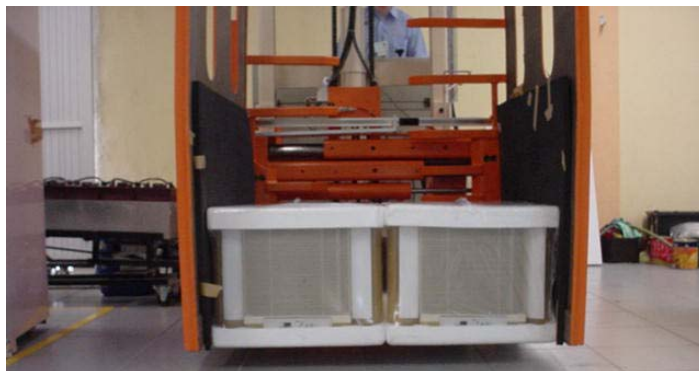


**Figura 5.9 – Vista traseira da UE antes dos testes**

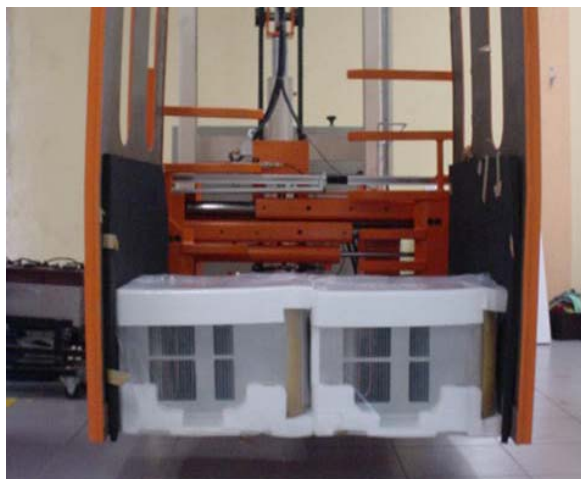
Antes do início dos trabalhos vale ressaltar que as UEs serão abertas para avaliação somente após o término de todos os testes.

O primeiro teste a ser realizado é o teste de *clamp*. Ele é o teste inicial justamente por ser o primeiro equipamento a movimentar a UE na saída da linha de produção até o estoque e do estoque até o container/carreta.

Foi acordada entre equipe de desenvolvimento, laboratório e logística que seria testado a condição mais crítica para a UE nestas amostras, isso porque existia restrição de amostras, somente duas para essa etapa. Ficou determinado a realização dos testes de duas UEs lado a lado e também frente traseira, conforme Figuras 5.10 e 5.11 tiradas durante a realização dos testes.



**Figura 5.10 – Vista simulador de empilhadeira tipo *clamp* - UE testada lado a lado.**



**Figura 5.11 - Vista simulador de empilhadeira tipo *clamp* - UE testada frente traseira**

A força aplicada para esse tipo de teste é a padrão dos equipamentos da logística: 703 kg. Após o teste e como já era previsto pela equipe, o resultado (avaliação visual sem abrir a UE) do teste lado a lado foi satisfatório, não comprometendo a integridade da UE. Entretanto, para o teste frente / traseira ocorreram algumas deformações excessivas conforme pode ser visto nas Figuras 5.12, 5.13 e 5.14. Os resultados dos testes e fotos tiradas durante a avaliação estão apresentados no Quadro 5.9.



