

Braulio Barrios Veiga

**PROJETO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE EMBALAGENS
CKD NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE PEÇAS DE VEÍCULOS
AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Mestre em Engenharia
Automotiva.

São Paulo
2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Braulio Barrios Veiga

**PROJETO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE EMBALAGENS
CKD NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE PEÇAS DE VEÍCULOS
AUTOMOTIVOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Engenharia Automotiva (Mestrado
Profissionalizante).**

Área de Concentração: Engenharia Automotiva

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Tribess

São Paulo

2005

Veiga, Braulio Barrios

Projeto e avaliação de desempenho de embalagens CKD no transporte marítimo de peças de veículos automotivos / B.B. Veiga. -- São Paulo, 2005.

108 p.

Trabalho de curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

1.Embalagens de transporte 2.Carroçaria 3.Transporte marítimo I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica II.t.

" A morte do homem começa no instante em que ele desiste de aprender.

Albino Teixeira "

Aos meus pais, Célia e Bráulio, pela dedicação e pelos valores
morais transmitidos, além do carinho e apoio sempre ilimitados.
À minha esposa, Marina, pelo incentivo, dedicação, amor e compreensão.
Às nossas filhas Monise e Mônica pela compreensão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Arlindo Tribess, que, com seu alto conhecimento, atenção e dedicação constantes, foi fundamental no desenvolvimento deste trabalho.

A todos do departamento de Engenharia de Manuseio de Materiais da General Motors do Brasil que colaboraram durante o desenvolvimento desse trabalho.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Resumo

“Abstract”

1	Introdução	4
1.1	Objetivos do trabalho	
1.2	Organização do trabalho	4
2	Peças Transportadas e Características do Transporte	7
2.1	Introdução	7
2.2	Tipos de peças e necessidades de proteção durante o transporte	8
2.2.1	Famílias de peças quanto ao tipo de Matéria-prima/Componentes	9
2.2.2	Necessidades de proteção para as peças durante o Transporte	11
2.3	Características do Transporte	13
2.3.1	Ambientes encontrados no trajeto	13
2.3.2	Tipos de contenedores e proteções anti-corrosivas	15
2.3.3	Situações comuns de transporte e suas influências na carga	16
2.3.3.1	Problemas na movimentação, carregamento e descarregamento das peças	17
2.3.3.2	Problemas devido à umidade	18
2.3.4	Situações incomuns de transporte e suas influências na carga	19
2.4	Manuseio da carga	19
2.4.1	Manuseio de caixas de madeira	19
2.4.2	Manuseio de Containers	22
2.5	Cuidados adicionais no transporte	24
2.6	Considerações Gerais	25
3	Sistemas de embalagens de peças	26
3.1	Introdução	26
3.2	O processo de embalagem de peças estampadas	26
3.2.1	Armazenamento dos componentes da embalagem antes do uso	28
3.2.2	Tipos de contenedores	30
3.2.3	Tipos de proteções para o produto	33
3.2.4	Apoios, berços, travas e separadores	34

3.2.5	Preparação e montagem da embalagem	35
3.2.5.1	Preparação da Caixa	35
3.2.5.2	Preparação de apoios	36
3.2.5.3	Proteções e Separadores	37
3.2.5.4	Aplicação das proteções	38
3.2.5.5	Fechamento da caixa	38
3.3	Armazenamento das Embalagens Cheias antes do Envio	40
3.3.1	Área de estoque das Embalagens Cheias	40
3.3.2	Movimentação, empilhamento e cuidados com as embalagens cheias no pátio de estoque	40
3.3.3	Estufamento do container	42
3.3.4	Envio do container ao porto	43
3.3.5	Carregamento do navio	44
4	Carregamento de Containers Marítimos	46
4.1	Introdução	46
4.2	Tipos de Containers	47
4.3	Condições do container e inspeções antes da carga	49
4.4	Carregamento do container – ordem e disposição das caixas	51
4.5	Carregamento do container – a movimentação no momento da carga	52
4.6	Carregamento do container – travamento da carga	53
4.7	Fechamento do Container	54
5	Danos verificados nas peças após o Transporte	55
5.1	Introdução	55
5.2	Tipos de Danos e Causas Prováveis	55
5.3	Condições favoráveis à ocorrência de danos às peças	63
5.4	Travamento da Carga	64
6	Peças Metálicas da Carroceria	70
6.1	Introdução	70
6.2	Peças Estruturais e reforços sem solda	70
6.3	Painéis não aparentes	72
6.4	Painéis aparentes	74
6.5	Conjuntos Soldados	76
7	Proteção contra oxidação utilizando inibidores de corrosão	78
7.1	Introdução	78
7.2	Uso de dessecantes	78

7.3	Uso de Inibidores Voláteis de Corrosão	80
8	Oxidação, Corrosão, Umidade e Temperatura	83
8.1	Introdução	83
8.2	Umidade do Ar	83
8.3	Temperatura	85
9	Avaliação das Condições de Temperatura e Umidade no Transporte Marítimo de Peças em Embalagem CKD	89
9.1	Introdução	89
9.2	Trajeto da carga e época de embalagem das peças	90
9.3	Os registradores	91
9.4	Posição dos registradores na carga	91
9.5	Dados colhidos pelos registradores	94
9.6	Análise dos dados colhidos pelos registradores	94
10	Conclusão	102
11	Referências Bibliográficas	107
	Anexos	A

LISTA DE TABELAS

Tabela 9.1	Temperatura e Umidade-Valores máximos, mínimos e médios registrados	98
Tabela 9.2	Quantidade de registros em cada faixa de umidade relativa	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Empilhamento de caixas de madeira utilizando empilhadeira	22
Figura 2.2	Movimentação de containers utilizando <i>stackers</i>	23
Figura 2.3	Movimentação de containers em portos utilizando guindastes	23
Figura 3.1	Exemplo de peça estampada	27
Figura 3.2	Exemplo de galpão de armazenagem de embalagens	28
Figura 3.3	Exemplo de caixas de madeira e de metal	31
Figura 3.4	Exemplo de engradado metálico com peças metálicas	31
Figura 3.5	Exemplo de engradado metálico com caixas de papelão	32
Figura 3.6	Exemplo de engradado de madeira com caixas de papelão	32
Figura 3.7	Vista dos apoios inferiores, berços e apoios laterais	34
Figura 3.8	Exemplo de caixa preparada para receber as peças	35
Figura 3.9	Peças corretamente posicionadas na caixa	36
Figura 3.10	Exemplo de apoios e separadores	37
Figura 3.11	Caixa pronta para ser fechada – todas as peças travadas	39
Figura 3.12	Exemplo de acidente no carregamento no navio	45
Figura 4.1	Container seco	47
Figura 4.2	Container refrigerado	48
Figura 4.3	Container tipo “open top”	48
Figura 4.4	Container tipo “flat track”	49
Figura 4.5	Exemplo de oxidação na parede do container	50
Figura 4.6	Exemplo de fratura na estrutura do container	50
Figura 4.7	Carga no container – Caixas modulares	52
Figura 5.1	Sentidos da movimentação do navio durante o trajeto	57
Figura 5.2	Movimentação longitudinal dos containers no deck do navio	58
Figura 5.3	Movimento causado pelas ondas do mar	58
Figura 5.4	Forças de aceleração durante a movimentação no mar	59

Figura 5.5	Forças de aceleração longitudinal no transporte terrestre	59
Figura 5.6	Gráfico de temperatura e umidade dentro do container	62
Figura 5.7	Guias para carregamento de containers nos porões	65
Figura 5.8	Acessórios de fixação de containers no porão	66
Figura 5.9	Acessórios para amarração dos containers no deck do navio	66
Figura 5.10	Exemplo de amarração de container no deck	67
Figura 5.11	Amarração simplificada de containers no deck	67
Figura 5.12	Exemplo de amarração simplificada	68
Figura 5.13	Exemplo de colapso de pilha de containers no deck	69
Figura 6.1	Exemplo de peças estruturais e reforços	71
Figura 6.2	Exemplo de painel interno e externo	73
Figura 6.3	Exemplos de painéis externos de portas laterais	74
Figura 6.4	Exemplos de conjuntos soldados - Portas laterais	76
Figura 7.1	Exemplo do uso de IVC na embalagem	81
Figura 7.2	Ilustração da ação do IVC na embalagem	82
Figura 8.1	Efeito da umidade relativa e impurezas do ar sobre a corrosão atmosférica do ferro	84
Figura 8.2	Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de janeiro	86
Figura 8.3	Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de abril	86
Figura 8.4	Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de julho	87
Figura 8.5	Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de outubro	87
Figura 9.1	Trajeto realizado durante o transporte marítimo das peças mostrando os índices de deterioração para os meses de outubro	90
Figura 9.2	Registrador colocado dentro do plástico com IVC	92
Figura 9.3	Registrador colocado dentro da caixa mas fora do plástico com IVC	93
Figura 9.4	Registrador colocado dentro do container, próximo ao respiro	93
Figura 9.5	Registrador colocado dentro do container e no fundo	93
Figura 9.6	Dados colhidos pelo registrador 1 (dentro do plástico)	95
Figura 9.7	Dados colhidos pelo registrador 2 (dentro do plástico)	95
Figura 9.8	Dados colhidos pelo registrador 3 (dentro da caixa, fora do plástico)	96
Figura 9.9	Dados colhidos pelo registrador 4 (dentro da caixa, fora do plástico)	96
Figura 9.10	Dados colhidos pelo registrador 5 (próximo ao respiro)	97

Figura 9.11	Dados colhidos pelo registrador 6 (longe do respiro)	97
Figura 9.12	Temperatura, umidade relativa e umidade absoluta – registrador 1	101

RESUMO

As embalagens CKD (completely knocked down) vêm desempenhando importante papel no atual estágio de desenvolvimento da economia mundial. As exportações de peças de veículos a partir do Brasil têm crescido ano a ano e a qualidade das embalagens é cada vez maior para proteger as peças enviadas até o seu uso no cliente. Toda movimentação sofrida pela embalagem, desde a sua fabricação até sua abertura no cliente, associada com os mais diversos tipos de peças e de materiais enviados, faz com que seja necessário o desenvolvimento constante das embalagens e dos materiais nela aplicados. As peças de carroceria de veículos automotivos são exportadas sem nenhuma proteção aplicada diretamente na sua superfície, pois essa proteção teria que ser retirada no cliente, gerando custos adicionais que devem ser evitados. O transporte marítimo traz uma característica especial que é a umidade elevada. A umidade é o principal fator de causa de oxidação nas peças durante o transporte e, para evitá-lo, são aplicados vários tipos de produtos na embalagem para garantir a proteção. Como as embalagens tipo CKD de peças de carroceria de veículos não permitem a selagem das peças com plásticos, o que garantiria o microclima interno com baixa umidade por todo o trajeto, o uso de dessecantes ou de inibidores voláteis de corrosão é o ponto crucial na manutenção da qualidade das peças. Toda a estruturação das embalagens e os produtos químicos nela usados para evitar a oxidação e corrosão das peças são desenvolvidos por engenheiros de embalagem que, na busca pela melhor proteção para as peças e o menor custo das embalagens, necessitam cada dia mais das informações reais das condições por que as embalagens passam durante o trajeto entre o fornecedor e o cliente. Neste trabalho foi estudado o projeto de embalagem CKD e o seu desempenho durante transporte marítimo de peças metálicas de automóveis. A influência da umidade nas peças dentro da embalagem foi estudada por meio de medições de temperatura e umidade do ar no trajeto. Constatou-se que a embalagem funciona como um amortecedor para as variações de temperatura e umidade do ambiente externo à caixa. Verificou-se que as trocas de massa de ar com o meio externo podem fazer da embalagem uma “armadilha” para a umidade, uma vez que a capacidade de ventilação é pequena e a quantidade de umidade admitida pode crescer. A avaliação do comportamento da embalagem CKD, realizada com dados reais de umidade e temperatura durante o trajeto, mostrou ser uma ótima ferramenta a ser utilizada pelos engenheiros de embalagem na busca constante da melhoria de qualidade.

ABSTRACT

The completely knocked down (CKD) packaging is playing an important role in the current stage of the world economy development. The export of pieces of vehicles from Brazil have been growing year to year and the quality of the packaging is every time increasing to protect the pieces until its use at the customer. All packing movement, from the production line to the opening in the customer, associated with the most several types of pieces and of materials, makes necessary the constant development of packaging and protection materials. The parts of automotive vehicles are exported without any protection applied directly on its surfaces, because that protection would have to be removed by the customer, generating additional costs that should be avoided. The marine transport brings a special characteristic that is the high humidity. The humidity is the main factor of the oxidation of the pieces during the transport and, to avoid it, several types of products are applied in the packing to guarantee the protection. As the CKD packing of vehicle pieces does not allow the enclosure of the pieces with plastics, what would guarantee the internal microclimate with low humidity for the whole itinerary, the use of desiccants or of volatile products for the inhibition of corrosion is a crucial point in the maintenance of the quality of the parts. All the structuring of the packaging and the chemical products used to avoid the oxidation and corrosion of the pieces are developed by packaging engineers that, in the search for the best protection for the pieces and the smallest cost of the packing, need every day more actual information about the packing conditions during the itinerary between the supplier and the customer. In the present work the CKD packing project and its performance during marine transport of metallic pieces of vehicles was studied. The influence of the humidity on the pieces inside the package was studied in means of the air temperature and humidity measurements during the itinerary. It was verified that the packing delays temperature and humidity variations of the external atmosphere into the box. It was verified that the changes of the mass of air with the external environment can detain humidity into the packing, once the ventilation capacity is small and the amount of humidity admitted can grow. The evaluation of the behavior of the CKD packaging, accomplished with actual data of air humidity and temperature during the itinerary, showed to be a great tool to be used by the packing engineers in the constant search of quality improvement.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O processo de globalização introduziu novas relações de comércio que tem resultado em um fluxo crescente de produtos entre os mais diferentes países e regiões do planeta. Os produtos chegam em perfeitas condições de uso e de aparência e são comercializados em um lugar distante para concorrer com os produtos locais ou apenas para suprir a falta destes em um determinado mercado.

Com a comunicação via internet é possível pesquisar produtos do mundo inteiro e adquiri-los via telefone e correio. A facilidade de pesquisar um produto em qualquer parte do mundo e comprá-lo faz com que as empresas busquem sua expansão também através do chamado “e-business” (negócio eletrônico), vendendo produtos pela internet e entregando-os via correio.

Outra grande corrente é a internacionalização das empresas. A partir do momento que um produto é percebido como um ótimo negócio e apresenta grande potencialidade de mercado em um país diferente do país da matriz da empresa, os produtos são exportados ou fábricas são abertas na região desses mercados no intuito de obter facilidades de trânsito de seus produtos e de fabricação destes naquele local. Assim, grandes empresas têm buscado mercados diferentes, expandido sua linha de produtos e conseguido realizar excelentes negócios pelo mundo todo.

Há alguns anos a falta de qualificação de mão-de-obra inviabilizava, de certa forma, a internacionalização das empresas por não permitir a instalação de empresas de tecnologia em lugares sem capacitação de mão-de-obra para o trabalho. Hoje isso pode ser contornado utilizando-se o local onde há qualificação tecnológica para a fabricação dos componentes que a exijam e, em outro tempo, montar o produto final utilizando a mão-de-obra menos qualificada para esse fim. Assim, os componentes de alta tecnologia são enviados do local que tem capacitação tecnológica para os mercados onde não existe essa capacitação que, por outro lado, pode absorver o trabalho de montagem de componentes e ter o produto final montado localmente. Esse processo acaba por gerar trabalho, mover a economia local e pode ser uma alavanca para o

desenvolvimento econômico do país, além da expansão do mercado para o fabricante.

Em todos os casos citados existe um ponto em comum. Para manter a qualidade do produto durante o trânsito dos componentes ou produtos em viagens de longa distância, é necessário usar embalagens que mantenham as características do produto em perfeito estado, seja para o seu consumo final, seja para a continuidade da sequência no processo de fabricação até o produto final.

A preocupação com a embalagem passou a ter caráter técnico após a segunda guerra mundial, pois viu-se que de nada adianta ter um produto perfeito se este não pode ser transportado com segurança até o seu consumidor final.

Existem inúmeros tipos de embalagens adequadas para cada tipo de transporte e produto a transportar. No presente trabalho serão estudadas embalagens CKD (Completely Knocked Down), “completamente desmontado”, ou seja, o produto é enviado desmontado na embalagem para ser montado no destino. Um exemplo citado no livro de Brown (1959) ilustra uma caixa para transporte de componentes de asas de avião, compatível com a configuração de embalagem CKD atual.

Nos dias de hoje as embalagens CKD tem uma importância muito grande na economia mundial. Existem empresas especializadas nesse tipo de embalagens e muitas outras que desenvolvem produtos para aplicação nestas embalagens, quer seja para a embalagem em si, tais como: apoios, perfis de apoio, suportes pré-fabricados, bandejas, caixas retornáveis, contenedores modulares, sistemas de fechamento, etc, quer seja em produtos que ajudam na manutenção da qualidade do produtos transportado, tais como inibidores de corrosão, dessecantes, plásticos de proteção, etc.

Com o desenvolvimento geral das embalagens CKD, o projeto de embalagens cresceu paralelamente, incrementando soluções e gerando a demanda para novos produtos específicos para a embalagem. A utilização de softwares para o desenho de embalagens é uma realidade mundial indispensável. A rapidez e precisão obtida com o uso da computação no desenvolvimento de embalagens é comparável ao desenvolvimento de qualquer produto que ela possa conter. Máquinas e equipamentos utilizados em embalagens são cada vez mais versáteis e eficazes.

Outra atividade que deriva do projeto da embalagem é a avaliação da embalagem com relação à sua efetividade e à capacidade de proteger seu conteúdo até onde seja

necessário. Normas para o teste de embalagens, regulamentações para proteção de produtos e do meio-ambiente, avaliações de embalagens em condições de uso e a constante busca por redução de custos fazem com que a avaliação da embalagem sirva de ferramenta para a otimização de insumos e melhoria do rendimento das embalagens.

A globalização exige tratamento especial quando se fala de embalagens. Se antigamente o produto era consumido próximo ao seu fabricante, atualmente pode-se ter ao alcance produtos vindos do Japão, que cruzaram oceanos e mares para chegar até o Brasil e vice-versa.

Nesses trajetos o produto passa por condições que não são sentidas por produtos locais. Desde o “stress” mecânico causado pelas inúmeras movimentações por que a carga passa até chegar ao destino, até as condições climáticas que afetam a integridade dos produtos, a embalagem deve estar dimensionada para proteger seu conteúdo. Para o transporte marítimo, extremamente comum atualmente, é necessário tomar-se precauções que vão muito além daquelas tomadas para o transporte terrestre ou mesmo aéreo. A umidade durante o trajeto é uma das principais preocupações quando se transporta peças metálicas, que podem se oxidar, e as possíveis oscilações do navio em alto mar durante uma tempestade, que podem causar sérios danos ou até levar à perda da carga mal protegida.

Para qualquer que seja o produto ou componente é sempre necessário manter sua integridade durante o transporte entre plantas de fabricação e montagem ou entre o fabricante e o consumidor, e para isso utiliza-se embalagens que cumpram totalmente essa função.

Um dos produtos reconhecidamente tido como “mundial” é o automóvel. Hoje existem plantas que fabricam componentes e plantas de montagem de veículos instaladas em vários pontos estratégicos do planeta. A capacidade de produção dessas plantas muitas vezes atende a vários mercados simultaneamente e as peças são enviadas para as outras plantas ao redor do planeta por via marítima. Além disso, são firmados acordos de cooperação entre países onde novos postos de trabalho são gerados a partir da abertura de plantas de montagem de veículos. Essas plantas recebem as peças vindas dos mais diferentes pontos do mundo e o veículo é montado para a venda no mercado local ou mesmo para uma exportação posterior. Um veículo tem, em média, 2500 peças. Só por esse número já se pode visualizar a quantidade de embalagens envolvidas nesse

tipo de negócio.

Todos esses componentes que viajam pelo mundo são acondicionados em embalagens específicas para esse fim que, juntamente com a logística envolvida, são uma parte dos custos agregados ao produto final.. A tecnologia aplicada em embalagens, sua construção, características, aplicabilidade, vida útil, função, os materiais aplicados, as proteções para o produto transportado e todo o conhecimento envolvido em transporte de produtos exige a capacitação de profissionais para atuar especificamente nessa área (Moura et al, 1990).

A cada dia surgem novos materiais e novas soluções para a embalagem e transporte de peças; soluções que facilitam o trabalho, agilizam os processos, diminuem os custos e agridem menos o ambiente. A busca por soluções mais práticas sempre existirá e esse campo de trabalho seguirá tendo incremento em tecnologia tanto quanto os produtos que transporta e protege.

1.1 Objetivos do trabalho

O desenvolvimento deste trabalho teve por objetivo o estudo do transporte marítimo de peças de veículos automotivos utilizando embalagem CKD. Os objetivos principais foram o detalhamento do projeto e a avaliação de desempenho de embalagens CKD em transporte marítimo de peças metálicas.

1.2 Organização do trabalho

Para atingir os objetivos foram abordados todos os pontos envolvidos com a embalagem, desde as peças a serem transportadas, os tipos de contenedores, tipos de manuseio de peças e de embalagens, o processo de embalagem das peças de veículos, a preparação das embalagens e de seus componentes, o carregamento e descarregamento de containeres marítimos, até os danos que podem ocorrer com as peças, especialmente as peças metálicas.

As peças metálicas tiveram uma abordagem mais completa, pois fazem parte dos componentes que mais sofrem com a umidade durante o transporte marítimo e são muito suscetíveis à oxidação. A temperatura e umidade do trajeto foram objeto de estudo e sua influência nas peças foi estudada, bem como os inibidores de corrosão que são utilizados para a proteção das peças.

Para a avaliação do desempenho da embalagem CKD foram analisados os dados de temperatura e umidade colhidos numa carga enviada por via marítima. Foram utilizados equipamentos que registraram o microclima interno do container e interno das caixas com as peças. Essas medições possibilitaram a análise do comportamento da embalagem ao passar por variações de temperatura e umidade desde a embalagem das peças e carga no container, até a abertura das caixas no cliente, passando por todo o trajeto marítimo e costeiro.

O desenvolvimento do trabalho, em capítulos, teve a distribuição de assuntos voltada para o entendimento crescente, por parte do leitor, de todo o processo de embalagem das peças, desde os tipos de peças até a análise dos dados colhidos no transporte marítimo.

No capítulo 2 são apresentados dados das peças de veículos transportadas e as características do transporte, as famílias de peças quanto ao tipo de matéria prima e as necessidades de proteção para as peças durante o transporte. Também são abordadas as características do transporte, o ambiente encontrado no trajeto, os tipos de contenedores e proteções anti-corrosivas e situações comuns e incomuns de transporte e sua influência na carga, o manuseio de caixas de madeira e o manuseio de containeres marítimos.

O capítulo 3 trata do sistema de embalagem das peças, a importância do bom armazenamento das embalagens antes do uso, os diferentes tipos de proteção para as peças, tipos de contenedores, tipos de embalagens CKD e seus componentes, apoios, separadores, montagem e carga das caixas e seu manuseio antes do envio.

No capítulo 4 é abordado o carregamento de containeres marítimos, os tipos de containeres, as condições dos containeres para carga das caixas, a ordem de colocação da carga no container, as particularidades da carga e seu travamento. No capítulo 5 são apresentados os tipos de danos causados pelo transporte e as condições favoráveis à ocorrência destes danos.

O capítulo 6 trata das peças metálicas que constituem um veículo, os cuidados para sua embalagem, os componentes estampados e os conjuntos soldados com suas peculiaridades e cuidados no processo de embalagem. O capítulo 7 aborda os tipos de

proteções contra corrosão (inibidores de corrosão) e o seu processo de atuação.

O capítulo 8 trata da relação entre temperatura, umidade e oxidação e sua influência na carga. No capítulo 9 são apresentados valores de temperatura e umidade em uma carga transportada por via marítima. A influência destas condições no desempenho da embalagem CKD é analisada. Finalmente, no capítulo 10 são apresentadas as conclusões do trabalho.

PEÇAS TRANSPORTADAS E CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE

2.1 Introdução

Neste trabalho o objeto de estudo são os veículos tipo monobloco, ou seja, a carroceria do veículo formada por chapas de metal estampado e soldado, que são responsáveis pela estruturação de toda a carroceria e servem de base para a fixação de todos os componentes mecânicos, tais como, motor, suspensões, tanque de combustível, etc, (diferentemente do veículos que possuem um chassis). Como exemplo típico de veículos que utilizam chassis tem-se os caminhões e caminhonetes, que tem o chassis como “esqueleto” e seus componentes nele montados.

Quando se faz a exportação de um veículo CKD (do Inglês : Completely Knocked Down) isto significa, como o próprio nome diz, “Completamente Desmontado”. Essa configuração de exportação de um veículo é a que mais exige quanto ao desenvolvimento de embalagens para os mais diferentes tipos de peças do veículo, suas necessidades, características, fragilidades e cuidados.

Ao exportar um veículo CKD é necessário levar em consideração a quantidade do lote a ser exportado, como essa carga vai ser enviada, qual o destino, como o cliente deve proceder na abertura da carga, quais as legislações internacionais de transporte e quais os materiais utilizados nas embalagens para não agredir o meio ambiente (Moura et al, 1990).

Ainda dentro da configuração “CKD” é possível se ter vários níveis para o envio de um veículo. Por exemplo, pode-se enviar uma transmissão montada ou enviar todos os componentes para que a transmissão seja montada no destino. As peças enviadas individualmente têm um tratamento totalmente diferente de serem transportadas daquelas como um conjunto. Para o seu transporte como conjunto a própria carcaça e corpo da transmissão servem de proteção contra a oxidação das engrenagens internas. Já para o envio de todas essas peças individualmente o serviço de embalar engloba a proteção contra a oxidação das engrenagens (o peso da carga de uma quantidade “x” de engrenagens que tem a densidade bastante elevada), a estruturação das caixas de madeira para transporte dos garfos da transmissão para que não sofram deformações durante o transporte, a colocação das carcaças da transmissão de maneira a não

danificar suas abas ou dimensões devido ao material com o qual são fundidas (alumínio) e objetivar o melhor aproveitamento volumétrico da carga para evitar desperdício no transporte (Moura et al, 1990). Muitas vezes o transporte de conjuntos tem um volume bem menor que o transporte de suas peças a granel.

No veículo tem-se todo o tipo de configuração de peças, ou seja, peças pequenas e pesadas, peças grandes e leves, peças frágeis, peças robustas, peças que se deformam, peças rígidas, peças eletrônicas, vidros, tecidos, espumas de polietileno e outras, chapas de aço, borrachas, componentes mecânicos, parafusos, porcas, grampos de plástico e metal, etc. Para cada tipo de peça, formato, peso, fragilidade e quantidade, é necessário definir uma embalagem apropriada.

O transporte dessas peças embaladas é feito em *containers* marítimos que tem dimensões padrão e várias configurações para atender aos mais diferentes produtos a serem transportados. Esses *containers* são padronizados de maneira a serem movimentados pelos equipamentos de movimentação portuária e seguem a mesma padronização no mundo todo (Moura et al, 1990).

Para o transporte de peças automotivas os *containers* mais usados são os *containers* fechados de 40 pés e 20 pés de comprimento. Esses *containers* têm uma porta de carga e descarga e alguns respiros nas paredes laterais, a porta tem vedações de borracha que evitam a entrada de insetos. Toda a estruturação do *container* é feita para admitir, além do peso da carga, a entrada de uma empilhadeira, ou seja, o piso é estruturado para permitir a rolagem de uma empilhadeira que irá posicionar a carga dentro do mesmo.

Atualmente a movimentação de *containers* marítimos pelo mundo é muito grande e esses *containers* sofrem choques durante o seu manuseio e transporte. Toda vez que se vai preparar um container para a carga é necessário verificar seu estado geral e suas condições estruturais para que a carga não sofra danos devido a problemas do *container*. Excluem-se aqui os acidentes que podem danificar a carga, que são totalmente imprevisíveis.

2.2 Tipos de peças e necessidades de proteção durante o transporte

Para cada tipo de peça transportada há uma proteção ou embalagem mais adequada ao seu transporte. Cada peça exigirá cuidados especiais para sua proteção e a

embalagem será desenvolvida para que seu transporte seja feito com segurança e com a manutenção das suas características. Uma boa abordagem do assunto é apresentada em Wolyneec (1992).

2.2.1 Famílias de peças quanto ao tipo de matéria-prima / componentes

Pode-se dividir as peças de um veículo em famílias, pela sua similaridade, função ou fragilidade. Essas famílias de peças já caracterizam as peças e trazem consigo suas necessidades de transporte e cuidados para a confecção das embalagens.

FAMÍLIAS DE PEÇAS:

1. Peças da carroceria: são os componentes confeccionados em chapas de aço estampado. Essas peças podem ser conjuntos soldados ou apenas peças únicas estampadas que serão posteriormente usadas para formar um sub-conjunto ou um conjunto soldado. Aqui pode-se ter peças de vários tamanhos e com fragilidade também diversa. Tem-se, por exemplo, os painéis laterais internos e externos de uma carroceria que são peças de grandes dimensões e que são medianamente frágeis. Essa fragilidade decorre da sua grande área estampada em uma só chapa que faz com que a peça seja facilmente amassada ou torcida. Esses danos de deformação levam à inutilização da peça. Também pode-se enquadrar as portas, assoalhos, tampa do motor e tampa do porta-malas na mesma situação dos painéis laterais, apenas uma pequena diferenciação pode ser feita devido ao seu menor tamanho que leva a uma rigidez maior dessas peças em relação aos painéis laterais. Ainda na família de peças da carroceria tem-se as peças menores que são, geralmente, reforços estruturais, colunas, longarinas e suportes. Essas peças, por não serem peças aparentes quando o veículo estiver acabado, não requerem tanto cuidado quanto ao seu manuseio. Há que se tomar cuidado apenas com o dimensional e com a sua forma. É possível enviar uma pilha de reforços encaixando-se um dentro do outro, porém, pode acontecer a deformação das peças durante o transporte devido à movimentação da carga. De modo geral essas peças menores e que não são aparentes são transportadas a granel.

2. Peças e componentes mecânicos: São as peças das suspensões, motor, transmissão e alguns suportes e reforços. Essa família de peças é, geralmente, pesada e pode ser dividida de acordo com a sua aplicação. As peças das suspensões tem uma proteção anti-corrosiva que deve ser mantida durante o transporte. Essa proteção é uma pintura que será determinante na vida da peça em uso e não pode sofrer danos. Essas peças devem ser tratadas de uma forma especial que proteja esse acabamento. Já as peças da transmissão são tratadas de dois modos. Os componentes internos, que são de aço usinado e tratado termicamente, devem ser transportados com proteções anti-corrosão; já as carcaças podem ser transportadas sem proteção anti-corrosão pois são confeccionadas em alumínio. Para peças do motor também se pode utilizar os mesmos critérios da transmissão, pela similaridade. Apenas o bloco do motor, se fabricado em ferro fundido, deve ser protegido contra oxidação. Em geral os componentes mecânicos tem uma grande robustez e a maior preocupação com esse tipo de peça é o peso das embalagens e sua estruturação para que não ocorra o colapso da embalagem e conseqüente dano nas peças.
3. Peças de tapeçaria e acabamento: Essas peças são confeccionadas, na sua maioria, em plástico injetado. Painéis de acabamento de portas, painel de instrumentos, acabamentos de colunas, acabamentos dos bancos e consoles são peças injetadas que requerem um tratamento mais cuidadoso no seu transporte devido ao seu caráter de acabamento do veículo. São peças leves, fáceis de se deformar e danificar por riscos ou marcas de superfície. Os tapetes e carpetes são peças que são conformadas sob pressão e calor para adquirir a forma do perfil dos assoalhos onde serão assentados e podem perder essa forma se não forem apoiadas adequadamente. Além dos tapetes enquadram-se neste grupo os bancos do veículo. Essas peças de estrutura tubular de aço e forradas com espuma e tecido são muito frágeis e suscetíveis a danos, pois o tecido pode ser rasgado e a espuma pode sofrer deformação que altera a forma original se ficar muito tempo pressionada. Dentro dessa família pode-se colocar também os espelhos, frisos e emblemas externos. Essas peças são frágeis e também requerem cuidados especiais.

