

MELHORIA EM EMBALAGEM PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO TRANSPORTE DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

Renan Fagionato do Rêgo

Orientador: Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

LALT - Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte

Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

Com a constante evolução da cadeia de suprimentos, as embalagens têm assumido papéis que vão além da concepção inicial de conter e proteger o produto, atualmente busca-se promover a facilidade de manuseio, transporte e armazenagem de produtos, além de aumentar a eficiência em transporte. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver embalagem para aumentar a eficiência de transporte e consequentemente reduzir o custo operacional. Foi realizado embasamento teórico através de revisão bibliográfica sobre alguns tipos, aplicações e classificações de embalagens, a relação entre ela e o meio de transporte e alguns pontos importantes a serem considerados no desenvolvimento de um sistema de embalagem. A metodologia adotada foi o acompanhamento do processo de desenvolvimento da embalagem em uma empresa fabricante de peças automotivas e, por fim, foram comparados os indicadores da embalagem desenvolvida com uma embalagem atual.

ABSTRACT

With the continues supply chain evolution, packaging have taken on roles that go beyond the initial concept to contain and protect the goods, currently seeks to promote ease handling, transport and product storage, in addition to increase the transport efficiency. This paper aims to develop a packaging to increase transport efficiency and, wherefore, reduce operational cost. It was conducted theoretical background through literature review of some types, applications and packaging ratings, the relationship between transport and package, and important topics to consider in a packaging development system. The methodology adopted was follow a packaging development process in an automotive parts manufacturer, and finally, the indicators of the package developed were compare with indicators of current package.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da globalização, derrubada das fronteiras e entrada do novos mercados produtores e consumidores, cada vez mais as indústrias têm procurado por alternativas de redução de custos na cadeia e melhoria dos serviços oferecidos para e se manterem competitivas no mercado.

Neste novo contexto a cadeia logística passou a ser um dos fatores determinantes para o sucesso ou fracasso de um negócio, com isso as companhias têm dado grande importância para esta área, buscado cada vez mais oportunidades de aumento do desempenho operacional, reduções de custo e criação de valor para os clientes.

Dentre os subprocessos significativos na Logísticas tem-se um destaque grande para o transporte, este envolve o deslocamento de materiais, componentes, produtos acabados dentre outros, do fornecedor para a empresa, entre plantas, e da empresa para o cliente. O custo do transporte normalmente representa o elemento mais importante em termos de custos logísticos para inúmeras empresas, já que a movimentação de carga absorve de um a dois terços dos custos logísticos totais (Faria, 2013) e (Ballou, 2006).

Na logística, as embalagens e dispositivos para movimentação tem entre os seus objetivos facilitar a movimentação, manuseio e armazenagem dos produtos e buscar a utilização adequada do meio de transporte, proteger o produto e prover valor de reutilização para o usuário. Para que seja possível realizar o manuseio e movimentação dos materiais e produtos,

de forma eficiente na logística, depende diretamente do sistema de embalagem adotado para aquele fluxo.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar um novo protótipo de embalagem para componente automotivo que permite aumento da eficiência de transporte e consequentemente reduz o custo operacional.

1.2 Problema de pesquisa

Devido a necessidade constante de aumento da eficiência da cadeia logística, e consequentemente redução dos custos, para se tornar mais competitivo frente à entrada de novos concorrentes oriundos de outros continentes, foi identificada a oportunidade de aprimorar o desenvolvimento da embalagem de movimentação para que esta atenda às necessidades de manufatura, mas que também propicie uma maior eficiência nas operações logísticas.

1.3 Justificativa

É comum se deparar com embalagens desenvolvidas sem levar em consideração todos os impactos na cadeia produtiva e de distribuição de mercadorias, no ramo de produção de peças automotivas uma grande parte das empresas definem que a área responsável pelo desenvolvimento da linha de produtiva também é responsável pelo desenvolvimento da embalagem para estes produtos. Normalmente estas áreas ligadas a manufatura tem muito conhecimento ao que tange o sistema de produção, porém não tem tanto conhecimento na cadeia de distribuição dos produtos e por muitas vezes desenvolvem as embalagens privilegiando o processo produtivo e deixando a distribuição em segundo plano, ao final do processo, nem sempre as embalagens propiciam boa eficiência nas operações logísticas, Moura e Banzato (1997) destacam que o Brasil perde entre 10% e 15% de sua receita de exportação devido a embalagens deficientes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Embalagens: aplicações e classificações

Neste tópico será abordado de maneira sucinta a definição de embalagem, os objetivos gerais mais relacionados ao tema deste estudo e as classificações gerais.

2.1.1 Embalagens

As embalagens podem ser definidas como um sistema integrado de materiais e equipamentos que tem como objetivo levar bens e produtos ao consumidor final, utilizando-se dos canais de distribuição e incluindo métodos de uso e aplicação do produto, mas também pode ser definida como um elemento, ou conjunto deles, com o propósito de envolver, conter e proteger produtos durante a sua movimentação, transporte, armazenagem, comercialização e consumo. Na concepção abstrata, a definição da embalagem pode ser a seguinte: é o conjunto de artes, ciências e técnicas utilizadas na preparação das mercadorias, com o objetivo de criar melhores condições para transportar, armazenar, distribuir, vender e consumir ou, alternativamente, um meio de assegurar a entrega de um produto numa condição razoável ao menor custo global (Moura e Banzato, 1997).