**Figura 5.12 – Deformação excessiva na região do tampo próximo aos painéis**



**Figura 5.13 – Vista em detalhe deformação excessiva na região do tampo próximo ao painel**



**Figura 5.14 – Outra vista em detalhe deformação excessiva na região do tampo próximo ao painel**

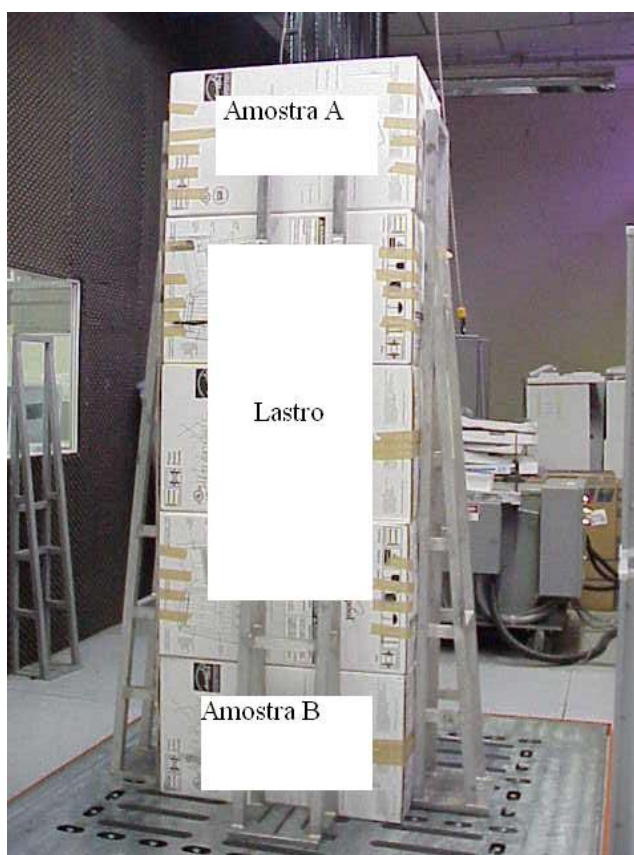
O teste de vibração randômica simula a vibração gerada no transporte rodoviário. O Item 10.4 da norma (ASTM D 4169-05) descreve o nível de vibração para cada faixa de frequência. A frequência e o nível podem ser vistos no Quadro 5.8. Visto que a vibração é tida como randômica, a mudança de frequências ocorre aleatoriamente no teste, sendo utilizadas todas elas sem repetição da mesma seqüência.



**Quadro 5.8 – Especificações do teste de vibração randômica (adaptado de ASTM D 4169-05 item 10.4)**

frequência (Hz)	Nível do PSD ( $g^2/Hz$ )
1	0,00005
4	0,01
16	0,01
40	0,001
80	0,001
200	0,00001
aceleração média	0,52 (g rms)
Duração	180min

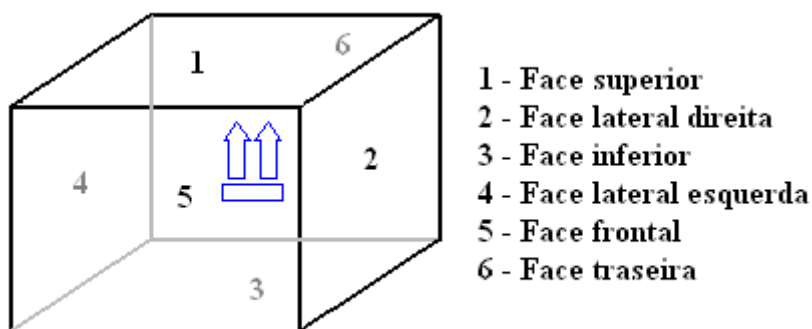
O empilhamento na mesa de vibração foi feito semelhante ao mostrado na Figura 5.15, entretanto foram utilizados somente dois lastros, ao invés de três, como mostra a Figura 5.15.



**Figura 5.15 – Disposição das amostras na mesa de vibração**

Nenhuma anomalia foi observada no teste de vibração randômica por meio de avaliação visual externa.

O terceiro teste realizado foi o de queda livre. A norma ASTM D 4169-05 – Item 10.2.3 descreve que para uma UE de 28 kg a altura de queda é de 381 mm. As quedas são realizadas conforme ilustração da Figura 5.16.



**Figura 5.16 – Regiões que serão impactadas no teste de queda livre**

A norma descreve que para uma UE do tipo caixa, deve ser impactada a face inferior, duas arestas adjacentes e dois cantos diagonais. Assim, conforme a identificação das faces na Figura 5.15, as regiões de impacto são:

Face: 3

Arestas: 4-3, 5-3

Cantos: 3-4-5, 2-3-6

Interpretando a norma ASTM4169, outra condição de teste seria a das arestas e cantos que não foram impactados. Mas por falta de amostra optou-se por testar somente estas regiões.

Nenhum problema externo foi identificado durante este teste.

Na seqüência foi realizado o teste de pisamento. Conforme padrão do laboratório criou-se uma massa padrão de 100 kg, conforme a Figura 5.17.