4. Peças e componentes elétricos e eletrônicos : Aqui enquadram-se os módulos de controle do motor, instrumentos do painel, caixa de fusíveis, chicotes e conectores em geral. Essas peças requerem, além de proteção contra choques mecânicos, uma proteção contra corrosão, pois seus contatos podem se oxidar causando mal contato e falha de funcionamento.

2.2.2 Necessidades de proteção das peças durante o transporte

As peças transportadas têm, pelas suas características de construção, aplicação, fragilidade, peso e forma, necessidades que indicam o caminho para a definição e desenho das embalagens que irão transportá-las. Essas características são mandatórias para a escolha dos materiais, proteções, apoios e tipos de contentores que serão utilizados para seu acondicionamento.

Abaixo são listadas as principais necessidades que cada família de peças tem como característica para o desenvolvimento de sua embalagem:

1. Peças da carroceria : A principal necessidade para esses tipos de peças é a proteção contra a oxidação durante o transporte. O ferro e o aço carbono são muito suscetíveis à corrosão atmosférica, aparecendo ataques visíveis logo após algumas horas de exposição ao ar (Wolyneec, 1992). Normalmente essas peças são exportadas sem pintura ou nenhuma proteção tipo “fundo de pintura”, pois as peças serão usadas na formação dos conjuntos soldados e não podem ter nenhuma camada que isole eletricamente as peças, uma vez que a solda aplicada é a solda ponto que funciona com a corrente elétrica passando pelas peças e fazendo a união das mesmas por meio da fusão do metal naquele ponto. Caso haja alguma proteção anti-corrosão tipo “camada de pintura” essa proteção agiria como uma camada isolante e não seria possível efetuar a união das peças. Se fosse usada uma camada de óleo protetivo ao invés de pintura para proteger as peças se teria, também, alguns problemas com a sequência do processo de soldagem das peças. No momento da soldagem a temperatura no ponto de solda chega a 1100° C (Damoulis, 2002) e, caso o óleo protetor seja aplicado, haverá combustão desse óleo causando acidentes . Mesmo que fosse colocado algum aditivo anti-fogo nesse óleo, ainda assim se teria um problema mais adiante no

processo. Depois da carroceria montada esta segue para a pintura, com seus diversos banhos e preparações. Essa proteção que serviu para eliminar o problema de oxidação na peça agora será um problema no processo de pintura, pois contaminará todo o banho ou exigirá um banho a mais no processo para sua retirada antes da pintura. Esse processo adicional aumentaria os custos de pintura e também aumentaria o custo do transporte da peça, uma vez que esse óleo protetor teria que ser adicionado no ato do embalagem. Outro ponto a considerar como desvantagem na aplicação de óleo protetivo de peças é o seu caráter pouco limpo e agressivo à natureza. Além do quesito “oxidação”, peças estampadas também precisam ser transportadas de modo a não sofrerem amassamento ou deformação. Como dito anteriormente, as peças estampadas são unidas com solda-ponto e o seu dimensional tem que ser mantido para que a forma final do veículo, sua qualidade de encaixe de peças de acabamento e seu efeito visual final não sejam comprometidos. Por esse motivo as peças estampadas tem que ser apoiadas em pontos que não causem deformação. Peças externas de chapa devem ser separadas com critério e o espaço entre elas deve ser mantido durante o transporte para que não ocorram amassamentos ou riscos que seriam visualizados no produto após a pintura. Defeitos desse tipo são inadmissíveis nos níveis de qualidade atuais.

2. Peças e componentes mecânicos: essa família de peças tem como principal necessidade para o transporte sua proteção quanto ao dimensional e acabamento superficial. Normalmente essas peças são pesadas e se não estiverem apoiadas adequadamente poderão causar danos umas nas outras, removendo camadas de pintura protetora (como no caso dos braços de controle das suspensões que são pintados para proteção contra a corrosão em uso normal) ou danificando superfícies usinadas com precisão (como exemplo pode-se citar os girabrequins que também passam por usinagem de precisão e não podem sofrer choques nessas regiões). Peças usinadas podem ser transportadas com óleo protetor que, normalmente, é o mesmo óleo que servirá para sua montagem ou uso, pois não influi negativamente na sequência do processo de sua montagem nos conjuntos finais. Nessa família existem peças bem pesadas como o bloco do motor, discos e tambores de

freio, engrenagens da transmissão e barras de torção ou estabilizadoras. Essas peças tem que ser separadas e travadas adequadamente, pois podem se movimentar durante o transporte danificando as embalagens, o acabamento e o dimensional das próprias peças.

3. Peças de tapeçaria e acabamento : As peças de tapeçaria tem como principal necessidade a manutenção de sua aparência, pois são peças de acabamento. Obviamente o dimensional também deve ser cuidado e os apoios dessas peças para o seu transporte devem ser feitos em pontos onde não seja possível causar danos. Nessa família estão incluídas as peças plásticas de grandes dimensões como o painel de instrumentos e o forro do teto. Essas peças leves têm que ter um tratamento especial para sua proteção e embalagem, pois qualquer choque pode danificar facilmente a sua superfície inutilizando a peça.

2.3 Características do transporte

2.3.1 Ambientes encontrados no trajeto

Desde o embalagem das peças até seu uso final as características do ambiente podem variar extremamente. É comum o local de fabricação das peças estar localizado em um hemisfério e o local de uso das peças em outro, por exemplo, peças produzidas no Brasil - Hemisfério Sul são exportadas para os Estados Unidos – Hemisfério Norte. Sabe-se que o clima varia bastante entre os hemisférios e podem ser encontradas condições extremas de calor / frio e também de umidade entre o remetente e o destino. Wolynech et al (1992) ressalta que variações de temperatura e umidade relativa diária são frequentes e de certa magnitude, ocorrendo grandes variações quando a mercadoria é transportada a longas distâncias. Além disso a carga, até chegar ao seu destino passa por vários tipos de atmosferas, que podem ser divididos em:

- a) Atmosfera Marinha: ou ambiente salino encontrado no transporte marítimo. Altamente propício à corrosão o ambiente salino é um dos principais problemas no transporte marítimo. O nível de cloreto de sódio, tanto na forma de cristais como na forma de gotículas de água salgada, é

muito superior a qualquer local em terra. Apesar de parecer que todo o trajeto de uma carga em alto mar está sujeita ao alto índice de salinidade isto é um engano. O teor de cloreto de sódio diminui sensivelmente longe da costa e, mesmo em alto mar, sua concentração não é tão agressiva às peças quanto se a carga estiver próxima da orla marítima. Obviamente exclui-se dessa consideração a névoa salina provocada pelos ventos que levantam a água do mar e que pode vir a entrar em contato com as peças dentro do navio que as transporta. Durante o trajeto no mar a variação de temperatura não é um ponto crítico pois a temperatura da água do mar não sofre variações diurnas-noturnas tão grandes como a da terra, sendo que, em geral, a sua variação máxima diária é menor que $0,5^{\circ}\text{C}$. Em terra a variação pode chegar a 75°C (Wolyneec et al, 1992).

- b) Atmosfera Industrial : ou ambiente industrial, é caracterizado pela carga de gases e cinzas provenientes de zonas industriais. Os gases e as cinzas podem ser fatores agravantes de corrosão das peças pois por poderem acelerar o início de oxidação das peças.
- c) Atmosfera Rural : ou ambiente rural, é caracterizado pelo baixo índice de poluentes e gases. Localizado longe de centros urbanos e/ou industriais.
- d) Atmosfera Urbana : ou ambiente urbano, é localizado em grandes centros urbanos e populacionais. Caracteriza-se pelo grau de óxido de enxofre (SO_2 , SO_3) e fuligem.

Uma peça pode passar, durante o trajeto desde sua fabricação até sua utilização, por todos esses diferentes ambientes. Cada ambiente vai influenciar com sua característica, que pode ser propícia ou não ao início da oxidação, daí a necessidade de proteção das peças.

2.3.2 Tipos de contentores e proteções anti-corrosivas

O estudo se refere a contentores e proteções anti-corrosivas no âmbito das peças metálicas de carrocerias de veículos. Os contentores são caixas de madeira, geralmente grandes, em que as peças são embaladas de uma maneira que não é possível

selar totalmente as peças para evitar a oxidação. Para peças menores é fácil fazer um invólucro totalmente selado (Moura et al, 1990).

Esses contentores são divididos em dois grandes grupos. O primeiro grupo engloba as peças externas da carroceria, que tem grandes dimensões e assim também são as caixas que as transportam. Para acomodar as peças que podem chegar a alguns metros de comprimento, as caixas tem suas dimensões compatíveis. Como exemplo pode-se tomar a caixa para transporte de laterais de um veículo Sedan Grande, ou então as laterais de uma SUV (Veículo Utilitário Esportivo) que podem chegar a ter 3300mm de comprimento. Atualmente usam-se caixas de madeira para esse fim. As caixas de madeira foram o primeiro tipo de contentor moderno usado em transporte de materiais.(Friedman et al, 1960). Para transporte marítimo longo usa-se caixa de madeira revestida com IVC (ver cap.7) (Wolyneec et al, 1992).

1. Caixas de madeira totalmente fechadas : são caixas de madeira com laterais totalmente fechadas. Essas caixas não permitem a visualização de seu conteúdo e as paredes servem como parte estrutural da embalagem. O fechamento das paredes da caixa pode ser feito com pregos, grampos ou abas de metal que são dobradas e cravadas na madeira para manter a caixa estruturada. A caixa de madeira ainda é a mais usada em embalagens de exportação de produtos metálicos sensíveis à corrosão (Wolyneec et al, 1992).
2. Engradados de Madeira : são engradados onde as colunas e travessas estruturais são de madeira e não tem paredes. As peças ficam apoiadas no fundo, única parte da embalagem que é totalmente fechada, e as laterais têm apenas as colunas e travessas. As peças ficam aparentes, mas não desprotegidas (Friedman et al, 1960)
3. Engradados de Metal : são idênticos aos anteriores mas sua estrutura é feita com vigas de aço, normalmente são vigas de chapa de aço dobradas para aumentar suas características mecânicas. Essas vigas são rebitadas umas nas outras ou parafusadas para formar a estrutura da embalagem e, ao serem desmontadas, as partes metálicas podem ser recicladas tornando-se sucata. Normalmente o fundo dessas embalagens é de madeira.

O segundo grupo das embalagens de peças de carroceria são as embalagens que transportam peças estampadas pequenas, que não são peças aparentes nos veículos e que são reforços, travessas estruturais, barras de impacto, suportes e chapas internas de pequenas e médias dimensões. Para essas peças normalmente são usadas caixas de madeira totalmente fechadas, pois possibilitam uma melhor acomodação das peças em seu interior além de permitirem a melhor proteção das peças quanto à sua acomodação e proteção contra o transbordamento.

Um sub-grupo de caixas que também é utilizado normalmente são as caixas plásticas descartáveis ou caixas de polionda que podem ter ou não uma tampa e são fáceis de manusear através de aberturas laterais para permitir a entrada das mãos para levantamento e manuseio das caixas. Essas caixas têm um custo baixo e são uma boa opção em substituição ao papelão, que não suportaria o peso das peças ou o peso de uma possível pilha de caixas. Como exemplo tem-se engrenagens de transmissão, eixos de comando de válvula, eixos e carretéis de transmissão, ou seja, peças de alta densidade que são transportadas com o óleo protetor, o que fragilizaria a caixa de papelão durante a viagem.

2.3.3 Situações comuns de transporte e suas influências na carga

A movimentação das embalagens durante o transporte passa por várias fases e cada uma vai influir diretamente ou não na peça e no desempenho da proteção anti-corrosão das peças, que é parte da embalagem.

A seguir são descritas as diferentes fases de movimentação das peças/caixas e a sua influência no desempenho das proteções anti-corrosão e na caixa.

2.3.3.1 Problemas na movimentação, carregamento e descarregamento das peças

Segundo Brown (1959), a embalagem estará sujeita a condições dinâmicas, definidas como sendo choques ou vibrações, que poderão influir no conteúdo das embalagens.

A primeira movimentação da caixa, ainda vazia, normalmente é feita com empilhadeira. A empilhadeira faz a retirada da caixa, que pode ser fabricada em partes

que se unem formando a caixa final, do estoque e, já nesse momento, podem ocorrer problemas que refletirão no desempenho da caixa. Caso o garfo da empilhadeira danifique a caixa esta pode não dar um fechamento perfeito e ocasionar uma futura quebra da caixa danificando as peças. Pode, ainda, causar trincas na estrutura e separadores, que poderão quebrar durante o trajeto da caixa até o seu destino.

Quando a caixa já está montada e com as peças dentro e totalmente protegidas, a empilhadeira faz, novamente, a movimentação dessa caixa até a área de embarque ou até a área de preparação de carga. Nessa movimentação podem ocorrer solavancos causados pelo piso irregular ou então pelo próprio operador de empilhadeira que vão causar desalinhamento de separadores internos, saída das peças de seus assentos e apoios, possíveis quebras de travessas de travamento ou apoios de peças, e possíveis rachaduras nas colunas da caixa que causarão o colapso da caixa e perda das peças.

Quando a caixa é colocada dentro do container para o transporte marítimo é comum acontecerem esbarrões das laterais externas da caixa com as laterais internas dos containers. Esses esbarrões podem retirar as travas de fechamento das caixas ou até romper as estruturas externas das caixas, fragilizando todo o conjunto.

Uma vez dentro do container as caixas estão mais protegidas mas, caso não estejam bem travadas, poderão ser rompidas com solavancos. Normalmente as caixas são projetadas para ocupar todo o container, medida esta que tem por objetivo aumentar ao máximo o aproveitamento volumétrico do container e, por consequência, diminuir o custo do frete (Moura et al, 1990). As dimensões das caixas são projetadas para que seja possível modular a carga dentro do container. Nessa configuração as caixas se apóiam nas laterais do container e também umas nas outras e praticamente se mantêm presas formando um bloco (Friedman et al, 1960). A carga feita dessa maneira é bastante resistente a balanços e solavancos. O desenho das caixas com essa característica é a melhor solução tanto para a segurança da carga quanto para a diminuição do custo do frete.

Quando o container chega em seu destino e a carga é retirada de seu interior tem-se a mesma situação de quando a carga foi inserida no container. Esbarrões nas laterais podem causar a quebra das caixas e danos nas peças. O trâmite mais comum é que essas caixas sejam retiradas do container apenas no momento de enviar as peças

para seu consumo. Essa medida ajuda na manutenção da integridade das peças e da estrutura das caixas pois ficam assim armazenadas em local protegido.

Foram descritos, até aqui, os problemas mecânicos que podem acontecer com as caixas. A seguir serão apresentadas também outras situações relacionadas com o ambiente, que ocorrem durante o transporte e que também tem efeito sobre a carga.

2.3.3.2 Problemas devido à umidade

A umidade do ambiente é um fator marcante e que influencia na qualidade das peças. Caso a umidade seja elevada a possibilidade de que ocorra oxidação das peças é fortemente aumentada. Durante o transporte internacional é comum a carga passar por vários níveis de umidade. Caso a proteção contra corrosão não seja eficaz ocorrerá a oxidação precoce das peças. Apesar dos containers serem bastante rígidos e possuírem vedações nas portas, eles são equipados com respiros por onde entra a umidade.

O ar pode ser caracterizado de acordo com a umidade relativa, UR (relação entre o valor de conteúdo de vapor de água na atmosfera e o valor da saturação para uma dada temperatura), como segue : seco : UR até 30%; normal : UR entre 50% e 60%; úmido : UR entre 80% e 90%; saturado : UR de 100%. A umidade do ar é um dos mais importantes fatores que afetam a velocidade da corrosão atmosférica (Wolyneec, 1992).

Toda vez que existe algum dano na caixa é certo que a proteção contra corrosão também será afetada, seja por danificar a proteção, no caso de uso de plásticos, seja por deixar o ambiente da caixa aberto e permitindo a entrada de umidade. Quando o dano é no container, é possível que as caixas não sejam afetadas pois isso dependerá da extensão desses danos. Pode-se dizer que um container danificado perdeu, no mínimo, sua característica inicial de proteção de seu conteúdo e os danos à carga devem ser avaliados de qualquer forma.

2.3.4 Situações incomuns de transporte e suas influências na carga

As situações incomuns em transporte são basicamente os acidentes e os problemas causados por imperícia, desatenção e negligência. Esses acidentes geralmente causam grandes danos à carga e prever a amplitude e efeitos de seu

acontecimento é extremamente difícil. Prover as embalagens com dispositivos ou soluções que sejam eficientes na proteção da carga é totalmente inviável pois aumentaria muito o custo da embalagem.

Os acidentes são ocorrências que não podem ser previstas, atingem o sistema sem possibilidade de retorno à situação normal e geralmente são causados por falhas, falta de manutenção ou uma ação humana indevida. Os acidentes podem ocorrer em qualquer parte do trajeto, tanto na própria caixa como nos equipamentos, dispositivos, transportadores e sistemas que fazem o manuseio dessas caixas. Podem ocorrer acidentes leves ou graves que agirão sobre as peças de maneira diferenciada. Normalmente os acidentes fazem com que a carga seja perdida e, na melhor das hipóteses, há a necessidade de se fazer um retrabalho nas peças danificadas para poder utilizá-las.

2.4 Manuseio da carga

2.4.1 Manuseio de caixas de madeira

A seguir são descritos os principais meios de movimentação de caixas e suas características (Moura et al, 1990).

1. Movimentação com empilhadeira : na planta de embalamento de peças normalmente a empilhadeira é o equipamento mais utilizado para a movimentação das embalagens, tanto antes do seu uso quanto após seu preenchimento. As empilhadeiras trazem a embalagem vazia desde o estoque até o ponto de embalamento e depois retiram a embalagem cheia e a levam para o local de armazenamento antes de seu embarque. A movimentação com empilhadeira tem premissas bastante importantes, que são : a) o garfo da empilhadeira tem que ter dimensões apropriadas para a sustentação das caixas de modo a não causar danos que possam acarretar a quebra da embalagem e o colapso da carga. O comprimento do garfo deve apoiar, no mínimo, todas as travessas de fundo que dão sustentação à carga. Existem situações onde o garfo chega a quebrar o fundo da caixa por não alcançar todas as travessas inferiores durante a movimentação da caixa cheia. b) O operador da empilhadeira experiente não deve balançar

excessivamente a caixa, nem durante o trajeto com a caixa vazia – que pode danificar seus componentes (laterais, apoios, separadores, paredes, etc) – e nem durante o trajeto com a caixa cheia. O excesso de movimento da caixa já com peças pode causar a saída das peças de seus apoios e/ou queda de separadores que acabarão por danificar as peças ainda no produtor. c) Os corredores e ruas por onde trafegam as empilhadeiras devem ser planos, sem buracos ou valetas acentuadas, sem emendas altas ou muito separadas e, de preferência, com curvas abertas e suaves. Tudo isso visa suavizar os solavancos que as peças e caixas sofrem durante o trajeto em que são carregadas com empilhadeira. d) O empilhamento de caixas carregadas deve ser feito de maneira a não danificar as caixas inferiores, ou seja, a colocação de uma caixa sobre outra deve ser feita com cuidado para não danificar a caixa inferior tanto no momento em que se aproxima a caixa, durante o abaixamento e acerto de posição da caixa sobre a outra e, principalmente, no momento de retirada do garfo da empilhadeira, momento crítico onde se deve ter o máximo de atenção para que a caixa imediatamente abaixo não seja danificada.

Genericamente a operação com empilhadeira é a que melhor se ajusta às necessidades de uma planta de embalagens tipo CKD. Normalmente os quesitos para o operador da empilhadeira são os aplicados a qualquer outro tipo de transporte e manuseio de carga e são, principalmente, o cuidado no momento da colocação do garfo e elevação da caixa, o trajeto da empilhadeira com a caixa e a colocação da caixa em pilhas. Como as caixas de madeira sofrem torções durante essas movimentações Brown (1959), é fundamental que os operadores de empilhadeira façam seu trabalho com cuidado e, assim, mantenham as caixas em condições normais de uso, garantindo a integridade das peças, das proteções e separadores e da caixa em si.

2. Movimentação com Ponte Rolante : esse meio de movimentação é pouco utilizado para caixas de madeira. Uma planta de embalagens CKD funciona em células onde cada célula faz o fechamento (colocação das peças em uma caixa) de uma determinada caixa com as peças específicas. Em cada célula trabalham pessoas que fazem o carregamento e a demanda de caixas torna a operação com ponte rolante um tanto quanto inviável

nessas áreas, pois num mesmo vão do prédio se tem várias células fechando caixas nos mais diferentes ritmos. Mesmo assim existem algumas plantas que fazem esse tipo de movimentação, porém essa movimentação se limita a levar as caixas já fechadas do pátio de espera até o pátio de embarque.

Basicamente as movimentações de caixas de madeira são feitas com empilhadeira pelo alto grau de autonomia de acesso e agilidade que esses equipamentos fornecem. Uma empilhadeira pode trafegar livremente desde os estoques de caixas até os pátios de embarque, passando pelas células de fechamento de caixas e pátios de espera . A empilhadeira permite fazer pilhas de alturas consideráveis e necessita de apenas um operador enquanto que, com a utilização de ponte-rolante, tem-se que ter mais uma pessoa para fazer a colocação e retirada de cintas de sustentação. O uso de empilhadeiras exige que o piso seja feito de maneira a permitir seu rolamento suave e sem solavancos, as valetas de drenagem de pátios externos devem ser projetadas de maneira suave e o lay-out de estoque do pátio deve levar em consideração os caimentos necessários para drenagem e facilitar a entrada da empilhadeira e sua operação. A operação da empilhadeira é relativamente simples e seu condutor deve passar por treinamento de operação para ter o total domínio da máquina e, assim, tirar o melhor em produtividade do equipamento. Na Figuras 2.1 são apresentadas duas situações semelhantes de empilhamento de caixas de madeira no estoque.



Figura 2.1 Empilhamento de caixas de madeira utilizando empilhadeira
(www.pedricksremovals.co.uk ; www.pikelumber.com - 2005)

2.4.2 Manuseio de containers

O manuseio de containers é feito de duas maneiras básicas. Uma utilizando a “Stacker” que nada mais é do que uma empilhadeira de grandes dimensões adaptada para pegar containers por cima e manuseá-los, empilhá-los e movimentá-los para onde se queira (Fig.2.2). A stacker se aproxima por uma das laterais do container e o pega por cima, trava suas garras no container e faz o levantamento. A partir daí o container pode ser levado para qualquer lugar onde a stacker possa se movimentar. Seus pneus são de borracha e normalmente é usado em pátios de grandes dimensões onde muitos containers são armazenados. Também são utilizados para colocar os containers em cima de caminhões que farão o transporte rodoviário.



Figura 2.2 Movimentação de containers utilizando stackers. (www.fantuzzi.co.uk; 2005)

Nos portos os containers são retirados dos caminhões e colocados diretamente nos navios utilizando-se guindastes (Fig. 2.3) já adaptados com as garras que são, basicamente, iguais às da stacker. Esses guindastes pegam os containers dos caminhões e os colocam nos porões ou no deck dos navios, pois tem guias que alcançam desde a rua lateral do porto até o navio e facilitam o embarque. Existem, ainda, os guindastes que tem trilhos laterais com o dispositivo de pega dos containers correndo sobre estes como se fosse uma ponte rolante e leva os containers através desses trilhos até o navio.



Figura 2.3 Movimentação de containers em portos utilizando guindastes (www.novomilenio.inf.br, 2005)

O manuseio de containers é pesado e requer equipamentos de grandes dimensões e capacidade de carga. Esse manuseio normalmente é feito por pessoal experiente e capacitado e requer bastante atenção e visão. Normalmente os operadores dos guindastes e stackers são treinados por um período bastante longo antes de trabalharem sozinhos na função.

As ocorrências mais comuns nesse tipo de manuseio são as batidas de um container contra outro e o balanço exagerado por manobras bruscas. Tanto o manuseio com stacker quanto o manuseio com guindaste tem as mesmas características gerais. A única diferença é que a stacker trabalha em área livre, enquanto o guindaste trabalha em trilhos e tem alcance limitado.

2.5 Cuidados adicionais no transporte

Manusear qualquer tipo de carga com qualquer tipo de equipamento requer atenção e cuidado. Todos os equipamentos envolvidos têm que estar em condições de operação para que o trabalho seja feito com segurança e atenda os requisitos de qualidade e tempo. É dispensável dizer que os operadores precisam ser treinados e introduzidos gradualmente em cada atividade, indo desde as mais simples até as mais complexas; das mais leves até as mais pesadas; e das mais simples até as mais perigosas(GMB, 1990)

Cada carga tem suas características e requer cuidados especiais e, normalmente, seu produtor procura protegê-la do melhor modo possível para que não ocorram danos ou perdas. As pessoas envolvidas no manuseio da carga, desde sua

produção até seu consumo, tem que estar cientes de sua responsabilidade com a carga que manuseiam, com pessoas que circulam próximo à movimentação, com pessoas que farão a abertura das caixas, etc. Os acidentes devem ser evitados sempre.

A manutenção dos equipamentos de manuseio deve ser feita periodicamente. Equipamentos de transporte de carga aéreos, como por exemplo os guindastes de portos, requerem atenção especial pois circulam com materiais pesados por sobre outros equipamentos e pessoas e qualquer acidente pode trazer conseqüências desastrosas.

Atualmente as empresas de logística estão muito profissionalizadas e cientes de sua importância no processo industrial. Levar e trazer as mais diferentes cargas, dos mais diferentes pontos do mundo, com rapidez e agilidade são pontos que asseguram sua sobrevivência ante a concorrência. Cada vez mais os equipamentos de manuseio e transporte são confiáveis, robustos, ágeis e seguros. Cada vez mais os profissionais da área levam a segurança e a qualidade como pontos fundamentais no desenvolvimento do trabalho. A capacitação operacional do pessoal que movimenta as cargas em qualquer ponto é primordial para a qualidade do produto, pois são esses operadores que tem o contato direto com a carga.

2.6 Considerações gerais

É notório que a responsabilidade pela manutenção da qualidade do produto até o momento do uso pelo cliente é do fornecedor. O fabricante é quem mais conhece sobre a fragilidade de seu produto, mas não é somente o fabricante que faz a movimentação de seu produto até o momento de seu uso pelo cliente. Nessa cadeia existem muitos profissionais que farão o manuseio desse produto e este sofrerá várias situações favoráveis e desfavoráveis até o momento de seu uso.

A embalagem deve proteger seu conteúdo, facilitar seu manuseio, ser adequada ao transporte, não agredir o meio ambiente no momento de seu descarte e ser, preferencialmente, de fácil descarte. A importância da embalagem como complemento do produto deve ser entendida por quem a projeta pois faz parte da primeira fase de vida do produto que é o trajeto entre o fabricante e o consumidor; e esse trajeto nem sempre é suave e isento de problemas.

Cada peça requer um cuidado específico tanto para sua embalagem como para seu transporte. Conhecer esses pontos engloba conhecer desde o produto até os equipamentos de manuseio que serão usados durante o trajeto fabricante/consumidor, passando pela avaliação das condições ambientais que a embalagem com o produto estarão sujeitos. O conhecimento dessas condições é a base para o bom desenvolvimento de uma embalagem(Moura et al, 1990).

CAPÍTULO 3

SISTEMAS DE EMBALAGEM DAS PEÇAS

3.1 Introdução

O sistema de embalagem é o conjunto de práticas, equipamentos, materiais e técnicas usadas para embalar um produto. O sistema de embalagem garante as condições para que a embalagem correta seja aplicada ao produto de acordo com o que foi definido, fornece ao trabalhador as condições para executar seu trabalho corretamente e confere ao produto a proteção adequada para seu transporte. Toda a estrutura de uma área de embalagem é montada visando obter o máximo rendimento e produtividade, ou seja, pode-se considerar o processo de embalagem como um dos processos do produto. O processo de embalagem não faz qualquer transformação no produto mas agrega a ele a capacidade de ser transportado sem dano até seu destino.

3.2 O processo de embalagem de peças estampadas

Inicialmente faz-se necessário estabelecer o que se entende por embalagem utilizada em transporte de cargas. Tome-se a definição dada pela Diretiva 94/62/CE do Parlamento Europeu – Relativa a embalagens e resíduos de embalagens – publicada em 20 de dezembro de 1994 (Parlamento Europeu e Conselho da União Européia,1994), como segue:

Embalagem terciária ou de transporte - qualquer embalagem concebida com o objetivo de facilitar a movimentação e o transporte de uma série de unidades de venda ou embalagens grupadas, a fim de evitar danos físicos no decorrer das operações de movimentação e transporte; não estão incluídos os contentores para transporte ferroviário, rodoviário, marítimo ou aéreo.

Estão contidas nessa definição todas as embalagens utilizadas para o transporte das peças metálicas de carrocerias de veículos pois estas embalagens são desenvolvidas para “... evitar danos físicos no decorrer das operações de movimentação e transporte” (Parlamento Europeu e Conselho da União Européia, 1994)

Embalar peças estampadas e conjuntos soldados formados por peças estampadas requer cuidados específicos. Essas peças chegam à área de embalagem provenientes da estamparia ou da armação, no caso de conjuntos soldados (Fig. 3.1), em equipamentos que garantem sua forma e as protegem de choques pois ficam totalmente contidas nos limites do equipamento e travadas de forma a não se soltarem durante sua movimentação.



Figura 3.1 – Exemplo de peça estampada (GMB, 2005)

Ao serem retiradas do equipamento de transporte para serem colocadas na embalagem é necessário cuidado ao manuseá-las para que não se deformem, amassem, risquem ou sofram qualquer dano. Posicionar as peças em seus respectivos apoios na embalagem de forma correta vai garantir sua qualidade quanto à forma durante a viagem da embalagem até o seu destino. Após completar a colocação das peças na

embalagem é necessário colocar as travas, separadores, apoios ou proteções para poder fechar a caixa e travar totalmente o conjunto. A aplicação das proteções contra oxidação também é feita neste momento e sua eficácia será diretamente proporcional à quão corretamente colocada ela foi.

Todo o material utilizado na embalagem, ou seja, madeiras, plásticos, espumas, etc. tem que ser estocados de forma apropriada para manter suas características intactas para seu bom rendimento quando aplicados na embalagem. A seguir são apresentadas as diretrizes para um correto armazenamento dos materiais de embalagem (Moura et al, 1990).

3.2.1 Armazenamento dos componentes da embalagem antes do uso

Numa planta de embalagem onde são processadas diversas peças, tem-se toda a gama de materiais aplicados nas embalagens e seus acessórios em estoque para que sejam utilizadas quando necessário. Quanto maior for o número de tipos de peças fabricadas, maior será a quantidade de tipos de embalagens em estoque. Quanto maior for a demanda da fábrica em volume de peças fabricadas, maior será a quantidade de embalagens em estoque.

Um exportador de peças estampadas normalmente tem um grande volume de peças para embalar diariamente e os materiais necessários para as embalagens necessitam de grandes áreas para seu armazenamento. Normalmente esses materiais são armazenados em galpões fechados e ventilados e dispõe de toda a estrutura de administração dos itens nele estocados (Fig. 3.2). A administração dos materiais de embalagem também é um item fundamental para a boa qualidade da embalagem uma vez que através dela temos o bom uso dos materiais no momento correto e da forma correta.



Figura 3.2 – Exemplo de galpão de armazenagem de embalagens
(www.pikelumber.com; 2005)

Um dos principais conceitos de administração do estoque de materiais de embalagem é o uso do FIFO (do inglês First In First Out – Primeiro que entra Primeiro que sai. - Método inicialmente utilizado para medir o custo de bens vendidos onde o primeiro bem comprado é o primeiro bem a ser vendido, depois esse método foi estendido para o gerenciamento e movimentação de materiais em estoque - <http://www.investorwords.com/1933/FIFO.html>, (acessado em 2005). Aplicar esse conceito garante que os materiais de embalagem sejam usados sempre dentro das suas características e com suas propriedades em conformidade com as especificações pois o material guardado muito tempo pode se deteriorar, perder suas propriedades originais, deixar de proteger o conteúdo durante o transporte, danificar o conteúdo ou fragilizar a embalagem.

A caixa de madeira é o material predominante no estoque de embalagens de exportação de peças estampadas e conjuntos soldados. Esse material requer uma área coberta e ventilada para que não receba a água da chuva ou absorva umidade do ar, com prateleiras que permitam seu armazenamento de maneira a não deformar ou danificar seus componentes. Essas caixas são movimentadas com empilhadeira, portanto, a área deve ter corredores de acesso para as empilhadeiras e o piso deve ser regular para evitar solavancos e a possibilidade de quebra dos componentes da caixa durante o transporte até a área de fechamento das caixas.

