



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Projeto de embalagem de transporte “B2B” – Um
estudo de caso em uma empresa de pequeno porte
da Região Metropolitana do Recife**

Trabalho de Conclusão de Curso
por

Elisangela Albuquerque da Silva

Orientador: Antonio Nunes Barbosa Filho, Dr.

Recife, Dezembro /2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Projeto de embalagem de transporte “B2B” – Um
estudo de caso em uma empresa de pequeno porte
da Região Metropolitana do Recife**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia de Produção da Universidade
Federal de Pernambuco – UFPE – como
requisito parcial para obtenção de Grau em
Engenharia de Produção.

Recife, Dezembro /2010

Catalogadora: Rosineide Mesquita G. Luz / CRB4 – 1361 (BCTG)

S586p

Silva, Elisangela Albuquerque da.

Projeto de embalagem de transporte “B2B” – um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte da Região Metropolitana do Recife / Elisangela Albuquerque da Silva.- Recife: O Autor, 2010.

ix, 53f.; il.; figs.; tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia de Produção, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho.

Inclui Referências e Anexos.

1. Engenharia de Produção. 2. Embalagem. 3. Projeto de Embalagem. 4. Embalagem de transporte. 5. Embalagem B2B. I. Barbosa Filho, Antonio Nunes. II. Título.

658.5 CDD (22.ed.)

UFPE(BCTG)-235

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer àqueles que foram o apoio necessário para elaboração deste trabalho, e conclusão da graduação:

- a Deus pois sem Ele nada do que existe se fez (João:1:3)
- a meus irmãos (Wilson e Wilde) pelas oportunidades, amor, incentivo e confiança em mim depositada por tão grande paciência.
- a meus Tios (José Carlos e Rosália) pela confiança e apoio.
- a minha primas (Marília e Mariana) pela amizade e incentivo.
- a Pedro pelo amor, companheirismo, incentivo e apoio.
- a minha amigas irmãs (Renata e Camila) por fazerem parte da minha vida
- a meus amigos: Anne e Rafael por todas as horas de estudos em grupo
- ao professor, orientador e amigo Antonio Nunes Barbosa Filho pelo grande apoio nesses anos.

RESUMO

Este trabalho trata do desenvolvimento de embalagens de transporte para uma pequena empresa exportadora situada na Região Metropolitana do Recife. Foi iniciado ainda durante a realização do estágio supervisionado para a conclusão do curso de Engenharia de produção. O interesse pela questão surgiu em decorrência de queixas referentes ao recebimento de lotes de cargas avariados, realizadas por um tomador de serviços desta empresa, localizado no continente africano, para o qual as cargas enviadas seguiram por via marítima. Se nada fosse feito no sentido de sanar as impropriedades relativas às embalagens, pedidos futuros poderiam não ser concretizados. Assim sendo, ao longo deste trabalho são apresentados os estudos desempenhados nesse intuito. A utilização de técnicas e conhecimentos necessários ao projeto voltados ao caso concreto, foi útil, não somente para a proteção do conteúdo a ser transportado, mas, também, para a padronização do sistema de paletização adotado.

Palavras Chaves: Embalagem, Projeto de Embalagem, Embalagem de Transporte e Embalagem B2B.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Justificativa	9
1.2	Caracterização do Problema	10
1.3	Objetivos.....	11
1.4	Limitações do Trabalho	11
1.5	Metodologia	11
1.6	Estrutura do Trabalho	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	Embalagem: Conceito, Definições, Funções e Materiais	13
2.1.1	Histórico.....	13
2.1.2	Definições, Classificação e Funções.....	14
2.1.3	Principais Materiais Utilizados	17
2.1.4	Embalagem em Papelão Ondulado.....	18
2.1.5	Caixas de Papel Ondulado	21
2.2	Embalagem de Transporte	22
2.2.1	Dimensionamento da embalagem de transporte.....	23
2.2.1.1	Dimensionamento Geométrico	24
2.2.1.2	Dimensionamento Estrutural.....	25
2.3	Embalagem Business-to-business	26
2.3.1	Projeto de embalagem de transporte B2B.....	26
2.3.2	Unitização	27
2.3.3	Rotulagem e Marcações nas Embalagens	29
2.3.4	A Embalagem o Meio Ambiente	30
3	EXPERIÊNCIA DE PROJETO DE EMBALAGEM DE TRANSPORTE B2B.....	33
3.1	A empresa	33
3.2	Levantamento de dados	33
3.3	Análise dos dados.....	36
3.4	O Projeto Proposto	37
3.4.1	Configuração dimensional da embalagem	38
3.4.2	Rotulagem	40
3.5	Discursões sobre o caso	42
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
4.1	Conclusão.....	44
4.2	Contribuição do TCC para a formação da autora.....	45
4.3	Recomendações para trabalhos futuros	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
	ANEXOS	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxo Logístico da Embalagem B2B	26
Figura 2.2 – Tipos de Empilhamento.....	29
Figura 2.3 – Simbologia produto reciclável	32
Figura 3.1 – Registro Fotográfico.....	35
Figura 3.2 – Configuração da Embalagem Sugerida	38
Figura 3.3 – Configuração Plana da Caixa Paletizada.....	39
Figura 3.4 – Rotulagem Sugerida para a Embalagem.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Principais formas de embalagem.	13
Tabela 2.2 – Tipos de papel ondulado	19
Tabela 2.3 – Espessura e número de ondas do papelão ondulado	19
Tabela 2.4 – Valores típicos de propriedades do papelão ondulado	20
Tabela 2.5 – Período x Resistência ao empilhamento	21
Tabela 2.6 – Dimensões do palete padrão.....	28
Tabela 3.1 – Comparativo entre embalagens	36

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABPO – Associação Brasileira de Papel Ondulado

ABRAS - Associação Brasileira de Supermercados

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem

ABML – Associação Brasileira de Movimentação e Logística

B2B – Business to Business

FEFCO - Federação Européia dos Fabricantes de Cartão Ondulado

RMR – Região Metropolitana do Recife

OSB – Oriented Strand Board

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

1 INTRODUÇÃO

Segundo MOURA & BANZATO (2000), estima-se que o Brasil perca de 10% e 15% de sua receita de exportação devido a embalagens deficientes. Na maioria dos casos este assunto é visto somente como custo e pouca atenção é dada ao seu desenvolvimento.

O desenvolvimento de embalagens de transporte B2B adequadamente projetadas para as necessidades da empresa podem reduzir o seu custo operacional, cumprir funções de proteção do produto, bem como favorecer a manipulação destes enquanto carga, além de poder suportar de forma eficiente o aumento do volume de produção.

Em matéria publicada no site da ABRAS em junho de 2010, foi divulgado um estudo realizado pela Austin Asis Consultoria apontando um aumento no faturamento das indústrias de embalagens no Brasil de cerca de 15% em relação ao ano anterior de 2009. No mesmo site outra matéria mostra que Segundo a ABRE, a produção de embalagem cresceu 16,29% no primeiro semestre de 2010, em relação à igual período de 2009. A previsão é que os fabricantes de embalagem de papelão ondulado movimentassem cerca de R\$ 5 bilhões este ano, sendo a categoria com o maior destaque no segmento de papel, papelão e cartão.

Diante do exposto acima, este tema é relevante para a necessidade e aprendizado de empresas e profissionais que desejem projetar embalagem de transporte, tais como a do setor de embalagem B2B, buscando a otimização da logística, segurança e a preocupação com o descarte após o uso.

1.1 Justificativa

A escolha do tema veio da necessidade de mudanças na embalagem de transporte utilizada por uma empresa de pequeno porte, para a entrega de um desmoldante utilizado em indústrias processadoras de alumínio (seus clientes). A embalagem utilizada para o transporte do produto foi concebida de forma empírica, e não satisfazia as necessidades operacionais do sistema, possuía um alto custo além de ser um gargalo no processo de despacho do pedido.

A importância deste trabalho para a minha formação veio da possibilidade de colocar em prática os conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas do curso de engenharia de produção tais como: logística, projeto de produto, resistência dos materiais entre outras,

desempenhando o papel de um Engenheiro de Produção, no desenvolvimento de um projeto de embalagem, começando com a análise do produto e de sua cadeia de distribuição até o consumidor final. Tudo que pode afetar o produto e a sua distribuição foi analisado e considerado. Por esse motivo, eu como engenheira de produção interagir com quase todos os setores da empresa, levando em consideração aspectos construtivos, físicos, e organizacionais, além de aspectos de custo, legais e normativos não só do país produtor como também do país de destino, no caso das exportações.

1.2 Caracterização do Problema

A embalagem utilizada pela empresa, motivo do estudo, apresentava deficiências que lesavam tanto o produto quanto todo o sistema de distribuição, além de prejudicar a imagem da organização frente a seus clientes podendo comprometer comercializações futuras. Dentes todas as falhas pode-se elucidar as seguintes:

1. Como o seu desenvolvimento foi feito sem caráter científico, não se considerou todas as atividades que influenciariam sua confecção bem como as características construtivas necessárias para enfrentar as condições físicas do o sistema de distribuição utilizado.
2. O tempo necessário para a sua confecção não acompanhava o tempo de produção do desmoldante, como o produto ainda é produzido em pequena escala através de pedido dos clientes, ainda não se tem uma previsão de demanda.
3. Dificuldade de estocar a embalagem pronta, já que ela ocupa um volume considerável, uma vez que não há a possibilidade de ser guardada desmontada e a empresa não detêm de um almoxarifado para esse propósito.
4. A embalagem possuía vários materiais na sua composição, e como foi dito anteriormente não era possível o estoque, então sua compra era feita mediante necessidade dificultando estimar o real custo da embalagem já que alguns de seus componentes tinham que ser modificados quando estavam em falta no mercado, e muitas vezes por outros que não apresentavam as mesmas características.
5. A unitização por parte dos funcionários era dificultada pelo peso da embalagem, já que era feita manualmente e a caixa pesava em torno de 36 quilos, rejeitável para esse tipo de movimentação.

6. Passível subutilização dos paletes caso as caixas não fossem dispostas corretamente no palete, já que não havia identificação na embalagem sobre a correta maneira de paletizar.
7. Chegada de cargas avariadas aos clientes, pois a embalagem não estava cumprindo suas funções adequadamente.
8. Falta de conhecimento por parte da corporação do real cenário encontrado no sistema de distribuição utilizado e suas influências na carga.
9. Necessidade de informações básicas a cerca da carga na rotulagem da embalagem.
10. Desconhecimento por parte da empresa das necessidades fundamentais de uma embalagem de transporte, bem como das etapas para o seu desenvolvimento.

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral efetuar o estudo para conhecer, com ênfase em questões logísticas, econômicas e ambientais, as especificações para o projeto de embalagem de transporte B2B para uma empresa de pequeno porte da RMR. Os objetivos específicos são: o desenvolvimento de uma embalagem de transporte de papel ondulado que possa substituir à atual trazendo vantagens logísticas, redução dos custos e tempo de fabricação, definindo uma nova forma de apresentar o produto para a venda. A pesquisa teve abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida através de uma revisão bibliográfica e um estudo de caso, no qual os dados coletados foram interpretados e explicados.

1.4 Limitações do Trabalho

Como o tempo para executar o trabalho foi restrito, limitado pelo período do estágio curricular, não possível realizar testes de desempenho da embalagem proposta, analisar a Influencia dos acessórios (divisórias, cantoneiras) na estrutura da embalagem, especificar as propriedades do material utilizado pela empresa contratada para fazer as caixas bem como da embalagem pronta. Sendo assim, recomenda-se o seu desenvolvimento futuro para uma especificação final primorosa da embalagem projetada.

1.5 Metodologia

No primeiro momento foi necessário adquirir uma série de informações que ajudaram na decisão sobre que caminho trilhar para encontrar a melhor embalagem para o produto.

A fundamentação teórica para este trabalho foi feita a partir de revisão de literatura relacionada ao projeto de embalagem, com um recorte teórico para embalagem de transporte, embalagens B2B e o papelão ondulado neste contexto.