O teste consiste na aplicação da massa padrão nas extremidades da região superior da UE, com velocidade de descida máxima de 0,2 m/s até que toda a massa padrão esteja apoiada na Unidade Embalada, suspendendo-o em seguida. O procedimento deve ser realizado por cinco vezes consecutivas no mesmo ponto e deve ser realizado em pontos onde existe proteção, no caso deste conceito de UE, sobre a região com EPS. Após este teste não foi constatado, visualmente, nenhuma avaria.



**Figura 5.17 – Massa padrão**

Por último foi realizado o teste de compressão. A carga aplicada foi de aproximadamente de 546 kg sobre uma única UE tendo ocorrido durante três horas. A deformação, ao final do teste da UE, foi de aproximadamente 13 mm em cada amostra. Essa deformação não é perceptível sem que se meça a altura da UE.

Não foi constatado problemas no decorrer do teste. A Figura 5.18 mostra A UE durante o teste de compressão.



**Figura 5.18 – UE durante o teste e compressão**

Ao final dos testes iniciou-se a avaliação das amostras. As figuras que mostram os resultados e comentário podem ser vistos no Quadro 5.9.

### Quadro 5.9 – Avaliação das amostras testadas



A - Trinca da região traseira do tampo ocorrido no teste de clamp (frente traseira).



B - Trinca da base em EPS ocorrido durante o teste de queda livre.



C - Quebra do painel ocorrido durante o teste de clamp (frente traseira).



D - Quebra de aleta do gabinete. Ocorrido pelo deslocamento do compressor.



E - Vista do amassamento do tampo superior em EPS decorrente de teste de clamp (frente traseira).



F - Vista do CA sem o complemento do painel.



G - Vista frontal do CA sem painel. Queda da caixa do controle por má fixação e trinca da evoluta direita.



H - Rompimento do tubo em função de interferência com gabinete do CA.



I - Quebra dos pinos de fixação do compressor.



J - Quebra do canto da base do CA, ocorrido no teste de queda livre.

As imagens do Quadro 5.9 fazem parte do relatório de avaliação ER043-05PAC01.doc WHIRPOOL (2007) . A conclusão que se chegou, a respeito das avarias são as seguintes:

- a quebra do painel ocorreu em função do teste de clamp que comprime a região da frente e traseira da UE. O resultado é o amassamento excessivo, podendo prejudicar a integridade da UE e causando possíveis amassamentos/quebras do painel. Optou-se então por fazer o transporte das UE com clamp somente no sentido lado a lado.
- a quebra da aleta do gabinete (Quadro 5.9 Figura D) foi decorrente da quebra dos pinos de fixação do compressor. Foi observado a existência de bolhas de ar nessa região, fato esse que faz com que a estrutura dessa região fique comprometida.
- a caixa de controle (Quadro 5.9 Figura G) caiu em função de fixação inadequada. Entretanto, não foi possível realizar fixação adequada (parafusada no encaixe) porque os componentes eram prototipados.

- a tubulação quebrou por interferência com a capa externa (Quadro 5.9 Figura H).
- além disso, ocorreu a quebra do canto da base do CA. Por ser um componente pequeno e que pode ser ingerido por uma criança (Quadro 5.9 Figura J) deve-se reavaliar essa parte da base para que isso não ocorra.

Não foram realizados novos testes por falta de amostras e também por não haver tempo disponível para repetição. A equipe entrou em consenso que não seria necessário fazer os testes de transporte externo nessa fase do projeto detalhado, ficando para a fase da preparação para produção.

Como as mudanças são pequenas no requisito desembalamento, comparado ao CA atual, não se fez necessário clínicas específicas para essa solução.

Sendo assim, pode ser concluído que os protótipos não atendem às necessidades quando submetidos à simulação de transporte, uma vez que foram encontradas anomalias decorrentes desse processo de fabricação (protótipos) e que não tem relação direta com a concepção. Desta forma as funções levantadas no FMEA, conforme Quadro 5.3, não foram atendidas no que se refere ao efeito da falha “unidade foi danificada durante movimentação”.

Faz-se necessário a realização de um plano de ação com as seguintes orientações para próxima fase:

- Não transportar a UE no *clamp* na posição frente traseira.
- Rever problemas de falta de preenchimento da base principalmente na região do compressor. Se possível incluir mais nervuras nessa região a fim de melhorar a estruturação.
- Revisar dimensional de tubos no projeto do CA para que o mesmo não encoste no gabinete.
- A parte da base que quebrou deve ser eliminada, ou estruturada de tal forma a evitar a quebra.