Outros materiais que também são utilizados nas embalagens devem ter o mesmo tratamento, ou seja, a administração do estoque para o uso correto e dentro do

tempo correto são fundamentais. Os materiais normalmente utilizados são : espumas plásticas, polietileno expandido, fitas adesivas, pregos, grampos, plásticos de proteção em geral e plásticos com VCI (Volatile Corrosion Inhibitor). Detalhes do uso do VCI (ver Capítulo 7, item 7.3).

Normalmente as caixas de madeira que são utilizadas para o transporte de peças estampadas da carroceria, sejam elas conjuntos soldados ou peças estampadas avulsas, são fabricadas por um fornecedor que é especializado em produzir caixas de embalagem. Essas caixas são fabricadas a partir de desenhos específicos para cada conteúdo o que requer, do fabricante das caixas, que as dimensões gerais sejam mantidas em todas as caixas. A qualidade da madeira empregada deve ser controlada (GMB, 1996) para que esteja de acordo com o solicitado no projeto da caixa e os outros materiais aplicados na embalagem estejam dentro da especificação de projeto. As caixas são entregues em kits contendo: o fundo da caixa, as laterais, a tampa e os separadores e travas internas que façam parte da estrutura geral da caixa. Essas caixas são entregues desmontadas e seus componentes todos amarrados em um só pacote para ser aberto quando do seu uso. A movimentação correta desse pacote no momento da sua chegada à planta assim como no momento do envio para a área de fechamento das caixas é importante para a manutenção das suas características pois eventuais batidas, excesso de peso sobre a caixa, pilha de pacotes muito alta e apoio mal feito são fatores que podem deformar e até romper partes estruturais importantes das caixas. Esses danos, quando vistos pelo pessoal da operação não causarão problemas, pois as caixas danificadas serão segregadas e destruídas ou recuperadas, mas, se os danos não forem aparentes, tais como trincas em colunas, deformações não aparentes e perda de componentes da caixa (apoios, proteções, etc), podem não ser percebidas pelos operadores e serão fechadas e enviadas ao porto. Assim, o conteúdo seguirá para seu destino sem componentes da embalagem que são importantes para o travamento e proteção das peças e também para não danificar as peças durante o transporte; ou ainda a caixa será enviada com sua estrutura comprometida.

3.2.2 Tipos de contenedores

Os contentores utilizados para o transporte de peças estampadas são, em geral, caixas ou engradados . Estes podem ser de madeira, de plástico, de metal ou de

papelão. As dimensões das embalagens normalmente são definidas em razão das dimensões internas dos containers marítimos, pois sua modulação será fundamental para o melhor aproveitamento do container durante o transporte além de permitir um melhor travamento da carga dentro do container. Assim, as caixas tem suas dimensões definidas a partir da maior caixa para a menor caixa.

As caixas de madeira tem sua estrutura dimensionada para suportar seu armazenamento em pilhas de caixas cheias de material, em local externo ou interno, por serem feitas de um material mais resistente (Moura et al, 1990). As caixas de plástico e de papelão também suportam empilhamento, porém em níveis menores de altura e de carga e normalmente são utilizadas para acomodar peças pequenas que ficariam soltas dentro da caixa maior e poderiam ser danificadas ou perdidas quando da abertura da caixa. As caixas de papelão ou de plástico são colocadas dentro das caixas de madeira de maior dimensão de forma a permitir seu manuseio com empilhadeira. Dessa forma uma grande quantidade de peças pequenas é acondicionada em caixas pequenas que, por sua vez, são colocadas em caixas de madeira maiores e assim fazem um bloco fácil de ser manuseado além de ter dimensões compatíveis com as outras caixas de maiores dimensões.

As caixas de papelão ou de plástico podem ter aberturas laterais para facilitar seu manuseio com as mãos e também podem ter tampas para permitir seu empilhamento. A dimensão da caixa a ser utilizada deve estar de acordo com a peça a ser transportada pois, obviamente, deve-se aproveitar ao máximo o volume disponível para ter um custo mais baixo de frete.



Figura 3.4 – Exemplo de engradado metálico com peças metálicas (GMB; 2005)



Figura 3.5 – Exemplo de engradado metálico com caixas de papelão (GMB; 2005)



Figura 3.6 – Exemplo de engradado de madeira com caixas de papelão (GMB; 2005)

3.2.3 Tipos de proteções para o produto

Para o transporte seguro das peças estampadas é necessário utilizar proteções que garantirão a qualidade das peças tanto em sua forma como em sua aparência. Pode-se dividir essas proteções em dois tipos :

1. Proteções físicas : Essas proteções são aquelas que promovem uma barreira contra o ataque de agentes físicos que podem danificar as peças e fazem parte da estrutura da embalagem garantindo o espaço protegido no interior da caixa. São as responsáveis pelo travamento e manutenção da distância segura entre as peças. Neste grupo pode-se citar as placas de madeira das laterais, do fundo e da tampa das caixas de madeira. Esses componentes dão segurança quanto à possível penetração de corpos estranhos dentro do volume da caixa que possam danificar as peças, além de fazer parte da estruturação da caixa. Outro material que faz uma barreira física é o plástico. Quando aplicado sobre a caixa impede que a água da chuva ou qualquer líquido penetre na embalagem e cause danos à peça.
2. Proteções químicas : As proteções químicas são utilizadas para proteger as peças metálicas contra a oxidação durante o transporte. Essas proteções podem ser aplicadas diretamente nas peças, tais como os óleos protetores, ou então fazem parte da embalagem podendo ter ou não contato com a chapa. Neste grupo está o VCI (Volatile Corrosion Inhibitor – Inibidor Volátil de Corrosão) que é um produto químico que se volatiliza e, juntamente com a atmosfera, forma um ambiente não propício à oxidação/corrosão das chapas (Genovez, 2000) Esse produto é apresentado em várias formas, tais como, sachês, plásticos ou granulado. Neste grupo também se encontra a sílica gel que é um produto químico que absorve a umidade do ambiente e, assim, também cria um ambiente não propício ao ataque da umidade.

A aplicação de óleos sobre as peças é uma solução ultrapassada por criar vários problemas além de aumentar consideravelmente o custo da embalagem. Dentre os problemas pode-se citar a “sujeira” criada pela aplicação do óleo sobre a peça, a estrutura necessária para a aplicação (bombas, tambores, área própria, preocupações

ambientais, etc) e, principalmente, a necessidade de toda uma estrutura para a retirada desse óleo no fornecedor (tanques de lavagem, filtros, solventes, etc). Por esses motivos e, com o desenvolvimento de produtos que protegem sem entrar em contato com a peça, a aplicação de óleo diretamente sobre as peças já não é utilizada nas embalagens de peças estampadas e peças de carrocerias. A aplicação de óleos protetores diretamente nas peças está restrita às peças mecânicas que tem aplicação em ambientes que usam o óleo, ou seja, engrenagens de transmissão, bielas, blocos de motor (de ferro fundido), carcaças de diferencial, etc. Nessas peças é possível aplicar o próprio óleo de trabalho para que sirva de proteção durante o transporte e este não terá que ser removido para o uso da peça.

3.2.4 Apoios, berços, travas e separadores

Os apoios, berços, travas e separadores também são proteções físicas pois agem de maneira a manter as peças em suas posições para não ocorrerem choques entre si e, conseqüentemente, danos. Além disso, esses componentes podem fazer parte da estrutura da caixa, ou seja, além de proteger a peça garantem a rigidez do conjunto “caixa” (Friedman et al, 1960). Os separadores estruturais são travessas que são presas nas laterais da caixa enrijecendo o conjunto e tem, no seu perfil, um desenho que permite a acomodação das peças de forma ordenada, mantendo o distanciamento necessário para que as peças não se choquem durante o transporte, garantindo sua qualidade e forma .

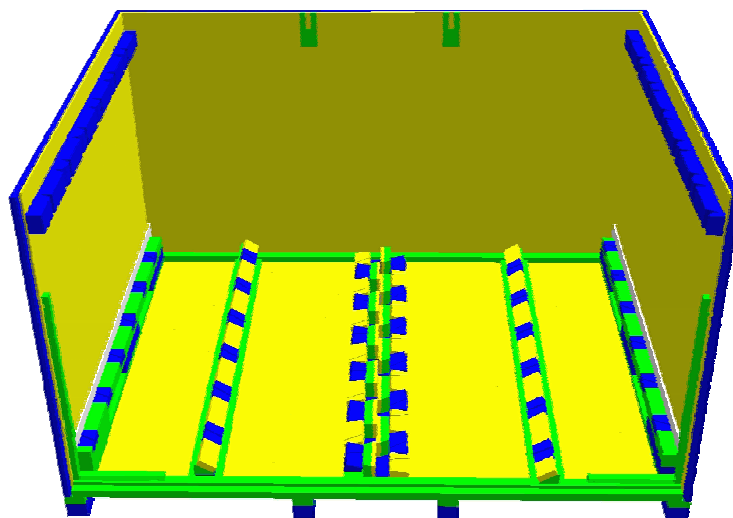


Figura 3.7 – Vista dos apoios inferiores, berços e apoios laterais (GMB; 2005)

3.2.5 Preparação e montagem da embalagem

A preparação e montagem de uma caixa de transporte de peças para exportação seguem um procedimento pré-estabelecido que tem por finalidade a manutenção da qualidade das peças transportadas. Esse procedimento é feito especificamente para cada tipo de caixa associado ao tipo de peça que será transportada (Moura et al, 1990).

3.2.5.1 Preparação da caixa

A preparação da caixa é feita na área onde serão colocadas as peças no seu interior. Normalmente essa área é definida, demarcada e tem toda a infraestrutura para os operários realizarem o trabalho de embalagem das peças. A preparação da caixa se inicia com a sua busca no estoque. O kit contendo todas as partes que compõe a embalagem é trazido desde o estoque até o local da embalagem. Os operários cortam as amarras e retiram as partes da caixa até deixar apenas o fundo e a posicionam no local correto onde haverá espaço suficiente para todo o trabalho a desenvolver. Após isso feito, normalmente são montadas as laterais da caixa formando um “L” que permanecerá em pé durante a colocação das peças e ajudará a apoiar e localizar as peças na caixa (Fig. 3.8).

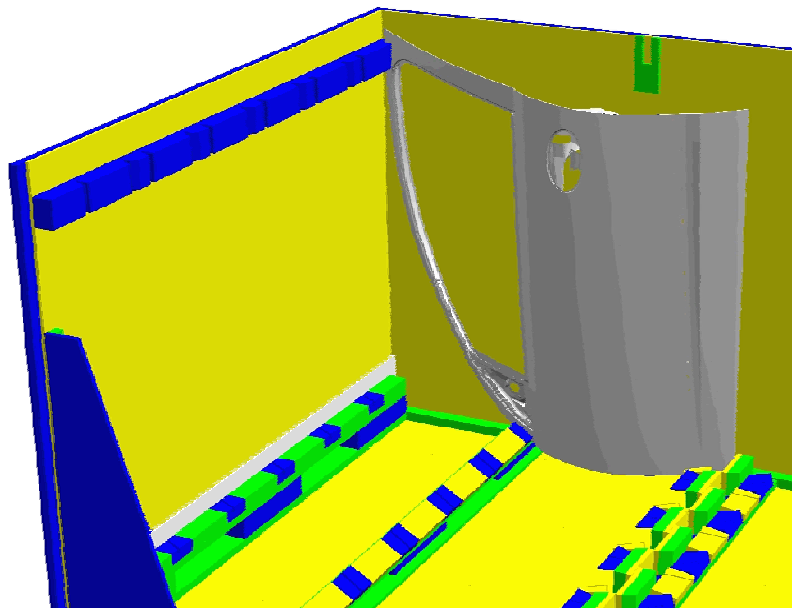


Figura 3.8 – Exemplo de caixa preparada para receber as peças (GMB; 2005)

Antes da colocação das peças já é necessário aplicar alguma proteção contra oxidação (caso essa proteção seja um filme plástico). O filme é posicionado no fundo e nas laterais de modo a permitir que as peças sejam envolvidas pelo filme quando toda a quantidade de peças estiver posicionada. Feito isso as peças começam a ser colocadas na caixa uma a uma, seguindo uma ordem que permita sua colocação nos apoios sem danificá-las e possibilitando a montagem de acordo com o procedimento previamente estabelecido. Os apoios e separadores têm que estar corretamente posicionados e preparados de acordo com o desenho para poderem manter a qualidade das peças durante todo o transporte (Fig.3.9).

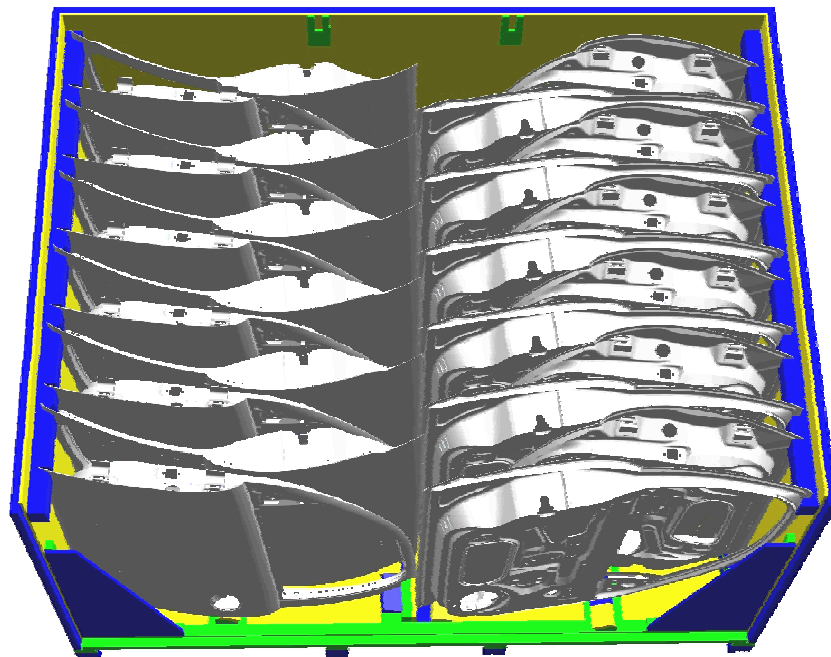


Figura 3.9 – Peças corretamente posicionadas na caixa. (GMB; 2005)

3.2.5.2 Preparação dos apoios

Os apoios são parte fundamental na colocação das peças na caixa. Eles servirão, além de apoio para as peças, também como separadores e guias para o operário colocar as peças nos locais corretos e com garantia de que as peças não se movimentarão durante o transporte. Os apoios normalmente são feitos de madeira com

algum revestimento para que o metal das peças não entre em contato direto com a madeira, que é o material principal do apoio pois fornece a rigidez necessária ao trabalho. Esse contato é indesejável uma vez que a madeira absorve umidade e pode causar oxidação na peça além da possibilidade de danos na peça. A falta de proteção permite que haja atrito entre a peça e a madeira do apoio, gerando riscos. Assim, são previstos materiais para serem colocados entre a peça e o apoio. Esses materiais são fixados no apoio e seguem o contorno do perfil definido para cada peça, ou seja, formam uma proteção em todo o perímetro de apoio das peças que podem ser apoiadas sem comprometimento de sua qualidade e forma. A localização dos apoios do fundo da caixa normalmente é feita através de pregos que os fixam na posição correta e facilitam o trabalho dos operários, pois já estão nos locais corretos para a colocação das peças.



Figura 3.10 – Exemplo de apoios e separadores (GMB; 2005)

3.2.5.3 Proteções e separadores

As proteções e separadores vão sendo colocados de acordo com a necessidade e dependem da ordem de colocação das peças na caixa. Caso tenha sido prevista a colocação de um filme plástico que envolverá todas as peças, este deverá ser colocado antes das peças para que possa formar a barreira externa que envolve todas as peças quando estas estão todas localizadas e apoiadas. Os separadores também podem, dependendo do tipo de peça e projeto de caixa, ser colocados durante o trabalho de

posicionamento das peças na caixa. Nessa forma os separadores vão sendo colocados para manter o distanciamento em cada camada de peças que é posicionada.

Os separadores também podem fazer parte da estrutura da caixa se tiverem suas fixações localizadas em pontos da caixa que enrijecem sua estrutura e permitem o aumento da robustez da caixa. Existem proteções que podem ser colocadas após o posicionamento das peças na caixa. Essas proteções podem ser apenas pequenos separadores que são introduzidos entre as peças para que não ocorram choques ou atrito entre as peças durante o transporte. Neste caso os separadores são pequenos pedaços de um material macio que não causará danos às peças e garantem o distanciamento necessário para que as peças não entrem em contato.

3.2.5.4 Aplicação das proteções

Como dito anteriormente, se a caixa foi desenhada para receber uma proteção de filme plástico que envolverá todo o seu conteúdo, o filme deve ser colocado imediatamente antes da colocação das peças para que, ao final do posicionamento de todas as peças, seja fechado de maneira a formar um envoltório que protege todo o volume de peças. Além desse tipo de proteção podem ser usadas proteções químicas que reagem com a atmosfera interna da embalagem e formam um ambiente anti-oxidante.

Essas proteções normalmente são em forma de sacos de papel poroso de pequenas dimensões que podem ser fixados às laterais e tampa da caixa, bem como serem posicionados entre as peças para que, dentro de um raio de ação específico de cada tipo/tamanho de saco, o produto químico proteja as peças. A perfeita colocação desses materiais é que garantirá sua efetividade na proteção contra a oxidação, pois a atmosfera anti-oxidante interna da caixa será formada de acordo com a preparação dessas proteções.

3.2.5.5 Fechamento da caixa

O fechamento da caixa consiste de várias etapas :

1. Travamento de todas as peças.

2. Fechamento do envoltório de plástico protetor (se este for um dos itens de proteção das peças)
3. Colocação das laterais da caixa (aquelas que não haviam sido montadas para facilitar o acesso de colocação das peças.
4. Colocação da tampa da caixa (Fig.3.11). Neste ponto é possível que seja colocado um filme de plástico antes da tampa apenas para evitar a entrada de água na caixa quando esta ficar estocada em local descoberto. Este filme plástico também pode ser colocado do lado de fora da tampa, ou seja, por cima da caixa já fechada . Mas, neste caso, ele é facilmente rasgado, pois as caixas são empilhadas umas sobre as outras e esse movimento de empilhamento causa fricção entre as caixas e o conseqüente rompimento do filme plástico.

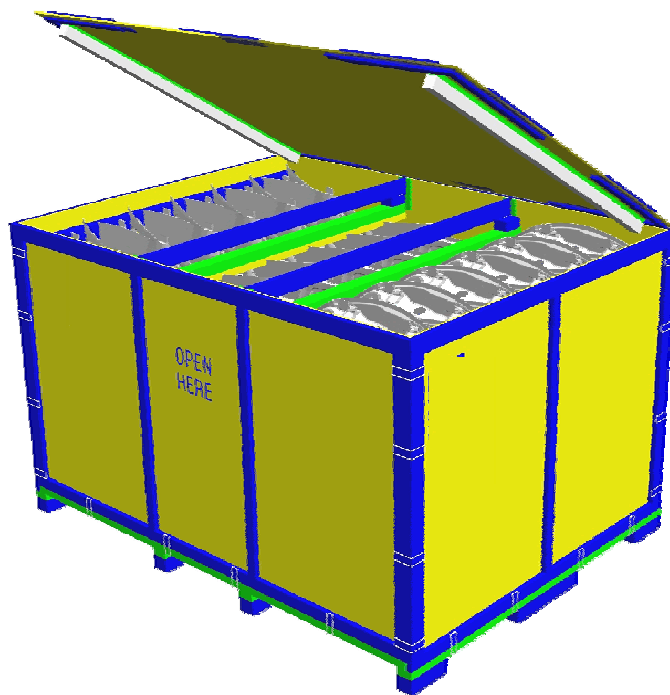


Figura 3.11 – Caixa pronta para ser fechada – todas as peças travadas (GMB; 2005)

5. Identificação da caixa e do seu conteúdo. Essa identificação é, geralmente, uma etiqueta que contém todas as informações sobre o conteúdo da caixa, país de destino, cliente, etc. Essa etiqueta permite agrupar o lote de caixas correto para embarque.

A fixação das laterais ao fundo, das laterais entre si e da tampa às laterais pode ser feita de várias formas, que são : com pregos, com grampos metálicos, com cintas metálicas ou mesmo duas delas em conjunto. A caixa, quando fechada, é uma estrutura rígida e resistente que permite seu manuseio com empilhadeira ou outra forma de transporte sem que se colapse ou rompa e, quando montada de acordo com seu projeto, garante seu conteúdo por vários meses até o seu uso sem qualquer dano ou perda de qualidade.

3.3 Armazenamento das embalagens cheias antes do envio

As caixas fechadas são armazenadas até formarem a carga total para embarque. Normalmente esse tempo de espera para formação do lote não é maior que dois dias. Contudo, dependendo da disponibilidade de navio, liberação de documentação, disponibilidade de container, etc, a carga pode ficar no pátio aguardando sua liberação para colocação no container por até uma semana. Para isso é necessário que haja toda uma estrutura de pátio de espera e de carga. Nesse pátio são feitas todas as movimentações das caixas conforme abaixo:

3.3.1 Área de estoque de embalagens cheias

A área de estoque de embalagens fechadas normalmente é uma área descoberta e pavimentada. A pavimentação deve ser prevista para o escoamento da água da chuva e deve ser o mais plana possível para que as caixas fiquem empilhadas com segurança. O piso do pátio de armazenagem deve ter uma pavimentação resistente ao trânsito de empilhadeiras e suas manobras. O piso também deve ser demarcado com os corredores de circulação bem identificados para o trânsito seguro das empilhadeiras e acesso às pilhas de caixas(Briggs, 1960).

3.3.2 Movimentação, empilhamento e cuidados com as embalagens cheias no pátio de estoque

No pátio de armazenagem a movimentação das caixas é feita com empilhadeira. Esse tipo de equipamento permite a liberdade alcance e facilidade de manobra. Sua agilidade é bastante grande e permite que um grande volume de caixas seja manuseado rapidamente. Quando o pátio é bem demarcado e uma ordem de estoque é seguida, o trabalho de busca de caixas para formação do lote fica facilitado. Toda a movimentação das caixas é prejudicada se a área de estocagem não tiver boas condições, ou seja, piso nivelado, isento de lombadas, ondulações fortes, buracos e obstáculos.

Toda a área para armazenagem deve ter sinalização para orientar os operadores de empilhadeira durante a operação. A sinalização pode ser móvel para indicar a localização de lotes de caixas ou então ser fixa para indicar as ruas por onde a empilhadeira está trafegando. A movimentação das caixas é uma das etapas críticas do processo, ela pode causar danos à embalagem e conseqüentemente, às peças. Durante a circulação da empilhadeira carregando uma ou mais caixas podem ocorrer eventos que danifiquem a carga que podem ser : choques, escorregamento de caixa do garfo da empilhadeira em freadas bruscas, excesso de “trancos” por parte do operador da empilhadeira, e outros (Moura et al, 1990).

Outro ponto bastante crítico na movimentação das caixas na área de estoque é o seu empilhamento. Como as caixas são armazenadas em pilhas para ocupar melhor a área de estoque até seu embarque, é necessária uma atenção especial para alguns pontos (GMB, 1996) :

- a) As caixas mais pesadas sempre devem ficar embaixo;
- b) As caixas de cima devem estar apoiadas nas colunas das caixas de baixo para evitar afundamento;
- c) No momento do empilhamento o operador deve colocar as caixas bem alinhadas para evitar quedas;
- d) Ao colocar uma caixa sobre outra o operador da empilhadeira deve baixar a caixa sobre a outra e não arrastá-la pois pode danificar as duas caixas;

e) Ao retirar as caixas deve-se tomar o mesmo cuidado, evitando arrastar as caixas e movimentando-as com segurança.

O pátio de armazenagem que é desenhado para a operação sempre é mais adequado do que a adoção de uma área sem preparo para essa atividade. Ao desenhar o pátio o planejador sempre o colocará de forma a garantir um bom fluxo de materiais, otimização dos recursos (empilhadeiras, caminhões, etc) e, com isso, permitirá que o trabalho seja executado com qualidade (Briggs, 1960).

3.3.3 Estufamento do container

“Estufar” um container significa colocar a carga dentro dele, preenchê-lo, carregá-lo. Essa é a última operação ligada ao embalador e também o último ponto de atenção para com a carga na área do produtor das peças.

No momento em que as caixas vão ser colocadas no container é necessário que o container esteja posicionado de forma a permitir que a empilhadeira entre dentro dele com a caixa. Esse local pode ser uma pequena plataforma ou até mesmo uma doca para o caminhão.

No primeiro caso o container é colocado pela stacker no chão com suas portas abertas e é aproximado até encostar na plataforma própria para a entrada da empilhadeira. Neste caso a altura da plataforma coincide com a altura do piso do container. Isso é necessário para que não haja solavancos na carga durante a entrada da empilhadeira no container, suavizando a rolagem da empilhadeira no momento de passagem entre a plataforma e o container.

No caso de se usar a doca para o caminhão, o container é carregado sem ser retirado do caminhão, ou seja, o caminhão estaciona de ré na doca de carga e a empilhadeira trabalha sobre uma plataforma que está à mesma altura do caminhão. Para este caso é necessário que a doca seja equipada com uma plataforma de aço que faz a ponte entre a plataforma e o caminhão. Neste tipo de carregamento há uma variável que, se não é suficiente para danificar as caixas ou prejudicar o trabalho, pelo menos requer uma atenção maior do operador de empilhadeira. O que ocorre é que a

empilhadeira ao entrar no caminhão aumenta o peso sobre este e acaba por desnivelar o caminhão e a altura do piso do container acaba descendo alguns centímetros em relação à altura da doca. Isso acaba aumentando a atenção do operador de empilhadeira para que não ocorram choques das caixas com as laterais do container, uma vez que ocorre um balanço do caminhão no momento da entrada da empilhadeira no container.

Todo esse cuidado deve ser redobrado se as caixas forem projetadas para ocupar a largura do container com uma folga mínima. Essa condição é projetada para que as paredes do container funcionem como travas da carga e permita uma maior rigidez do conjunto durante a movimentação do container por guindastes ou guias. Como essa folga é pequena o operador de empilhadeira deve entrar no container tomando o máximo cuidado para não arrastar as laterais da caixa nas laterais do container, o que pode danificar a caixa ou o produto embalado. Quando as caixas são projetadas para que fiquem com uma pequena folga nas laterais há dois pontos a considerar :

- 1- A carga fica melhor acomodada no container e garante melhor a rigidez do conjunto produto + caixa + container durante o transporte, não exige travamento adicional nas laterais (pregos, travessas extras, etc.) e otimiza o preço do frete, pois transporta um volume maior de material,
- 2- As caixas têm que ser produzidas com um alto grau de controle das dimensões para que não ocorram problemas no momento de sua colocação no container. Qualquer desalinhamento, dimensão além do estipulado, deformação da caixa ou erro de montagem da caixa por problemas de fabricação pode fazer com que a caixa não entre no container ou entre arrastando nas laterais, danificando as caixas. Esse problema vai ocorrer tanto na entrada da caixa no container como no momento da descarga do mesmo.

3.3.4 Envio do container ao porto

O envio do container ao porto de embarque é feito por caminhão. Os containers são carregados nos caminhões pela stacker e travados em sua carroceria e assim seguem para o porto. No trajeto até o porto os containers sofrem a ação de chuva, vento, sol, calor, frio, umidade, ou seja, todo o tipo de intempérie por estarem expostos.

Nesse trajeto a carga pode sofrer choques e solavancos. No porto existem stackers, guindastes, pontes rolantes ou gruas para retirar o container do caminhão e colocá-lo no pátio de espera. Neste ponto o container aguardará liberação para seu embarque no navio que o levará ao porto de destino. Durante a espera pela liberação da documentação do container o mesmo é submetido às condições do tempo, pois normalmente o pátio é uma área aberta e os containers recebem sol e chuva diretamente. Nesses pátios os containers são empilhados e mesmo que não recebam a ação do sol e da chuva diretamente sobre eles, sofrem a ação da umidade do local que é bastante alta, pois o pátio se localiza em uma região costeira.

3.3.5 Carregamento do navio

Depois de ser liberado o container é levado para a área de carga sobre um caminhão. O caminhão estaciona ao lado do navio e a carga no navio é feita por ponte rolante que pega o container do caminhão e o coloca no navio. Neste momento da operação podem ocorrer acidentes que danificam a carga. As possibilidades são remotas mas podem acontecer, Fig 3.3, e ocorrem principalmente quando o travamento do container falha e este cai. O acidente, neste caso, vai danificar tanto o container quanto seu conteúdo e a causa dos danos na carga é obviamente decorrente do acidente. Como o material dentro do container pode estar dividido em várias embalagens é possível que haja caixas que não sofreram danos e tampouco as peças dentro delas. A separação do material em bom estado é feita se houver possibilidade de retirada de todo o material de dentro do container para que seja examinado e separado. Quando os danos no container permitirem é interessante fazer essa análise, pois nem todo o material pode ter sido danificado e o que restou em condições de uso pode seguir viagem até seu destino. Por vezes os trâmites e condições portuárias para fazer esse resgate do material em boas condições, que é parte de uma carga maior, é extremamente difícil e burocrático. Nesse caso a opção da seguradora da carga é dar como perdida toda a carga e, posteriormente, recolher o material e vendê-lo como sucata ou tentar recuperar algum material que tenha um valor melhor no mercado para ressarcir uma parte do prejuízo do acidente.



Figura 3.12 Exemplo de acidente no carregamento no navio. (GMB; 2005)

CAPÍTULO 4

CARREGAMENTO DE CONTAINERS MARÍTIMOS

4.1 Introdução

O container marítimo é o padrão utilizado para transporte das caixas de peças automotivas. Segundo Moura et al (1990) Container é um contenedor de dimensões padronizadas, utilizado, no sentido de unitização, para a consolidação ou a reunião de peças isoladas de um embarque. Esses containers têm medidas padronizadas e, na verdade, atuam como “vasilhames” que circulam por todo o mundo com mercadorias dos mais diversos tipos. A padronização na dimensão e dispositivos de engates das travas de transporte e movimentação dos containers permite agilizar toda a movimentação portuária e tornar o processo de carga e descarga mais rápido.

Os containers são solicitados por quem quer exportar seu produto, são levados até o local onde a carga é colocada em seu interior e seguem viagem até o porto de destino. Depois de descarregado no destino o container é utilizado por outro solicitante e assim sucessivamente. Os containers têm uma vida indefinida desde que manuseados da maneira correta e mantenham suas características de robustez e seu estado geral de conservação seja bom.

Como esses containers são submetidos constantemente ao ambiente marinho é importante verificar os pontos de corrosão para certificar-se que a oxidação não está comprometendo a estrutura do container e nem tampouco a carga (Naber et al, 2005). A segurança deve ser sempre uma premissa, pois os containers são movimentados sobre outros equipamentos e até sob pessoas e qualquer tipo de condição insegura de transporte e movimentação deve ser evitada ou eliminada. Oxidação no container pode comprometer sua estrutura e, no ato da movimentação, é possível que ocorra o rompimento do container causando perdas materiais e podendo até causar acidentes com operários.

A movimentação segura do container depende diretamente do estado de conservação do container e dos equipamentos de movimentação que são empregados

para esse fim. Todos os equipamentos envolvidos na movimentação do container devem estar operando em condições satisfatórias para prover um ambiente seguro de trabalho.

O container utilizado para o transporte das caixas de madeira de peças estampadas e conjuntos soldados de carroceria de veículos é o container seco (Fig. 4.1). Esse tipo de container tem apenas uma entrada de material que é uma abertura em uma de suas extremidades com duas portas tipo pivotante e quatro travas, duas em cada porta. Esse container pode ter o comprimento de 20' (vinte pés) ou 40' (quarenta pés) sendo que o mais utilizado é o de 40 pés por ser maior e ter o custo de transporte proporcionalmente menor. Existem vários fabricantes de containers em todo o mundo, mas as dimensões dos furos de engate de travas de transporte são sempre padronizadas, pois os equipamentos de manuseio de containers nos portos também são padronizados e feitos para medidas padrão (Moura et al, 1990).



Figura 4.1 Container seco (www.turbosquid.com; 2005)

4.2 Tipos de containers

Como o container marítimo é utilizado para transportar todo o tipo de mercadorias, existem vários tipos de containers, cada um com suas características e que se adequam melhor à cada tipo de carga transportada; o que inclui os containers refrigerados. (Fig 4.2).