Foi necessário identificar os requerimentos mínimos a serem atendidos, configurar o produto, definir a unidade comercial, o tipo de transporte que será usado e o material a ser utilizado na embalagem.

A coleta de dados relativa ao diagnóstico envolveu o uso de chek lists, registro fotográfica, acompanhamento “in loco” e a coleta de informações tais como: unidades por embalagem, dimensões e peso das embalagens primárias.

1.6 Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso

Além desse primeiro capítulo, o trabalho possui outros três capítulos apresentados resumidamente a seguir:

Capítulo 2 (EMBALAGEM) apresenta a revisão de literatura sobre o três temas principais: Embalagem de papelão ondulado, embalagem de transporte, embalagem B2B.

Capítulo 3 (ESTUDO DE CASO) Descreve o estudo de caso junto à empresa. São descritos os resultados da pesquisa de campo, e a avaliação dos dados obtidos, são propostas diretrizes para o projeto de embalagem movimentada entre empresas. Esta é uma das contribuições centrais desse estudo de caso, pois se entende que, para que sejam atingidos os objetivos do trabalho é necessário a existência de uma teoria de projeto de embalagem, com conceitos e metodologia.

No capítulo 4 (CONCLUSÃO) finaliza-se o trabalho e sugere possibilidades de pesquisas futuras a partir de lacunas existentes nesse trabalho de conclusão de curso.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta contribuições de diversos autores sobre o tema de embalagem, indicando conceitos importantes para o projeto de embalagem, ampliando os conhecimentos sobre o tema deste trabalho de conclusão de curso e embasando as conclusões da mesma.

2.1 Embalagem: Conceitos, Definições, Funções e Materiais

2.1.1 Histórico

As primeiras noções de embalagens surgiram na origem do homem. Conforme Moura e Banzato (2007), existem informações de que o uso de embalagem surgiu em aproximadamente 4000 a.C com o transporte de mercadorias entre o Egito e a Mesopotâmia. Possivelmente as primeiras embalagens eram feitas de argila ou fibra naturais tecidas utilizadas para transportar produtos agrícolas e ou produtos manufaturados.

Por volta de 3000 a.C, os egípcios iniciaram a confecção de recipientes rústicos de vidro usados para acondicionar óleos, perfumes, cosméticos a fim de transportá-los por longas distâncias.

Segundo Moura e Banzato (2007), por volta de 1200 D.C., as principais formas de embalagem eram:

Tabela 2.1 - Principais formas de embalagem

Material	Forma de Embalagem
Couro	Amarrados, sacolas, garrafas
Tecido	Amarrados, sacos
Madeira	Barris, caixas, toneis, baús
Relva ou lascas de madeira	Cestos e esteiras
Pedra	Pequenos potes ou jarras
Louça de Barro	Potes, jarras, urnas, tigelas, vasos etc.
Metal	Potes, xícaras, tigelas etc.
Vidro	Jarras, garrafas, xícaras, tigelas etc.

Fonte: Fonte: Moura e Banzato (2007), p. 4

Já na Revolução Industrial, devido à produção em larga escala e o aumento do consumo de artigos produzidos na indústria alavancou o uso de embalagens. Com o aumento do volume de produção, as indústrias tiveram que se adaptar, criando almoxarifados para

armazenar os produtos que não eram consumidos na hora além de estoques junto à linha de produção, fazendo com que o uso de embalagem aumentasse na mesma proporção que a produção.

Em suma, a embalagem nasceu mediante as necessidades do homem. Primeiro com o objetivo de conter, depois transportar e armazenar e posteriormente outras funções foram incorporadas como as de proteger, conservar, vender o produto dentre outras.

2.1.2 Definições, Classificação e Funções.

Dependendo do foco em que está sendo analisado, o conceito de embalagem pode variar. Segundo a ABNT, entende-se como embalagem adequada os materiais que envolvem um determinado produto, em porção ou todo, identificando-o, assegurando, protegendo e preservando, em condições apropriadas, suas qualidades inerentes durante as fases de transporte, armazenamento e consumo.

Pode-se também definir embalagem como o elemento associado ao produto que tem as funções de proteger e conservar o produto ao longo da cadeia de fornecimento e de sua vida útil, identificando e informando os aspectos relevantes do produto e processo associado ao mesmo, de forma a possibilitar a entrega de produtos em quantidades e formatos adequados, podendo auxiliar na exposição dos produtos de forma conveniente e segura.

As embalagens podem ser classificadas de diferentes maneiras, os diversos autores apontam essa classificação com pequenas variações.

Tipos

- **Primária:** é a embalagem que está em contato com o produto, que o contém.
- **Secundária:** é aquele que protege a embalagem primária.
- **Terciária:** São as caixas, de madeira, papelão, plástico ou outro material.
- **Quaternária:** São embalagens que facilitam a movimentação e a armazenagem, qualquer tipo de contenedor.
- **Embalagem de Quinto nível:** é a unidade containerizada ou as embalagens especiais para o envio a longa distância.

Finalidade

- **Embalagem de consumo:** É a embalagem primária, e às vezes, secundária, que levam o produto ao consumidor.
- **Embalagem expositora:** É aquela que, além de poder transportar o produto, visa expor o mesmo.
- **Embalagem de distribuição física:** É aquela destinada a proteger o produto, suportando as condições físicas encontradas no processo de carga, transporte, descarga e entrega.
- **Embalagem de transporte e exportação:** é a embalagem ou acondicionamento que protege um produto durante os diversos modos de transporte, geralmente facilitando estas operações.
- **Embalagem industrial ou de armazenamento:** É aquela que protege o material durante a estocagem e a movimentação dentro de um conjunto industrial.
- **Embalagem de armazenagem:** Tem a função de proteger o material dos agentes agressivos externos, podendo ser físico, químico ou biológico. Esta embalagem pode ser formada por uma simples película de cera, gordura e óleo ou comportar um revestimento hermético.

Movimentação

- **Embalagem movimentada manualmente:** É aquela não adequada à operação por empilhadeira ou outro veículo industrial, e cujo peso não deve exceder a 23 kg.
- **Embalagem movimentada mecanicamente:** São aquelas que a quantidade de volumes é muito grande, possui peso superior a 23 kg, sendo necessário utilizar movimentação mecânica.

Utilidade

- **Embalagem Retornável:** É aquela que retorna à origem, geralmente para sua reutilização industrial.
- **Embalagem não retornável:** É utilizada em um único ciclo da distribuição. Em alguns casos, é aproveitada pelo destinatário.

Existem ainda quatro funções que a embalagem pode exercer:

1. **Contenção:** Refere-se à habilidade da embalagem em servir como receptáculo: conter as unidades.
2. **Proteção:** É a função que permite à embalagem proteger seu conteúdo.
3. **Comunicação:** É a função de levar as informações a cerca do produto a seus consumidores.
4. **Utilidade:** É a função que facilita a interação entre a embalagem e quem entra em contato com ela.

De acordo com o Manual de Embalagens para Fornecedores e Subcontratados da EMBRAER a embalagem também pode ser classificada em relação ao seu volume e peso como:

- **Pequenas:** Toda embalagem que pode ser manuseada por uma única pessoa. O peso do produto mais embalagem não deve ultrapassar 20 Kg ou 42 dm³ e nenhuma das dimensões da embalagem ultrapassem 800 mm.
- **Médias:** Toda embalagem que o peso (produto mais embalagem) seja maior que 20 kg ou 42 dm³ e menor que 300 kg ou qualquer das dimensões da embalagem seja maior que 800 mm e nenhuma ultrapasse 2000 mm
- **Grandes:** Toda embalagem com peso acima de 300 kg ou qualquer de suas dimensões ultrapasse 2000 mm

Uma embalagem não fica restrita a apenas um das funções ou categorizações apresentadas, ela pode incorporar mais de uma função, essa classificação vai depender do produto, das suas dimensões e de suas características. Existem características combinadas que geram novas funções às embalagens. Carvalho (2008) apresenta algumas delas:

- A embalagem primária como embalagem de transporte: é o caso dos eletrodomésticos de grande porte.
- A embalagem secundária como expositor: embalagens de chocolates, *drops*, tintas, etc.
- A embalagem secundária como embalagem para transporte: ela não é própria para expor o produto e sim para auxiliar no transporte e armazenagem. Possui elementos

que contribuem para uma rápida identificação para *picking* (coleta dos itens do pedido no armazém), movimentação e transporte.

- Embalagem primária em vários volumes para transporte: é utilizada para produtos que serão montados após chegarem ao destino final.

2.1.3 Principais Materiais Utilizados

A escolha do tipo de embalagem baseia-se no conhecimento do material que a constituirá, suas características e suas propriedades, levando em consideração as necessidades do produto, fabricação, distribuição física e cliente final. Segundo Moura e Banzato (2007) existem cinco grandes categorias de materiais empregados no campo das embalagens, dentre elas três são freqüentemente empregadas nas embalagens de transporte: madeira, plástico e papelão.

Madeira

A madeira durante séculos tem sido o material tradicional para embalagens, as caixas e os engradados de madeira foram às primeiras embalagens modernas para transporte de produtos manufaturados e matérias-primas. 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 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.

Plástico

Os plásticos foram introduzidos na fabricação de embalagens no pós-guerra e compreende uma grande e variada gama de materiais sintéticos, que são processados por extrusão ou moldados segundo uma forma final. 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 (2007) 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.

Papelão Ondulado

Quando se fala em embalagens de papelão faz-se relação imediata com caixas de transporte. Conforme ABPO (site) a primeira utilização do papelão ondulado como embalagem, foi quando o americano Albert L. Jones obteve a patente para envolver produtos frágeis, como garrafas, em embalagens produzidas com esta matéria-prima em 1871.

Em 1935, foi construída no Brasil a primeira fábrica de papelão ondulado, que introduziram no nosso mercado a ondulada parede simples, até então importado da Alemanha. A produção de embalagens de papelão ondulado mostrou um rápido crescimento, acompanhando a Revolução Industrial e respondendo à pronta demanda por mais embalagens de transporte, caminhando paralelamente às atividades econômicas. (ABPO, site)

A maior aplicação para o papelão ondulado é como embalagem de transporte, pois este produto apresenta boa resistência à compressão e ao rompimento com a vantagem de ser bastante leve, além de ser 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.

2.1.4 Embalagem em Papelão Ondulado

Um Artigo técnico de Setembro 2008 da ABPO (site) esclarece o real significado das palavras caixa e embalagem quando se fala de papelão ondulado. A caixa mais os acessórios compõem a embalagem. Se, entretanto, não houver necessidade de acessórios para proteger o conteúdo, a caixa, sozinha, constituirá a embalagem; se não for assim, deverá ser considerada simplesmente como caixa.

Conforme ABPO (site), o papelão ondulado tem como matéria prima básica a celulose, e é composto por elementos ondulados (miolos) que são fixados a elementos planos

(capas). O papelão ondulado é composto por várias camadas de papeis, de maneira a formar uma estrutura composta por um ou mais elementos ondulados. De acordo com a NBR 5985, o papelão ondulado pode ser de vários tipos:

Tabela 2.2 - Tipos de papel ondulado

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

Fonte: ABPO (site institucional)

Os tipos de onda estão relacionados à espessura do papelão ondulado e o número de ondas em 10 cm.

Tabela 2.3- Espessura e Número de Ondas do Papel Ondulado

Tipo de onda	Espessura do papelão ondulado	Nº de ondas em 10 cm
A	4,5 – 5,0 mm	de 11 a 13
B	2,5 – 3,0 mm	de 16 a 18
C	3,5 – 4,0 mm	de 13 a 15
E	1,2 – 1,5 mm	de 31 a 38

Fonte: ABRE (site institucional)

As ondas C e B são normais de linha de produção para papelão de parede simples, já a onda BC, que é a junção da onda B e C, é normal de linha de produção para parede dupla. O sentido da ondulação é muito importante, elas devem estar na vertical, pois funcionam como pilares de suporte auxiliando no empilhamento. O tipo de onda influi principalmente na proteção a choques e na resistência ao esmagamento do papelão ondulado.