O tampo e base da UE serão confeccionados em EPS com densidade de 26 kg/m<sup>3</sup> sendo fabricado em peça injetada. A placa de proteção do condensador será confeccionada em material EPS recortado na densidade de 11 kg/m<sup>3</sup>.

Verificando aspectos de montagem e fabricação, foi sugerida para montagem da UE a utilização de equipamento chamado de ventosa<sup>12</sup> conforme Figura 5.19. Entre outros benefícios de utilização deste está:

---

<sup>12</sup> Ventosa é o equipamento que se utiliza de sucção do ar em uma superfície para aderir a essa aumentando o coeficiente de atrito entre essa as duas.

- Diminuição do tempo de processo: será muito mais rápido do que fazer manualmente;
- Eliminação de problema de ergonomia, o equipamento é leve e de fácil manipulação, sendo a força de deslocamento menor que 6kg em todos os eixos.
- Diminuição no número de operadores: neste caso não se faz mais necessário dois operadores para efetuar o encaixe da base no produto.



**Figura 5.19 - Vista equipamento, ventosa, sugestão para uso na linha de produção**

Por fim, o líder convocou uma reunião para verificar se as necessidades do projeto foram atingidas utilizando a sistemática de desenvolvimento de Unidades Embaladas. Foi preenchida a lista de verificação de finalização do projeto RAS conforme Quadro 5.10. Desta forma foi determinada a finalização do projeto e direcionadas as informações e planos de ações resultantes deste projeto para a equipe de desenvolvimento do CA.

**Quadro 5.10 – Lista de verificação de finalização do projeto RAS**

<b>Lista de verificação de finalização do projeto RAS</b>	
	<b>Resposta:</b>
Lista de atributos do projeto preenchida	sim
Lista de especificações do produto e transporte da UE preenchida	sim
FMEA preenchido até coluna de detecção	sim
Conceitos gerados	sim
Conceito selecionado	sim
Identificação de amostra e lista de conformidade preenchida	sim
Relatório dos testes de transporte finalizado	sim

## 5.7 – Considerações finais

Apesar do estudo de caso ter sido finalizado no projeto detalhado, a empresa finalizou esse projeto, lançando no mercado o novo condicionador de ar e conseqüentemente a nova UE. As atividades do plano de manufatura, procedimentos de segurança e investimentos de projeto não foram realizados neste estudo, por não fazer parte do escopo do trabalho.

A sistemática para este estudo de caso ajudou a tornar o processo mais robusto. No planejamento do projeto da UE foi possível, através da lista de atividades, definirem o objetivo do projeto da UE, atributos, cronograma de desenvolvimento, entre outros. No projeto informacional da UE em função da sistemática foi realizado o preenchimento da lista de especificações de projeto e execução do FMEA que são atividades extensas e que requerem atenção da equipe de projeto para que nenhuma informação deixe de ser levantada. No projeto conceitual através da lista de atividades foi possível executar de forma clara e objetiva o diagrama de funções da UE, a matriz morfológica e a de Pugh, requisitos elementares para o desenvolvimento de uma UE. Já no projeto preliminar da UE formas e dimensões foram executadas de maneira que cada atividade tenha sido executada no momento certo, sem que houvesse retrabalhos. Além disso, no projeto detalhado da UE a sistemática contribuiu por apresentar suas várias atividades em seqüência, sem que a equipe de projeto tenha finalizado o mesmo com atividades não concluídas em função da saída de uma atividade, em alguns casos, ser à entrada de outra subsequente.

Desta forma através de lista de atividades, métodos e ferramentas auxiliou no processo de desenvolvimento, a sistemática demonstra a real necessidade de ser utilizada neste segmento de produto como a de uma UE.



# CAPÍTULO 6

## CONCLUSÕES

### 6.1 – Conclusões

Este trabalho inicialmente propôs alguns objetivos que foram cumpridos, tais como o de revisar a literatura de metodologias de desenvolvimento de produtos e embalagens, entender quais requisitos de transporte deve ser considerados, identificar normas de exigência, propor uma sistemática de desenvolvimento de Unidades Embaladas e avaliar a sistemática proposta em um estudo de caso.