Existem containers que não possuem o teto (Open Top) para cargas que excedem as dimensões do container e não caberiam no container fechado.

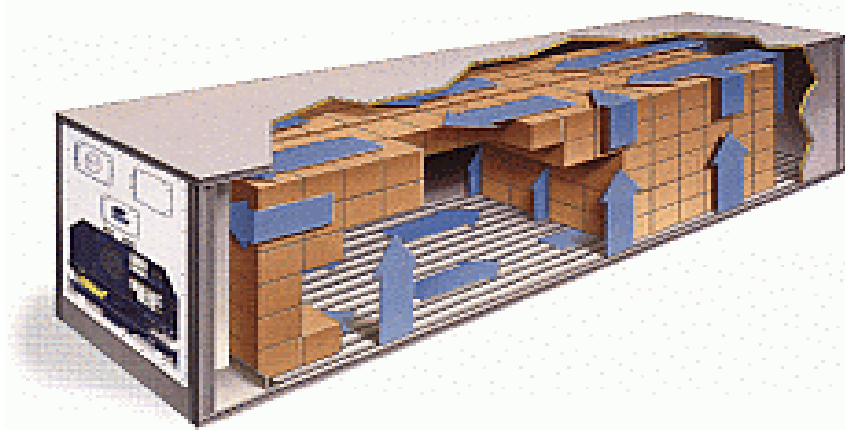


Figura 4.2 Container refrigerado (www.containerhandbook.de; 2005)

Os containers tipo “Open Top” também podem ter o teto removível, de lona ou de metal. A carga transportada nestes containers pode ser uma máquina de grandes dimensões, uma estrutura metálica ou diversas caixas de grande peso que necessitam ser colocadas por cima para melhor arranjo da carga no container. Essas cargas são carregadas por cima, com guindastes e depois a cobertura, ou teto do container, é colocada e lacrada, garantindo a qualidade e segurança da carga (Fig. 4.3).



Figura 4.3 Container tipo “open top”.(www.containerhandbook.de; 2005)

Existem ainda os containers chamados de “Flat Track” que são basicamente uma plataforma com as cabeceiras que permitem a movimentação pelos guindastes de containers, mas são abertos (Fig. 4.4)



Figura 4.4 Container tipo “flat track”.(www.containerhandbook.de; 2005)

4.3 Condições do container e inspeções antes da carga

Já foi ressaltado que as condições do container devem ser observadas antes da colocação da carga no seu interior. Fazer uma inspeção por toda a área externa e interna do container é uma ação simples e eficaz para a verificação de possíveis danos que o container tenha e que poderão comprometer a carga durante a movimentação e transporte.

A oxidação aparente no container pode ser sinal de que a chapa naquele ponto, esteja com sua espessura comprometida pela corrosão. Essa condição pode acarretar a perfuração da parede do container que está fragilizada pela oxidação e permitir a entrada de água da chuva e, conseqüentemente, danificar da carga.



Figura 4.5 – Exemplo de oxidação na parede do container (www.containerhandbook.de; 2005)

Outros danos que podem comprometer a carga são eventuais rasgos nas paredes ou no teto do container que são provocados por batidas durante a movimentação e que podem estar em um local não muito visível externamente mas que são facilmente perceptíveis se o container for examinado por dentro antes de ser colocada a carga pois a luz entrará pelo rasgo e será facilmente identificado (Naber et al, 2005).

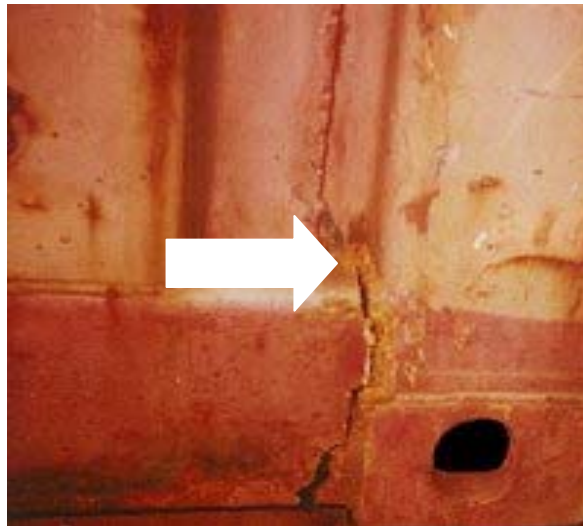


Figura 4.6 – Exemplo de fratura na estrutura do container (www.containerhandbook.de; 2005)

É simples observar se o container está em boas condições ou não e este deve ser trocado caso não haja garantias de que a carga estará protegida totalmente durante o

transporte. Outro tipo de dano a observar é o estado das travas das portas. Esses dispositivos são varões que travam as portas e garantem que a carga estará protegida e, juntamente com o lacre, garantem que a porta permanecerá fechada durante todo o trajeto até o consumidor, ou então, a violação do container poderá ser percebida pela falta ou danificação do lacre da porta, prova de que a carga pode ter sido acessada durante o transporte .

4.4 Carregamento do Container – Ordem e disposição das caixas

Um dos pontos preponderantes na manutenção da qualidade das peças e da segurança da carga dentro do container é a ordem de colocação das caixas dentro do mesmo. A composição da carga dentro do container faz com que todo o “pacote” formado pela carga seja mantido como se fosse um único bloco e assim mantenha uma característica mais rígida e resistente contra as movimentações e solavancos que possam acontecer durante o transporte.

Normalmente a ordem de colocação das caixas dentro do container é pré-estabelecida pelo planejador da carga que tem todos os dados sobre as caixas que compõe o lote. Esses dados incluem : dimensões, peso e conteúdo das caixas. Normalmente as caixas de maior peso e de maior dimensão são colocadas embaixo e as mais leves e menores são colocadas em cima. Como regra geral temos que observar que as caixas que são colocadas em cima estejam apoiadas sobre as colunas das caixas inferiores pois é nesse ponto que a sustentação da camada superior de caixas é adequada e segura. Caso as colunas das caixas superiores estejam apoiadas fora das colunas das caixas inferiores haverá a possibilidade de ocorrer o colapso da carga pois o peso ficará apoiado em área não projetadas para esse fim o que pode causar o empenamento do fundo da caixa, o desalinhamento das peças internas, a soltura das travas e o conseqüente colapso das peças. Na figura 4.5 é possível verificar-se a disposição da carga dentro do container além a modularidade das caixas(GMB-1999).

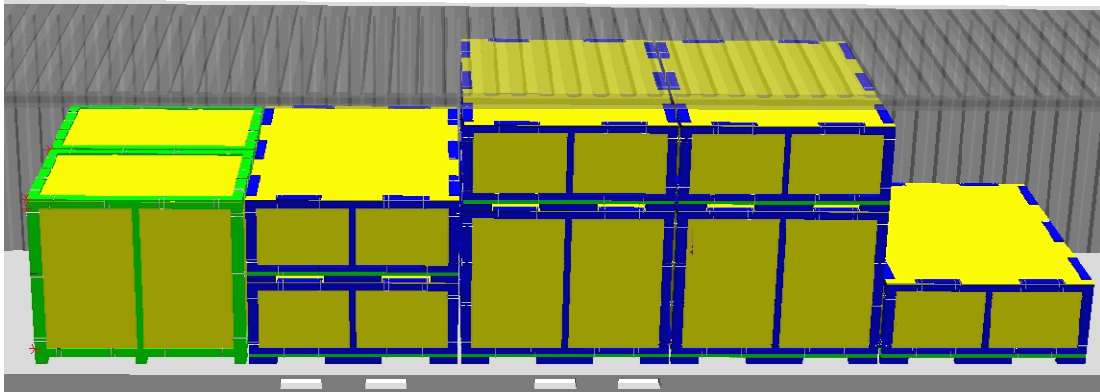


Figura 4.7 Carga no container – Caixas modulares (GMB; 200%)

4.5 Carregamento do Container – A Movimentação no momento da carga

Utiliza-se a empilhadeira para fazer o carregamento das caixas no container (Moura et al, 1990). A empilhadeira entra no container e vai posicionando as caixas de acordo com o plano de carga, nessa movimentação as caixas podem sofrer com vários tipos de situações que podem levar à danificação da caixa ou de seu conteúdo. No momento que a empilhadeira busca a caixa no pátio podem ocorrer batidas de uma caixa contra a outra, mas não é este o ponto mais crítico nessa movimentação. Como as caixas são desenhadas para ocupar o maior volume possível do container as laterais da caixa passam muito próximas às paredes do container e, nesse momento, o operador de empilhadeira tem que usar de toda sua experiência para não danificar a caixa. Nesse momento a empilhadeira deve entrar devagar e ir ajustando sua trajetória de forma a não encostar as laterais da caixa nas paredes do container. (GMB, 1990)

Outro momento de grande causa de danos às caixas é no momento que se coloca uma caixa sobre a outra dentro do container. Como a visão do operador de empilhadeira está totalmente bloqueada e não é possível ter a ajuda de uma segunda pessoa que possa orientar a movimentação, é comum acontecer de os pés da caixa serem arrancados ou a caixa ser arrastada sobre a de baixo danificando a tampa ou rasgando plásticos de proteção. Essa movimentação costuma ser a mais difícil para o operador de empilhadeira pois é feita totalmente às cegas.

4.6 Carregamento do Container – Travamento da carga

O travamento da carga é fundamental para que a carga permaneça em seu lugar durante todo o trajeto. Existem muitas maneiras de travar a carga e cada situação terá sua melhor solução (Naber et al, 2005)

Como já citado anteriormente as caixas normalmente são desenhadas para ocupar o maior volume possível do container visando o melhor aproveitamento volumétrico deste. Nesse caso a carga não necessitará de travamento específico pois as pequenas distâncias entre as caixas são minimizadas no momento do estufamento do container. O travamento lateral não é necessário pois a distância entre a caixa e as paredes do container é muito pequena e uma possível movimentação não acarretará problemas à carga.

Caso seja possível é recomendável colocar as caixas do nível do piso preenchendo totalmente o comprimento do container e as caixas de cima devem estar posicionadas no centro do container e devem ser travadas com pedaços de madeira fixados com pregos, mas existem cargas em que o lote não é suficiente para preencher todo o container e, nesse caso, as caixas devem ser posicionadas mais ao centro do container para melhor distribuição do peso e travadas para que não deslizem no piso do container e causem o colapso das caixas que estiverem na camada superior.

Nota-se que o travamento de uma carga bem planejada é mínimo, ou seja, todo o estudo de otimização volumétrica do container serve também para garantir a rigidez da carga durante o transporte e minimizar a mão-de-obra de travamento ao mínimo, o que também é um ganho de tempo para a operação de estufamento do container.

Como se vê o planejamento da carga feito para otimizar o volume útil do container, garantir a qualidade do produto transportado e diminuir o custo do frete (Moura et al, 1990), acaba por trazer um ganho de produtividade para a operação de pátio, além de eliminar um trabalho manual árduo e de extrema importância para o transporte, que é o travamento da carga, pois, ao posicionar as caixas dentro do container, o operador da empilhadeira já estará fazendo o travamento automaticamente.

4.7 Fechamento do container

O fechamento do container é feito após a carga estar totalmente travada. Nesse momento as portas do container são fechadas e lacradas para garantir a inviolabilidade do container. O lacre utilizado nessa operação é numerado e esse número é colocado na nota fiscal que acompanha a carga identificando o número do container e o número do lacre. Com esse procedimento fica diminuída a possibilidade de haver violação do container pois, mesmo que as portas do container estejam lacradas quando este chegar ao destino, é possível que as portas tenham sido abertas e posteriormente lacradas novamente em algum ponto do trajeto entre o fornecedor e o cliente. Como o número do lacre sai impresso na nota fiscal emitida pelo fornecedor, é fácil identificar se o lacre foi trocado, caracterizando a violação da carga.

A operação de fechamento do container é simples mas, ao mesmo tempo, de extrema importância. Nesse momento o fornecedor está garantindo que a carga do container está de acordo com o solicitado e dentro dos padrões de segurança para a sua movimentação. Além disso está garantida a inviolabilidade do container através do lacre.

CAPÍTULO 5

DANOS NAS PEÇAS VERIFICADOS APÓS O TRANSPORTE

5.1 Introdução

Quando da chegada da carga no destino o container é aberto para retirada das caixas e utilização das peças. Nesse momento é possível que sejam verificadas algumas anomalias nas peças que podem ser causadas por vários fatores. Mesmo o container tendo chegado em perfeitas condições ao destino, é possível que algumas situações durante o transporte tenham influenciado na carga, ou então, situações que ocorreram durante a carga e descarga do container e que não foram percebidas pelos operadores de empilhadeira resultaram em danos às peças (Naber et al, 2005).

Acompanhar o estufamento e descarga do container com atenção é interessante no sentido de que será possível identificar a real causa do danos à embalagem ou à peça e assim sanar o problema na sua raiz. Quando não há como definir em que ponto do trajeto ou da movimentação da carga o dano ocorreu o estudo do caso torna-se mais difícil e tomará mais tempo para solução do problema, podendo até ocorrer novos casos e consequentes perdas de material até que as condições de transporte sejam normalizadas.

Neste capítulo serão mostrados os danos mais comuns que ocorrem durante o transporte de peças metálicas de carroceria em caixas de madeira dentro de containers, resultantes de , como esses danos podem ser ocasionados e como eliminar as causas dos problemas.

5.2 Tipos de danos e causas prováveis

Conforme Moura et al (1990), os fatores que podem causar danos à carga são dinâmicos e ambientais e, especificamente para as peças metálicas, temos :

1. Amassamento
2. Empenamento ou Torção

3. Oxidação

Para todas as análises de danos será tomada como base a condição normal de carregamento das peças, ou seja, todas as peças carregadas estavam em perfeitas condições, foram colocadas adequadamente nas embalagens, as embalagens foram adequadamente fechadas, o container foi adequadamente estufado e as caixas foram adequadamente manuseadas durante todo o processo. Nesta análise serão comentados os problemas verificados nas peças quando as embalagens chegam ao destino em condições, ou seja, sem danos aparentes em sua estrutura ou corpo, o que seria um sinal de que as peças no seu interior estariam perfeitas mas, pelas situações que serão explicadas, acabaram por sofrer algum dano.

1. Amassamento

Durante a movimentação do container carregado seja nos pátios dos portos, seja no navio durante o trajeto, é possível que ocorram oscilações importantes fazendo com que a estrutura da caixa sofra grandes esforços e, mesmo não chegando ao ponto de ruptura, deforme-se ao ponto de danificar as peças em seu interior.

O amassamento de peças dentro das caixas pode ocorrer quando há uma sobrecarga na estrutura causada por uma movimentação brusca que possa causar a torção da caixa por um momento e, logo após o movimento, a caixa volta à sua forma normal. Nesse momento as peças que fazem parte da estrutura da caixa através de seus pontos de apoio nos berços, separadores e travas, podem sofrer o amassamento justamente nesses pontos de contato com a caixa.

A maior possibilidade de movimentação das caixas dentro do container durante o transporte está na carga que não ocupa totalmente o volume interno do container. Como citado anteriormente é necessário fazer uma distribuição coerente da carga dentro do container e, se o número de caixas não for suficiente para preencher totalmente o container, a carga será concentrada no centro para distribuir melhor o peso. Neste caso temos a movimentação longitudinal como uma possibilidade pois as caixas estão, teoricamente, sem apoios longitudinais por estarem centralizadas no container, porém, o movimento lateral é praticamente nulo

pois as caixas preenchem praticamente toda a largura do container (de acordo com o projeto mais comum de caixa, que objetiva o melhor aproveitamento de transporte).

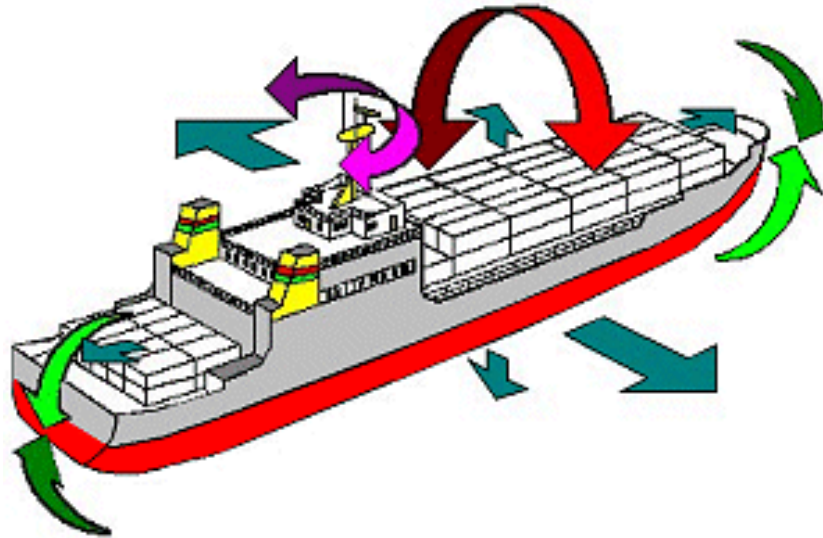


Figura 5.1 – Sentidos da movimentação do navio durante o trajeto (www.containerhandbook.de; 2005)

Como o travamento longitudinal, neste caso, é pouco utilizado pois as caixas são projetadas para formarem um bloco estruturado, isto acaba sendo um ponto fraco nessa configuração de carga. Se ocorrerem grandes movimentações longitudinais nesse container, provenientes de freadas ou arrancadas bruscas quando o container está sendo transportado em caminhão (trajeto fornecedor – porto e porto-cliente), ou se ocorrerem batidas quando o guindaste estiver posicionando o container no deck do navio ou no pátio de containers, é possível que o pico de carga gerado nessas situações extremas causem o amassamento das peças dentro das caixas.

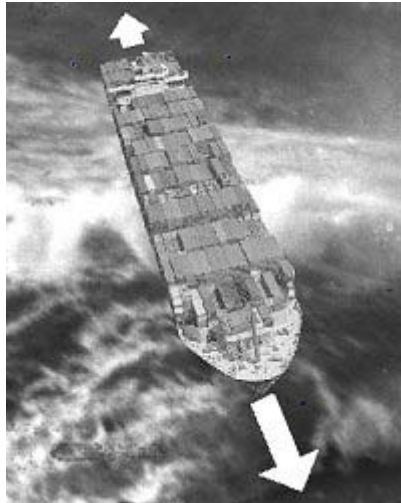


Figura 5.2 – Movimentação longitudinal dos containers no deck do navio (www.containerhandbook.de; 2005)

É importante lembrar que as peças podem fazer parte da estruturação da caixa (Friedman et al, 1960), uma vez que as mesmas estão posicionadas nos separadores e travadas de forma a manter um bloco único após a caixa estar totalmente fechada. Assim sendo, a peça, que ao mesmo tempo ajuda na estruturação, também está sujeita aos esforços sofridos pela caixa durante o transporte.

Outra movimentação que pode causar amassamento nas peças é causada pelas ondas do mar, veja figura abaixo.

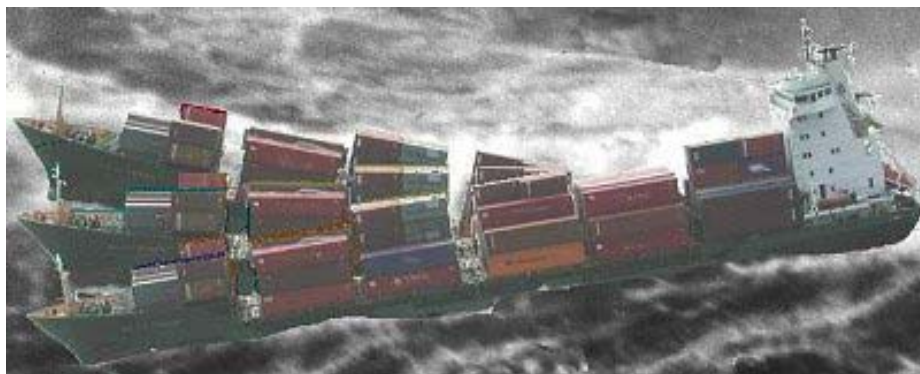


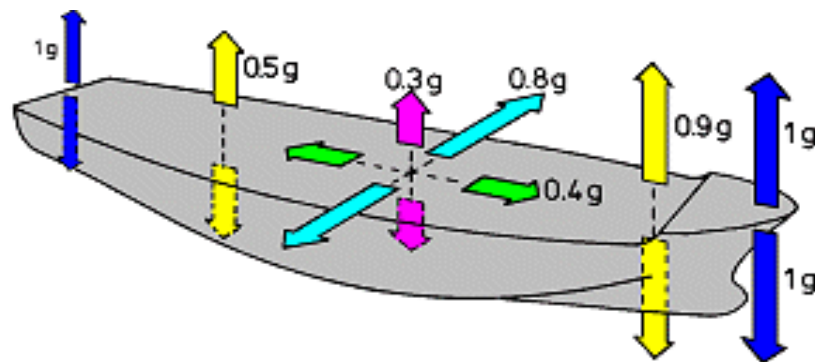
Figura 5.3 – Movimento causado pelas ondas do mar (www.containerhandbook.de; 2005)

Esse movimento pode fazer com que as caixas da camada superior dentro do container cheguem a bater com muita força nas caixas inferiores e, uma vez que os separadores e travessas estão posicionados nos pontos de apoio da caixa, podem

fazer com que ocorra a flexão desses componentes estruturais causando o amassamento das peças. Essa movimentação da caixa superior é favorecida pela necessidade de ter-se um espaço superior vago para o empilhamento das caixas, ou seja, sempre haverá um espaço entre a caixa superior e o teto do container, esse espaço é exatamente o quanto a caixa poderá se movimentar numa condição de mar agitado.

As forças envolvidas nessas movimentações também dependem de onde o container estiver posicionado no navio. Quanto maior a distância do centro do navio, maior serão as forças de aceleração durante a movimentação (Naber et al, 2005). Na figura abaixo temos uma média dessas forças de acordo com a posição da carga.

Figura 5.4 – Forças de aceleração durante a movimentação no mar



(www.containerhandbook.de; 2005)

As forças longitudinais envolvidas no transporte terrestre dos containers também são consideráveis e podem causar o amassamento das peças. Veja abaixo as forças de aceleração da carga no transporte terrestre.



Figura 5.5 – Forças de aceleração longitudinal no transporte terrestre
(www.containerhandbook.de; 2005)

Comparando as movimentações entre o transporte marítimo e o terrestre podemos verificar que o transporte terrestre tem o mesmo número de eixos de movimentação que o marítimo (Moura et al, 1990) mas a carga está mais sujeita ao controle do motorista devido a que a rodovias ou as vias por onde o caminhão trafega tem uma condição fixa para o momento, ou seja, se estiver em boas condições tem a característica de rodar suave, caso esteja em más condições e apresente buracos, lombadas, falta de pavimentação e obstáculos, ainda assim, o motorista poderá, trafegando com cuidado, cuidar para que a carga não sofra muito com essas condições ruins do trajeto.

Já no transporte marítimo o comandante do navio pouco poderá fazer para amenizar as condições do mar se este estiver revoltado e o tempo ruim. As oscilações do mar afetarão a carga de qualquer forma e, neste caso, só a prevenção e o bom projeto de embalagem poderão minimizar e proteger as peças durante o transporte. Condições extremas onde ocorre a inundação de porões ou o colapso das pilhas de containers são acidententes que, invariavelmente, trazem danos à carga e são problemas maximizados com a ação das ondas do mar quando há ocorrência de tormentas durante a viagem.

2. Empenamento ou Torção

O empenamento ou torção das peças é um dano que pode não ser visível num primeiro momento. A torção de uma peça pode ser pequena e não chamar a atenção numa inspeção superficial mas, ao se utilizar a peça para montagem em um conjunto, por exemplo, teremos a visualização da deformidade da peça e sua consequente inutilidade.

A torção ou empenamento da peça pode ser verificada através de gabaritos onde se tem, além do dimensional, o perfil ou a forma da peça correta como padrão e, de posse desse gabarito, faz-se o comparativo com a peça recém chegada para a conferência de suas características, certificando-se de sua condição boa ou não para uso.

Dependendo da torção ou empenamento sofrido pela peça é possível fazer a sua recuperação ajustando-se a forma da peça à sua configuração correta. Algumas

vezes a deformação causada na peça afeta dimensões que não retornam ao normal mesmo fazendo o ajuste da peça e retornando-a à posição. Um exemplo seria o conjunto de porta composto de painel interno e externo. Esse conjunto formado de duas peças tem a característica de que o painel externo tem as abas de seu contorno dobradas sobre o painel interno fazendo o conjunto rígido da porta. Caso ocorra o empenamento desse conjunto é possível que, se tentarmos voltá-lo na posição para corrigir o defeito causado no transporte, as abas se soltem ou causem um dano maior do que aquele do empenamento inicial, ou seja, não há como retornar a peça à sua forma inicial sem danos, portanto, a peça estará perdida.

As causas de empenamento ou torção são as mesmas do amassamento, ou seja, o excesso de movimento da carga durante o transporte que faz com que a embalagem sofra torções ou sobrecarga em várias direções (Brown, 1959) causando o empenamento ou torção nas peças.

3. Oxidação

A oxidação das peças é causada principalmente pela umidade (Wolyneć et al, 1992). A umidade está presente na atmosfera desde o momento do fechamento da caixa até o momento da abertura da caixa para consumo das peças. Já foi constatado que pode ocorrer a oxidação das peças mesmo se for empregada a proteção contra oxidação na embalagem das peças. Isso é devido ao fato de que, como a embalagem não é selada e como o container possui respiros, as peças estão sujeitas a passar pelas condições de temperatura e umidade que se apresentarem durante todo o trânsito da caixa, desde o seu fechamento pois, nesse momento, a umidade alta pode ser aprisionada pelos plásticos de proteção das peças e saturar o microclima dentro da caixa.

Mesmo a caixa não sendo selada e o plástico utilizado para a proteção não fazer um invólucro selado, a umidade aprisionada no momento da embalagem das peças pode ser o princípio de uma condição propícia à oxidação. Sabemos que as temperaturas noturnas são bem inferiores às diurnas e, com sua queda, pode fazer com que o vapor de água dentro da embalagem chegue ao ponto de orvalho e inicie a oxidação (Wolyneć et al, 1992).

Como o container e as caixas “respiram” pelos orifícios e frestas existentes em suas estruturas, a umidade penetra pelas proteções até chegar nas peças. É possível que o tempo que a embalagem admite umidade ou o orifício por onde a umidade externa penetra na embalagem sejam mais propícios à entrada do que à saída, ou seja, existe uma grande admissão de umidade e uma pequena ventilação da caixa. Essa característica que pode surgir em determinadas condições acaba por acumular umidade dentro da proteção plástica e a água é precipitada no fundo da caixa. Durante a noite é admitida mais umidade que não é totalmente ventilada durante o dia, e assim vai se acumulando água dentro da proteção plástica causando oxidação.

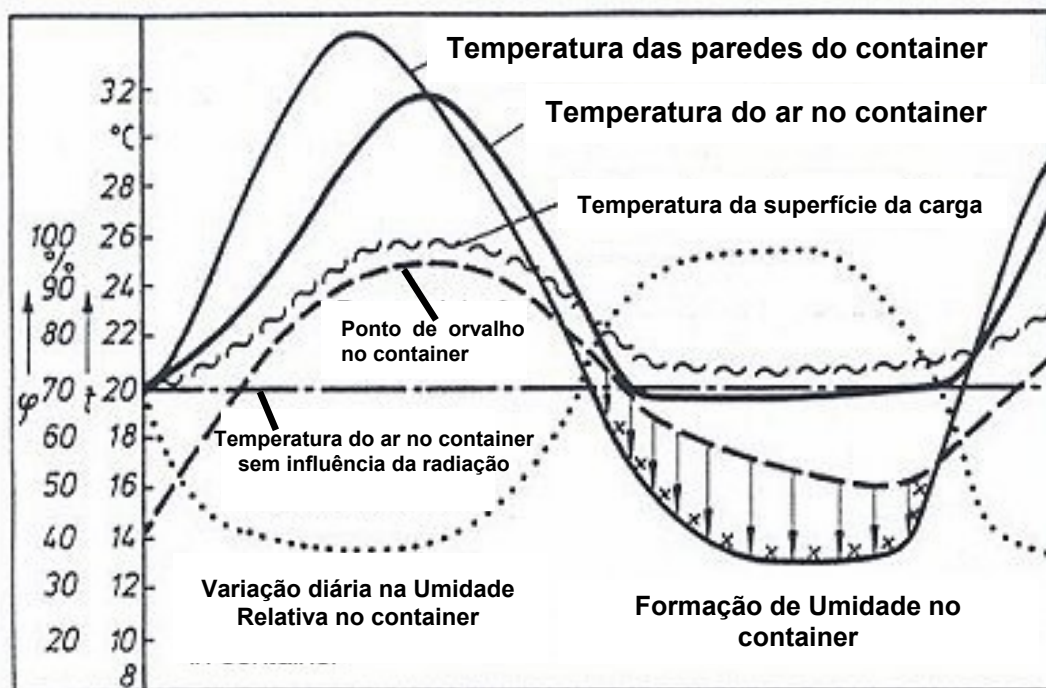


Figura 5.6 – Gráfico de temperatura e umidade dentro do container (Naber et al, 2005)

Mesmo a umidade sendo a principal causa da umidade dentro da embalagem (Moura et al, 1990), o principal componente da embalagem de peças metálicas de carroceria, a madeira, pode levar para dentro da embalagem uma quantidade de umidade bastante significativa. Se a madeira utilizada na embalagem, principalmente as travessas, separadores e travas que são construídas a partir de caibros de madeira cortada diretamente dos troncos, não for seca é possível que a oxidação nas peças se inicie a partir da umidade trazida nessas partes da embalagem. Toda a madeira utilizada nas embalagens deve ser seca pois além de não levar umidade para dentro da

embalagem, também melhora sua performance mecânica estrutural (Friedman et al, 1960).

O gradiente de temperatura entre a carga e as paredes do container podem fazer com que ocorra um ciclo de circulação de ar. Durante esse ciclo a temperatura dentro do container pode cair e formar orvalho nas paredes e, principalmente, no teto do container (Moura et al, 1990). Essa água pode se precipitar e penetrar na embalagem, ajudando a formar a atmosfera oxidante para as peças. Aqui fica interessante salientar que o container deve estar seco no momento de estufá-lo, caso o container esteja molhado ou com as paredes e teto “suados” é necessário secá-lo ou deixá-lo de lado em um ambiente bem ventilado para que toda a água evapore antes de que este seja carregado. Iniciar a viagem com o interior do container seco é o mínimo que se deve esperar e exigir para evitar, desde o início, o ambiente oxidante dentro do container.

5.3 Condições favoráveis à ocorrência de danos às peças

As condições favoráveis à ocorrência de danos às peças podem ser inerentes ao processo, trajeto, transporte ou manuseio da carga mas também podem ser encontradas em situações em que a ação do homem é fator preponderante, tais como : movimentação de guindastes, movimentação de caminhões (viagem e manobras) e fechamento das embalagens.

Em todos esses trabalhos a ação do homem pode acarretar danos às peças. Movimentos bruscos, solavancos injustificados, falta de atenção que causa acidentes, embalagem mal fechada, plásticos de proteção mal colocados, etc, são fatores que estão sob o domínio de seu executor e devem ser evitados ao máximo. A experiência no trabalho e o comprometimento com a qualidade devem estar presentes no pensamento de todos os envolvidos no envio do produto ao destino.

Como vimos anteriormente os principais fatores de danos em peças de carroceria de veículos enviadas em caixas de madeira dentro de container são os movimentos bruscos ou constantes causados na movimentação do container além da umidade do ar que pode penetrar no container e criar o orvalho dentro da embalagem.

É impossível prever a natureza para evitar condições desfavoráveis à carga mas, ao mesmo tempo, é muito dispendioso, e economicamente inviável, prover as embalagens ou os container com dispositivos que sejam barreiras a todas as condições desfavoráveis que possam ocorrer. Ao mesmo tempo sabemos que, na grande maioria das vezes, as condições de trajeto se repetem e situações extremas são eventuais. As embalagens são projetadas para garantir a qualidade das peças nas condições que são normalmente encontradas no trajeto. Quando uma nova rota ou destino é necessário são feitos embarques de embalagens protótipo baseadas em experiências anteriores e desenhadas para essa nova configuração, seja de trajeto, seja de conteúdo, seja de destino, seja de alteração a pedido do cliente.