A onda A, em um número menor por unidade de comprimento, possui um maior espaçamento, o que confere ao papelão ondulado maior capacidade de absorção de choques, como também maior resistência à compressão topo-base. A onda B, devido ao seu maior número por unidade de comprimento, é utilizada quando se requer maior resistência ao esmagamento e à compressão entre extremidades. A onda C tem propriedades intermediárias às ondas A e B.

Segundo o IPT, as propriedades estruturais mais importantes do papelão ondulado são:

- **A rigidez:** relaciona-se com a resistência da caixa à flambagem na compressão, e é determinada por ensaio de flexão.
- **A resistência de compressão de coluna:** o ensaio de resistência de coluna mede a força necessária para colapsar, por compressão um corpo de prova de papelão ondulado.
- **A resistência a perfuração dinâmica ou arrebentamento estático:** o papelão pode ter que resistir a esforços de perfuração, essa característica é importante uma vez que as caixas de papelão ondulado podem sofrer impactos e pressões localizadas.
- **Esmagamento:** pressão necessária para colapsar as ondas de papelão ondulado, só é aplicado em papelão de onda simples.

Tabela 2.4 - Valores Típicos de Propriedades de Papelão Ondulado

PROPIEDADE	Onda C	Onda BC	Unidade
Espessura	4,0	6,4	mm
Coluna	50	80	N/cm
Perfuração (GE)	4	8	J
Arrebentamento	1000	1200	kPa
Esmagamento	100	-	kPa
Flexão	5 a 10	7 a 10	mm

Fonte: IPT (2006), p.64

As características físicas do produto determinam, na maioria das vezes, o tipo de papelão a ser usado. A sua especificação depende das condições de movimentação, armazenagem e transporte, sendo a sua principal função a de resistir à carga de empilhamento, ou seja, deve ter boa resistência à compressão.

2.1.5 Caixas de Papel Ondulado

Caixas são recipientes com lados, fundo e tampas contínuos e fechados, podendo ser herméticos ou não. As caixas de papel ondulado é o tipo de embalagem não retornável mais utilizado hoje para uma gama de mercadorias de consumo e bens industriais. (MOURA e BANZATO, 2007)

De acordo com o IPT (2006), as caixas de papelão ondulado são produzidas basicamente, por dois processos: normal e corte e vinco. No processo normal, a chapa de papelão ondulado recebe cortes e vincos perpendiculares ao eixo das ondas, por meio de facas e vincadores circulares, cuja posição é ajustável sobre rolos, recebendo, em seguida, os entalhes e vincos na direção transversal. No processo vinco e corte, a chapa é cortada e vincada por matrizes planas ou cilíndricas dotadas de lâminas de corte e de vinco.

A caixa de papelão é fabricado com paredes laterais já unidas por cola, grampos ou fita adesiva, o fundo e a tampa não são pregados até o momento de seu uso. Isto permite manter a embalagem dobrada nas fases de transporte e armazenagem, anteriores a sua utilização. Em Alguns casos, a caixa de papelão ondulado é reforçada com alguns acessórios internos que podem ser fabricados do mesmo papelão ondulado recortado.

Depois de cheias, as caixas são armazenadas, soltas ou paletizadas, superpostas diretamente ou mediante esteiras, formando pilhas compactas, onde cada uma mostra somente um de seus lados. Para evitar ocultar informações importantes, deve ser impressa identificação em todos os lados para evitar movimentos inúteis no estoque.

Ao empilhar as caixas de papelão, deve-se prestar atenção para colocá-las com precisão uma sobre a outra, pois uma má sobreposição pode reduzir sua resistência. É importante frisar que a resistência ao empilhamento das caixas diminui com o tempo.

Tabela 2.5 – Período x Resistência ao empilhamento

Período de empilhamento	Resistência ao empilhamento
Curto período	100 %
10 dias	65 %
30 dias	60 %
100 dias	55 %
365 dias	50 %

Fonte: Moura & Banzato (2007), p. 109

Para evitar que uma caixa deslize sobre outra se deve recorrer à fixação das caixas sobre o palete através de película termoretrátil ou plástico stress se utilizando de cantoneiras nos vértices das caixas. Deve-se observar sempre o enquadramento das caixas de papelão no palete, as cargas excedentes podem provocar danos nas caixas individuais, para que não se tenha tais excessos e um bom aproveitamento do palete é necessário um estudo de dimensionamento geométrico.

Os principais tipos de caixa são classificados pela FEFCO (IPT, 2006), por meio de códigos numéricos de validade internacional. Esta codificação facilita o comércio exterior e elimina confusões terminológicas. A norma NBR 5980 adotou a norma internacional com alguns acréscimos, estabelecendo a classificação dos diferentes estilos de caixas de papelão ondulado e acessórios. A seguir encontram-se algumas formas de abas de caixas que se enquadram no Grupo 02 da norma NBR 5980. Esse grupo é formado basicamente de caixas de uma peça com junta grampeada, colada ou com fita adesiva e com abas na parte superior e ou na parte inferior.

- **Caixa de abertura normal:** As abas superiores e inferiores são de comprimento igual, quando as abas são dobradas para dentro elas se encontram apenas se a caixa for quadrada.
- **Caixa de abertura central:** Uma ou ambas as abas são mais curtas que as finais, desse modo todas se encontram para formar o topo ou o fundo.
- **Caixa com abas sobrepostas:** As abas laterais se sobrepõem parcialmente para aumentar a rigidez, tanto no topo quanto na base.
- **Caixa com aba total:** todas as abas são de comprimentos iguais, e se abrem quando o comprimento da caixa for exatamente o dobro da largura.

2.2 Embalagem de Transporte

O Manual de Embalagens da EMBRAER define embalagem de transporte como aquela feita especificamente para facilitar o transporte. Nela várias embalagens intermediárias são colocadas numa embalagem maior que é movimentada mecanicamente. Quando necessário esta embalagem deve estar de acordo com a legislação do Brasil e do país de origem e das leis internacionais de comércio.

Esse tipo de embalagem também pode ser definido como o acondicionamento que protege um produto durante os diversos modos de transporte, geralmente facilitando estas operações. Pode acompanhar o produto desde a fábrica até o destinatário final, ou desde a fábrica até um centro de distribuição. (MOURA E BANZATO, 2007)

O seu conceito envolve a embalagem destinada a conter e/ou proteger o produto embalado durante o transporte e, conseqüentemente, durante os manuseios e movimentações, sejam de estocagens ou não. Tal conceito pode ser aplicado também a certos tipos de embalagens de venda ao consumidor, dotadas de proteção a choques, vibrações e umidade.

2.2.1 Dimensionamento da Embalagem de Transporte

O dimensionamento de uma embalagem de transporte começa com a embalagem primária. A decisão da embalagem primária é de fundamental importância, pois, uma vez decidida às dimensões finais dela, todas as demais estarão atreladas às suas características, restando poucas variáveis para se obter um ótimo resultado final.

Uma embalagem bem dimensionada é aquela que além de ser esteticamente agradável, possui uma melhor relação volume interno / quantidade de material utilizado, facilita sua utilização nas operações envolvidas, além de proporciona uma ótima paletização, facilitando as operações envolvidas na logística e distribuição do produto.

Para Hélio Kinoshita, diretor técnico da Indatack (site Freedom Comunicações), alguns dos pontos importantes para um bom dimensionamento de embalagem são:

- a) As dimensões da embalagem devem atender às necessidades das áreas de: Marketing, Vendas, Produção, Logística, Distribuição e Qualidade
- b) Nunca definir as dimensões das embalagens sem avaliar o resultado final no sistema de embalagem como um todo.
- c) Estudar bem o arranjo e a quantidade de unidades de produto nas caixas de papelão de tal forma que, se tenha o melhor aproveitamento de materiais na sua fabricação.

2.2.1.1 Dimensionamento Geométrico

Quando o produto possui dimensões definidas, a embalagem deverá estar de acordo com essas dimensões, considerando os aspectos de número de unidades por embalagem, posições obrigatórias ou proibidas, dimensões de acolchoamento, acessórios, folgas etc.

2.2.1.2 Dimensionamento Estrutural

Uma vez estabelecido o tipo, as dimensões da embalagem de papelão ondulado e a carga que irá suportar durante o empilhamento é necessário calcular a resistência à compressão, que o material que constituirá a caixa de papelão ondulado, deverá ter sendo submetido aos diversos esforços que estará sujeita.

A determinação da resistência ao empilhamento é o problema mais comum de dimensionamento estrutural da embalagem. O colapso das caixas por compressão, e portanto, o colapso da pilha, é causa das mais comuns de avarias em transporte e armazenamento. (PICHER, site Interlogis)

A resistência da altura de empilhamento, em transporte e em condições estáticas, dependerá da severidade das condições de transporte e armazenamento: acelerações; umidade; duração; número de movimentações que podem afetar a integridade da estrutura; qualidade do empilhamento quanto à linearidade.

Para PICHER (site interlogis), são tantas as variáveis, e tão imprevisíveis, que o normal é se trabalhar com um fator de segurança. Assim, a resistência da caixa deverá ser correspondente ao peso que será suportado, multiplicado por um fator de segurança.

Segundo estudos feitos por McKee e outros, existe uma correlação entre a resistência do papelão ondulado à compressão de coluna e a resistência à compressão da caixa, o Anexo C apresenta a Fórmula de McKee adotada pelos fabricantes de embalagens de papelão ondulado filiados à ABPO. (IPT, 2006)

Segundo a ABPO (site) existem variações nos valores constantes adotados na Fórmula de McKee. Algumas empresas utilizam 5,87 para todas as estruturas de papelão ondulado; outros adotam os valores determinados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) que são 5,6 para parede onda simples C e 4,9 para parede dupla BC. Não foi calculada pelo IPT uma

constante para a onda B. Na prática, a indústria tem utilizado para a onda B a mesma constante calculada para a onda C.

É importante ressaltar que ao se utilizar a constante 5,87 para a Onda BC ao invés de 4,9 calculado pelo IPT, a resistência à compressão será 20% maior. Já para as Ondas B e C a diferença revela-se pouco significativa.

A capacidade de empilhamento de uma caixa de papelão ondulado é calculada a partir da resistência a compressão calculada, dividindo-se o valor encontrado por um fator de segurança que pode variar dependendo das condições de armazenamento e manuseio. Essas condições de armazenamento e armazenagem estão detalhadas no Anexo D.

Para poder saber qual a especificação da caixa em relação à rigidez do papelão da mesma, o IPT realizou um estudo com base na fórmula de Mackee, simplificando-a, considerando o efeito da coluna desprezível em relação a rigidez, encontrando uma correlação entre resistência da caixa, perímetro e a flexão conforme Anexo C, possibilitando o pré-dimensionamento da caixa de papelão. Este pré-dimensionamento e esta especificação deverão ser verificados em testes de desempenho, práticos ou de laboratórios, de forma que se chegue ao dimensionamento e a especificação final da embalagem.

2.3 Embalagem Business-to-business (B2B)

Conforme Rundh (2005), nas embalagens destinadas ao comércio B2B, o incremento das vendas, devido ao marketing da embalagem, não é relevante, pois não há necessidade de se convencer o cliente final quanto à venda do produto através da estética visual. Desta forma, são enfatizadas nesse tipo de embalagem as questões operacionais, como proteção, transporte, armazenamento e manuseio, além de questões ambientais, como a geração e destinação de resíduos.