Por meio desse processo foi possível estruturar conhecimentos para o desenvolvimento de unidades embaladas em suas principais fases de projeto. As sistemáticas até então encontradas não apresentavam procedimentos nem métodos de apoio para especificar, conceber e configurar soluções técnicas para unidades embaladas. As unidades embaladas eram desenvolvidas como sendo um subproduto no desenvolvimento do produto, neste caso o de linha branca. Não existiam atividades e informações documentadas que pudessem servir como referência para esse tipo de problema.

Uma das vantagens da sistemática desenvolvida neste trabalho é que a mesma potencializa o desenvolvimento de Unidades Embaladas considerando-as como um produto. Além disso, conforme pode ser verificado no Capítulo 4, a sistemática proposta possibilita um entendimento maior da inserção da Unidade Embalada no processo de distribuição considerando-se a cadeia de suprimentos, características de mercado regional, equipamentos de manuseio, armazenamento, transporte entre outros. Isso traz a possibilidade de encontrar soluções que possam promover um diferencial para a empresa em seu mercado.

Além disso se comparada com as sistemáticas até então encontradas, a sistemática aqui proposta auxilia o desenvolvimento da unidade embalada paralela ao desenvolvimento do produto, reduzindo assim o tempo de lançamento do produto final.

Procuraram-se tratar mais fortemente assuntos como metodologias de desenvolvimento de produtos e Unidades Embaladas; ferramentas de auxílio no desenvolvimento de produtos como FMEA, Matriz de Pugh, matriz morfológica, método de síntese de funções; testes de simulação de transporte; tipos de movimentação; além da sistemática proposta neste trabalho e sua aplicação demonstrada no estudo de caso.

Considera-se que este trabalho muito contribuirá para o tema de desenvolvimento de embalagens, que neste caso foi denominado Unidade Embalada pois poderá ser utilizado para pesquisa e desenvolvimento por empresas e pesquisadores que queiram uma referência neste

tema. Isso porque ele traz de forma sintetizada os assuntos que envolvem o desenvolvimento de uma UE, como histórico de embalagens ao longo dos anos, suas funções e testes a serem realizados para cada tipo de transporte.

## **6.2 – Recomendações de trabalhos futuros**

Tendo em vista o que foi estudado, os resultados obtidos e a importância em dar prosseguimento sobre esse tema de pesquisa, sugerem-se os seguintes assuntos para trabalhos futuros:

- Utilização, mais intensa, da tecnologia a serviço do desenvolvimento de Unidades Embaladas por meio do estudo de novos materiais, formas e funções aplicadas na mesma.
- O uso mais efetivo de softwares, como o de cálculo de leiaute de carga, instrumentação de produto e UE para entendimento dos fenômenos físicos ocorridos durante o transporte. Neste caso como proposta de pesquisa pode ser desenvolvido um software que faça o cálculo de leiaute de carga.
- Utilização de software de simulação aplicado ao transporte e empilhamento de unidades embaladas, possibilitando a antecipação de resultados, que atualmente são obtidos por meio de testes. Como pesquisa pode-se pensar no desenvolvimento de software de simulação específico para aplicação do empilhamento de UE.
- Proposição de desenvolvimento de Unidade Embalada do tipo retornável. O impacto ambiental gerado por embalagens descartáveis e o custo atrelado a esse tipo de conceito faz com que cada vez mais seja importante esse tipo de pesquisa.
- Utilização da sistemática de desenvolvimento de UE para outros tipos de segmentos de mercado como, por exemplo: linha marron (sistemas de som e imagem), computadores, telefonia entre outros.
- Proposição do uso da sistemática de desenvolvimento de UE utilizando simultaneidade entre projeto de produto e UE, verificando a partir de que ponto do desenvolvimento do produto o desenvolvimento da UE pode ser iniciado, demonstrando o tempo final de execução do projeto. Apesar da sistemática desenvolvida nesta dissertação contemplar o desenvolvimento em paralelo do produto e UE, não foi possível ser verificado com exatidão qual o momento em que a UE pode ser iniciada em relação ao desenvolvimento do produto.