Essas viagens piloto servem para avaliar as condições normais do trajeto e também verificar possíveis características especiais que possam influir na carga (Moura et al, 1990). Essas características podem ser estradas mal conservadas, movimentação portuária deficiente, falta de capacitação de mão-de-obra em novas plantas fabris, falta de equipamentos adequados, falta de treinamento do pessoal.

Em todos os casos busca-se a robustez da embalagem no momento de seu projeto, visando a garantia da qualidade das peças mas tudo é feito avaliando-se a questão econômica. A embalagem sempre será uma parte importante para a garantia da qualidade da peça, mas deverá ter um custo compatível com a prática geral.

5.4 Travamento da carga

O travamento da carga é um dos itens mais importantes para a garantia da qualidade das peças transportadas e para a segurança do navio. O bom travamento da carga juntamente com o correto posicionamento da carga no navio é uma garantia de que as peças ficarão em sua posição inicial, ou seja, protegidas pela embalagem e pelo container que as transporta (Naber et al, 2005).

No interior do container o travamento das caixas já foi abordado e é feito praticamente pela próprias paredes do container uma vez que as caixas são modulares e aproveitam ao máximo o volume interno do container (Moura et al, 1990).

Já o travamento do container no navio é feito de várias formas, de acordo com a posição do container no navio. O posicionamento de containers dentro dos

porões do navio é feito pelo guindaste e ajudado por guias que fazem o alinhamento dos containers durante a descida e facilitam muito a operação de carga nos porões. As guias laterais permitem que os containers fiquem sempre empilhados corretamente e também servem como travas laterais que impedem que a pilha de containers se incline podendo causar o colapso da pilha. Na figura abaixo podemos ver as guias e uma parte do porão do navio já carregado de containers.



Figura 5.7 – Guias para carregamento de containers nos porões (www.containerhandbook.de; 2005)

A amarração e fixação dos containers no porão do navio também é feita para manter a carga uniforme e evitar movimentação durante a viagem (Naber et al, 2005). Acessórios de fixação e cabos de aço são utilizados para esse fim, a amarração dos containers mesmo estando dentro do porão do navio é necessária pois a movimentação durante a viagem pode causar sérios danos à embarcação se os containers estiverem apenas empilhados, portanto, é necessário fazer a amarração dos mesmos conforme figura abaixo.

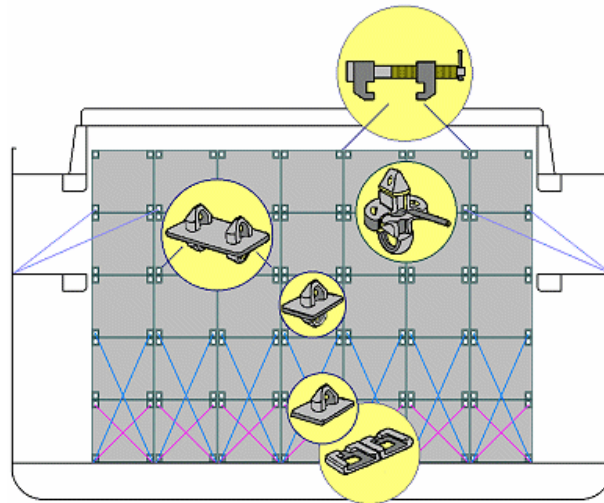


Figura 5.8 – Acessórios de fixação de containers no porão ((www.containerhandbook.de; 2005)

Para o travamento dos containers no deck do navio são utilizados os mesmos acessórios e cabos para fazer a amarração e manter a carga como se fosse um único bloco. Os containers possuem furos para a entrada dos ganchos de transporte e elevação. Esses furos são utilizados para a colocação de acessórios que travam um container no outro fazendo com que a carga se torne um bloco único. Após isso esse bloco é amarrado ao navio com cabos de aço para mantê-lo fixado ao deck.

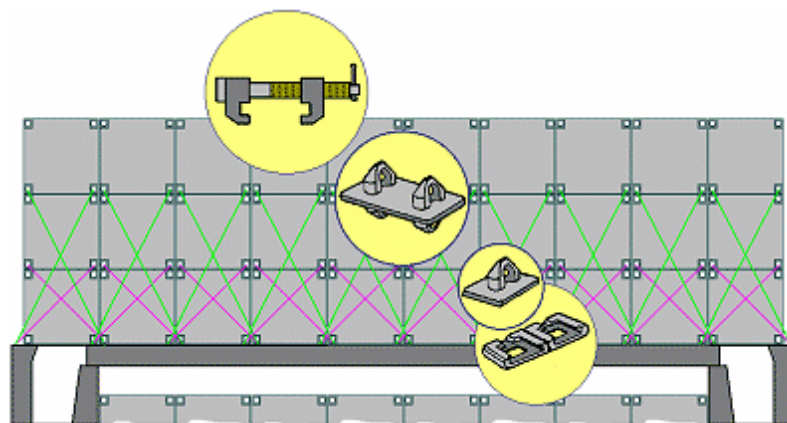


Figura 5.9 – Acessórios para amarração dos containers no deck do navio ((www.containerhandbook.de; 2005)



Figura 5.10 – Exemplo de amarração de container no deck (www.containerhandbook.de; 2005)

Apesar de ser mais seguro, o uso desses acessórios tem sido cada vez menos usado por motivos econômicos e de produtividade (Naber et al, 2005). Amarrar totalmente a carga colocando todos esses acessórios toma um tempo bastante grande e sua compra e manutenção são bastante dispendiosos. Por esses motivos a amarração dos containers está sendo bastante simplificada, ainda utilizando acessórios, porém com um número bem menor deles e com uma maneira mais otimizada de passar os cabos de aço, o que mantém a carga firme e agiliza muito o trabalho de amarração.

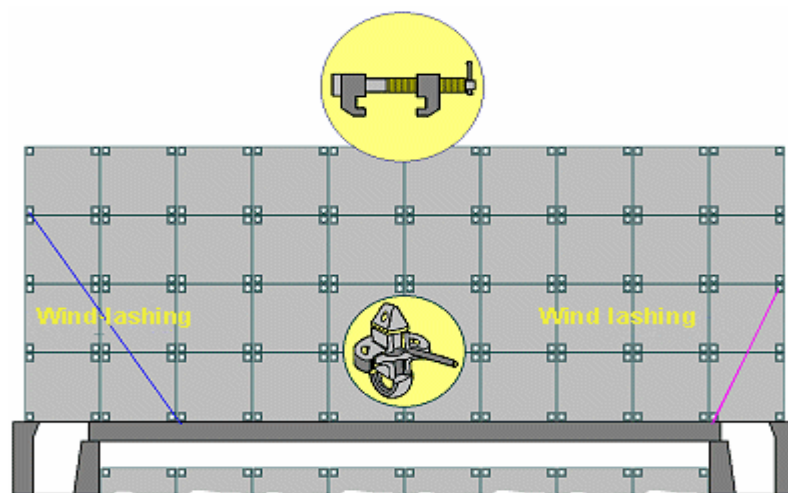


Figura 5.11 – Amarração simplificada de containers no deck (www.containerhandbook.de; 2005)



Figura 5.12 – Exemplo de amarração simplificada (www.containerhandbook.de; 2005)

A amarração dos containers no navio tem grande importância para a garantia da segurança da embarcação uma vez que as forças resultantes da movimentação do navio em ondas de grande proporções ou durante tempestades pode ocasionar a quebra do casco e afundamento do navio. Por esse motivo a carga é mantida sempre como um bloco para não causar forças opostas durante a movimentação e causar acidentes graves.

Mesmo procedendo a operação de amarração, existem condições em que o navio pode sofrer tamanha movimentação que ocorrem os acidentes, precipitando a carga ao mar ou causando o colapso de pilhas no deck do navio. Esses acidentes são raros e podem ocorrer quando há o rompimento de algum cabo de amarração ou quebra de algum suporte de fixação. Nesse momento os containers que perderam a amarração ficam à mercê do movimento do navio e poderão cair de suas pilhas danificando a carga de seu interior, conforme ilustração abaixo.



Fig 5.13 – Exemplo de colapso de pilha de containers no deck (GMB; 2005)

CAPÍTULO 6

PEÇAS METÁLICAS DA CARROCERIA

6.1 Introdução

As peças metálicas transportadas em embalagens tipo CKD são peças que necessitam de uma embalagem bem elaborada apesar de sua aparente robustez. Essa necessidade é devido ao fato que essas peças normalmente seguem para o cliente sem nenhuma proteção adicional contra corrosão aplicada diretamente na peça, tal como óleos protetivos ou plásticos aderentes. Como essas peças são utilizadas na carroceria do veículo e esta será posteriormente pintada, qualquer proteção aplicada na peça teria que ser lavada peça a peça (Wolynech et al, 1992) para ser retirada totalmente no cliente e permitir que o processo de pintura fosse empregado sem problemas. Esse processo de lavagem demanda equipamentos de custo elevado e de grandes dimensões, que exigem grandes instalações prediais. Além disso, isso acaba encarecendo o produto de duas formas, pois tem-se o gasto inicial com a aplicação do óleo protetivo e depois tem-se o gasto com o processo de lavagem das peças para a retirada dessa proteção. Mesmo com a aplicação de um óleo protetivo nas peças a embalagem continuará sendo necessária de qualquer forma, pois ela é quem permite a movimentação das peças durante o transporte e protege as peças contra danos causados por fatores mecânicos como choques, torções, amassamentos, etc (Moura et al, 1990).

Neste capítulo serão mostrados os tipos de peças usados nas carrocerias de veículos e suas particularidades, como essas peças se comportam no transporte e como cada peça demanda um tipo diferente de embalagem.

6.2 Peças estruturais e reforços sem solda

As peças estruturais e reforços não soldados são peças únicas (peças conformadas mecanicamente a partir de uma chapa metálica) que tem as embalagens mais simples dentre as embalagens para as peças de carroceria. As peças estruturais e os reforços são peças que serão aplicadas em locais não visíveis do veículo e tem rigidez bastante alta. Essas características facilitam o transporte dessas peças, pois elas não requerem uma embalagem que as mantenha separadas ou especialmente apoiadas

para manter sua forma, não necessitam cuidados especiais com sua aparência e podem ser transportadas umas sobre as outras (GMB, 1996).

Na Figura 6.1 pode-se ver alguns exemplos de peças estruturais do veículo, particularmente travessas e reforços do assoalho dianteiro de um veículo “hatchback”.

Nessa figura, exceto a peça número 1 que é o assoalho, todas as peças são reforços e travessas estruturais que, quando montadas para formar o conjunto “assoalho dianteiro”, serão cobertas pelo acabamento do veículo e não poderão ser vistas pelo consumidor que utilizará o veículo.

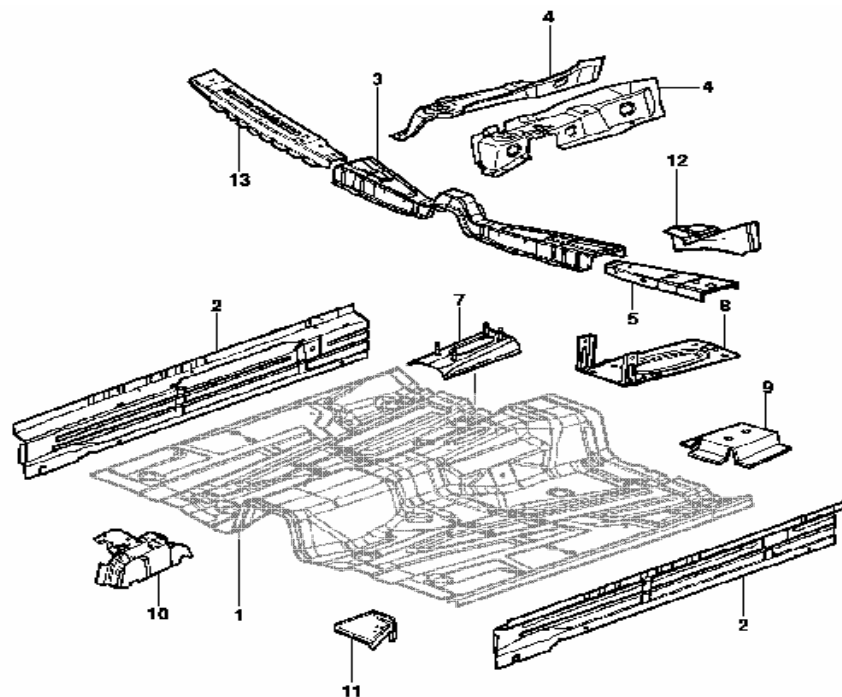


Figura 6.1 – Exemplo de peças estruturais e reforços (GMB, 2005)

Mesmo não sendo peças aparentes, esses componentes da carroceria tem suas particularidades e as embalagens tem que ser desenvolvidas para manter as características da peça (Moura et al, 1990). As principais características que a embalagem deve manter nas peças durante seu transporte são :

1. Forma : todas essas peças são fabricadas para formar um conjunto e, obviamente, tem dimensões que devem ser preservadas. Se sofrerem deformações, as peças poderão ser descartadas, pois não formarão um bom encaixe com as outras peças no momento da montagem e o conjunto não poderá ser formado com qualidade.
2. Superfície isenta de oxidação ou corrosão: como qualquer outra peça da carroceria essas peças devem estar isentas de oxidação ou corrosão, pois serão soldadas e

pintadas. A oxidação comprometeria sua soldagem com as outras e seria o princípio para uma corrosão. A corrosão compromete a peça estruturalmente e esta nunca poderia ser montada caso fosse verificado esse problema (GMB, 1996).

Normalmente essas peças são embaladas em caixas sem separadores, arranjadas em feixes ou montes amarrados com fitas adesivas fáceis de serem retiradas. As caixas para essas peças são bastante simples e, basicamente, são construídas para suportar o peso das peças e são modulares com as outras caixas para poderem ser empilhadas. A proteção mecânica para essas peças não sofrerem deformações durante o transporte é a própria forma de arranjo das peças dentro da caixa. As peças são colocadas de forma a não ficarem soltas para não sofrerem amassamento por batidas entre as peças durante o transporte e também são empilhadas de forma que o peso máximo sobre a peça inferior não seja tão grande que a deforme. Mesmo essas peças tendo uma robustez mecânica, a ação da umidade da atmosfera sobre sua superfície pode causar a oxidação (Wolynech et al, 1992). Para evitar a oxidação, é colocado um plástico na caixa de modo a fazer um invólucro protetor para as peças.

Nota-se que essas peças tem características que permitem que a embalagem seja mais simples e fácil de ser preenchida com as peças, mas não a isenta de ser uma embalagem robusta e que proteja seu conteúdo.

6.3 Painéis não aparentes

Os painéis não aparentes são as peças de grandes dimensões que formarão com as peças aparentes um conjunto sólido que pode fazer parte da estrutura da carroceria, como os painéis laterais, ou pode ser um conjunto não estrutural da carroceria como as portas, por exemplo. Todos esses painéis não aparentes têm a mesma característica de não terem uma grande necessidade de proteção para o acabamento superficial devido ao fato de não ficarem expostos, mas necessitam de embalagens que as protejam contra os agentes mecânicos e agentes atmosféricos que poderiam danificar as peças.

Na Figura 6.2 pode-se verificar as duas peças; sendo a peça 1 o painel externo e a peça 2 o painel interno da lateral. Como se vê, o painel interno tem a função estrutural no veículo e não será visível quando montado.

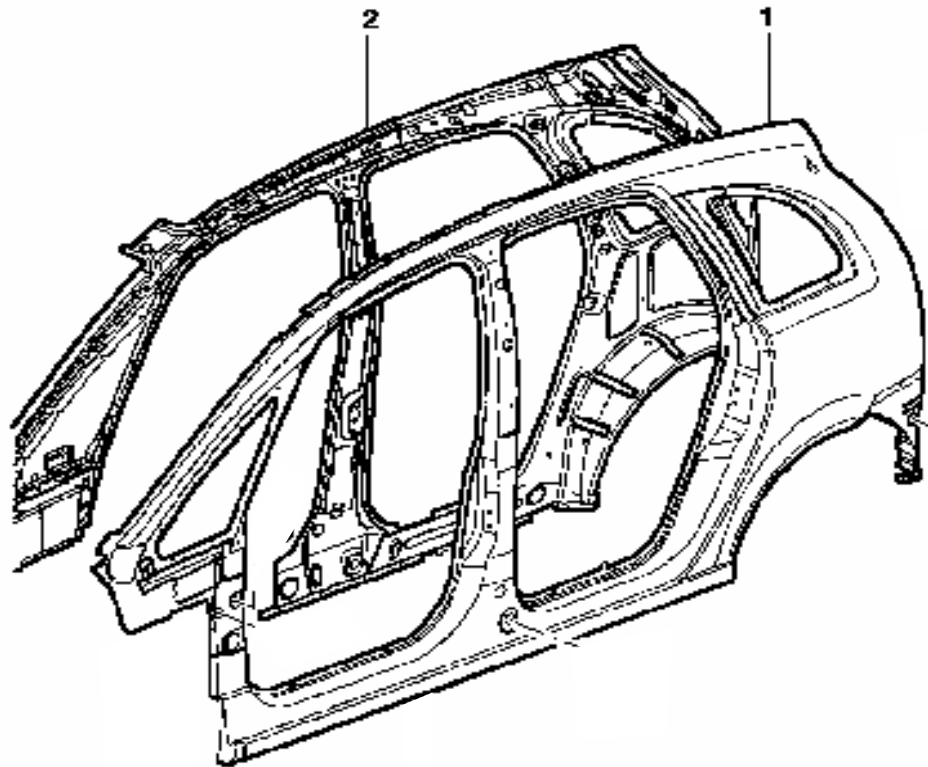


Figura 6. 2 – Exemplo de painel interno e externo (GMB,2005)

Basicamente os painéis internos são fornecidos em pacotes de peças dentro de caixas similares às caixas de reforços e tem algumas particularidades que são:

- 1) Forma: por serem peças de maiores dimensões e de espessura menor que os reforços estruturais, essas peças tendem a se deformar mais facilmente. Para enviar essas peças sem o perigo de se deformarem é necessário desenvolver uma embalagem com apoios específicos para manter as peças no seu lugar durante a viagem, e assim, evitar danos às mesmas (Friedman et al, 1960).
- 2) Superfície isenta de oxidação ou corrosão: a proteção contra corrosão para essas peças é o mesmo filme plástico aplicado nas peças estruturais, mas com algumas preocupações adicionais. A proteção contra a corrosão é aplicada de forma a não permitir que os apoios das peças acumulem água e estes pontos sejam o início da oxidação da peça, pois esses pontos ficam em contato direto com as peças e sofrem atrito com a movimentação durante o transporte (Woly nec et al, 1992).

Os painéis internos são peças que, apesar de não requererem maiores cuidados com o acabamento superficial, tem a mesma exigência dimensional de qualquer peça da carroceria, ou seja, todo o dimensional conferido à peça na sua fabricação deve ser mantido totalmente durante o transporte. Essas peças de grandes dimensões são fáceis

de se danificar, pois podem ser amassadas ou torcidas com certa facilidade. Nas embalagens as peças ficam apoiadas firmemente, mas se ocorrerem excessos de movimentação ou sobrecargas na embalagem é possível que ocorram danos. Por este motivo as embalagens para essas peças são feitas de modo a garantir a rigidez da caixa para manter o dimensional das peças.

6.4 Painéis aparentes

Os painéis aparentes são peças que ficarão expostas no veículo, são as peças que formam o perfil externo do veículo. Essas peças têm uma superfície isenta de defeitos e receberão a pintura. São peças em que qualquer defeito é observado facilmente pelo consumidor. Os painéis externos recebem, desde sua fabricação, um tratamento mais cuidadoso em todo seu manuseio até entrar no veículo e mesmo depois do veículo pronto. Por serem as peças que formam o perfil do veículo, e fazem par com outras peças não metálicas como os pára-choques, faróis e molduras plásticas, além de sua aparência tem seu dimensional com especificações rígidas de tolerância.

Na Figura 6.3 pode-se ver dois exemplos de painéis externos de portas laterais, dianteira e traseira.

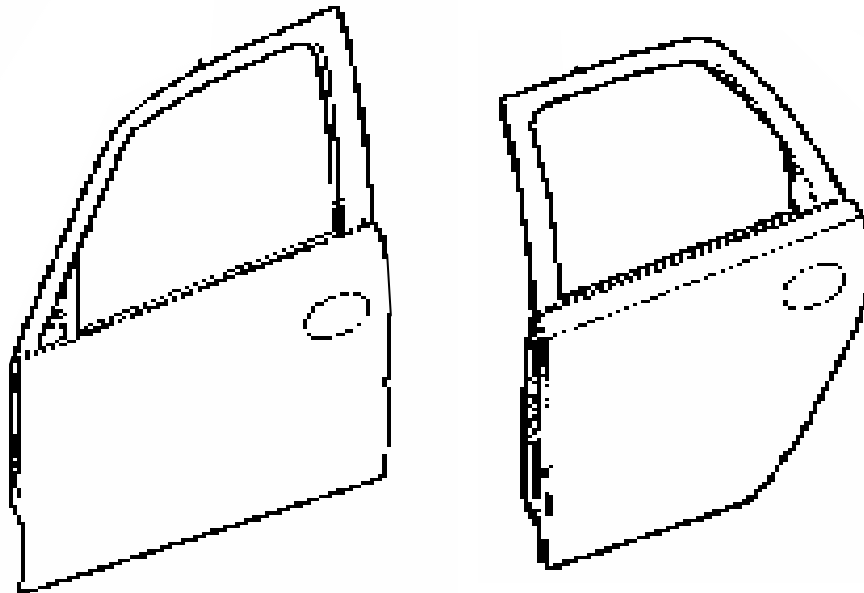


Figura 6 3 – Exemplos de painéis externos de portas laterais (GMB,2005)

A função dos painéis aparentes no veículo é a de lhe conferir uma das principais características aos olhos dos consumidores, que é a sua forma. O “design” do

veículo é um dos apelos que o fabricante usa para ganhar o consumidor, ou seja, a beleza externa, o perfil, a “cara” do veículo. Por esse motivo essas peças tem as embalagens desenvolvidas com os maiores cuidados entre as peças de carroceria. As características dessas peças são :

- 1) Forma: por serem peças de maiores dimensões e de espessura menor que os reforços estruturais, essas peças tendem a se deformar mais facilmente. Para enviar essas peças sem o perigo de se deformarem é necessário desenvolver uma embalagem com apoios específicos para manter as peças no seu lugar durante a viagem, e assim, evitar danos às mesmas. Ao mesmo tempo esses apoios não devem causar marcas na superfície, pois isso seria um dano visível quando a peça estivesse montada. Além disso o dimensional da peça também deve ser mantido, pois ela se juntará aos painéis internos para formar os conjuntos e se ocorrerem deformações as peças não poderão ser utilizadas.
- 2) Superfície isenta de oxidação ou corrosão: a proteção contra corrosão para essas peças é o filme plástico aplicado nas outras embalagens, mas com algumas preocupações adicionais. A proteção contra a corrosão é aplicada de forma a não permitir que os apoios das peças acumulem água e estes pontos sejam o início da oxidação da peça, pois esses pontos ficam em contato direto com as peças e sofrem atrito com a movimentação durante o transporte. Como qualquer oxidação superficial inutilizaria a peça. Cuidado especial no momento do fechamento da embalagem é tomado para que as peças fiquem totalmente protegidas.
- 3) Ergonomia privilegiada (Moura et al, 1990): para essas peças é necessário desenvolver a embalagem no sentido de eliminar qualquer possibilidade de danificar as peças quando de sua colocação e retirada da caixa. Evita-se cantos salientes, apoios e separadores com desenho muito rebuscado e encaixes que possam torcer ou amassar as peças. O fácil acesso às peças, o caminho livre na colocação e retirada e a facilidade de fechamento são os fatores que privilegiam a ergonomia.

6.5 Conjuntos soldados

Os conjuntos soldados são peças compostas de dois ou mais componentes fazendo um conjunto único que pode ser manuseado. Essas peças, pela sua forma e condição estrutural, tem uma grande rigidez mecânica. Os conjuntos soldados podem ser formados de peças aparentes e peças não aparentes. Tomando-se como exemplo uma porta lateral pode-se verificar que ela é formada por um painel externo e um painel interno, além de várias pequenas peças que servirão para a fixação de componentes de tapeçaria. Esse conjunto ilustra bem as necessidades de embalagem, pois é uma peça rígida que possui a característica de ter peças aparentes e que possui pontos de solda. Os pontos de solda são o ponto fraco dessas peças pela possibilidade de oxidação nesses locais. A solda a ponto expõe o material da chapa à atmosfera, pois quando a solda é feita a camada de proteção, que pode ser galvanizada, eletro galvanizada ou zincada, é queimada e o metal é exposto (Damoulis, 2002). Além desse particular, os conjuntos soldados agregam todas as características das peças que os compõe, ou seja, peças estruturais e reforços, painéis não aparentes e painéis aparentes.

Na Figura 6.4 pode-se ver exemplos de conjunto soldado que possui os painéis aparentes, não aparentes e reforços estruturais fazendo parte do conjunto.

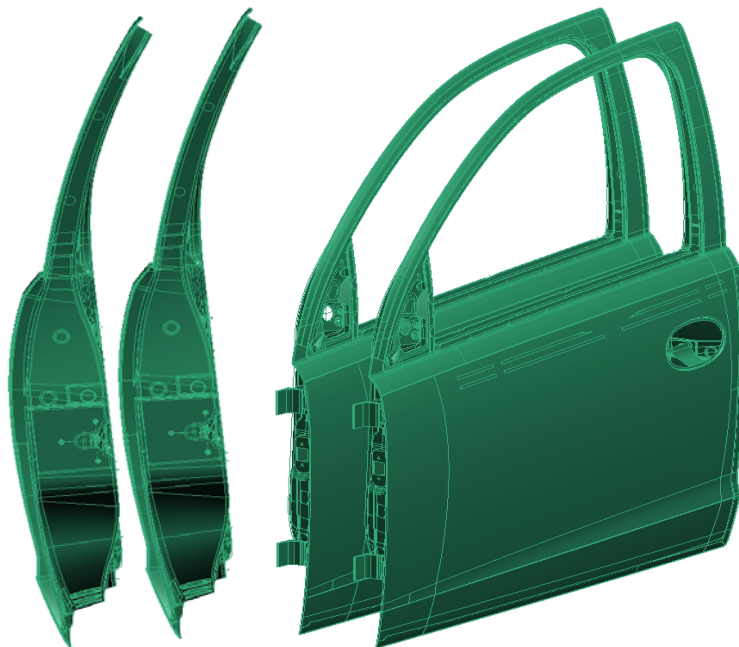


Figura 6.4 – Exemplos de conjuntos soldados - Portas laterais. (GMB,2005).

Essas peças tem características opostas quanto à resistência aos fatores causadores de danos durante o transporte. Se por um lado a resistência mecânica é alta, por outro a possibilidade de oxidação nos pontos de solda é eminente. Essas

características fazem com que as proteções contra oxidação sejam a maior preocupação nas embalagens para essas peças.

Para todos os tipos de peças metálicas listadas tem-se um ponto em comum que é a proteção contra a oxidação. Como todas as peças são embaladas sem nenhuma proteção superficial contra corrosão aplicada diretamente sobre a peça, é necessário utilizar materiais que oferecem essa proteção sem aderir à peça. No próximo capítulo serão abordados os métodos de proteção contra corrosão utilizando-se embalagens e suas características.

Essas peças tem características opostas quanto à resistência aos fatores causadores de danos durante o transporte. Se por um lado a resistência mecânica é alta, por outro a possibilidade de oxidação nos pontos de solda é eminente. Essas características fazem com que as proteções contra oxidação sejam a maior preocupação nas embalagens para essas peças.

Para todos os tipos de peças metálicas listadas tem-se um ponto em comum que é a proteção contra a oxidação. Como todas as peças são embaladas sem nenhuma proteção superficial contra corrosão aplicada diretamente sobre a peça, é necessário utilizar materiais que oferecem essa proteção sem aderir à peça. No próximo capítulo serão abordados os métodos de proteção contra corrosão utilizando-se embalagens e suas características.

CAPÍTULO 7

PROTEÇÃO CONTRA OXIDAÇÃO UTILIZANDO INIBIDORES DE CORROSÃO

7.1 Introdução

“A proteção de produtos metálicos, contra danos climáticos pelo uso de embalagens, tem por finalidade impedir a penetração de gases agressivos, vapor de água, poeira e, em certos casos, controlar a umidade relativa interna da embalagem” (Woly nec et al, 1992). Essa proteção tipo barreira visa, principalmente, evitar o uso de protetores temporários que aderem à superfície da peça e posteriormente necessitam ser retirados.

As caixas de madeira são um invólucro ótimo para a utilização de inibidores contra a corrosão, pois criam um ambiente com condições propícias para a proteção das peças. Como o principal fator de oxidação de peças metálicas dentro da embalagem é a condensação da umidade (Moura et al, 1990), o uso de dessecantes ou de inibidores voláteis de corrosão (IVC) são os mais indicados.

7.2 Uso de dessecantes

Segundo Woly nec et al (1992), dessecantes são materiais que absorvem umidade por meios químicos ou físico-químicos. Como protetivos temporários para se evitar oxidação, os dessecantes são utilizados em conjunto com outros materiais barreira para a proteção das peças dentro da embalagem.

Para proteger efetivamente as peças contra a oxidação utilizando-se dessecantes, é necessário prover a quantidade suficiente de dessecante para absorver a umidade interna da embalagem (Brown, 1959). É necessário, porém, evitar nova entrada de umidade e manter as peças em um ambiente lacrado; condição muito difícil de conseguir com custos baixos. Conforme Woly nec et al (1992), a redução de umidade dentro da embalagem deve atingir valores da ordem de 50% e, nos casos onde se espera uma grande variação de temperatura, deve-se reduzir a umidade interna da embalagem

até 30% para maior segurança. Segundo Moura et al, (1990) a corrosão não ocorre em ambientes com umidade relativa inferior a 50%.

A quantidade de dessecante a ser usada em cada embalagem pode ser calculada pela seguinte equação (Wolyneec et al, 1992) :

$$W = E \cdot S \cdot P \cdot T + X \cdot D \quad (7.1)$$

onde:

W = quantidade em gramas de dessecante a ser utilizado

E = coeficiente de estabilidade, com valores iguais a 40 para produtos armazenados em condições de clima tropical e 11 para condições de clima temperado.

S = superfície da embalagem, em metros quadrados.

P = permeabilidade do vapor de água do material de recobrimento, em gramas por metro quadrado para cada 24 horas, medidas segundo BS 3177: 1959 (BSI, 1991)

T = Tempo previsto para armazenamento e transporte em meses

D = Peso do material de acolchoamento e outros materiais que estiverem dentro da embalagem, em gramas

X = um coeficiente de D que tem os seguintes valores:

1/5 para madeira com teor de umidade maior que 14%

1/8 para cartão, feltro e materiais similares

1/10 para madeira com teor de umidade menor que 14%

Outras fórmulas foram desenvolvidas e praticamente todas levam em consideração os mesmos fatores básicos que são: a superfície da embalagem, a permeabilidade dos materiais de recobrimento e o tempo de proteção do produto.

O uso de dessecantes, porém, tem seu melhor rendimento quando há um ambiente fechado ou quando há pouca troca de ar e, por consequência, uma nova massa de ar carregando umidade não entra na embalagem.

Como não é possível lacrar a embalagem em estudo, como visto anteriormente, e manter o ambiente sem entrada de umidade, seria necessário aumentar a quantidade de dessecante visando absorver a umidade que poderia entrar na embalagem durante seu transporte até o cliente. Brown (1959), executou experimentos visando calcular a quantidade de dessecante adicional necessária para embalagens não seladas, mas a embalagem utilizada no estudo tinha respiros de dimensões conhecidas e

o restante da embalagem era totalmente vedada. O estudo foi realizado calculando-se a quantidade de ar admitido na embalagem pelos respiros existentes.

Na embalagem CKD em estudo as eventuais frestas que ocorrem são variáveis e de difícil medição. Além disso essas frestas podem variar, abrindo ou fechando, de acordo com a movimentação da caixa durante o transporte.

Nessas condições a quantidade de dessecante adicional para atender esse possível aumento de umidade na embalagem é de difícil determinação uma vez que não há como prever quanta umidade será admitida na embalagem. Ao final, toda a quantidade excedente de dessecante seria utilizada em vão, o que aumentaria inutilmente o custo da embalagem.