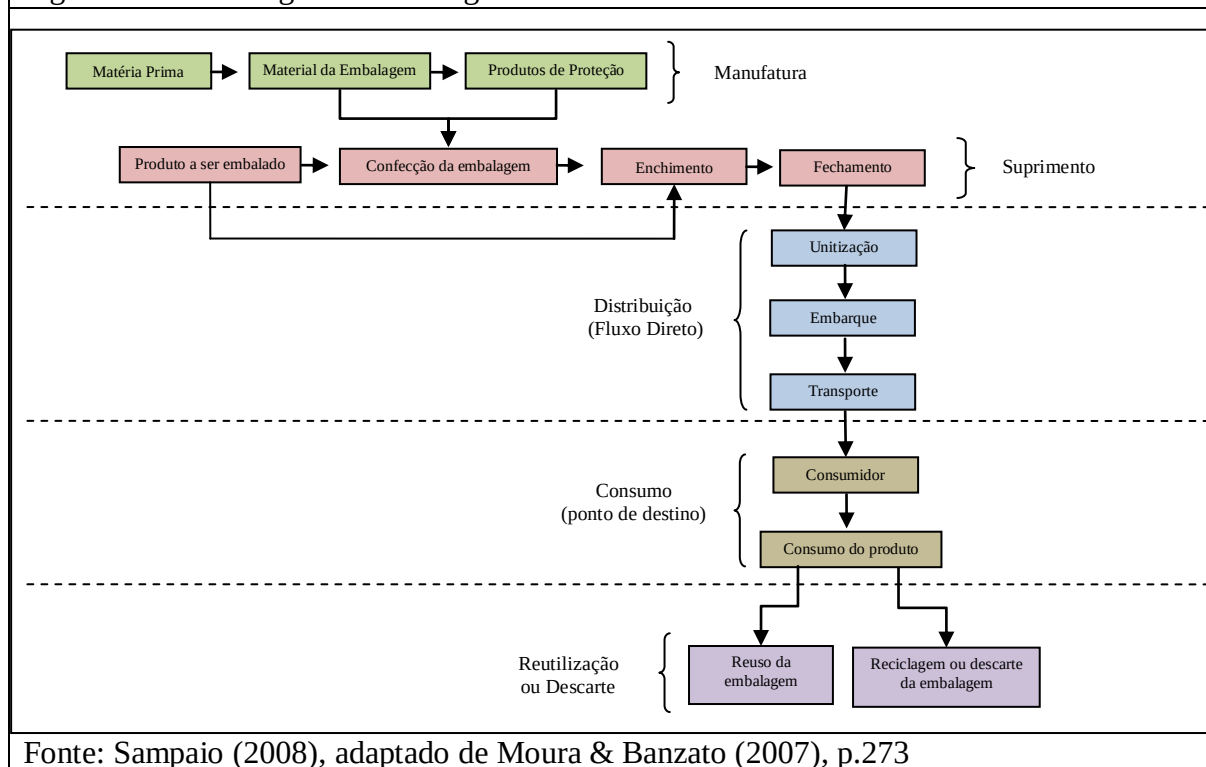
O conceito de embalagem B2B está ligado diretamente às questões logísticas, ou seja, está ligada ao conceito de sistema de embalagem, onde Moura e Benzato (2007) define como sendo “o conjunto de operações e materiais necessários para movimentar produtos do ponto de origem até o ponto final de consumo, no qual abrange os seguintes elementos:

- Matéria prima básica;

- Operações que conformam os materiais em embalagens;
- Operações onde as embalagens são preenchidas;
- Unitização e outras preparações para distribuição;
- Distribuição através de canais, envolvendo estocagem, movimentação e transporte;
- Esvaziamento das embalagens por meio do consumo do produto;
- Disposição, reutilização ou reciclagem da embalagem.

Um modelo do fluxo logístico da embalagem B2B pode ser representado pelo seguinte esquema:

Figura 2.1. Fluxo logístico embalagem B2B



2.3.1 Projeto de embalagem de transporte B2B

Para o projeto de uma embalagem, Carvalho (2008) relata que o passo inicial é obter a definição do produto que será embalado. Essa definição abrange todas as características do produto, detalhadamente descritas: que produto será embalado, como o cliente deseja comprá-lo, qual seu ponto de venda, tamanhos, cores, entre outras. Busca-se, também, encontrar informações como formato, massa, características específicas, temperatura, pressão e umidade permitida, acessórios que formarão um kit dentro da embalagem ou não, material de consumo que fará parte do kit.

Os acessórios também merecem uma atenção especial: é importante verificar se eles já possuem uma embalagem, como é esta embalagem e se ela pode ser incluída na embalagem do produto (CARVALHO, 2008).

O planejamento é uma tarefa que pode levar algum tempo, mas é essencial para a elaboração de uma embalagem, a fim de se evitar alterações que possam gerar custos, atrasos no cronograma, ou até a criação de um novo projeto.

De acordo com Carvalho (2008), o projeto de uma embalagem para transporte aplica-se quando se quer:

- Proteger o produto
- Proteger a embalagem unitária ou coletiva contra agentes externos indesejáveis: choques mecânicos, poeira, agentes contaminantes, água, umidade etc.;
- Agregar várias unidades para facilitar o transporte, manuseio e armazenagem;
- Ter uma superfície adequada para marcações destinadas à identificação do produto para transporte e armazenagem – marcações estas que interessam ao consumidor final.

Alguns cuidados devem ser tomados para a especificação da embalagem de transporte:

- Não pode ser pesada demais – o peso total deve ser adequada para ser carregada por uma pessoa a fim de ser acomodada em paletes;
- Podem ser usados fechamento que inibem a abertura e o roubo do conteúdo;
- Podem ser dotados de detalhes para facilitar a abertura no ponto de utilização.

2.3.2 Unitização

Unitizar cargas significa tornar única uma série de mercadorias de pesos, tamanhos e formatos distintos, permitindo assim a movimentação mecânica desta unidade. Dentre as principais formas de unitização de cargas temos a paletização, e a containerização.

O palete é o unitizador empregado para a união das mercadorias na paletização. Existem paletes dos mais diversos materiais e dimensões, sendo que os mesmos são criados tendo em mente o princípio da adequação ao uso, isso gera a existência de uma enormidade de tipos o que provoca problemas para as empresas no que tange a sua gestão.

Tentando organizar e facilitar a gestão destes unitizadores, a ABNT possui diversas normas que definem terminologia, classificação, padronização, métodos de ensaio e especificação de paletes. As dimensões básicas das normas brasileiras são baseadas em normas européias, norte-americanas e australiana.

Tabela 2.6 – Dimensões dos Paletes padrões

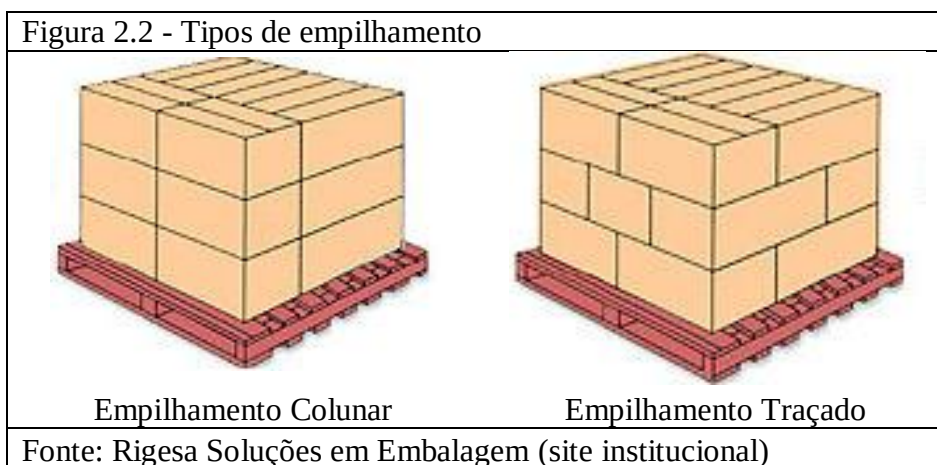
Classe	Dimensões (mm)
A	1.100 x 1.100
B	1.200 x 1.100
C	1.650 x 1.100
D	1.100 x 825
E	1.320 x 1.100
Meio palete	1.100 x 600
Mini palete	600 x 500

Fonte: IPT (2006), p. 110

Um dos principais problemas no projeto de uma embalagem de transporte é determinar suas dimensões principais: comprimento, largura e altura, pois este aspecto irá influenciar na unitização da carga, principalmente as medidas externas, uma vez que estas se relacionam ao custo do frete, ao aproveitamento de espaços de paletização, armazenamento e transporte.

O IPT diz que para caixas de papelão ondulado é usual se definir a altura como dimensão paralela ao eixo das ondas, ou normal à tampa e fundo da embalagem, mesmo que a tampa e o fundo fiquem em um plano vertical no transporte. No momento do empilhamento não se deve permitir que estas se sobressaiam às bordas do palete, bem como o empilhamento deve ser colunar, onde as caixas são dispostas exatamente uma sobre a outra, formando colunas de caixas sobre o palete, pois quando caixas de papelão são empilhadas de forma traçadas, uma caixa apoiada em outras duas sofrem amassamentos no meio dos painéis o que causará colapso da resistência de compressão, prejudicará sua aparência externa e poderá causar colapso das caixas inferiores e queda das unidades de carga empilhada.

O manual da EMBRAER diz que as dimensões externas da camada de carga paletizada não devem ser superiores às dimensões externas do palete e, preferencialmente, as dimensões devem ser aproximadamente as mesmas independente do tipo de embalagem utilizada.



Uma perfeita paletização exige que as caixas formem um bloco estável, algo conseguido com uma cintagem das caixas e a utilização de cantoneiras nos quatro cantos verticais formados pelas unidades sobrepostas. Além dessa cintagem horizontal, outra vertical complementa a segurança e evita que as caixas da camada superior do palete se desloquem, especialmente em virtude de movimentos verticais transmitidos à carga pelos caminhões, como consequência das irregularidades da superfície de nossas estradas.(ABPO, site)

2.3.3 Rotulagem e Marcações nas Embalagens

A rotulagem, marcação e numeração dos produtos, têm por objetivo identificá-lo, possibilitando que os envolvidos no seu manuseio e distribuição tenham acesso às informações básicas quanto à procedência, quantidade, riscos, entre outras informações de interesse geral. As informações contidas na embalagem não devem apenas indicar corretamente o destino e o destinatário, e sim indicar claramente, como as embalagem devem ser manuseadas nos diversos pontos de transbordo onde deverão passar.

A identificação de conteúdo através da embalagem retém informações importantes a todos os membros da cadeia de distribuição, as letras utilizadas devem apresentar um tamanho adequado que facilite a leitura, quando não for possível o contraste, devido à cor original da embalagem, deve-se usar tinta, rótulo ou etiqueta brancos, estas informações minimizam o tempo de identificação, separação de pedidos e verificação de embarque. O processo de impressão é a técnica mais utilizada para caixas de papelão ondulado.

Entretanto, independentemente da norma utilizada para identificação da embalagem, segundo Carvalho (2008), esta deve, no mínimo, conter:

- Endereço e nome do destinatário;
- Local de entrega: rua, portão, bloco;
- Número da Nota Fiscal, Invoice ou Fatura;
- Endereço do fornecedor;
- Peso bruto e peso líquido;
- No caso de embalagens unificadas, quantidade de caixas ou volumes;
- Código do produto;
- A quantidade, na unidade de medida utilizada para o produto;
- Descrição do produto;
- País de origem;
- Número da ordem de compra e
- Data da embalagem, embarque ou validade;

Para a EMBRAER, toda embalagem deve ter no mínimo as seguintes indicações básicas, utilizando simbologia internacional:

- Quantidade máxima de empilhamento;
- Setas indicando o lado de cima;
- Símbolos indicando: fragilidade, restrições à umidade (quando aplicável), ponto de entrada de garfo de empilhadeira (quando aplicável);
- Indicações de dimensões em centímetros;
- Peso líquido e bruto;
- Símbolos de Indicação do baricentro da carga no lado externo da embalagem, nas duas laterais, para o caso em que o peso esteja deslocado do centro geométrico da caixa,

2.3.4 A Embalagem e o Meio Ambiente

O impacto ambiental da embalagem ocorre em sua produção, uso e descarte. No início, existe o problema de escolha do material, a sua escolha já determina um impacto ambiental. Essa escolha define um processo, com seu consumo de energia e outros insumos, sua poluição e sua logística. O material a ser utilizado pode ter origem em recurso não renovável ou ter origem em recurso renovável, é preferível a escolha de material de origem renovável e se possível que possa ser reutilizável. (PICHER, site Interlogis)

O artigo 32 da Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos institui que as embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem, cabendo aos respectivos responsáveis assegurar que as embalagens sejam:

- I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto;
- II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contém;
- III - recicladas, se a reutilização não for possível.