- Estudo dos fenômenos físicos (impactos, vibrações, temperatura e umidade extrema) ocorridos na prática da distribuição das UE comparados aos testes propostos por normas. Os testes condizem com a realidade da distribuição física?
- Proposição do uso da sistemática de desenvolvimento de UE utilizada somente pelo fornecedor de componentes de embalagem, desenvolvendo métodos e ferramentas para monitoramento de evolução do projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – **Incline Impact Test for Shipping Containers**. D 880-92 4th Ed. Philadelphia, 1992

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – **Practice for Conditioning Containers, Packages; or Packaging Components for Testing**. D 4332-89 4th Ed. Philadelphia, 1989

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – **Test Method for Mechanical Handling of Unitized Loads and Large Shipping Cases and Crates**. D1083-91 4th Ed. Philadelphia, 1991

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – **Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers**. D 4728-91 4th Ed. Philadelphia, 1991

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – **Test Method for Water Resistance of Shipping Containers by Spray Method**. D 951-88 4th Ed. Philadelphia, 1988

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - **Standard practice for performance testing of shipping containers and systems**. D 4169 -05 - 4th Ed. Philadelphia, 2005

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - **Test method for compressive resistance of containers under constant load**. D 4577-86 4th Ed. Philadelphia, 1986

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - **Test method for drop test of loaded containers by free fall**. D 5276 - 92 4th Ed. Philadelphia, 1992

APPLE EXPORT BRAZIL – **Caixa de Papelão como embalagem Terciária de Maça** - Disponível na internet pelo site <http://br.geocities.com/appleexportbrazil/catalogo.html> em 12/10/2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO PAPELÃO ONDULADO – **Especificação de Papelão**

**Ondulado.** Disponível na internet pelo site <http://www.abpo.org.br/entrada.htm>, em 03/10/2006.

BACK, Nelson. *et al.* **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem.** São Paulo: Manole. 2008. (no prelo)

BRANDENBURG, Richard K., LEE, Julian June-Ling,. **Fundamental of Packaging Dynamics.** Michigan; MTS Systems Corporation, 1985, 2 ed.

COMUNIDADE EUROPÉIA - **Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos - WEEE,** 2005.

COMUNIDADE EUROPÉIA – **Restrições a Substâncias Nocivas – ROHS – 2002.**

COOPER, R. G. **From experience: the invisible success factors in product innovation.** Journal of Product Innovation Management. V. 16, 1999.

DBDESIGNBRASIL – **Embalagem de Suco Natural.** Disponível na internet pelo site <http://www.dbrasildesign.com> em 23/09/2006.

DIAMOND PACKAGING – **Embalagem Plástica Forma Selada.** Disponível na internet pelo site <http://www.diamondpackaging.com> , em 20/09/2006.

EPAL – EURO PALLETS – **Embalagem Quaternária** - Disponível na internet pelo site <http://www.betacheck.de/epal/uk/produkte/gitterboxen.htm> em 12/10/2006.

GIOVANNETTI, M.D.V. **El Mundo del Envase: Manual para el Diseño y producción de envase y embalajes.** Barcelona: Gustavo Gili, 2000, 3 ed.

HANLON, J.F., **Handbook of package engineering.** Baskerville: McGraw-Hill, 1984. 2. Ed

HANSEN, P. A e SERIN, G, **Materials and strategies for successful innovation and competition in the metal packaging industry.** Disponível na internet pelo site <http://www.scirus.com>, acesso em 06/04/2005.

HASEGAWA, Kiyohide. **Treinamento técnico Workshop Mercosul para criação de norma de simulação unificada**. Campinas: CETEA, 2006.

[http://pmd.hostcentral.com.br/revistas/vol\\_03/nr\\_2/Publicado\\_v3n2a01.pdf](http://pmd.hostcentral.com.br/revistas/vol_03/nr_2/Publicado_v3n2a01.pdf).

INSTITUTO INOVAÇÃO. **A ciência que cura: oportunidades de negócio no campo da Saúde**, Publicação eletrônica mensal Radar da Inovação, 8ª edição, 2004 Disponível em: 06/08/07 <http://www.institutoinovacao.com.br/radar/2004/08>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - **Normais Climatológicas** (1961-1990) Brasília Disponível na Internet em 15/01/2008 <http://athos.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=http://athos.inmet.gov.br/html/clima/mapas/>

INTERNACIONAL ELETROTECHNICAL COMMISSION 60335 – 1 – **Segurança elétrica de equipamentos de uso domésticos**. 5ª edição Genebra-Suíça, 2000.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION – **Gestão Ambiental**. ISO 14000. 2004.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION - **Gestão da Qualidade**. ISO 9000. 2000.