7.3 Uso de Inibidores Voláteis de Corrosão

A melhor solução para casos onde não é possível usar dessecantes é o uso de Inibidores Voláteis de Corrosão (IVC). Aplicados em embalagens onde não é possível selar as peças para manter um microclima seco ou com a umidade relativa sob controle dentro da embalagem e também onde não é possível aplicar protetores temporários sobre as peças. Os inibidores de corrosão atuam de modo a impedir o desenvolvimento das reações eletroquímicas causadoras dos danos de corrosão (Woly nec et al, 1992).

Segundo Woly nec et al. (1992) os inibidores voláteis de corrosão são divididos em substâncias de baixa e de alta pressão de vapor, sendo o de baixa pressão o nitrito de diciclohexilamina e de alta pressão o carbonato de ciclohexilamina. As substâncias de alta pressão evaporam mais rapidamente. Em contrapartida, o vapor pode escoar mais rapidamente do interior da embalagem. Woly nec et al (1992) ressaltam os de baixa pressão devem ser colocados próximos às superfícies a serem protegidas para assegurar uma concentração inicial efetiva. Já e os de alta pressão evaporam-se mais rapidamente mas podem escoar da embalagem com mais facilidade

Conforme Genovez (2000) o IVC é um composto derivado de aminas, que são solúveis em água, metanol e etanol. Além disso alguns tipos de IVC possuem sais como nitritos, nitratos e sulfatos.

Para se determinar a quantidade de IVC necessária para uma embalagem não há norma definida. Para Genovez (2000) a quantidade de IVC deve estar entre 35,34 g/m³ e 47,12 g/m³, que é a quantidade que garantiria a proteção para as peças por 24 meses. Esse tempo, porém, está ligado às condições da embalagem.

O IVC é aplicado em plásticos, sachês, tabletes e papéis que são utilizados nas embalagens. O plástico agrega a função de ser uma barreira mais eficiente contra a entrada de vapores dentro da embalagem e é, por esse motivo, o material mais empregado.

A ação do IVC, segundo Bettega (1997), se dá pela sublimação de seus componentes, que se espalham pelo ambiente saturando todo o ar dentro de uma embalagem fechada e agem como protetores formando uma camada monomolecular cristalina sobre a peça. Na presença de um agente oxidante os cristais se dissolvem formando um filme protetivo invisível que obstrui a oxidação. Se não ocorrer nenhuma interferência externa, o sistema interno da embalagem se mantém em equilíbrio.

O IVC em plásticos, papéis, tabletes e em sachês permite escolher a melhor maneira de proteger as peças de acordo com a embalagem. No caso de uso de papéis e plásticos deve-se envolver as peças com esses materiais para protegê-las. No caso de tabletes e sachês coloca-se dentro da caixa em pontos estratégicos para que o IVC atue no microclima da embalagem (Wolyneć et al, 1992).

Na Figura 7.1 pode-se ver um exemplo de utilização de IVC em uma caixa dotada de furos para ventilação.

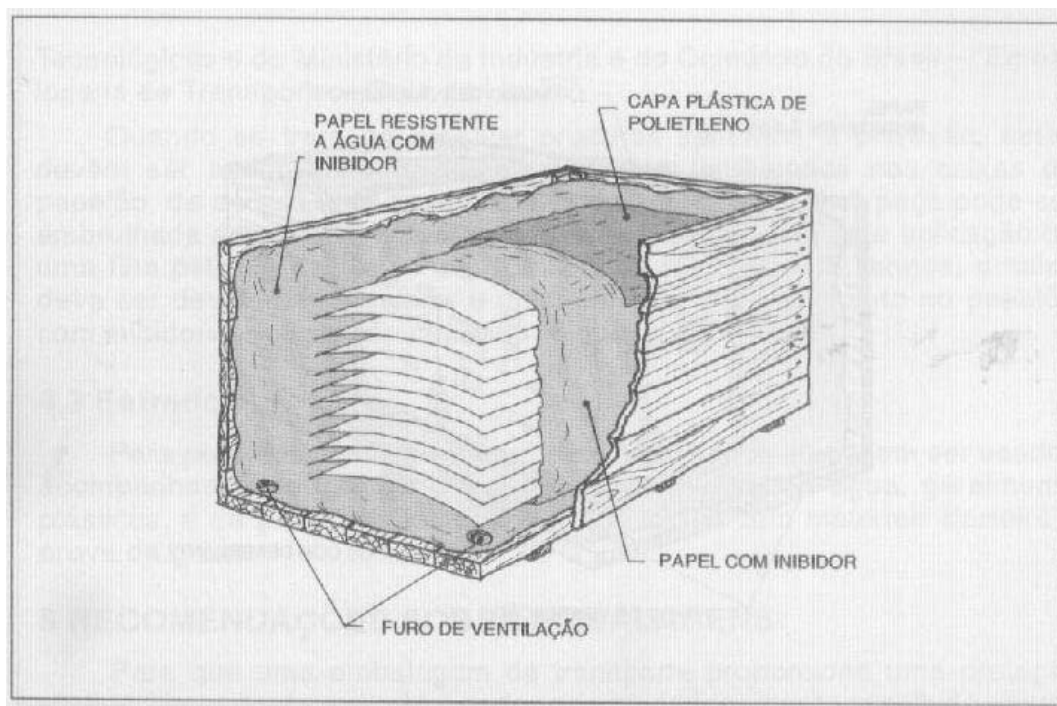


Figura 7.1 – Exemplo do uso de IVC na embalagem (Wolyneć et al, 1992).

A Figura 7.1 ilustra uma embalagem utilizando o papel com inibidor em duas configurações diferentes. A primeira é um papel resistente à água para formar uma barreira à penetração de umidade. A segunda é o papel impregnado com inibidor envolvendo as peças de modo a formar a atmosfera anti-oxidante. Além disso, sobre as peças envolvidas foi colocada uma película de polietileno para proteger as peças contra o possível gotejamento de orvalho da condensação formada dentro da embalagem. Essa precaução foi tomada mesmo com a caixa tendo sido dotada de furos de ventilação.

A formação da atmosfera onde as peças estão envolvidas se dá pelo papel impregnado com o IVC e sua distância das peças deve estar entre 3 e 5 cm (Woly nec et al, 1992) para garantir sua eficiência de proteção. Na Figura 7.2 pode-se ver uma ilustração do processo de proteção do material IVC.

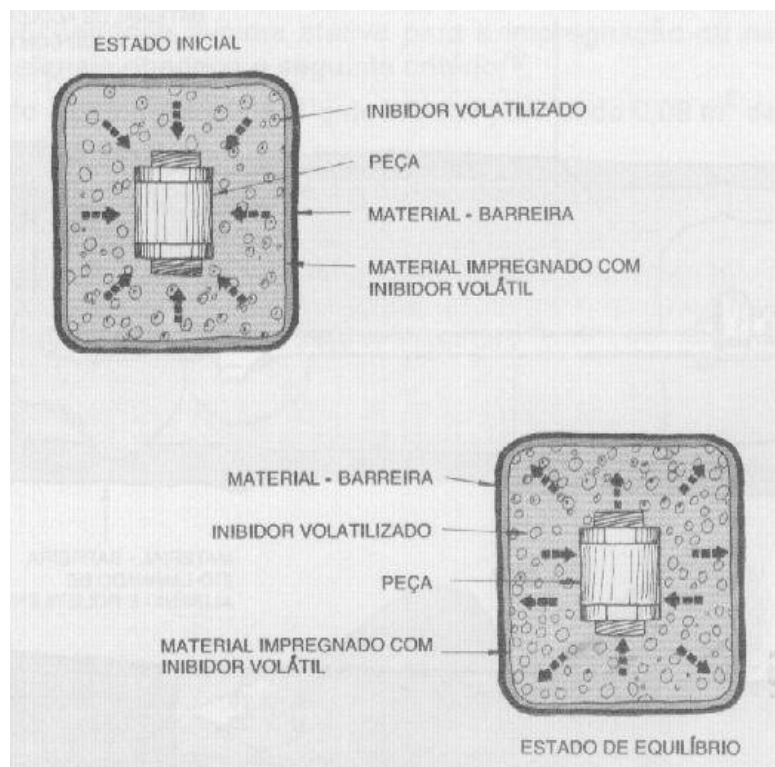


Figura 7.2 – Ilustração da ação do IVC na embalagem (Woly nec et al., 1992).

Os componentes do IVC não atacam o aço, mas deve-se verificar sua compatibilidade com outros materiais, pois existem casos em que o IVC pode até favorecer a oxidação em reação com o material. O IVC nunca deve ser usado conjuntamente com dessecantes, pois os dessecantes atuam absorvendo o vapor e, assim, diminuiriam o efeito do IVC na embalagem (Woly nec et al, 1992).

CAPÍTULO 8

OXIDAÇÃO, CORROSÃO, UMIDADE E TEMPERATURA

8.1 Introdução

Conforme Wolyneć et al (1992), define-se corrosão como a transformação de um metal ou liga pela sua interação química ou eletroquímica com o meio em que se encontra, como a atmosfera ou a água do mar.

A corrosão do metal é um estágio avançado de deterioração que se iniciou com uma pequena oxidação que, posteriormente, avança danificando o material gradativamente. A oxidação é iniciada por vários fatores e, no caso da embalagem em estudo, a condição atmosférica é o principal fator. A condição atmosférica no momento do fechamento da embalagem e a condição da embalagem (não selada), fazem com que a atmosfera influa diretamente na carga.

Wolyneć et al (1992), classifica a corrosão atmosférica em:

1. Corrosão atmosférica seca: ataque provocado por uma reação gás-metal com formação de película de óxido. Este tipo de corrosão é muito lento e não provoca maiores danos à superfície.

2. Corrosão atmosférica úmida: ocorre quando é formada uma película de eletrólito na superfície do metal, o que possibilita o ataque eletroquímico. A velocidade de corrosão dependerá da umidade relativa.

8.2 Umidade do ar

O ar atmosférico é uma mistura de ar seco e vapor de água. A quantidade de vapor de água presente no ar é variável mas, para uma determinada temperatura, tem-se um valor máximo que um dado volume de ar pode conter. Esse valor máximo denomina-se saturação e varia com a temperatura, tornando-se maior à medida que esta aumenta. A relação entre o valor do conteúdo de vapor de água na atmosfera e o valor de saturação para uma dada temperatura é denominada Umidade Relativa (UR).

Conforme visto no capítulo 7, a umidade relativa do ambiente é o maior

responsável pela oxidação do metal dentro da embalagem, mas a possibilidade de ataque ao material também está relacionada com o tipo de atmosfera, pois a umidade agindo isoladamente não tem um grande poder de iniciar a corrosão do material.

Na Figura 8.1 são apresentados resultados de efeito da umidade relativa e impurezas do ar sobre a corrosão atmosférica do ferro (Wolynec et al., 1992). Vê-se nesta figura que a corrosão do ferro em ar seco apresenta um avanço extremamente pequeno com o tempo (curva A). Já na curva “B” foram introduzidos 0,01% de SO₂ no ar. Nesse ambiente nota-se que a velocidade de corrosão cresce bastante com umidades relativas superiores a 75%. Esse valor é denominado de “umidade crítica”, definida como a umidade relativa acima da qual o material começa a ser corroído de forma apreciável. Na curva “C” está apresentada a corrosão do metal na presença de 0,01% de SO₂ e fuligem. Nota-se um aumento ainda mais significativo da corrosão pela presença de partículas de fuligem.

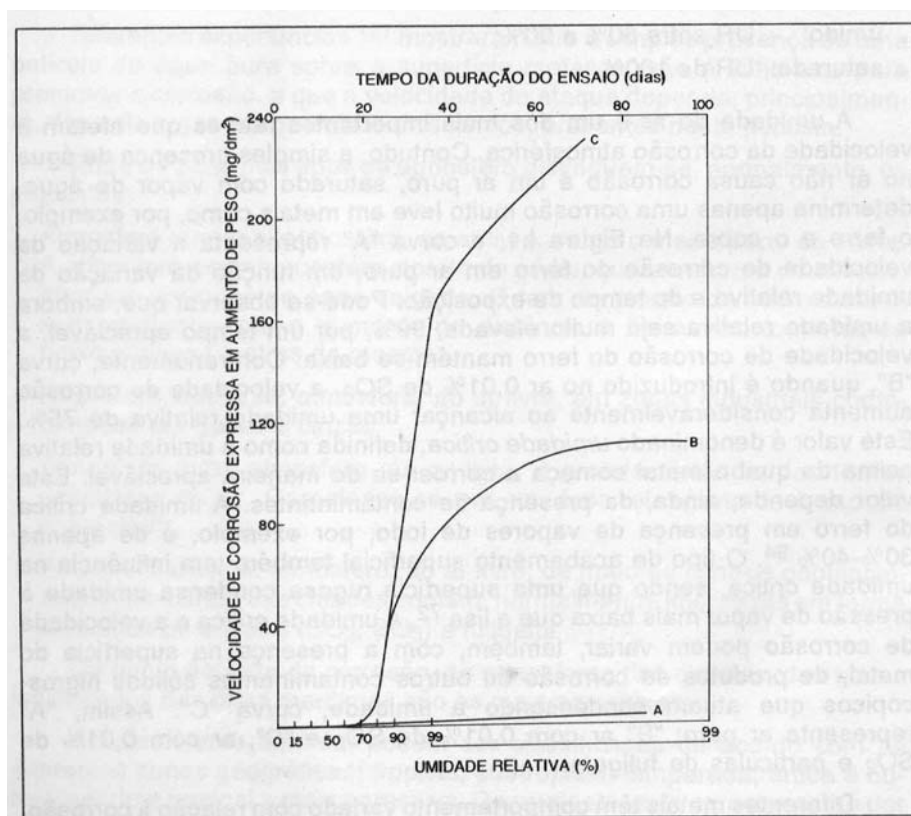


Figura 8.1 – Efeito da umidade relativa e impurezas do ar sobre a corrosão atmosférica do ferro (Wolynec et al., 1992).

Além da umidade relativa a composição gasosa da atmosfera também caracteriza sua agressividade. A atmosfera próxima à orla marítima é caracterizada pelo alto teor de cloreto de sódio que é muito agressivo. Já na zona rural a atmosfera se caracteriza pela presença de carbonato e sulfato de cálcio hidratado, que são menos agressivos.

8.3 Temperatura

A influência da temperatura na velocidade de propagação da corrosão nos metais é de difícil determinação. Em experiências com temperaturas elevadas em atmosferas simuladas, a velocidade de corrosão do ferro e do zinco foram maiores, mas os resultados podem estar mascarados pela presença de poluentes (Wolyneec et al, 1992).

O maior efeito da temperatura com relação à corrosão é a sua brusca variação, que pode causar a condensação de água na carga (Moura et al, 1990). Conforme Wolyneec et al (1992). A queda da temperatura pode aumentar a umidade relativa que pode ultrapassar os valores de umidade crítica.

Por essas razões é importante conhecer as variações de umidade relativa e de temperatura nas diferentes épocas do ano, especialmente para locais com umidade relativa superior à umidade crítica. Esse conhecimento é fundamental para a determinação da melhor proteção para as peças a ser usada nas embalagens.

Wolyneec et al (1992) apresenta trabalhos baseados em parâmetros meteorológicos que orientam e determinam mapas de “índice de deterioração”. Esses índices variam de acordo com a estação do ano mas, de um modo geral, as áreas mais propensas a causar deterioração estão localizadas na região do equador nas zonas que apresentam a conjugação de altas temperaturas com alto índice de umidade.

Nas Figura 8.2 a 8.5 são apresentadas ilustrações com os índices de deterioração.

Cada mapa representa os índices de deterioração para cada estação do ano. Nestes mapas é possível visualizar que as áreas ao longo da linha do equador sempre estão com os maiores índices. Esses mapas ajudam a definir as proteções a serem utilizadas nas embalagens de acordo com o trajeto da viagem e da estação do ano.

A região produtora de peças no Brasil fica situada na região sul e sudeste que é uma área de média deterioração. Mas se for considerado que a exportação das peças cruza o equador, e nessa região o índice de deterioração é o maior, deve-se considerar que o pior caso é o mandatório para a definição da embalagem.

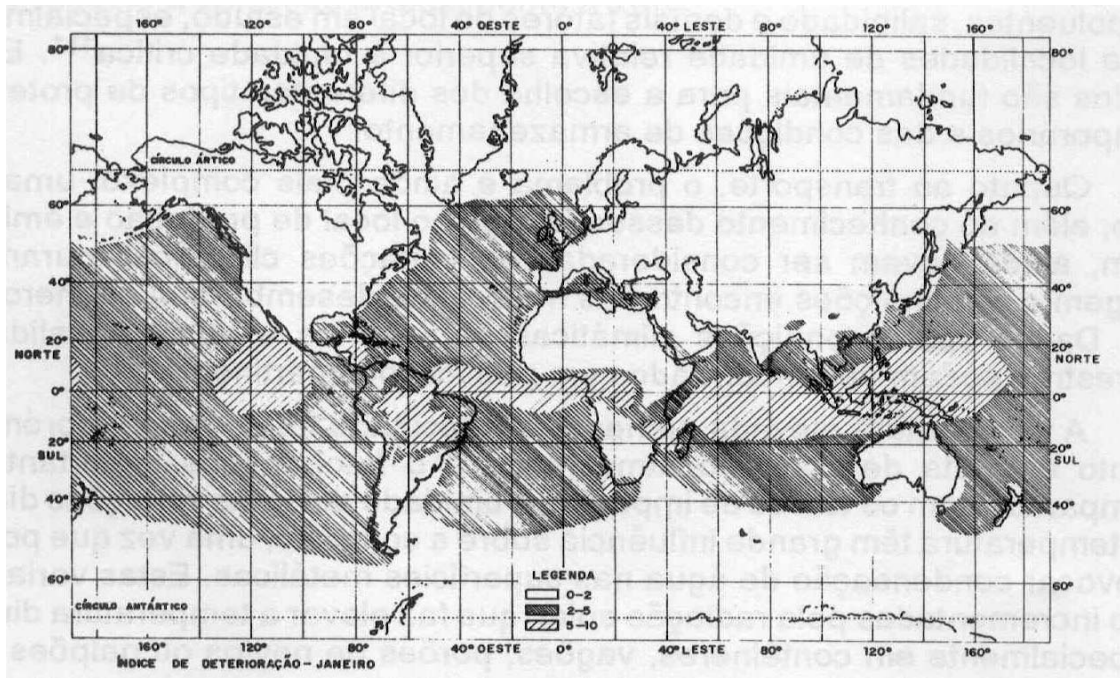


Figura 8.2 – Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de janeiro (Woly nec et al, 1992).

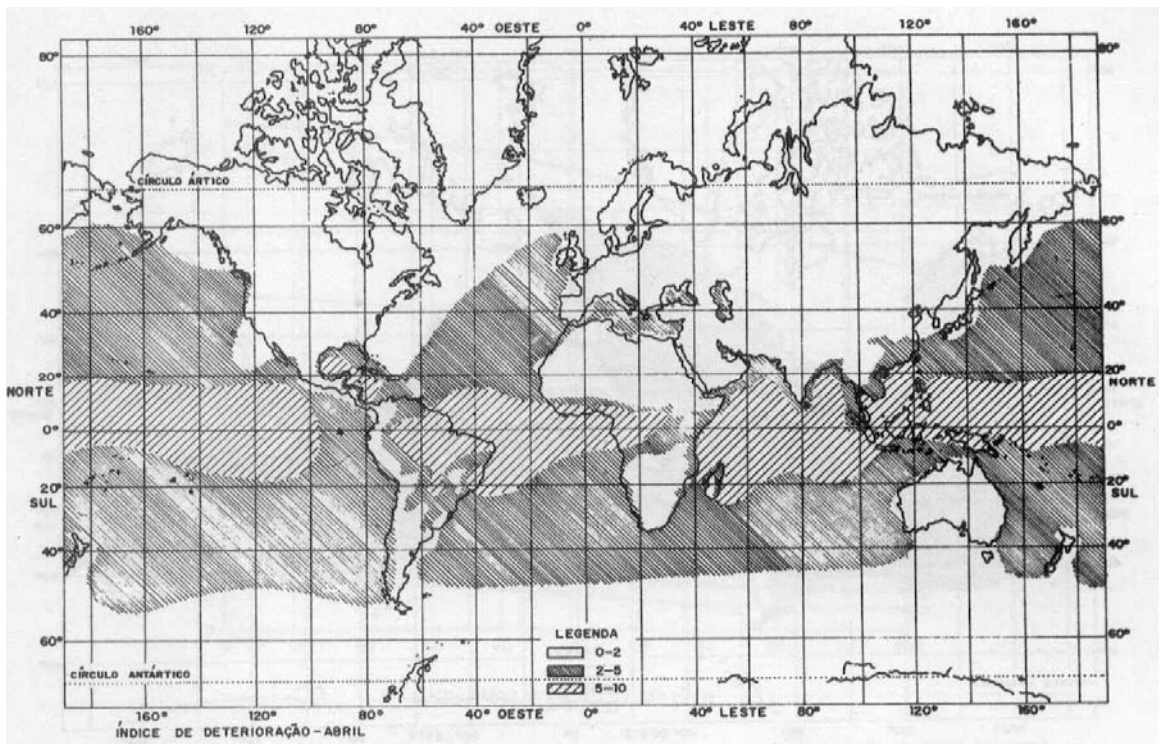


Figura 8.3 – Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de abril (Woly nec et al, 1992).

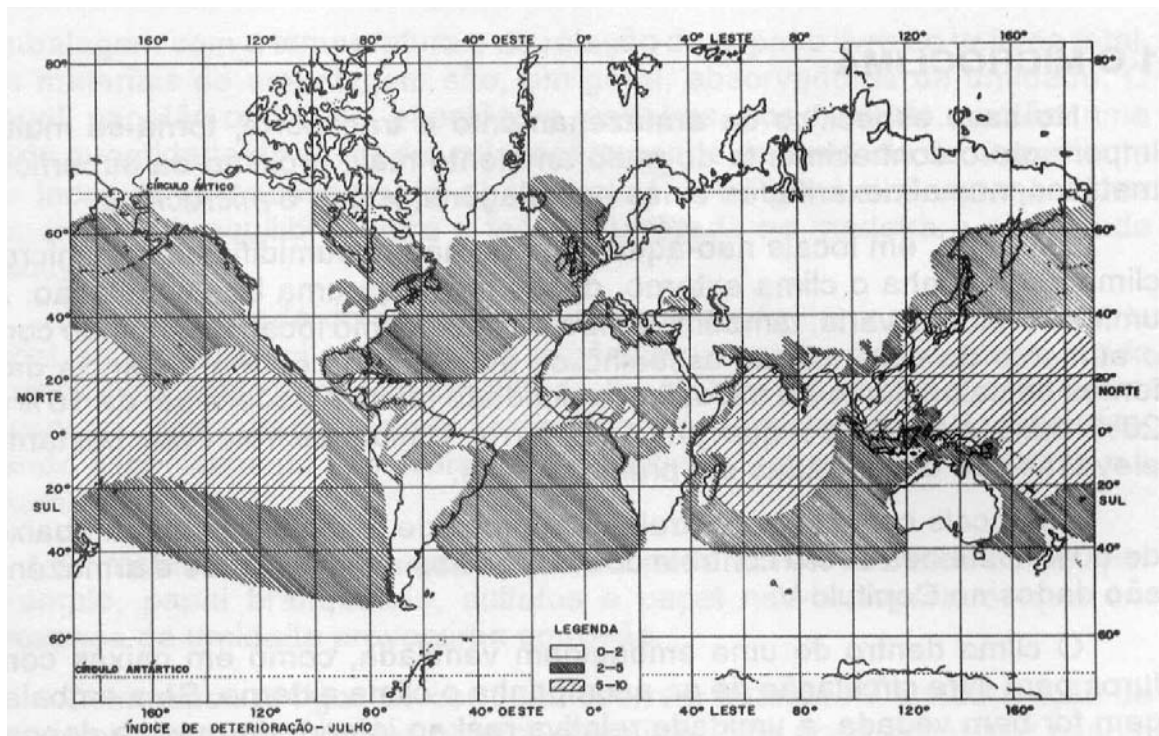


Figura 8.4 – Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de julho (Woly nec et al, 1992).

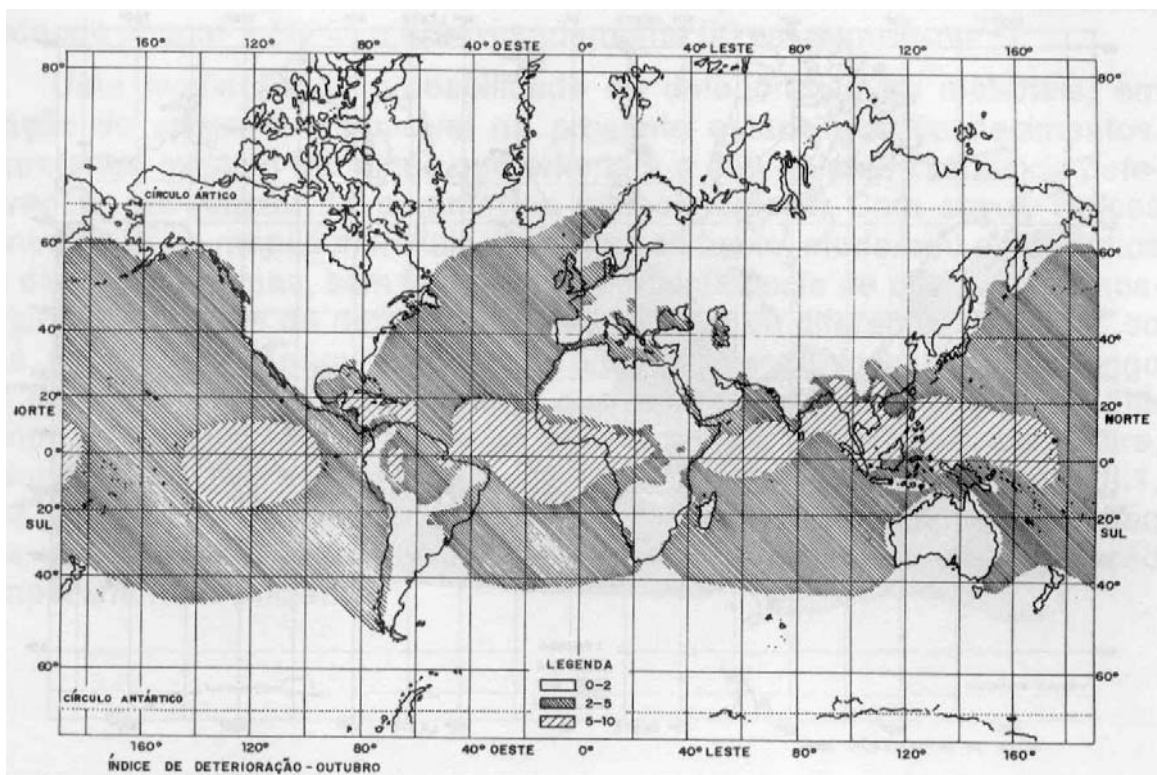


Figura 8.5 – Mapa mundial dos índices de deterioração do mês de outubro (Woly nec et al, 1992).

CAPÍTULO 9

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE PEÇAS EM EMBALAGEM CKD

9.1 Introdução

A impossibilidade de se lacrar as embalagens CKD e a necessidade de proteção para as peças faz do trabalho de desenvolvimento da embalagem uma tarefa bastante complexa. Se, por um lado, a caixa de madeira é o invólucro perfeito para se proteger as peças, por outro, as constantes trocas de ar entre a parte interna e externa da embalagem, que “respira” livremente (Brown, 1959) pelas frestas e vãos entre a proteção, podem ser o fator que causa oxidação nas peças.

Brown (1959) recomenda que a umidade interna da embalagem seja mantida entre 30 e 40% de umidade relativa enquanto Wolyne et al (1992) indica a faixa de 50% em termos gerais e 30% quando se souber que haverá mudanças bruscas de temperatura. Moura et al (1990) ressalta que as temperaturas nos porões dos navios podem variar em até 50° C, o que causaria a condensação da umidade dentro da embalagem e o início da oxidação das peças.

A única forma de se saber o que ocorre com a atmosfera dentro do container e dentro da embalagem é por meio da leitura da temperatura e da umidade do ar em condições normais de uso, ou seja, colher as leituras dentro da embalagem quando do seu transporte. A tecnologia atualmente empregada em medidores-registradores permite sua utilização com baixo custo e alta precisão de tomada de dados. Atualmente existem diversos equipamentos eletrônicos que podem ser usados para esse fim. Os equipamentos são colocados na carga e fazem a aquisição de dados (leituras) das condições sofridas pela carga durante todo o trajeto. Essas amostras reais do microclima da embalagem ajudam sensivelmente na determinação das causas de oxidação nas peças e permitem a definição de projetos de embalagens mais robustas e com proteções mais eficientes para este ou aquele trajeto.

Com esse objetivo, foi realizada avaliação das condições de temperatura e umidade de peças estampadas de carroceria de veículo em embalagem CKD em transporte marítimo (condição mais severa). Esse estudo visou obter o registro das condições sofridas pela carga desde sua embalagem até a abertura das caixas no consumidor.

9.2 Trajeto da carga e época de embalagem das peças.

A carga escolhida para o registro da temperatura e umidade teve como destino a Colômbia. Esse trajeto foi escolhido pela passagem da carga pela zona equatorial que é, segundo Wolyneec et al (1992), a área de maior probabilidade de deterioração do metal devido ao alto grau de umidade encontrado nessa região. Na figura 9.1 pode-se verificar o trajeto do navio e os índices de deterioração desde o Brasil até a Colômbia.



Figura 9.1 – Trajeto realizado durante o transporte marítimo das peças mostrando os índices de deterioração para os meses de outubro.

O mês de outubro não é, pelos gráficos apresentados por Wolyneec et al (1992), o período de maior possibilidade de deterioração das peças, mas foi escolhido por ter ocorrido o aparecimento de oxidação em algumas peças nesse mesmo trajeto num embarque anterior, naquele mesmo período. Portanto, o registro visava determinar a possível causa da oxidação ocorrida em algumas peças.

9.3 Os registradores

Nesse embarque foram utilizados registradores de temperatura e umidade que permitem regulagem para medições periódicas e com a definição do tempo entre as medições pré-estabelecidas. Nesse caso os registradores foram regulados para medições de 10 em 10 minutos para que pudesse ser verificada qualquer mudança brusca de temperatura e/ou umidade. Os aparelhos utilizados executam medidas de temperatura entre -40°C e $+80^{\circ}\text{C}$, com precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, e umidade relativa entre 0% e 95%, com precisão de $\pm 1\%$ (Dickson, 2003). Os registradores funcionam com baterias que são ligadas automaticamente no momento programado para as medições. A capacidade de registros é de 16.256 amostras para cada parâmetro (temperatura e umidade relativa), o que permite seu uso em viagens de longa duração com tomadas de medidas bastante próximas. Os equipamentos, depois de resgatados das embalagens, são conectados a um computador e os dados são descarregados para um arquivo para serem estudados.

9.4 Posição dos registradores na carga

O objetivo das medições desse embarque foi captar as variações de temperatura e umidade nas peças dentro das proteções contra oxidação e também dentro do container. Como o container possui respiros, teoricamente a atmosfera interna é igual à atmosfera externa do container, mas como a carga é bem compacta e ocupa quase que a totalidade do volume interno do container, é possível que não haja uma troca total da massa de ar e, ao mesmo tempo, a temperatura e umidade sejam diferentes em diversos pontos do container.

Por esse motivo foram colocados 6 registradores em um container com a seguinte localização :

1. Registradores 1 e 2 – colocados junto às peças e dentro da proteção de plástico com IVC, em duas caixas diferentes.

Tem-se, então, a análise da embalagem feita pelo trajeto a ser cumprido pela embalagem e tomando-se em conta a agressividade da atmosfera que a embalagem deverá encontrar. A importância da atmosfera não se restringe à análise da umidade mas também, como mostrado no gráfico da Figura 8.1, à possibilidade de haver impurezas quando da embalagem das peças, que farão com que a possibilidade de deterioração das peças em conjunto com a umidade seja aumentada (Wolyniec et al, 1992).

2. Registradores 3 e 4 – colocados dentro das caixas, mas fora das proteções de plástico com IVC, em duas caixas diferentes.
3. Registrador 5 – colocado ao lado do respiro do container e próximo à porta.
4. Registrador 6 – colocado no fundo do container e longe dos respiros.