Sendo responsável pelo atendimento do disposto neste artigo todo aquele que manufatura embalagens ou fornece materiais para a fabricação de embalagens, bem como coloca em circulação embalagens, materiais para a fabricação de embalagens ou produtos embalados, em qualquer fase da cadeia de comércio.

Uma regra clássica para a redução do impacto ambiental é a dos 3R. Reduzir a quantidade de material usado, reutilizar e reciclar. Mas existe sempre o problema do descarte, a reciclagem é uma solução plausível, mas muitas vezes inviável, principalmente quando se utiliza materiais combinados, tornando muito difícil a reciclagem.

A embalagem além de ser uma importante ferramenta no transporte de mercadorias entre empresas, ela também pode ser trabalhada como instrumento de educação ambiental. Por meio da simbologia de Descarte Seletivo, o receptor poderá identificar de maneira rápida e fácil que a embalagem deve ser descartada seletivamente visando facilitar o seu descarte. De acordo com ABPO, a embalagem de transporte com a maior taxa de reciclagem do mundo é a de papelão ondulado, e sua indústria, em âmbito mundial, tem o compromisso de reduzir o impacto total causado pelas embalagens ao meio ambiente, ao mesmo tempo em que mantém a funcionalidade e a economia dos produtos embalados.

A comunicação é a chave para a mudança de comportamento na sociedade moderna em direção ao desenvolvimento sustentável e o setor produtivo tem dado importantes contribuições através de mecanismos os mais variados. Um exemplo é a rotulagem ambiental de produtos que se consolidou em diversos países através das auto-declarações, muitos já ajustados aos padrões internacionais da ISO. Atenta à necessidade de normatizar a relação

entre produtos e consumidores ou relações B2B a ISO criou a série de normas 14020. No escopo da ISO, os tipos de rotulagem ambiental são três, a saber:

- Rotulagem Tipo I – Programas de Selo Verde: Estabelece os princípios e procedimentos para o desenvolvimento de programas de rotulagem ambiental, incluindo a seleção, critérios ambientais e características funcionais dos produtos, e para avaliar e demonstrar sua conformidade. Também estabelece os procedimentos de certificação para a concessão do rótulo
- Rotulagem Tipo II – Auto-declarações ambientais: Especifica os requisitos para auto-declarações ambientais, incluindo textos, símbolos e gráficos, no que se refere aos produtos. Termos selecionados em declarações ambientais e fornece qualificações para seu uso. Descreve uma metodologia de avaliação e verificação geral para auto-declarações ambientais e métodos específicos de avaliação e verificação para as declarações selecionadas nesta Norma
- Rotulagem Tipo III – Inclui avaliações de Ciclo de Vida: Tem alto grau de complexidade devido á inclusão da ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida

As auto-declarações têm ganhado destaque no cenário brasileiro para embalagens em geral, consolidando-se como a melhor interface com o consumidor. Para papel e papelão, os símbolos Tipo II têm sido seguidos pela maioria das empresas. É importante ressaltar que o setor de papel influenciou diretamente estas normas durante sua elaboração. Esses símbolos foram inspirados na simbologia utilizada pelo setor, especialmente nos Estados Unidos. (ABRE e CEMPRE, 2008)

Figura 2.3 – Simbologia produto reciclável



Simbologia para Papel

Fonte: ABRE e CEMPRE (2008), p.7

3 EXPERIÊNCIA DE PROJETO DE EMBALAGEM DE TRANSPORTE B2B

Este capítulo apresenta o projeto de embalagem B2B em uma empresa de pequeno porte situada na RMR. O projeto originou da necessidade de mudanças na embalagem de transporte utilizada pela corporação, como foi visto anteriormente, ela não cumpria requisitos logísticos e estruturais, ocasionando entregas de cargas avariadas, dificuldades na paletização e subutilização dos palletes, além de possuir um alto custo de confecção frente à embalagem proposta.

3.1 A Empresa

A empresa estudada é de pequeno porte, do setor de consultoria industrial, há cerca de 10 anos no mercado, situada na Região Metropolitana do Recife.

Tem como características a prestação de serviço de consultoria técnica de engenharia em sistemas de “Roll Caster”, com clientes em diversos países. Como a exportação de serviços é uma importante alavanca para a exportação de bens, a empresa terceiriza a produção de um desmoldante industrial utilizado nesse sistema, sendo responsável por toda a atividade logística do produto. Atualmente a produção desse desmoldante é feita em lote através de demanda, mas existe a possibilidade de aumento da produção e da transformação em uma linha contínua.

O problema mencionado anteriormente gerou, por parte da empresa, a preocupação em aprimorar a embalagem de transporte utilizada na entrega do desmoldante aos seus clientes. Circunstâncias estas que poderiam prejudicar o comércio futuro desse produto bem como manchar a imagem do empreendimento.

3.2 Levantamento de dados

O Desenvolvimento da nova embalagem teve início com a coleta de dados, para isso foram utilizados check lists, registros fotográficos e acompanhamento visual no processo de unitização e coleta da mercadoria com a finalidade de permitir um entendimento do produto a ser desenvolvido.

Como já foi dito anteriormente, as características do produto mais importantes para o projeto de embalagem são: a forma, o volume e o peso do produto a ser embalado, pois esses

elementos terão influência determinante no seu acondicionamento e formato. Uma situação comumente encontrada nas empresas, geralmente menores como é o caso, é o aproveitamento de frascos pré-existentes, uma vez que não é o objetivo da organização a criação da embalagem primário, fazendo com que sua embalagem de transporte seja dimensionada a partir desta, resultando em um baixo aproveitamento dos espaços além dos altos custos devido ao super-dimensionamento da embalagem, mas como será mostrado posteriormente, esse pré-requisito não impossibilitou o desenvolvimento o projeto.

A primeira etapa do projeto foi a aplicação dos check lists como forma de avaliar fatores relevantes a serem considerados no planejamento da embalagem. O primeiro check list (Anexo A), visa identificar o produto, objeto do projeto da nova embalagem. São considerados: aspectos gerais do produto; estado e características físicas; aparência; finalidade; comportamento em relação à influências físicas e químicas; normalização; tipo de transporte utilizado; necessidade de proteção; características especiais do produto e possibilidade de modificação da forma. Já o segundo check list (Anexo B), objetiva determinar o material a ser utilizado no projeto da embalagem, seu tipo e características necessárias, levando em consideração: aspectos gerais da embalagem e do sistema de distribuição utilizado.

Todas as respostas obtidas foram cuidadosamente analisadas, e tanto o registro fotográfico quanto o acompanhamento visual das atividades envolvidas no início do sistema de distribuição foram fundamentais para correto entendimento das necessidades da embalagem de transporte, pois os check lists por si só não conseguem englobar todas as particularidades e problema da antiga embalagem.

O registro fotográfico mostra em detalhes a forma da embalagem primária utilizada, bem como a montagem da embalagem de transporte utilizada anteriormente, desde a caixa vazia, passando pela disposição dos acessórios internos, acomodação dos francos até seu fechamento. São mostrados também, alguns problemas enfrentados pela empresa em momentos distintos. No primeiro momento uma carga unitizada pelos funcionários da empresa chegou ao terminal de carga, antes do embarque, com estragos no sistema de amarração adotado, causado pelo gafo da empilhadeira na transferência da carga entre os veículos de transporte, devido ao mau posicionamento das cintas. Posteriormente uma carga paletizada pela transportadora contratada apresentou problemas na sua unitização, como por exemplo: caixas acomodadas de cabeça para baixo, paletes subutilizados, amarrações

inadequadas, problemas esses constatados na chegada do material no destino final. E por fim, produtos avariados dentro da embalagem de transporte na chegada ao cliente.

Figura 3.1 Registro fotográfico

		
Embalagem Primária	Caixa de Madeira Vazia	Caixa de Madeira + Acessórios Internos
		
Embalagem + Produtos	Embalagem de Transporte Aberta	Embalagem de Transporte Fechada
		
Carga Unitizada		Avarias a carga devido a deficiências na amarração
		
Chegada de carga com problemas na unitização		Chegada de produtos avariados
Fonte: O autor e os clientes		

3.3 Análises dos Dados

Através do primeiro check list (Anexo A), conheceu o produto a ser embalado. Trata-se de uma família de desmoldantes líquido utilizado por indústrias na sua atividade de produção, podendo ser consumido tanto no Brasil como no exterior. Devido a essa característica, a mercadoria é transportada por duas ou mais modalidade de transporte, dependendo do seu destino, sendo isso um ponto determinante no tipo de embalagem, pois o projeto levará em conta toda a cadeia de distribuição e a função estrutural é um ponto forte desse projeto necessitando de análises quantitativas da resistência do material escolhido.

O segundo check list (Anexo B) foi aplicado visando duas análises, a primeira teve como estudo a atual embalagem que é composta de uma caixa de madeira de OSB (Aglomerado de lascas de madeira orientadas segundo determinada direção de acordo com as características desejada para a sua utilização final, com espessuras usuais que variam de 8 até 20 mm), com proteções internas de espuma e divisórias de papelão ondulado. A segunda análise visou o projeto em estudo que modifica o material utilizado na embalagem, passando a ser composta apenas papelão ondulado, tanto caixa como acessórios internos.

Com essas informações foi possível identificar deficiências e objetivos comuns das embalagens, a tabela abaixo mostrar alguma das características de cada material.

Tabela 3.1 – Comparativo entre embalagens

	Embalagem Anterior	Embalagem Sugerida
Material	Madeira	Papelão
Tipo	OSB	Onda dupla
Processamento	Por encomenda	Pronta entrega
Quantidade por embalagem	12 garrafas de 2 Litros	6 garrafas de 2 litros
Acessórios Internos	Sim	Sim
Peso Total	35,8 kg	14,9 Kg
Prazo de entrega	Variável	5 dias
Finalidade	Transporte e Distribuição	Transporte e Distribuição
Pedido Mínimo	Não possui	200 unidades
Facilidade de Estocagem	Não	Sim
Disponibilidade para pronto uso	?	Sim
Destinação final	Não se sabe	Reciclagem

Fonte: O autor

No estudo de campo foi constatada a necessidade de movimentação manual da embalagem, uma vez que a unitização da carga é feita manualmente, o Instituto Nacional de

saúde e Segurança Ocupacional dos EUA (*National Institute for Occupational Safety and Health* – NIOSH), considera que 23 kg deve ser a carga máxima, em condições ideais, ou seja, esse valor poderá ser reduzido dependendo das condições do manuseio que levam em considerações: a postura do trabalhador, da repetitividade da atividade, a distância percorrida, pressões localizadas devido a forma da embalagem entre outros fatores. Pensando nisso a quantidade de produto por embalagem foi reduzido de 12 unidades para 6 unidades visando atender esse tipo de movimentação, influenciando assim nas dimensões do projeto.

3.4 O projeto proposto para a empresa

O projeto compreende uma caixa retangular de papelão ondulado duplo tipo BC de dimensões 350 x 250 x 310 mm, confeccionada pelo processo de vinco e corte com abas de aberturas normais na parte superior e sobrepostas na parte inferior. Sua rotulação abrangeu as principais informações necessárias ao transporte da mercadoria bem como informações a cerca do produto embalado.