INTERNATIVAS – **Caixa de remédios** - Disponível na internet pelo site <http://internativas.com.br> em 03/10/2006.

KOTLER, P. **Administração de Marketing - Administração de linhas de produtos, marcas e embalagens**. São Paulo: Atlas, 2004.

MARIBONDO, J.F. **Desenvolvimento de uma Metodologia de Projeto de sistemas Modulares, aplicada a unidades de processamento de resíduos sólidos domiciliares**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

MAXLOAD, **Programa de planejamento, diagramação e otimização de carga**, Disponível na internet em 28/09/2007.

MELOTTO, Egídio. **Perigo a Vista**. Revista Logística, Movimentação e Transporte – IMAM, n° 186 – março 2006.

MERCOSUL VINHOS – **Embalagem de vinho em Madeira** - Disponível na internet pelo site: <http://www.mercosulvinhos.com.br> em 06/08/07.

MERCOSUL VINHOS – **Embalagem de Vinho em Madeira**, Disponível na internet pelo site <http://www.mercosulvinhos.com.br> , em 18/09/2006.

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: Wiley, 1997, 4th edition.

MOURA, R.A.; BANZATO, J.M., **Embalagem: acondicionamento, unitização & containerização - Manual de movimentação de materiais**. São Paulo: IMAM, 2003. 2. v.

MOURAD, Anna Lúcia, et al. **Embalagens de papel, cartão e papelão ondulado**, CETEA/ITAL Campinas, 1999.

MR BOX – **Embalagem de Quinto Nível Container** - Disponível na internet pelo site <http://www.mrbox.co.uk> , em 12/10/2006.

MUNDIM, Ana Paula Freitas. **Desenvolvimento de Produtos e Educação Corporativa**, São Paulo: Editora Atlas, 2002.

NORMA TÉCNICA BRASMOTOR. **UNIDADE EMBALADA – Especificação, Método de Ensaio e Critério de Aprovação**: método de ensaio, NTB 83033. Joinville, 2005.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES - **Sistemas de Gestão de Segurança e Higiene Ocupacional** - OHSAS18000, 2005.

OGLIARI, A. **Material da disciplina de Gerenciamento de Projetos**, Florianópolis, NeDIP/UFSC 2005.

PISCHEL, E. F. **Caixas de Papelão Ondulado Desenvolvimento, Controle de Qualidade e**

**Utilização**, IPT, 1987.

PISCHEL, E. F. **Manual Técnico de embalagem e Acondicionamento para Transporte e Exportação**. São Paulo: IPT, 1987.

PMI – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge**: PMBOK guide. EUA: PMI, 2004.

PUGH, Stuart. **Total design: Integrated methods for successful product engineering**. London: Addison-Wesley, 1990.

ROMANO, L. N., **An introduction to the reference model for the agricultural machinery development process**: Disponível na internet em 06/04/2007.

ROMANO, L. N., **Metodologia de Projeto para Embalagem**, Dissertação. 1996, Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

ROMANO, L. N., **Modelo de referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas, SC**: Tese. 2003. Doutorado em Engenharia Mecânica, PPGEM/UFSC.

ROZENFELD, H., 1999, **Conceitos Gerais de Desenvolvimento de Produto**. Disponível na Internet em 04/10/2006 [www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos\\_port/pag\\_conhec/Desenvolvimento\\_de\\_Produto.html](http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/Desenvolvimento_de_Produto.html).

UNDERWRITERS LABORATORIES INC. – **Ensaio de Segurança em Refrigeradores e Congeladores de Uso Domésticos - UL 250**, 2000.

VIDAL, José Walter Batista. **Manual para planejamento de embalagens**. Rio de Janeiro: Instituto do Desenvolvimento Industrial do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro, 1975.

WHIRLPOOL - **ER043-05PAC01 – Evaluation Report – Relatório de avaliação de simulação de transporte de UEs projeto de condicionador de ar novo**, Joinville, 2007.

WHIRLPOOL. **Manual C2C**, Joinville, 2006.