A posição dos registradores 1 e 2 tem por objetivo captar as condições do ar (microclima) que está diretamente em contato com as peças, conforme apresentado na Fig. 9.2.

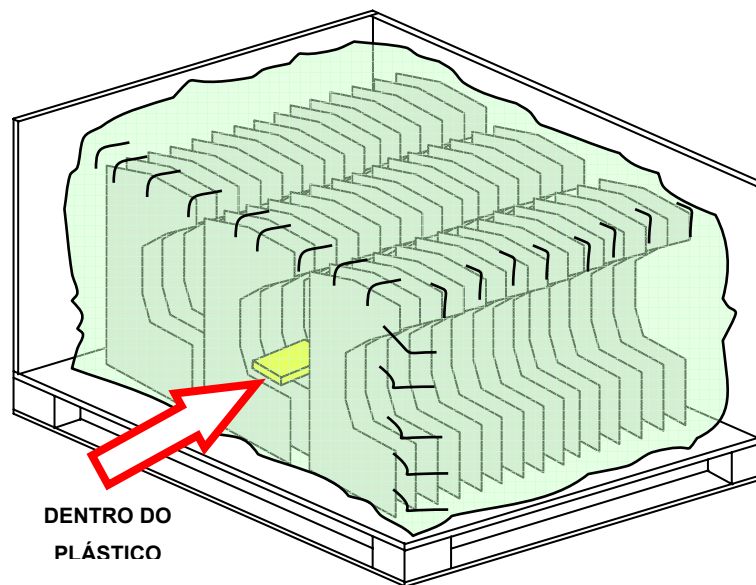


Figura 9.2 – Registrador colocado dentro do plástico com IVC (GMB; 2005)

O objetivo dos registradores colocados dentro da caixa, mas fora das proteções de plástico, foi o de verificar a estanqueidade das caixas, sua possível ação como barreira à entrada da umidade e bloqueio térmico (Fig. 9.3).

O registrador 5 foi colocado ao lado do respiro do container e próximo à porta, para obter dados de temperatura e umidade da atmosfera externa ao container (Fig. 9.4).

Como a carga estava tomando quase totalmente o volume interno do container e havia pouco espaço para a circulação de ar ou para a troca de ar com o ambiente externo, havia a possibilidade de que ocorressem diferentes ambientes dentro do container. Assim, o registrador 6 foi colocado no fundo do container para obter dados de temperatura e umidade dentro do container, mas longe dos respiros, a fim de verificar se havia diferença entre pontos dentro do container (Fig. 9.5).

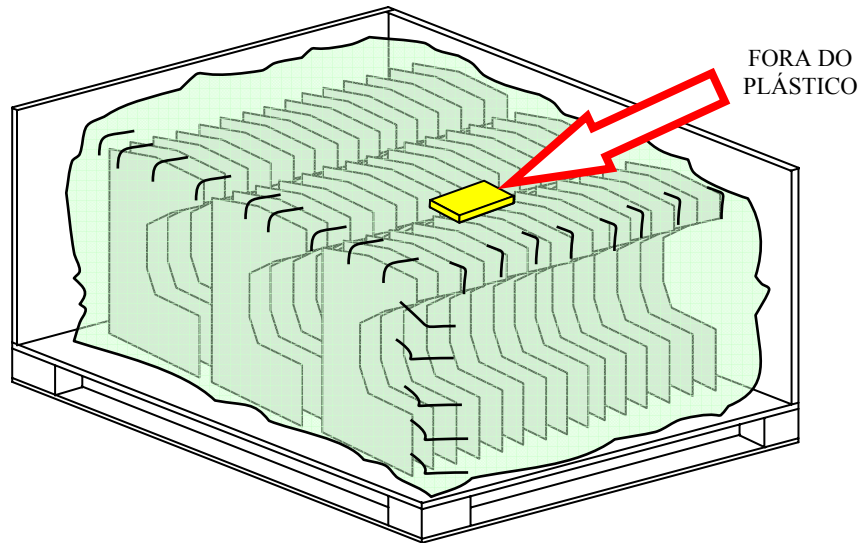


Figura 9.3 – Registrador colocado dentro da caixa mas fora do plástico com IVC (GMB;2005)

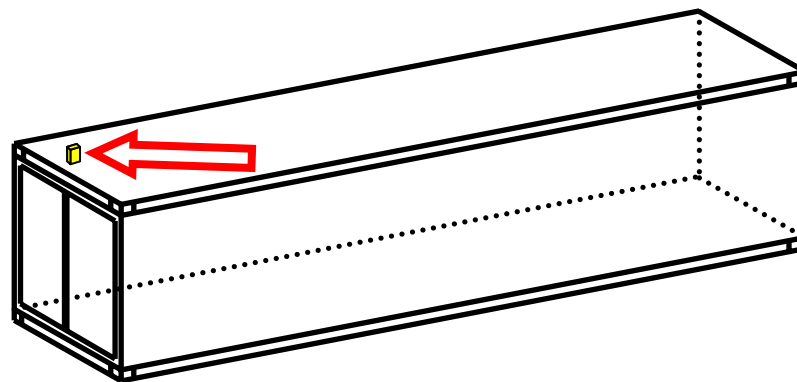


Figura 9.4 – Registrador colocado dentro do container, próximo ao respiro. (GMB;2005)

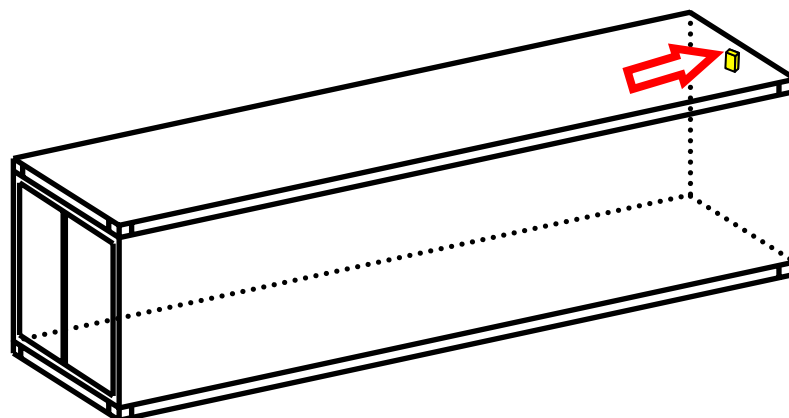


Figura 9.5 – Registrador colocado dentro do container e no fundo. (GMB;2005)

O acompanhamento da carga é importante para se obter o perfil de temperatura e umidade em cada parte do trajeto. As datas são importantes para registro, pois uma das

particularidades do ambiente, que foi ressaltada por Wolyneec et al (1992), é que a atmosfera costeira contém mais NaCl do que em alto mar. Portanto, o período que o container ficou aguardando no porto é o período crítico e muito importante para o estudo.

Conforme registros de acompanhamento da carga as datas foram :

Data de colocação dos registradores nas caixas : 14 de outubro

Data de colocação dos registradores no container : 16 de outubro

Data de chegada do container no porto de saída : 16 de outubro

Data de embarque no navio : 06 de novembro

Data de chegada no porto de destino : 20 de novembro

Data de abertura do container e das caixas : 23 de novembro

9.5 Dados colhidos pelos registradores

Após a viagem concluída e as caixas abertas, todos os registradores foram resgatados das caixas e do container e enviados de volta para a descarga e avaliação dos dados colhidos durante a viagem. Nas Figuras 9.6 a 9.11 estão apresentados os dados armazenados por todos os registradores, já de forma gráfica, onde se pode verificar as variações de temperatura e umidade que a carga sofreu durante todo o processo.

9.6 Análise dos dados colhidos pelos registradores

A partir dos dados registrados pode-se executar a análise da influência da temperatura e umidade na carga. Há que se salientar que, para esse embarque, não foi relatado nenhum dano ou oxidação nas peças. Toda a carga chegou perfeita ao destino e as embalagens estavam em ótimas condições.

Por não ter ocorrido nenhum dano à carga, a análise dos dados armazenados será feita para verificar quais as condições reais do microclima dentro da proteção de plástico, dentro da caixa de madeira e dentro do container, as variações encontradas entre os registradores e as possíveis causas dessa variação. Enfim, determinar quais as condições reais da carga durante a viagem e suas possíveis implicações.

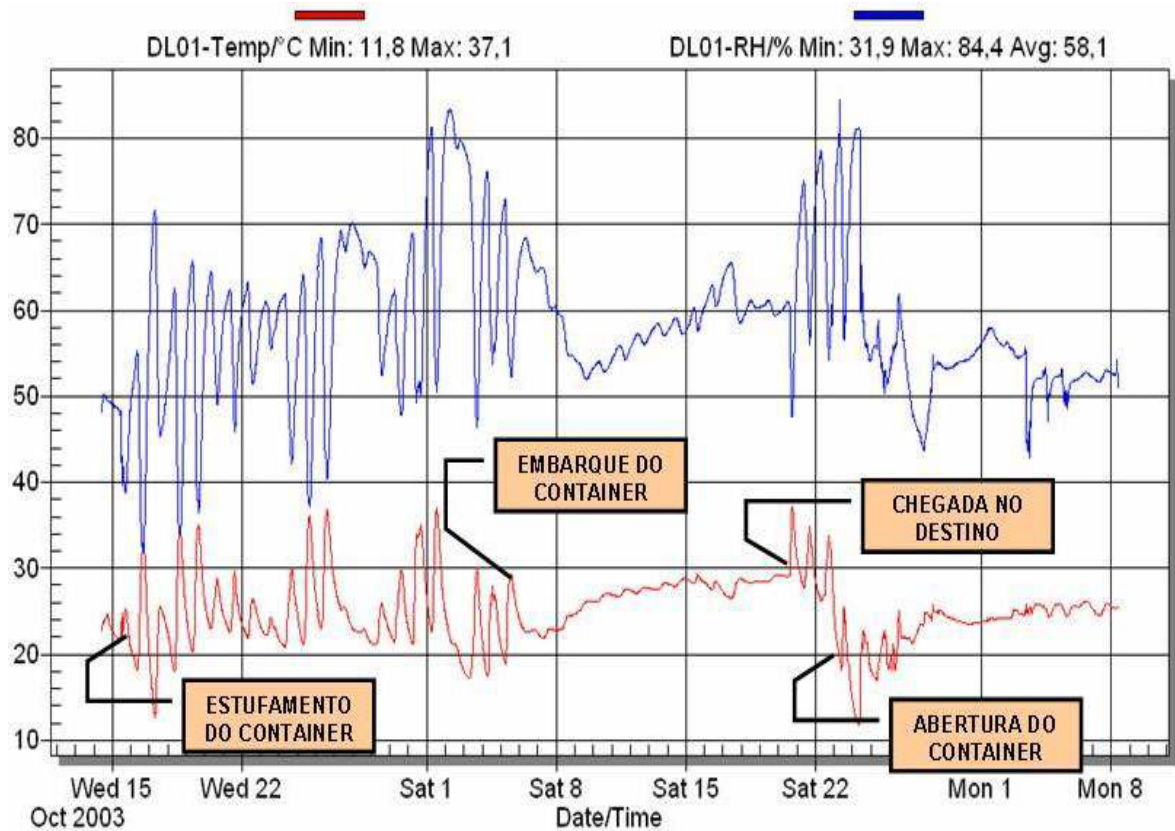


Figura 9.6 – Dados colhidos pelo registrador 1 (dentro do plástico)

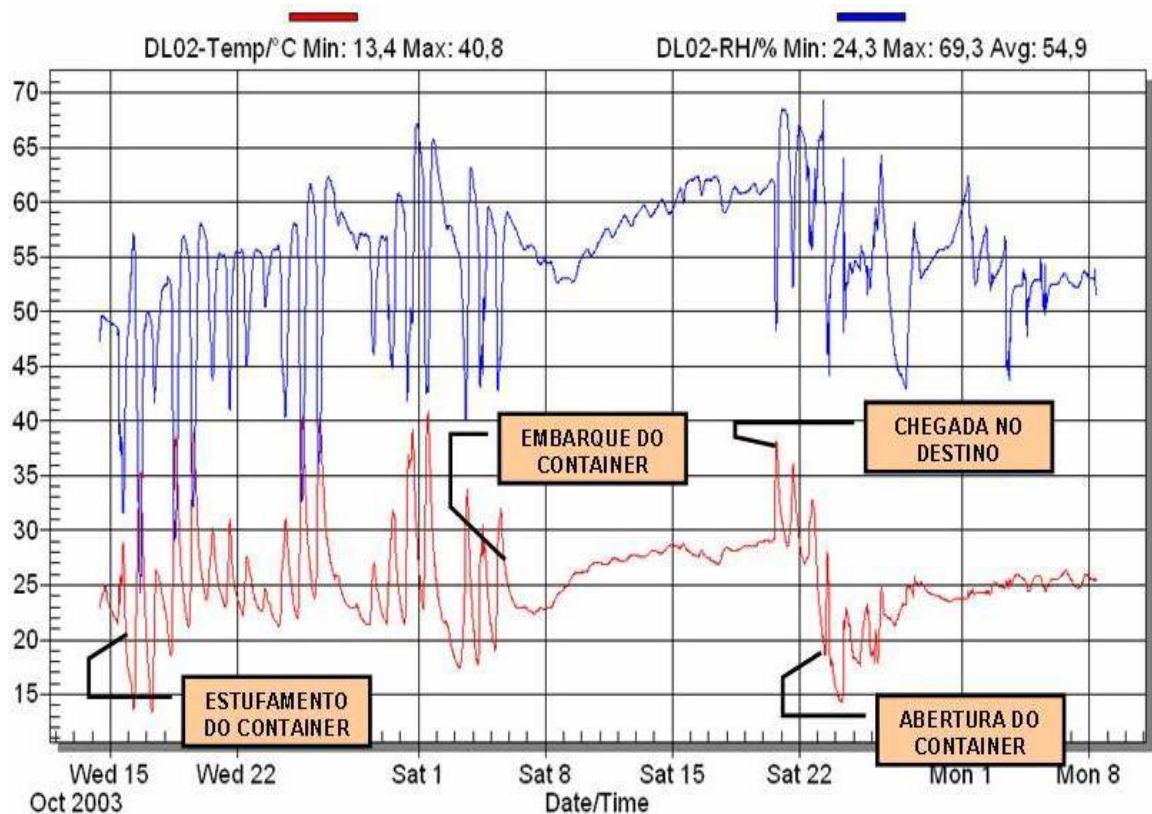


Figura 9.7 – Dados colhidos pelo registrador 2 (dentro do plástico)

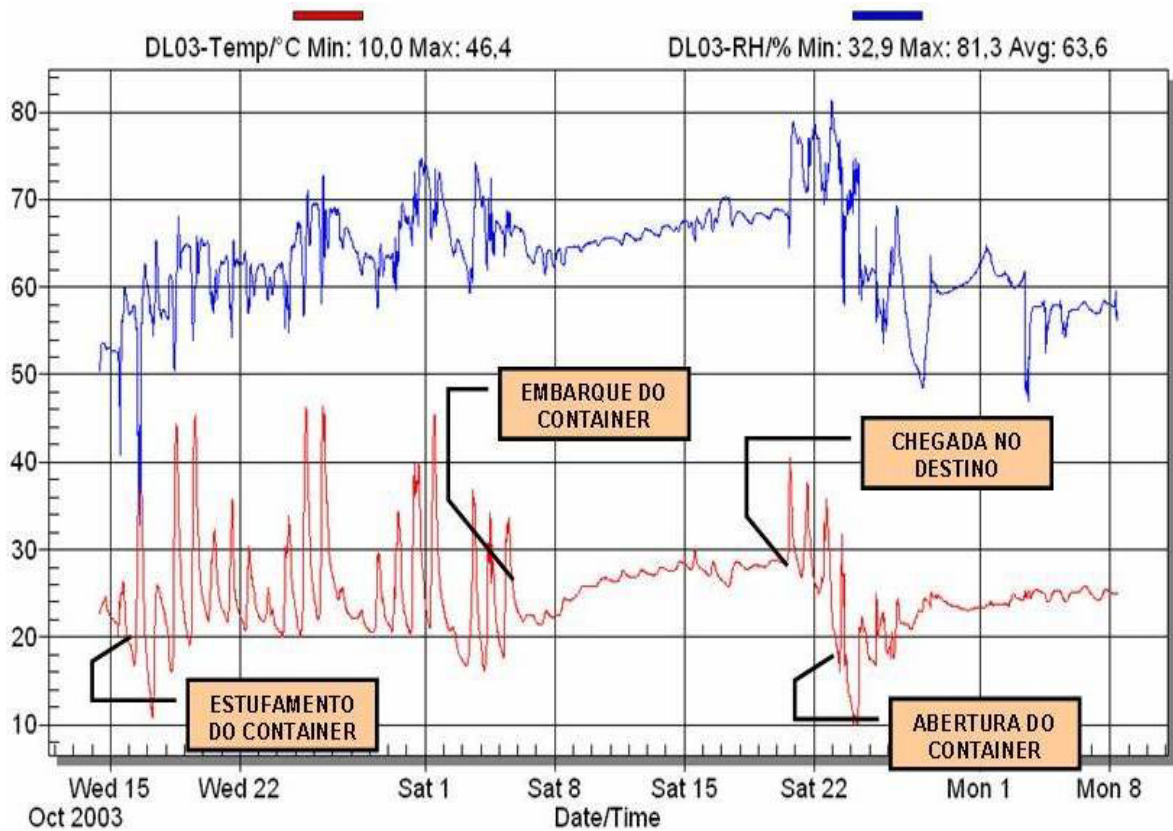


Figura 9.8 – Dados colhidos pelo registrador 3 (dentro da caixa, fora do plástico)

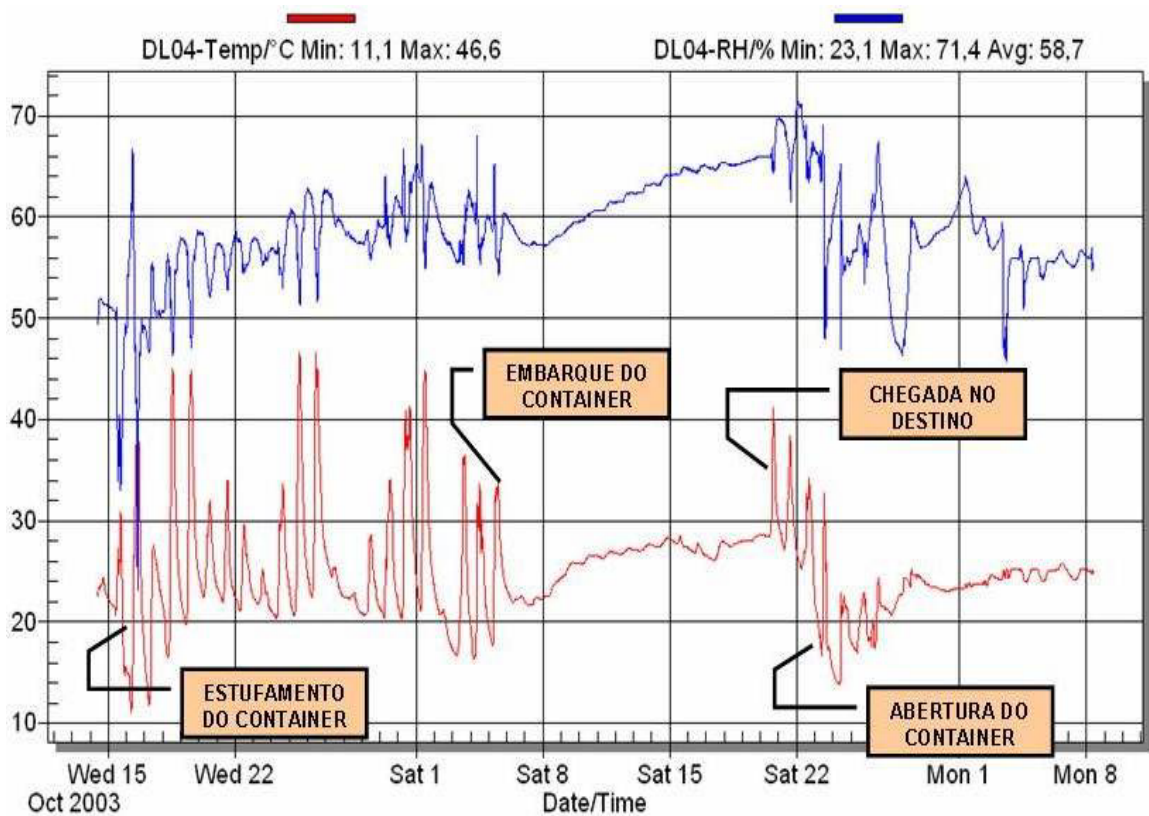


Figura 9.9 – Dados colhidos pelo registrador 4 (dentro da caixa, fora do plástico)

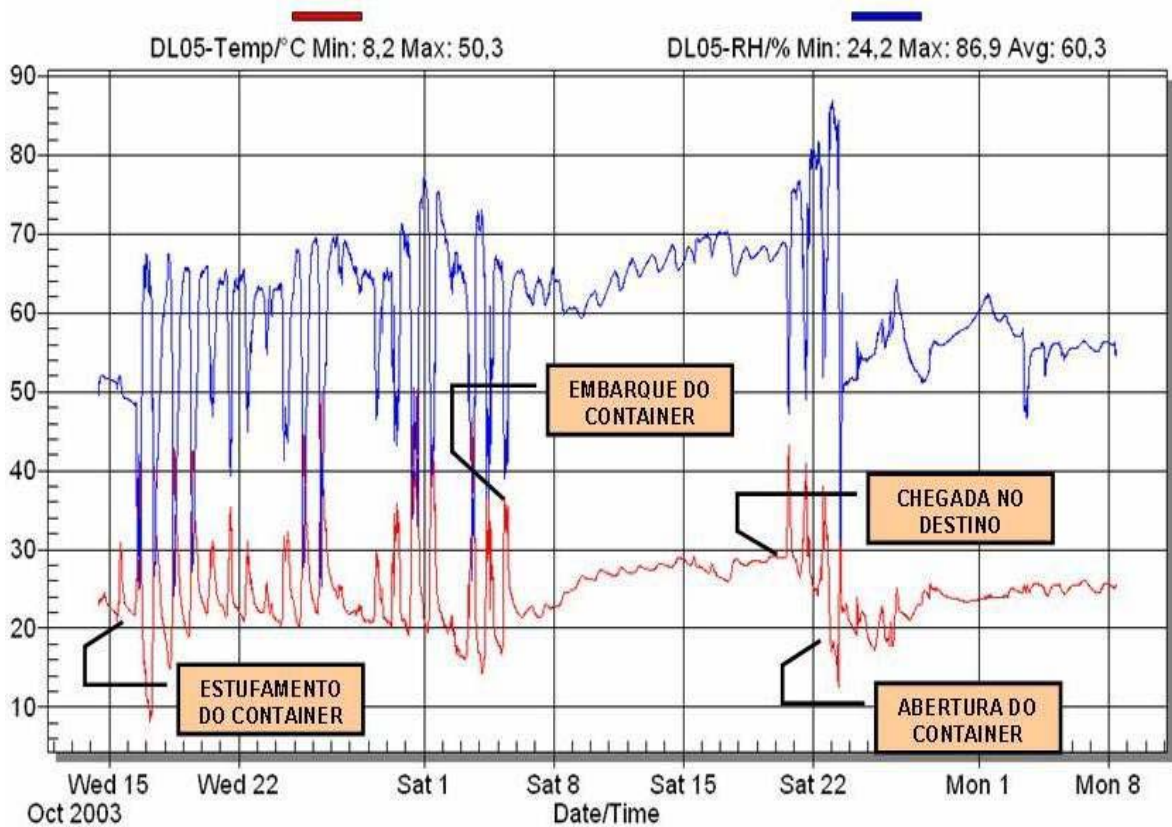


Figura 9.10 – Dados colhidos pelo registrador 5 (próximo ao respiro)

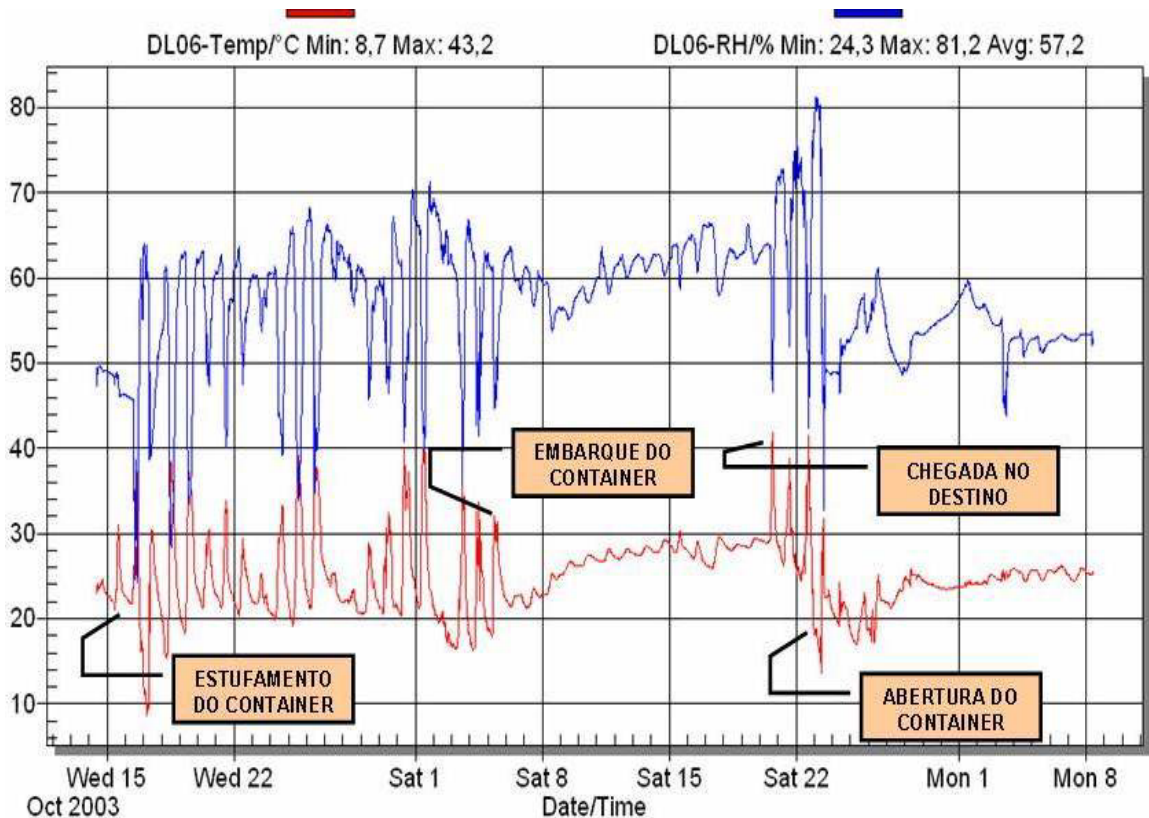


Figura 9.11 – Dados colhidos pelo registrador 6 (longe do respiro)

Nas Figuras 9.6 a 9.11 estão registrados valores de temperatura e umidade do ar mesmo depois das caixas abertas. Isto ocorreu uma vez que os equipamentos só foram desligados quando de seu retorno à empresa. Estes valores, contudo, não tem significado e foram todos desconsiderados da análise realizada e apresentada a seguir.

Na Tabela 9.1 estão apresentados os valores máximos, mínimos e médios de temperatura e umidade relativa do ar registrados.

Tabela 9.1 – Temperatura e Umidade-Valores máximos, mínimos e médios registrados

REGISTRADOR	TEMPERATURA ° C			UMIDADE RELATIVA %		
	MÍN	MÁX	MÉDIA	MÍN	MÁX	MÉDIA
1	11,8	37,1	25,7	31,9	84,4	59,5
2	13,4	40,8	26,1	24,3	69,3	55,4
3	10,0	46,4	25,7	32,9	81,3	65,2
4	11,1	46,6	25,7	23,1	71,4	59,4
5	8,2	50,3	25,6	24,2	86,9	61,8
6	8,7	43,2	25,4	24,3	81,2	58,5

Nessa tabela pode-se verificar que a umidade relativa dentro do plástico, ou seja, o microclima no ambiente que estava em contato com as peças chegou a níveis bastante altos. Os registradores 1 e 2 que estavam junto às peças e dentro do plástico registraram máximas de 84,4 % e 69,3 % de umidade relativa, respectivamente. Esses valores estão bem acima dos valores recomendados por Brown (1959), que estipula entre 30% e 40% de umidade relativa para manter a atmosfera não agressiva, e de Wolyneec et al (1992), que recomenda abaixo de 50% de umidade relativa.

Ainda assim, a máxima alcançada pode ter sido apenas um valor pontual, ou seja, pode ter ocorrido apenas uma vez ou poucas vezes, ou o período em que a umidade ficou acima do recomendado foi curto. Para verificar essa possibilidade foram analisados todos os registros e as leituras foram divididas em duas faixas, como segue:

1. Registros maiores que 50% de umidade relativa
2. Registros menores ou iguais a 50% de umidade relativa

Como esses parâmetros são importantes apenas para os registros feitos nos instrumentos que estavam colocados junto às peças, ou seja, dentro do plástico com IVC, tomaram-se apenas os registradores 1 e 2 para a verificação. A quantidade de registros em cada faixa de umidade relativa é apresentada na Tabela 9.2.

Tabela 9.2 – Quantidade de registros em cada faixa de umidade relativa

	Reg. 1	Reg. 2
NÚMERO DE LEITURAS COM UMIDADE MAIOR QUE 50%	5072	4675
NÚMERO DE LEITURAS COM UMIDADE MENOR OU IGUAL A 50%	740	1137

Verifica-se da análise da Tabela 9.2 que a quantidade de registros de umidade relativa acima de 50% foi muito maior do que a dos registros com umidade inferior a 50%. Para o registrador 1 ocorreram 87,3 % de medições acima de 50% de umidade relativa e para o registrador 2 ocorreram 80,4 % de medições acima de 50% de umidade relativa.

Pode-se considerar que as peças naquele container ficaram no ambiente com a umidade relativa acima de 50%, em média, 83,8 % do tempo. A elevada umidade relativa, acima das recomendações de Brown (1959) e Wolyneć et al (1992), não foi suficiente para causar a oxidação nas peças, que chegaram ao destino sem nenhum dano.

Pelos gráficos do registrador 5 (Figura 9.10), que estava próximo ao respiro do container e retrata melhor o ambiente externo, também é possível verificar que a variação de temperatura do ar durante o trajeto no mar, que ocorreu entre 6/11 e 21/11, não sofreu muita variação, o que comprova a afirmação de Wolyneć et al (1992) de que “...a temperatura da água do mar não sofre variações diurnas-noturnas tão grandes como as da terra...”. Na figura 9.10 pode-se ver também que a umidade relativa do período de viagem no mar ficou entre 60% e 70%; abaixo dos valores normalmente encontrados segundo Wolyneć et al (1992) ... *o ar do mar raramente está saturado com vapor de água e, em geral, a umidade relativa varia entre 70% e 90%.*

Essa característica foi registrada, também, no microclima de dentro das caixas pelos registradores 1 e 2 que estavam dentro do plástico, conforme mostrado nas Figuras 9.6 e 9.7.

Fazendo um comparativo da Figura 9.10 (registrador 5, que estava posicionado próximo ao respiro) que retrata as características externas do clima, com os gráficos das Figuras 9.6 e 9.7, que são os gráficos dos registradores que estavam posicionados dentro do plástico protetivo, pode-se verificar que a embalagem faz o “amortecimento” e funciona como uma barreira contra a troca imediata do ar interno pelo externo. Obviamente essa barreira é ajudada pelo container, pois os respiros são extremamente

pequenos em relação ao volume de ar que há dentro deste container. Esses respiros são em número de 6 sendo 3 de cada lado do container. Cada respiro tem 9 furos de 12,7 mm o que resulta em uma área total aberta para o ambiente externo por volta de 0,00684 m², ou seja, uma área extremamente pequena para realizar a troca de toda a massa de ar com o ambiente interno do container. Sabe-se que a umidade relativa aumenta com a queda da temperatura, já a umidade absoluta não deve mudar se o ambiente não receber mais vapor de água.

Para verificar se houve aumento da umidade absoluta durante o trajeto, foram tomados os dados do registrador 1 e foram levantados os valores de umidade absoluta para as medições registradas de 4 em 4 horas. Esse intervalo de tempo entre as medições foi adotado por refletir a atmosfera interna da embalagem cobrindo todas as variações de temperatura e umidade que ocorreram com a carga.