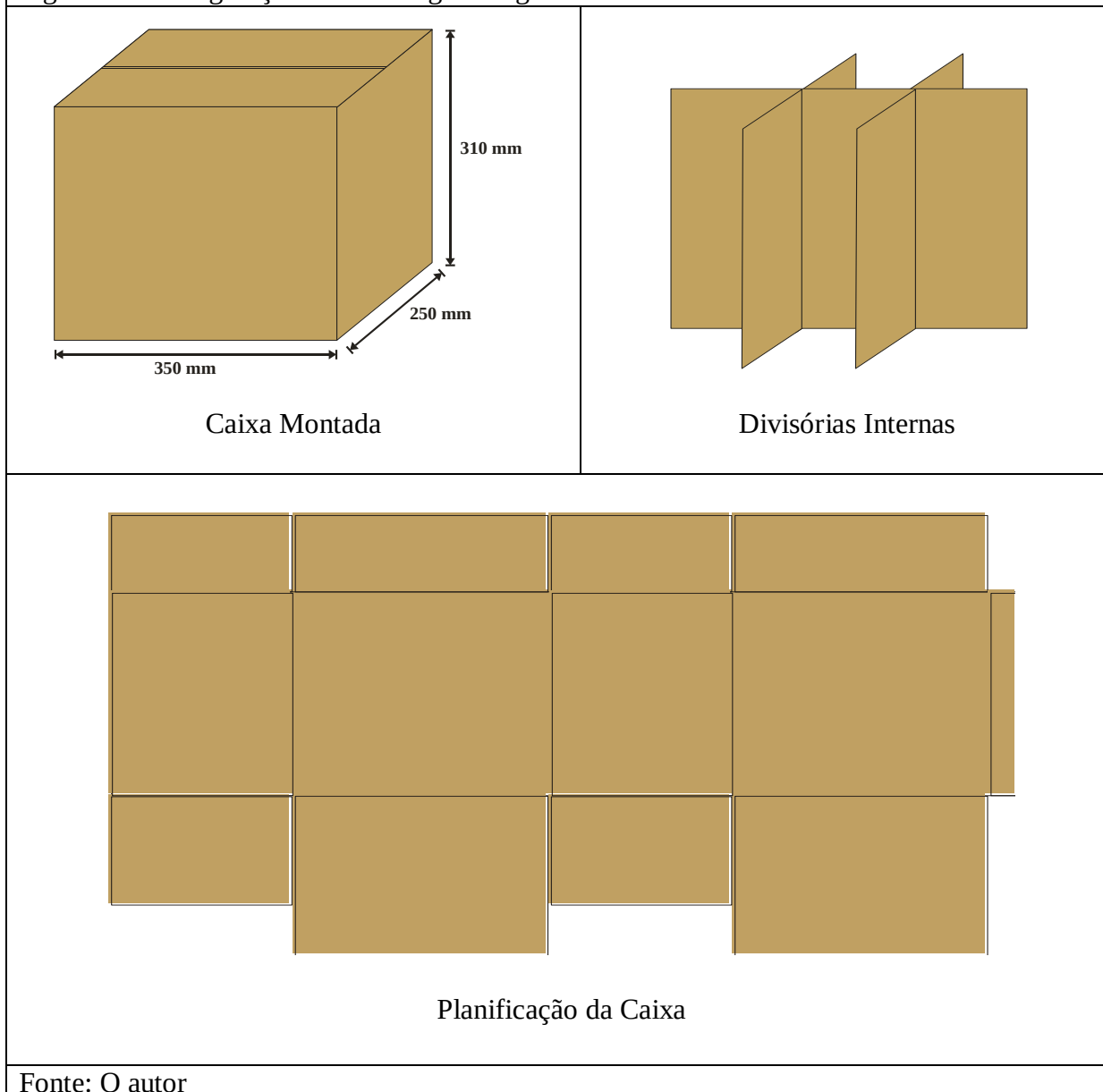
3.4.1 Configurações dimensionais da embalagem.

Como mudanças nas embalagens primárias não foram permitidas, o dimensionamento geométrico da embalagem ficou atrelado a essas embalagens restando poucas variáveis que poderiam ser modificadas a fim de otimizar o resultado final, sendo isso um limitador na busca da embalagem ideal.

Embora houvesse ele limitador, foi possível definir o melhor dimensionamento para o atual cenário. A configuração da embalagem de transporte é apresentada a seguir, a escolha pelo e tipo de fechamento levou em conta inspeções visuais em lotes piloto, abas normais na base sofreram flexões devido ao peso do produto no momento do carregamento manual, já com a sobreposta a flexão foi visualmente imperceptível.

As dimensões da caixa ficaram atreladas as embalagens primárias levando em consideração folgas para não haver pressão nos francos e as divisórias internas tipo colméia que desempenham duas funções segundo IMAM(2007), o de acolchoar o produto e de bloqueá-lo e escorá-lo dentro do contenedor.

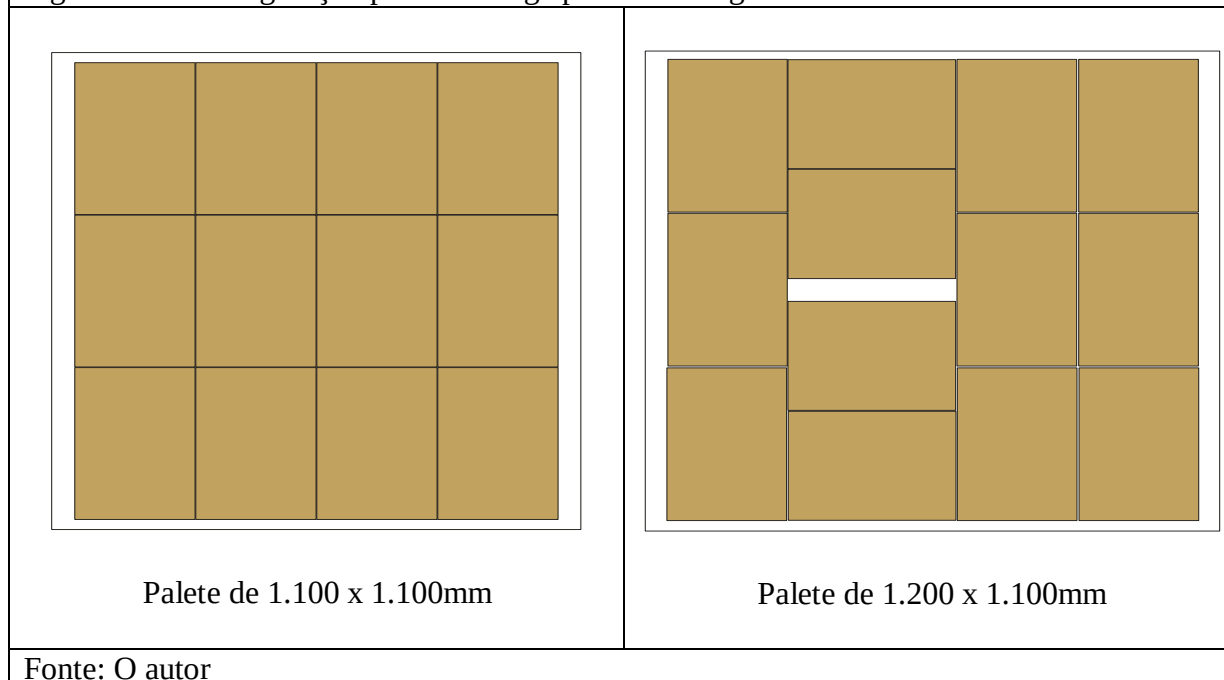
Figura 3.2 Configuração da Embalagem Sugerida



Com as dimensões da embalagem definidas, chegou o momento de avaliar a paletização dessa embalagem. As dimensões do palete constituem parâmetros externos de grande importância nessa fase, pois as dimensões planas da carga paletizada devem se aproximar ao máximo as dimensões do palete para o seu melhor aproveitamento.

Como já foi visto anteriormente, embalagens de papelão não podem sobressair nas bordas dos paletes, assim considerando os desalinhamentos, tolerâncias da própria embalagem e imperfeições de empilhamento, a configuração plana das caixas deve ter dimensões nominais um pouco menores que a do palete, atingindo a seguinte configuração:

Figura 3.3 – Configuração plana da carga paletizada sugerida



O nível de aproveitamento do paleta, considerando caixas perfeitas, será de 86,77 % para o paleta classe A (1.100 x 1.100 mm) e de 86,17% para o paleta classe B (1.200 x 1.100 mm) valores bem próximos, conforme configuração, a maior diferença é o número de caixas por camadas, sendo assim a escolha do tipo do paleta estará atrelado à quantidade de unidades a ser transportada. Existe ainda a possibilidade de meio paleta (1.100 x 600 mm), que dependendo da configuração das caixas poderá ter um aproveitamento de 92,8% ou 79,54%, no melhor aproveitamento não há tolerâncias para as caixas dificultando assim a sua utilização.

Para o pré-dimensionamento estrutural foram utilizadas as fórmulas de Mackee em conjunto com as fórmulas simplificada do IPT (Anexo C), para a configuração do transporte que possui as piores condições físicas sofridas pela carga até o momento chegando à conclusão da necessidade de utilização do papelão ondulado de parede dupla BC para o empilhamento máximo de sete caixas que conforma o empilhamento utilizando a altura livre de 2.280 de entrada de um Contêiner Comum de 20 ou 40 pés.

Exemplificação do Caso: Uma caixa medindo 350 x 250 x 310 mm, tem peso bruto de 15 quilos. Quanto deverá suportar num ensaio de compressão se, na realidade, deve suportar empilhamento por justaposição em contêiner (altura livre de 2.190 mm) durante 45 dias, em condições de umidade elevada em torno de 95%, transporte por via marítima acelerações de 2G, podendo sofrer esforços concentrados?

$R = 15 (2.190/310 - 1) = 90 \text{ daN}$ $E = 90 / 1,0 \times 0,7 \times 0,7 \times 0,95 \times \frac{1}{2} \times 0,9$ $E = 400 \text{ danPa}$	
Papelão simples onda C k=14 $f = k^2 \cdot Z / E^2$ $f = 14^2 \cdot 2(350+250)/400^2$ $f = 196 \cdot 1200/169744$ f=1.47 mm de flexão	Papelão duplo onda BC k=33 $f = k^2 \cdot Z / E^2$ $f = 33^2 \cdot 2(350+250)/400^2$ $f = 1089 \cdot 1200/160800$ f = 8,17 mm de flexão

De acordo com que foi visto não é possível encontrar papelão de onda C com tanta rigidez, uma vez que pela Tabela 2.4, os valores típicos para esse tipo de papelão variam de 5 a 10 mm de flexão, passando assim para o papelão onda BC. Pelas contas, o papelão onda BC chegou a uma flexão de 8,17 mm, valor entre 7 e 10 mm, dentro das especificações desse tipo de material conforme tabela mencionada anteriormente.

Vale salientar que as especificações do pré-dimensionamento devem ser testadas através de protótipos em ensaios, para que seus resultados sejam comparados com as suas propriedades mais significativas a fim de escolher fornecedores capazes de atender a essas especificações.

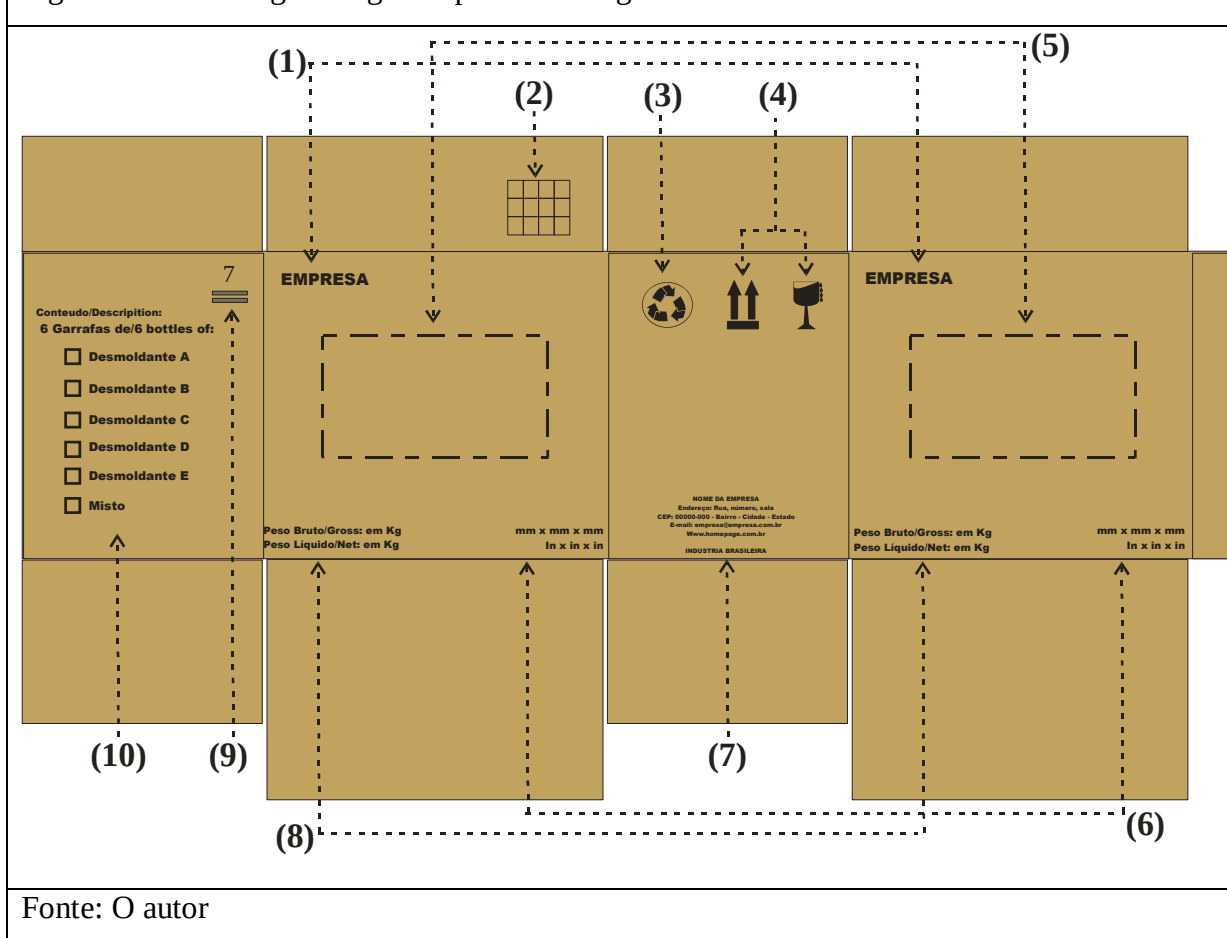
3.4.2 Rotulagem

Com base nas necessidades da carga e informações mínimas necessárias a embalagem de transporte, chegou à configuração que engloba as seguintes marcações:

- (1) Marca/nome da Empresa (Exportador)
- (2) Configuração plana da carga paletizada
- (3) Rotulagem Produto Reciclável
- (4) Marcação de cuidados no manuseio
- (5) Espaço para o uso de etiqueta com informações do destinatário por exemplo: empresa, endereço, número do pedido quando não for possível unitizar a carga devido ao baixo volume a ser transportado.
- (6) Dimensões da caixa em milímetro e polegadas
- (7) Marca/nome e endereço da empresa
- (8) Pesagem (peso bruto e líquido)

- (9) Número de camadas máximas para empilhamento
- (10) Identificação do produto embalado.

Figura 3.4 – Rotulagem Sugerida para Embalagem



Fonte: O autor

Todas as marcações estão de acordo com o que foi visto nas referências bibliográficas, exceto o item (10), mas este se fez necessário uma vez que, como se trata de uma família de produtos que utilizam a mesma embalagem primária, ressaltou a necessidade de identificar na embalagem a natureza dos produtos embalado, identificado o produto, podendo utilizar a mesma embalagem para os diversos produtos levando a uma padronização do sistema de embalagem. A marcação do item (9) é um símbolo não-normatizado, mas alguns símbolos podem ser utilizados desde que seja suficientemente claro o seu entendimento quando se prevê dificuldade lingüística.

No caso de uma carga mista composta de várias embalagens de transporte cada qual com um tipo diferente de produto, o cliente poderá identificar cada um dos produtos podendo até utilizara a embalagem de transporte para armazenar o produto no seu estoque adicionando assim uma nova função a embalagem de transporte.

3.5 Discussões sobre o caso

Visando a possibilidade de melhorias no sistema de embalagem de uma empresa de pequeno porte, na qual possuía uma embalagem onerosa que não atendia as funções pela qual ela foi concebida, foi desenvolvido este projeto, onde se reavaliou as peculiaridades do caso e propôs mudanças nas características construtivas da embalagem. Alterações estas que originaram inúmeros benefícios para a corporação, entre eles destacam-se:

- Redução de cerca de 50% dos custos da embalagem de transporte com a mudança do material utilizado;
- Redução do número de componentes da embalagem, utilizando apenas o papelão como elemento compositivo. Além da madeira a embalagem anterior utilizava espuma e papelão no acolchoamento dos recipientes.
- Reconhecimento por parte da organização da necessidade de mudanças na embalagem de transporte. Esse foi o primeiro passo para possibilitar a ação na busca de soluções.
- Redução do tempo na confecção da embalagem. Como a embalagem anterior era feita por encomenda e dependia de vários fatores apresentava uma flutuação constante no seu tempo de confecção, fazendo com que muitas vezes elas ainda não estavam prontas no momento estimado para a sua utilização.
- Possibilidade suportar de forma eficiente o aumento do volume de produção,
- Utilização de material reciclado e reciclável. Mesmo que a embalagem anterior fosse feita de material reciclado, não se sabe qual a destinação final desse material após o uso, já o papelão existe uma cultura mundial de reciclagem.
- Conhecimento das possíveis condições de transbordo da carga e suas influências, antes do estudo não se tinha esse conhecimento e quais os danos que eles poderiam causar para a carga nos diversos tipos de transporte utilizado para a entrega da mercadoria.
- Organização do processo de projeto e desenvolvimento de uma embalagem. Se futuramente a empresa necessitar de um novo projeto de embalagem não deverá executá-lo de forma empírica, pois agora ela possui conhecimento suficientes para proceder de forma eficiente e planejada.

No entanto, para alcançar os benefícios acima, o processo de desenvolvimento suplantou diversas dificuldades, algumas destas quase paralisaram o processo como um todo, podendo ser listadas como:

- Resistência por parte da empresa na mudança do material da embalagem, uma vez que existe o receio que estas modificações poderiam prejudicar ainda mais o produto transportado;
- Dificuldade de estimar as tolerâncias dimensionais por parte da fábrica que confecciona a embalagem. Como a empresa não possui um controle de qualidade, com inspeções por amostragem nos lotes fabricados, fica difícil julgar a repetitividade dimensionais das embalagens e sua influencia para o processo como um todo.
- Dificuldade em definir o real cenário encontrando no sistema de distribuição, pois não se conhece detalhadamente todo o caminho percorrido pela carga e nem todos os imprevistos que podem afetar esse deslocamento.
- Curto período de tempo para executar teste e ensaios nas embalagens

Além de mostrar os benefícios de um bom projeto de embalagem de transporte para a empresa, o seu aperfeiçoamento contínuo contribuirá cada vez mais para a redução dos custos, agregação de valor, melhorias da logística, segurança, conveniência e diminuição dos impactos ambientais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, tiram-se conclusões dos resultados da pesquisa, verificando-se o atendimento dos objetivos definidos inicialmente. Finaliza-se este trabalho de conclusão do curso de graduação em engenharia de produção, da Universidade Federal de Pernambuco, apresentando sugestões para futuros trabalhos, bem como a sua contribuição para a formação da autora, enquanto Engenheira da Produção.

4.1 Conclusão

O projeto de embalagem representa um nicho a ser explorado, e o sistema de embalagem constitui um elemento importante nas atividades de manuseio e transporte de cargas. A integração da logística tende a diminuir os custos com a embalagem e a sua correta confecção facilita o seu acondicionamento e manuseio durante as atividades de gestão de materiais e transporte.

Conforme apresentado no capítulo 1 deste trabalho, a pesquisa foi realizada através de fundamentação teórica e estudo de caso em uma empresa de pequeno porte localizada na RMR, com o objetivo de apresentar um projeto de embalagem de transporte B2B.

Para guiar a organização no trato da mudança na embalagem utilizada, tomou como objetivo o conhecimento do sistema de distribuição utilizado, bem como, os requisitos necessários a sua embalagem de transporte levando em conta as possibilidades existentes no mercado.

Para a empresa do estudo, o principal benefício foi à tomada de decisão com base em fatos, eliminando o empirismo de outrora, assim como o conhecimento das necessidades logísticas. Como discutido no capítulo anterior, o projeto desenvolvido além de utilizar material reciclado e reciclável, sua implantação apresentou uma redução de cerca de 50% dos custos na confecção da embalagem, diminuiu o número de componentes da embalagem, reduziu o tempo de confecção possibilitando suportar de forma eficiente o possível aumento da produção, conheceu as influências das possíveis condições de transbordo da carga e organizou o processo de projeto de desenvolvimento de uma embalagem.

Destaca-se a pertinência deste trabalho devido à expansão do setor de embalagem de transporte no estado de Pernambuco, sendo elas B2B ou não, associado ao cenário

de crescimento das empresas da região. Tal desenvolvimento é estimulado por uma economia aquecida, impulsionada por investimentos industriais provenientes do porto de Suape e pelo complexo industrial ao seu redor.

4.2 Contribuição do TCC para a formação da autora

Através deste trabalho, a autora pôde colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia de Produção interagindo com quase todos os setores responsáveis pela execução da atividade ampliando assim os conhecimentos e agregando experiência para a próxima etapa de sua caminhada como Engenheira de Produção.

4.3 Recomendações para trabalhos futuros

Ressalta-se que este trabalho não tem a intenção de encerrar a discussão sobre o tema. Serve de base teórica para o desenvolvimento de outros, sendo interessante, posteriormente, desenvolver os seguintes assuntos:

- Testes de desempenho da embalagem, sendo eles práticos ou de laboratório em relação ao dimensionamento estrutural;
- Análise de Influência dos acessórios (divisórias, cantoneiras) na estrutura da embalagem;
- Especificação das propriedades tanto em relação ao material utilizado quanto a embalagem confeccionada, levando em conta atributos dimensionais e variáveis, podendo ser usados teste e ensaios com auxílio de métodos estatísticos. Estes controles vão garantir a qualidade do produto avaliando assim todo o sucesso do sistema de distribuição;
- Busca de novos materiais. Como a tecnologia está em constante evolução é imprescindível essa procura por alternativas que venham trazer benefícios, sejam eles financeiros, estruturais, logísticos, ambientais entre outros.

É interessante frisar que a evolução das atividades de manuseio de materiais e as características do material utilizado representam pontos importantes no planejamento estratégico das organizações, onde embalagens bem definidas garantem o aumento da eficiência durante todo o processo de transporte e distribuição das mercadorias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM, Manual orientativo de especificações técnicas da embalagem de papelão ondulado, disponível em:

<http://www.abre.org.br/comites_usuarios_manual.php>, acessado em 25 de Agosto de 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5980: 2004 – Embalagem de papel ondulado – Classificação, ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5985: 2008 – Embalagem de papel ondulado – Terminologia, ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 9198: 1985 – Embalagem e Acondicionamento - Terminologia, ABNT, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO PAPELÃO ONDULADO. Disponível em

< <http://www.abpo.org.br>>, acessado em 6 de setembro de 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPEMERCADOS, Notícias do Setor. Disponível em:

<<http://www.abrasnet.com.br>>, acessado em 28 de agosto de 2010.

BARBOSA FILHO, A. N., Projeto e desenvolvimento de produtos. São Paulo: Atlas, 2009.

BARBOSA FILHO, A. N., Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental. 3ª edição, São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, E.F., OLIVEIRA, R.G., MOREIRA, C.M., Sistemas de embalagem de transporte, disponível em:

<<http://xa.yimg.com/kq/groups/22758048/768678067/name/arq00081.pdf>> , acessado em 13 de setembro de 2010

CARVALHO, M. A., Engenharia de Embalagens – Uma abordagem técnica do desenvolvimento de projetos de embalagem. São Paulo: Novatec, 2008.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM - A Rotulagem Ambiental aplicada as Embalagens: CEMPRE e ABRE, 2008. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/download/RotulagemAmbiental2008.pdf>>, acessado em 17 de Novembro de 2010.

REYGRAZ, Tipos de Contêiner. Disponível em

http://www.reygraz.com/contenedores_pt.pdf, acessado em 02 de dezembro de 2010.

EMBRAER, Manual de Embalagens para fornecedores e subcontratados. Disponível em: <

http://www.embraer.com/portugues/inc/df.asp?caminho=empresa/pdf/Manual_Embalagens_Fornecedor_Embraer.pdf> acessado em 18 de setembro de 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, Embalagem para distribuição física e exportação. IPT, 2006.