Na Figura 9.12 é apresentado o gráfico que mostra a temperatura, umidade relativa e umidade absoluta dos dados gravados pelo registrador 1. É possível notar que houve aumento de umidade absoluta após o fechamento da embalagem no dia 14/10. Praticamente todas as medições após o dia 19/10 ultrapassam o valor de 10 g de água / kg de ar seco. Isso denota que a embalagem pode ter funcionado como uma “armadilha” para a umidade, devido à sua baixa capacidade de ventilação.

O aumento da umidade absoluta é função da embalagem não ser selada e deve ter ocorrido pela “respiração” da embalagem (Brown, 1959) através das frestas e vãos da caixa e do plástico de proteção. O que se observa nos dados apresentados na Figura 9.12 é que a média da umidade absoluta no dia 14/10 (data do fechamento da caixa) foi de 8,9 gramas de água por kg de ar seco, enquanto no restante do período a média foi de 12,4 gramas de água por kg de ar, ou seja, um aumento médio de 39,3 % na quantidade de vapor de água dentro da embalagem.

A troca de massa de ar com o ambiente faz com que o IVC seja consumido, ou seja, a saída do ar interno da embalagem carrega parte do IVC volatilizado fazendo com que a quantidade inicial de IVC na embalagem caia. Caso a quantidade de IVC inicial não seja totalmente perdida durante a viagem a embalagem (o que deve ter ocorrido no presente caso) permanecerá protegendo as peças, caso contrário haverá oxidação e a possibilidade de corrosão.

A condição ideal para a proteção das peças seria uma embalagem selada, onde o IVC atinge seu ponto de equilíbrio e protege o conteúdo indefinidamente (Genovez,

2000), porém essa característica é difícil de conseguir nesse tipo de peças, conforme visto anteriormente.

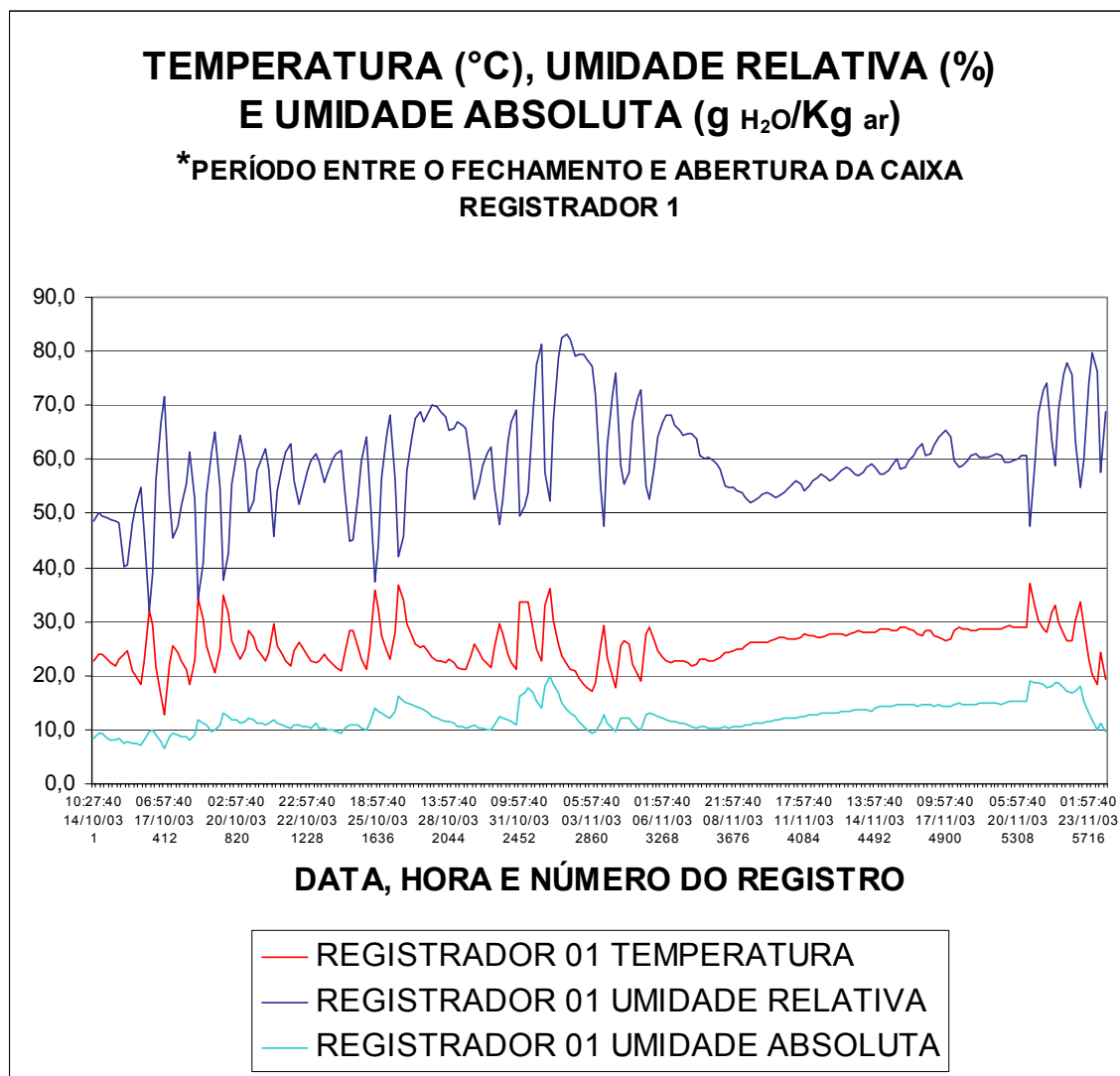


Figura 9.12 – Temperatura, umidade relativa e umidade absoluta – registrador 1

Os valores de umidade absoluta apresentados na Figura 9.12 foram obtidos com o uso do software Energy Equation Solver (EES, 2003) e são apresentados no Anexo A.

CAPÍTULO 10

CONCLUSÃO

A embalagem tem a função de proteger e manter as características do produto até o consumidor final (Moura et al, 1990). Brown (1959) já citava que “Indubitavelmente, o manuseio de materiais é a atividade física universal mais realizada”, por estar presente em todas as atividades. Após a segunda guerra mundial essa atividade tem tido desenvolvimento crescente e sua atenção voltada para a qualidade e redução dos custos, que é o principal desafio do engenheiro de embalagem (Bright, 1960).

Cada dia mais a engenharia de embalagens se relaciona com várias atividades da empresa, especialmente no desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos e técnicas na operação de embalagem e na preparação da mercadoria para armazenamento, transporte e movimentação (Moura et al, 1990). A estrutura dos portos e dos operadores logísticos é cada vez mais profissional e eficiente. Os containers são o padrão mais utilizado para o transporte de cargas em todo o mundo. Embalagens são desenvolvidas para máximo aproveitamento do volume dos containers e minimização de custos de frete (Naber et al, 2005).

A embalagem para exportação de peças metálicas de carroceria de veículos pode ser fabricada de várias formas. A disponibilidade de materiais no local de embalagem normalmente dita a regra para a melhor solução com relação à embalagem, à proteção das peças e, conseqüentemente, o custo da embalagem. Um exemplo é o Japão que envia suas peças em caixas metálicas ao invés de madeira por haver maior disponibilidade de aço naquele país.

Uma questão global que atinge as embalagens é a questão ambiental. A diretiva 94/62 CE, da comunidade européia, que trata das embalagens e de seus resíduos, tem em seu texto a preocupação em “*harmonizar as diversas medidas nacionais sobre a gestão de embalagens e seus resíduos com o fim de evitar ou reduzir seu impacto ambiental proporcionando, assim, um elevado nível de proteção ao meio ambiente*”. Cada dia mais o engenheiro de embalagens terá como premissa atender as normas e legislações do países com relação às questões ambientais.

As embalagens de exportação tratadas neste trabalho são feitas de madeira e alguns outros materiais utilizados nos apoios e separadores, tais como : polietileno expandido, plástico e outros, além dos pregos que são usados para sua estruturação e fechamento. Todos esses materiais são recicláveis e podem ser reaproveitados.

A preocupação com a manutenção da qualidade do conteúdo da caixa leva a desenvolvimentos dos materiais empregados e a busca por melhorar o aproveitamento do transporte. A madeira seca além de ter sua resistência mecânica aumentada (Friedman et al, 1960), diminui a possibilidade de ser uma fonte de vapores orgânicos que ajudarão a formar um ambiente oxidante (Woly nec et al, 1992).

A cada dia surgem novos materiais que são utilizados em embalagens para melhorar a proteção ao produto, para torná-la mais leve, mais resistente, mais fácil de manusear, mais fácil de montar, etc. Diversos testes são desenvolvidos para medir a eficiência das embalagens e dos produtos de proteção (Woly nec et al, 1992).

Toda a estrutura para operar uma planta de embalagem é fator fundamental para o perfeito desenvolvimento do trabalho dos embaladores. O estoque de componentes de embalagens deve ser projetado com todas as facilidades operacionais que o trabalho exige (Briggs, 1960).

No transporte de peças metálicas de carroceria de veículos o principal fator de

problemas é a oxidação. Todos os autores pesquisados ressaltam o problema de condensação dentro da embalagem como o principal fator causador do óxido sobre as peças metálicas. A preocupação com a umidade dentro da embalagem leva ao desenvolvimento de produtos que eliminam ou minimizam a umidade, tais como os Inibidores Voláteis de Corrosão, utilizados já em 1959, e os dessecantes (Brown, 1959).

Cálculos para uso dos dessecantes são largamente empregados, havendo muitas fórmulas desenvolvidas. Woly nec et al, (1992) cita 10 fórmulas para uso de dessecantes que são utilizadas na Alemanha, Rússia, França, Polônia e Inglaterra, e tem variações para os climas Tropical e Moderado. Como os dessecantes tem sua atuação mais eficiente em embalagens seladas, Brown (1959) desenvolveu fórmulas para calcular a quantidade adicional de dessecantes quando a embalagem possui aberturas definidas por onde haverá troca da massa de ar.

Os fabricantes de IVC tem sua recomendação de quantidade mínima, dependendo da embalagem e de qual o tipo de IVC empregado, para a proteção das peças e trazem em seus catálogos suas indicações (Genovez, 2000).

A utilização de registradores de temperatura e umidade para verificar as condições reais pelas quais a embalagem passou são uma ótima ferramenta que ajuda na pesquisa e desenvolvimento das embalagens. Os sensores eletrônicos tem pequenas dimensões e podem ser colocados em qualquer tipo de carga, a precisão da leitura é muito grande e a capacidade de armazenagem de registros possibilita um período bastante longo de avaliação.

Neste trabalho foram analisados os dados registrados pelos aparelhos colocados na carga de um embarque que partiu do Brasil para a Colômbia. Neles verificou-se que, como era esperado, a troca de massa de ar ocorre durante a viagem devido à impossibilidade de selar as embalagens. A umidade, que é o principal fator de oxidação

das peças, variou de acordo com as oscilações da atmosfera externa, mas com diferenças que atestam o efeito amortecedor que a embalagem provoca. As barreiras físicas da embalagem (paredes da caixa e plásticos protetivos) atuam diminuindo os efeitos da atmosfera externa protegendo seu conteúdo. Mesmo assim a umidade absoluta aumentou em relação ao dia do fechamento da embalagem, denotando que houve adição de vapor de água na atmosfera interna da embalagem.

O IVC utilizado nesse embarque cumpriu seu papel pois as peças chegaram no destino em perfeitas condições. Wolyneć et al (1992) ressalta que existem dois tipos de IVC, o de baixa pressão e o de alta pressão. Os de baixa pressão devem ser colocados próximos às superfícies a serem protegidas para assegurar uma concentração inicial efetiva. Já os de alta pressão evaporam-se mais rapidamente mas podem escoar da embalagem com mais facilidade. Nesse embarque foi utilizado plástico impregnado com IVC de alta pressão.

Notou-se que existe a possibilidade da embalagem acabar atuando como uma “armadilha” para a umidade devido à sua baixa capacidade de ventilação. A quantidade de vapor de água que entra pode não sair com a velocidade necessária e a umidade absoluta aumenta, aumentando a possibilidade da formação de condensação.

O levantamento das características climáticas do trecho da viagem pode ajudar no desenvolvimento de embalagens mais eficientes e de custo menor. Wolyneć et al (1992) salienta que a ventilação da embalagem é uma característica que evita a formação de condensação dentro da embalagem e, conseqüentemente, diminui a possibilidade de oxidação. Por outro lado, pode ocorrer a condensação dentro do container, uma vez que os respiros são muito pequenos para fazer uma boa ventilação, e a variação de temperatura no container, em um dia, pode chegar a 50° C (Moura et al, 1990).

Sem dúvida a atividade mais realizada no mundo, que é o manuseio de materiais segundo Brown (1959), continuará seu seu desenvolvimento para acompanhar as constantes solicitações, sejam elas de diminuição de custo, de limitações legais, de melhorias técnicas ou de novas soluções para embalagens. O consumidor, na outra ponta do processo, cada vez mais terá a garantia de que receberá o produto em perfeitas condições para seu uso.

CAPÍTULO 11

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BETTEGA, A. – Catálogo de Produto IVC – CYRBE – São Paulo – 1997.
- BRIGGS, A. J. – Warehouse Planning and Management. John Wiley & Sons – New York – 1960.
- BRIGHT, J. R. – Packaging Design Engineering. John Wiley & Sons – New York – 1960.
- BSI. Method for determining the permeability to water vapour of flexible sheet materials used for packaging BS3177:1959, British Standards Institution, London : 1991
- BROWN, K. – Packaging Design Engineering. John Wiley & Sons – New York – 1960.
- DAMOULIS, G. L. Projeto e Construção de Carrocerias. Faculdade de Engenharia Industrial, São Bernardo do Campo, 2002.
- DICKSON Co. – Catálogo TP120 – USA – 2003.
- CE . Embalagens e Resíduos de Embalagens. Diretiva 94/62/CE – Parlamento Europeu e do Conselho – Comunidade Européia – 1994.
- FREIDMAN W. F.; KIPNEES, J. J. – Industrial Packaging.. London, Chapman &Hall Ltd – 1960 .
- GENOVEZ, M. – Catálogo de Produto IVC. VCI Brasil. São Paulo, 2000.
- MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. – “Embalagem: Acondicionamento, utilização e containerização. Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM). São Paulo, 1990.
- NABER, G; DUKEN, U.; MAST, E. W.; SCHIEDER, U. P. Container Handbook. Enciclopédia Digital on line - <http://www.containerhandbook.de> – acessado em 2005
- GMB. Manual de Operação – Operadores de Empilhadeira. General Motors do Brasil, São Caetano do Sul, 1990
- GMB. Procedimento de Compras – Embalagens CKD. General Motors do Brasil, São Caetano do Sul, 1996
- GMB. Procedimento de Embalagem – Embalagens CKD. General Motors do Brasil, São Caetano do Sul, 1996

GMB. Manual de Operação – Movimentação de Caixas CKD. General Motors do Brasil, São Caetano do Sul, 1996

GMB. Manual – Projeto de Caixas CKD. General Motors do Brasil, São Caetano do Sul, 1999

GMB. Catálogo Eletrônico de Peças. General Motors do Brasil, São Caetano do Sul, 2005

WOLYNEC, S.; WEXLER, S. B.; FELINI, C. – “Proteção contra corrosão durante armazenamento e transporte” – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, 1992 .

<http://www.fantuzzi.co.uk>

<http://www.investorwords.com>

<http://www.novomilenio.inf.br>

<http://www.pedricksremovals.co.uk>

<http://www.pikelumber.com>

<http://www.poehland-spedition.de>

<http://www.turbosquid.com>

<http://www.westonandedwards.co.uk>

ANEXOS

ANEXO A – REGISTROS DE TEMPERATURA E UMIDADE – REGISTRADOR 1

LEITURA	DATA	HORA	REGISTRADOR 01		
			TEMPERATURA (°C)	UMIDADE RELATIVA (%)	UMIDADE ABSOLUTA (g H ₂ O / Kg Ar)
1	14/10/03	10:27:40	22,8	48,7	8,30000
28	14/10/03	14:57:40	24,0	50,0	9,40000
52	14/10/03	18:57:40	24,0	49,5	9,30000
76	14/10/03	22:57:40	22,9	49,2	8,53000
100	15/10/03	02:57:40	22,4	48,8	8,24000
124	15/10/03	06:57:40	21,9	48,6	7,95000
148	15/10/03	10:57:40	23,2	48,3	8,53000
172	15/10/03	14:57:40	24,0	40,1	7,51000
196	15/10/03	18:57:40	24,5	40,4	7,66000
220	15/10/03	22:57:40	21,0	48,3	7,47000
244	16/10/03	02:57:40	19,9	51,3	7,39000
268	16/10/03	06:57:40	18,5	54,7	7,18000
292	16/10/03	10:57:40	22,8	46,3	8,05000
316	16/10/03	14:57:40	32,0	32,2	9,58000
340	16/10/03	18:57:40	29,3	39,0	10,00000
364	16/10/03	22:57:40	21,5	56,3	8,98000
388	17/10/03	02:57:40	16,3	67,1	7,68000
412	17/10/03	06:57:40	12,8	71,7	6,52000
436	17/10/03	10:57:40	22,1	52,5	8,78000
460	17/10/03	14:57:40	25,4	45,6	9,21000
484	17/10/03	18:57:40	24,4	47,6	9,02000
508	17/10/03	22:57:40	22,8	51,3	8,84000
532	18/10/03	02:57:40	21,2	55,3	8,76000
556	18/10/03	06:57:40	18,4	61,4	8,01000
580	18/10/03	10:57:40	22,6	52,5	8,96000
604	18/10/03	14:57:40	34,4	34,3	11,74000
628	18/10/03	18:57:40	30,5	40,9	11,20000
652	18/10/03	22:57:40	25,4	53,5	10,95000
676	19/10/03	02:57:40	22,3	61,3	9,77000
700	19/10/03	06:57:40	20,5	65,2	9,83000
724	19/10/03	10:57:40	25,0	54,8	10,85000
748	19/10/03	14:57:40	34,8	37,8	13,08000
772	19/10/03	18:57:40	31,6	42,6	12,44000
796	19/10/03	22:57:40	26,6	55,3	11,98000
820	20/10/03	02:57:40	24,4	61,1	11,78000
844	20/10/03	06:57:40	23,0	64,4	11,34000
868	20/10/03	10:57:40	24,8	59,3	11,43000
892	20/10/03	14:57:40	28,4	50,2	12,19000
916	20/10/03	18:57:40	27,1	52,2	11,76000

940	20/10/03	22:57:40	24,8	57,9	11,32000
964	21/10/03	02:57:40	23,7	60,5	11,18000
988	21/10/03	06:57:40	22,8	62,0	10,76000
1012	21/10/03	10:57:40	24,2	58,1	11,07000
1036	21/10/03	14:57:40	29,6	45,8	11,86000
1060	21/10/03	18:57:40	25,6	54,3	11,18000
1084	21/10/03	22:57:40	23,9	58,9	10,97000
1108	22/10/03	02:57:40	22,8	61,2	10,62000
1132	22/10/03	06:57:40	21,9	63,0	10,27000
1156	22/10/03	10:57:40	24,6	56,2	10,78000
1180	22/10/03	14:57:40	26,2	51,7	10,91000
1204	22/10/03	18:57:40	25,1	54,2	10,74000
1228	22/10/03	22:57:40	23,6	57,9	10,62000
1252	23/10/03	02:57:40	22,8	59,9	10,25000
1276	23/10/03	06:57:40	22,3	60,9	11,10000
1300	23/10/03	10:57:40	22,8	59,4	10,35000
1324	23/10/03	14:57:40	23,9	55,7	10,37000
1348	23/10/03	18:57:40	23,0	57,6	10,09000
1372	23/10/03	22:57:40	22,0	60,0	9,89000
1396	24/10/03	02:57:40	21,4	61,1	9,80000
1420	24/10/03	06:57:40	20,8	61,8	9,49000
1444	24/10/03	10:57:40	23,9	54,5	10,14000
1468	24/10/03	14:57:40	28,4	44,7	10,88000
1492	24/10/03	18:57:40	28,4	45,3	11,05000
1516	24/10/03	22:57:40	25,3	53,3	10,79000
1540	25/10/03	02:57:40	22,9	59,7	10,37000
1564	25/10/03	06:57:40	21,2	64,1	10,08000
1588	25/10/03	10:57:40	25,5	54,2	11,11000
1612	25/10/03	14:57:40	35,9	37,5	13,95000
1636	25/10/03	18:57:40	32,5	43,8	13,44000
1660	25/10/03	22:57:40	27,5	56,8	13,10000
1684	26/10/03	02:57:40	24,7	64,6	12,57000
1708	26/10/03	05:57:40	23,2	68,2	12,12000
1732	26/10/03	09:57:40	28,0	56,4	13,41000
1756	26/10/03	13:57:40	36,6	41,9	16,24000
1780	26/10/03	17:57:40	34,0	45,9	15,41000
1804	26/10/03	21:57:40	29,6	57,9	15,09000
1828	27/10/03	01:57:40	27,4	64,3	14,72000
1852	27/10/03	05:57:40	26,0	67,7	14,28000
1876	27/10/03	09:57:40	25,3	68,8	13,97000
1900	27/10/03	13:57:40	25,5	66,8	13,65000
1924	27/10/03	17:57:40	24,2	68,8	13,02000
1948	27/10/03	21:57:40	23,3	70,0	12,53000
1972	28/10/03	01:57:40	22,8	69,9	12,15000
1996	28/10/03	05:57:40	22,6	68,8	11,78000
2020	28/10/03	09:57:40	22,5	67,8	11,58000
2044	28/10/03	13:57:40	22,9	65,5	11,49000

2068	28/10/03	17:57:40	22,3	65,6	11,06000
2092	28/10/03	21:57:40	21,5	66,8	10,74000
2116	29/10/03	01:57:40	21,2	66,4	10,48000
2140	29/10/03	05:57:40	21,1	65,6	10,22000
2164	29/10/03	09:57:40	23,6	58,9	10,63000
2188	29/10/03	13:57:40	25,8	52,5	10,94000
2212	29/10/03	17:57:40	24,2	55,7	10,42000
2236	29/10/03	21:57:40	23,0	58,9	10,34000
2260	30/10/03	01:57:40	22,1	61,2	10,11000
2284	30/10/03	05:57:40	21,4	62,3	9,88000
2308	30/10/03	09:57:40	25,3	54,7	11,03000
2332	30/10/03	13:57:40	29,5	47,9	12,35000
2356	30/10/03	17:57:40	27,6	52,7	12,12000
2380	30/10/03	21:57:40	23,9	63,2	11,72000
2404	31/10/03	01:57:40	22,3	67,1	11,37000
2428	31/10/03	05:57:40	21,2	69,0	10,89000
2452	31/10/03	09:57:40	33,6	49,6	16,27000
2476	31/10/03	13:57:40	33,7	51,5	16,96000
2500	31/10/03	17:57:40	33,6	54,0	17,80000
2524	31/10/03	21:57:40	28,4	69,1	16,70000
2548	01/11/03	01:57:40	24,9	77,6	15,23000
2572	01/11/03	05:57:40	22,6	81,3	14,00000
2596	01/11/03	09:57:40	32,9	57,5	18,17000
2620	01/11/03	13:57:40	36,1	52,2	19,78000
2644	01/11/03	17:57:40	30,3	67,4	18,32000
2668	01/11/03	21:57:40	25,9	78,8	16,69000
2692	02/11/03	01:57:40	23,6	82,4	15,06000
2716	02/11/03	05:57:40	22,0	83,2	13,79000
2740	02/11/03	09:57:40	21,2	82,1	12,93000
2764	02/11/03	13:57:40	21,0	79,2	12,41000
2788	02/11/03	17:57:40	19,7	79,5	11,37000
2812	02/11/03	21:57:40	18,5	79,4	10,63000
2836	03/11/03	01:57:40	17,8	78,5	9,96000
2860	03/11/03	05:57:40	17,2	77,2	9,42000
2884	03/11/03	09:57:40	18,6	71,9	9,62000
2908	03/11/03	13:57:40	25,4	55,0	11,20000
2932	03/11/03	17:57:40	29,3	47,7	12,73000
2956	03/11/03	21:57:40	23,5	62,5	11,35000
2980	04/11/03	01:57:40	19,9	71,6	10,40000
3004	04/11/03	05:57:40	17,6	76,0	9,53000
3028	04/11/03	09:57:40	25,5	59,0	12,01000
3052	04/11/03	13:57:40	26,6	55,3	12,07000
3076	04/11/03	17:57:40	25,8	57,6	12,04000
3100	04/11/03	21:57:40	22,1	66,9	11,09000
3124	05/11/03	01:57:40	20,1	71,2	10,42000
3148	05/11/03	05:57:40	18,9	72,9	9,91000
3172	05/11/03	09:57:40	27,8	55,2	12,90000

3196	05/11/03	13:57:40	29,1	52,5	13,22000
3220	05/11/03	17:57:40	26,5	59,0	12,73000
3244	05/11/03	21:57:40	24,7	64,2	12,50000
3268	06/11/03	01:57:40	23,5	66,8	12,09000
3292	06/11/03	05:57:40	22,8	68,1	11,81000
3316	06/11/03	09:57:40	22,5	68,1	11,63000
3340	06/11/03	13:57:40	22,6	66,4	11,37000
3364	06/11/03	17:57:40	22,7	65,3	11,26000
3388	06/11/03	21:57:40	22,7	64,4	11,17000
3412	07/11/03	01:57:40	22,3	64,8	11,00000
3436	07/11/03	05:57:40	21,9	64,9	10,66000
3460	07/11/03	09:57:40	22,1	63,9	10,32000
3484	07/11/03	13:57:40	23,0	60,8	10,68000
3508	07/11/03	17:57:40	22,9	60,1	10,48000
3532	07/11/03	21:57:40	22,7	60,4	10,31000
3556	08/11/03	01:57:40	22,8	59,7	10,37000
3580	08/11/03	05:57:40	22,9	59,3	10,37000
3604	08/11/03	09:57:40	23,3	58,1	10,31000
3628	08/11/03	13:57:40	24,4	55,1	10,57000
3652	08/11/03	17:57:40	24,4	54,7	10,42000
3676	08/11/03	21:57:40	24,6	54,7	10,54000
3700	09/11/03	01:57:40	24,8	54,1	10,54000
3724	09/11/03	05:57:40	25,0	53,8	10,63000
3748	09/11/03	09:57:40	25,6	53,0	10,80000
3772	09/11/03	13:57:40	26,1	52,0	10,94000
3796	09/11/03	17:57:40	26,2	52,3	11,12000
3820	09/11/03	21:57:40	26,2	53,0	11,26000
3844	10/11/03	01:57:40	26,2	53,5	11,35000
3868	10/11/03	05:57:40	26,1	53,9	11,37000
3892	10/11/03	09:57:40	26,5	53,6	11,58000
3916	10/11/03	13:57:40	26,9	52,9	11,72000
3940	10/11/03	17:57:40	27,1	53,1	11,92000
3964	10/11/03	21:57:40	27,0	53,8	12,01000
3988	11/11/03	01:57:40	26,9	54,6	12,18000
4012	11/11/03	05:57:40	26,7	55,4	12,15000
4036	11/11/03	09:57:40	26,7	55,9	12,24000
4060	11/11/03	13:57:40	27,1	55,3	12,47000
4084	11/11/03	17:57:40	27,6	54,3	12,50000
4108	11/11/03	21:57:40	27,5	55,1	12,67000
4132	12/11/03	01:57:40	27,3	56,0	12,81000
4156	12/11/03	05:57:40	27,2	56,8	12,79000
4180	12/11/03	09:57:40	27,2	57,3	12,99000
4204	12/11/03	13:57:40	27,5	56,8	13,13000
4228	12/11/03	17:57:40	27,8	56,0	13,16000
4252	12/11/03	21:57:40	27,8	56,5	13,18000
4276	13/11/03	01:57:40	27,6	57,2	13,22000
4300	13/11/03	05:57:40	27,6	57,9	13,36000

4324	13/11/03	09:57:40	27,5	58,4	13,51000
4348	13/11/03	13:57:40	27,6	58,3	13,45000
4372	13/11/03	17:57:40	28,1	57,2	13,65000
4396	13/11/03	21:57:40	28,2	57,1	13,71000
4420	14/11/03	01:57:40	28,1	57,7	13,85000
4444	14/11/03	05:57:40	28,0	58,4	13,85000
4468	14/11/03	09:57:40	27,9	59,1	13,48000
4492	14/11/03	13:57:40	28,1	58,7	13,94000
4516	14/11/03	17:57:40	28,7	57,3	14,20000
4540	14/11/03	21:57:40	28,8	57,4	14,28000
4564	15/11/03	01:57:40	28,7	57,9	14,34000
4588	15/11/03	05:57:40	28,4	58,9	14,34000
4612	15/11/03	09:57:40	28,2	60,2	14,51000
4636	15/11/03	13:57:40	28,9	58,3	14,66000
4660	15/11/03	17:57:40	28,9	58,4	14,63000
4684	15/11/03	21:57:40	28,5	59,9	14,74000
4708	16/11/03	01:57:40	28,2	60,7	14,63000
4732	16/11/03	05:57:40	27,8	61,9	14,46000
4756	16/11/03	09:57:40	27,5	63,0	14,54000
4780	16/11/03	13:57:40	28,4	60,8	14,62000
4804	16/11/03	17:57:40	28,2	60,9	14,60000
4828	16/11/03	21:57:40	27,5	62,7	14,40000
4852	17/11/03	01:57:40	27,1	64,1	14,57000
4876	17/11/03	05:57:40	26,7	64,9	14,28000
4900	17/11/03	09:57:40	26,5	65,5	14,34000
4924	17/11/03	13:57:40	26,9	64,0	14,23000
4948	17/11/03	17:57:40	28,3	59,9	14,51000
4972	17/11/03	21:57:40	28,9	58,6	14,80000
4996	18/11/03	01:57:40	28,7	58,9	14,66000
5020	18/11/03	05:57:40	28,5	59,9	14,72000
5044	18/11/03	09:57:40	28,2	60,7	14,54000
5068	18/11/03	13:57:40	28,2	61,0	14,62000
5092	18/11/03	17:57:40	28,5	60,4	14,80000
5116	18/11/03	21:57:40	28,5	60,3	14,83000
5140	19/11/03	01:57:40	28,5	60,4	14,80000
5164	19/11/03	05:57:40	28,5	60,6	14,92000
5188	19/11/03	09:57:40	28,5	61,1	14,95000
5212	19/11/03	13:57:40	28,5	60,7	14,77000
5236	19/11/03	17:57:40	29,0	59,5	14,95000
5260	19/11/03	21:57:40	29,2	59,4	15,15000
5284	20/11/03	01:57:40	29,1	59,7	15,12000
5308	20/11/03	05:57:40	29,1	60,1	15,18000
5332	20/11/03	09:57:40	29,0	60,7	15,41000
5356	20/11/03	13:57:40	29,1	60,8	15,35000
5380	20/11/03	17:57:40	37,1	47,6	18,98000
5404	20/11/03	21:57:40	32,8	59,5	18,78000

5428	21/11/03	01:57:40	30,2	68,5	18,60000
5452	21/11/03	05:57:40	28,6	73,0	18,40000
5476	21/11/03	09:57:40	28,0	74,1	17,71000
5500	21/11/03	13:57:40	31,7	63,4	18,06000
5524	21/11/03	17:57:40	33,0	59,0	18,80000
5548	21/11/03	21:57:40	30,0	69,0	18,66000
5572	22/11/03	01:57:40	27,7	75,7	17,68000
5596	22/11/03	05:57:40	26,6	77,8	17,05000
5620	22/11/03	09:57:40	26,6	75,6	16,67000
5644	22/11/03	13:57:40	30,3	63,4	17,25000
5668	22/11/03	17:57:40	33,5	54,8	18,03000
5692	22/11/03	21:57:40	29,3	59,9	15,35000
5716	23/11/03	01:57:40	22,9	74,2	13,02000
5740	23/11/03	05:57:40	20,3	79,6	11,86000
5764	23/11/03	09:57:40	18,3	76,2	10,02000
5788	23/11/03	13:57:40	24,4	57,7	11,06000
5812	23/11/03	17:57:40	19,2	68,9	9,53000

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)