KINOSHITA, H., Importância do dimensionamento da embalagem na redução dos custos. Disponível em: <http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/hc18/embalagens.asp>, acessado em 18 de novembro de 10

BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>, acessado em 16 de Novembro de 2010.

MOURA, R.A., BANZATO, J.M., Embalagem, Unitização & Containerização. São Paulo: IMAM, 2000.

MOURA, R.A, Embalagens. São Paulo: IMAM, 2000.

NÚCLEO DE DESIGN E SUSTENTABILIDADE. Design em Papelão Ondulado, disponível em: <<http://www.design.ufpr.br/nucleo/DesignPapelaOndulado2006.pdf>>, acessado em 22 de novembro de 2010

OSBGUIDE. Disponível em <http://www.osbguide.com>, acessado em 27 de novembro de 2010.

PRADO, N.R., Melhorias Obtidas a Partir da Mudança na Embalagem de Movimentação de Materiais Interindustriais, ENERGEPE – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2009.

PICHER, E., A embalagem Logística: Teoria e Prática. Disponível em: <<http://www.interlogis.com.br/artigo.asp?idArt=3>>, acessado em 28 de agosto de 2010.

RIGESA, Empilhamento sobre o palete. Disponível em: <http://www.rigesa.com.br/dicas/dica_01.jsp?tipId=32>, acessado em 18 de Novembro de 2010. il. color.

ROMANO, L.N. Metodologia de Projeto para Embalagem. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – UFSC. Disponível em: <http://www.nedip.ufsc.br/site/arquivos/2991_Metodologia%20de%20Projeto%20para%20Embalagem.pdf>, acessado em 16 de setembro de 2010.

RUNDH, B. The multi-faceted dimension of packaging: Marketing logistic or Marketing tool? British Food Journal, Vol. 107 Nº 9, p. 670-684. Emerald Group Publishing Limited, 2005

SAMPAIO, C. P., Diretrizes para o Design de embalagens em Papelão Ondulado Movimentadas entre Empresas com base em Sistemas Produto-Serviço. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Design, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/>>, acessado em 31 de agosto de 2010.

TOP EMBALAGEM, Empilhamento máximo de caixas PO. Disponível em: <http://topdeembalagem.com.br/top/index_top.php?botao=2&subbot=2>, acessado em 16 de outubro de 2010.

ANEXO A

Check List 1 - Conhecendo o Produto a ser Embalado

Nº	PERGUNTA	RESPOSTA
1	O Produto a ser embalado é?	☐ Novo ☐ Tradicional
2	Qual a finalidade do produto?	
3	Quem vai utilizar?	
4	Como o produto será utilizado?	
5	Onde o produto será utilizado?	
6	O produto possui concorrente? Qual o grau?	☐ Sim ☐ Não ☐ Auto grau ☐ Baixo grau
7	Qual o volume de produção previsto?	
8	O produto deve ser embalado por	☐ Unidade ☐ Quantidade ☐ Conjunto
9	É necessário embalagem de transporte para sua distribuição?	☐ Sim ☐ Não
10	O produto é?	☐ Sólido ☐ Líquido ☐ Gasoso
11	Quais suas características?	
12	Qual a posição do centro de gravidade?	
13	O produto é?	☐ Incolor ☐ Colorido
14	Qual a cor?	
15	O produto é normalizado?	☐ Sim ☐ Não
16	Em caso negativo, pode ser normalizado?	☐ Sim ☐ Não
17	O produto faz parte de uma linha (família) de produtos?	☐ Sim ☐ Não
18	Em caso afirmativo, é desejável a redução dos tipos de embalagem?	☐ Sim ☐ Não
19	O produto é perecível?	☐ Sim ☐ Não
20	Qual o prazo de validade?	
21	Deve ser considerado o conforto de utilização do produto como facilidade de estocagem?	☐ Sim ☐ Não
22	Deve ser considerado o conforto de utilização do produto como facilidade de abrir e fechar?	☐ Sim ☐ Não
23	O produto necessita de proteção contra:	☐ Pressão ☐ Quebra ☐ Impacto ☐ Vazamento ☐ Transporte ☐ Manuseio ☐ Umidade ☐ Temperatura ☐ Vibração ☐ Descarte ☐ Condições climáticas
24	A expedição ou firma de transporte conhece o produto a ser transportado?	☐ Sim ☐ Não
25	A expedição ou firma de transporte sabe manipular o produto em todas as operações de transporte?	☐ Sim ☐ Não

26 Qual o tipo de transporte?	☐ Rodoviário	☐ Aéreo	☐ Marítimo	☐ Ferroviário
27 O despacho é realizado por:	☐ Unidade	☐ Conjunto	☐ Volume	☐
28 O trajeto é determinado pela (o):	☐ Firma de transporte	☐ Fabricante		
29 O espaço disponível dos meios de transporte é conhecido?	☐ Sim	☐ Não		
30 São conhecidos os procedimentos de despacho das várias empresas de transporte?	☐ Sim	☐ Não		
31 As determinações legais (impostos, alfândega, leis, etc.) São consideradas no despacho?	☐ Sim	☐ Não		
32 São esperadas mudanças térmicas, climáticas, de umidade relativa durante o transporte?	☐ Sim	☐ Não		
33 Onde serão dispostas as embalagens de transporte (espaço)?	☐ Fechado	☐ Coberto	☐ Ao ar livre	
34 É aconselhável/necessário o seguro de transporte?	☐ Sim	☐ Não		
35 Que tipo de comercialização é previsto?				
36 A venda do produto influi a venda da embalagem?	☐ Sim	☐ Não		
37 O peso líquido deve ser indicado na embalagem?	☐ Sim	☐ Não		
38 Em que quantidades o produto será entregue?	☐ Unidade	☐ Conjunto	☐ Embalagem de Transporte	
39 Modificações na embalagem podem alterar a venda e o consumo?	☐ Sim	☐ Não		
40 Serão dadas instruções ao comerciante para o tratamento e estocagem correta do produto?	☐ Sim	☐ Não		
41 Serão dados esclarecimentos de como se evitam danos?	☐ Sim	☐ Não		
42 Serão dadas instruções de uso do produto e da embalagem?	☐ Sim	☐ Não		
43 O produto preenche uma lacuna no mercado ou?	☐ Preenche uma lacuna	☐ Compete com similares		
44 A venda do produto é:	☐ Permanente	☐ Temporária		
45 O produto será consumido:	☐ No país	☐ No exterior		
46 A que tipo de consumidor se destina o produto?				

Fonte: adaptação do IDI/MAM, Manual Para Planejamento de Embalagens (1976).

ANEXO B

Check List 2 - Análise da embalagem

Nº	PERGUNTA	RESPOSTA
1	Qual o material a ser usado?	☐ Madeira ☐ Papelão ☐ Plástico ☐ Combinado
2	Qual o tipo?	
3	Foi realizada uma comparação entre os materiais?	☐ Sim ☐ Não
4	Em caso afirmativo, quais foram os resultados?	
5	Qual peso específico do material escolhido?	
6	Qual a espessura do material escolhido?	
7	Qual a quantidade exigida por embalagem?	
8	O material necessita de acessórios de proteção?	☐ Sim ☐ Não
9	Quais?	
10	O material pode ser?	☐ Colado ☐ Soldado ☐ Estocado ☐ Empilhado
11	O material precisa ser importado?	☐ Sim ☐ Não
12	Qual o pedido mínimo?	
13	O fornecimento de material é garantido?	☐ Sim ☐ Contínuo ☐ Não
14	Quais são os prazos de entrega?	
15	O processamento do material é?	☐ Fácil ☐ Difícil
16	O processamento é possível com o equipamento?	☐ Existente ☐ Novo
17	O processamento exige tratamento especial?	☐ Sim ☐ Não
18	Qual?	
19	O material pode ser?	☐ Reciclado ☐ Reutilizável ☐ Descartado
20	Qual a classificação da embalagem quanto à função?	☐ Primária ☐ Secundária ☐ Terciária
21	Qual a classificação da embalagem quanto à finalidade?	☐ Consumo ☐ Exposição ☐ Distribuição Física ☐ Exportação ☐ Transporte ☐ Armazenagem
22	Qual a forma?	☐ Quadrada ☐ Retangular ☐ Irregular ☐ Redonda
23	Qual o processo de impressão/marcação a ser utilizado?	☐ Chichês ☐ Fitolitos ☐ Adesivos
24	Qual deverá ser a apresentação?	☐ Discreta ☐ Colorida
25	É desejável uso de imagens?	☐ Fotos ☐ Símbolos ☐ Desenhos
26	Que Informações devem conter na embalagem?	☐ Conteúdo ☐ Peso ☐ Endereço de Origem ☐ Quantidade ☐ *Outras ☐ Endereço de Destino

- 28 *Outras informações, quais?
- 29 A embalagem deve ser fácil de abrir? ☐ Sim ☐ Não
- 30 Qual deve ser o peso da embalagem?
- 31 Qual deve ser o perímetro da embalagem?
- 32 As dimensões da embalagem corresponderão aos paletes? ☐ Sim ☐ Não
- 33 A produção será? ☐ Unitária ☐ Em Lote ☐ Em Série
- 34 A produção será ☐ Manual ☐ Automática ☐ Semi-automática
- 35 Existem dispositivos de: ☐ Impressão ☐ Etiquetagem ☐ Soldagem ☐ Selagem
- 36 Quantas e quais cores são desejáveis?
- 37 As características da embalagem serão planejadas tendo em vista a racionalização em sua produção e acondicionamento do produto? ☐ Sim ☐ Não
- 38 Como as embalagens devem chegar ao local de acondicionamento? ☐ Montadas ☐ Desmontadas ☐ Dobradas
- 39 Deve ser acentuado o caráter protetor da embalagem? ☐ Sim ☐ Não
- 40 Qual a classificação da embalagem quanto à utilidade? ☐ Retornáveis ☐ Não retornáveis

Fonte: adaptação do IDI/MAM, Manual Para Planejamento de Embalagens (1976).

ANEXO C - Baseado em IPT (2006)

Fórmulas de dimensionamento estrutural

Fórmula de McKee

$$E = k \cdot c \sqrt{e} \cdot Z$$

Onde:

E – Resistência a compressão da caixa em kgf.

k – Constante de valor 5,6 para Onda Simples e 4,9 para Onda Dupla

c – Coluna mínima em kgf/cm

e – Espessura mínima em cm

z – Perímetro $Z = 2x(C + L)$ em cm

Carga Real

$$R = E \cdot f$$

Onde:

R – Carga Real

E - Resistência ao empilhamento

f - fatores de empilhamento ($f = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6$)

Sendo R a resistência à compressão em condições reais, e E é obtida num ensaio, esta terá uma serie de fatores de correção.

Correlação do IPT – Norma IPT – NEA27 ME

$$E = k \sqrt{Z/f}$$

$$f = k^2 \cdot Z / E^2$$

Onde:

f – Flexão do papelão

k=14 para onda C

k=33 para onda BC

ANEXO D - Baseado em IPT (2006)**Fatores de empilhamento**

Tipo do Empilhamento	f_1
Colunar	1
Desalinhada	0,8
Traçado	0,7

Tempo de empilhamento	f_1
1 dia	0,91
2 dias	0,88
5 dias	0,83
10 dias	0,79
30 dias	0,72
100 dias	0,65

Umidade relativa do Ar	f_3
50%	1,15
65%	1,00
75%	0,87
80%	0,78
85%	0,75
90%	0,73
95%	0,7

Número de manuseios	f_4
2	0,95
5	0,8
10	0,64

f_5 é um fator dinâmico, ele é o inverso da aceleração (em G) prevista nos transportes. Conforme PICHER (Interlogis, site), no caminhão, na parte traseira, as acelerações verticais chegam a cerca de 2G. No navio também podem ser esperadas acelerações verticais da ordem de 2G. No avião, na aterrissagem de até 3G.

f_6 é um fator que leva em consideração os esforços concentrados que o empilhamento pode suportar, o seu valor é uma estimativa relativamente arbitrária, podendo chegar até a 0,7.