Gurgel (2000) destaca que o sistema de embalagem é uma peça fundamental na cadeia entre o fornecedor e o cliente, pois interagem de forma intensa com as atividades ligadas à logística industrial, que abrange desde a movimentação das matérias-primas até a distribuição interna à fábrica e a distribuição urbana.

Outra definição para o sistema de embalagem pode ser o conjunto de operações, materiais e acessórios que são utilizados com o propósito de conter, proteger e conservar os produtos e também transportá-los ao ponto de utilização ou venda a um custo adequado, respeitando a ética e o meio ambiente (Centro de Tecnologia de Embalagem, 2000).

2.1.2 Aplicações

Principal aplicação da embalagem é propiciar e/ou facilitar a movimentação de qualquer produto, porém também pode-se destacar os seguintes objetivos secundários:

- Preservar a integridade do produto;
- Proteger o produto durante movimentações, transporte e armazenagem;
- Facilitar o manuseio, transporte e armazenagem;
- Promover o produto.

Além dos pontos citados acima, Ballou (1993) ainda destaca os seguintes objetivos:

- Melhorar a utilização do equipamento de transporte;
- Promover a venda do produto;
- Alterar a densidade do produto;
- Facilitar o uso do produto.

A princípio a embalagem pode dar a ideia de custos adicionais à empresa, porém deve-se levar em consideração que esse investimento retorna de forma positiva nos menores custos de fretes, estoques, problemas de qualidade no produto ocasionado pela movimentação. Ao projetar o sistema de embalagem todos os custos do processo devem ser balanceados, trabalhando em conjunto com as áreas de Logística, Engenharia e Vendas para atender todos os objetivos do sistema de embalagem (Ballou, 1993).

2.1.3 Classificações

As embalagens podem ser classificadas através da sua função, conforme detalhado no quadro 1.

Quadro 1: Classificação da embalagem através da função

Classificação	Descrição	Exemplo
Embalagem Primária ou Venda	Contém e protege o produto, sendo a medida de produção e consumo, pode também ser a unidade de venda no varejo, normalmente é aquela que o consumidor sempre vê.	Barra de chocolate envolvida por uma embalagem plástica promocional
Embalagem Secundária ou Coletiva	Acondiciona e protege a embalagem primária, ela também pode conter várias embalagens primárias.	Caixa de papelão promocional contendo várias barras de chocolate
Embalagem Terciária ou de Transporte	Combinação entre a embalagem primária e secundária, que é utilizada para transportar o produto até distribuidor ou revendedor.	Caixa de papelão contendo várias embalagens coletivas de chocolates
Embalagem Quaternária ou Unificada	Utilizada para movimentar, transportar e armazenar, de forma econômica, várias embalagens terciárias. Em geral é paletizada ou envolve contenedor.	Embalagem paletizada contendo várias caixas de papelão
Embalagem de quinto nível	Conteinerizada, normalmente aplicada a envios internacionais, que fazem o uso de contêineres.	Container contendo várias embalagens paletizadas

Fonte: Carvalho, 2008 e Moura e Banzato, 1997

As embalagens ainda podem ser classificadas de acordo com a sua finalidade, movimentação e utilidade, com mostrado no quadro 2.

Quadro 2: Classificação da embalagem através da finalidade, movimentação e utilidade

Classificação	Descrição
Embalagem de Consumo	Embalagem primária e, às vezes, a secundária, que leva o produto ao consumidor final
Embalagem Expositiva	Também chamada de auto venda, ela é a que visa expor o produto. Contém apelos para que a venda seja efetuada, impondo forte impulso para que realize a compra no ato
Embalagem Movimentada Manualmente	Adequada para movimentações manuais, sem o auxílio de empilhadeiras ou outro veículo industrial, normalmente dotadas de pegas ou saliências que facilitem o manuseio.
Embalagem Movimentada Mecanicamente	Normalmente tem grande volume e/ou peso, a quantidade de volumes a serem transportados, distância e altura a ser movimentadas são consideráveis, sendo necessário recorrer a equipamento de movimentações mecânica
Embalagem Retornável	Retorna à origem após o uso para a reutilização industrial. Normalmente são projetadas para ter uma longa vida de uso e requer investimento inicial
Embalagem Não-Retornável	Utilizada em um único ciclo de distribuição, também conhecida como “one way”. Normalmente são descartáveis, porém em alguns casos podem ser reaproveitadas pelo destinatário. Tem normalmente menor custo, que é considerado despesa e não investimento

Fonte: Moura e Banzato, 1997

2.2 A interação da embalagem com os meios de transporte

Os custos de transporte são influenciados, segundo Faria (2013), basicamente, pelos seguintes fatores econômicos: distância, volume, densidade, facilidade de acondicionamento, facilidade de manuseio, responsabilidade e mercado. Dentre eles, no contexto deste trabalho destacam-se os seguintes:

- *Densidade*: relação entre o peso e o volume que interfere no peso e espaço a ser transportado, quanto maior a densidade da carga melhor é o aproveitamento da capacidade do veículo, mas não pode deixar de balancear com os custos dos sistemas de carga/descarga a fim de minimizar o custo total;
- *Facilidade de acondicionamento*: relacionado às dimensões da carga e de como estas podem afetar o aproveitamento do espaço do veículo, produtos com tamanhos e formas não padronizadas levam a não ocupação plena do volume disponível no transporte, gerando então custos desnecessários;
- *Facilidade de manuseio*: o grau de agilidade e facilidade para realizar a carga/descarga do transporte, podendo em muitos casos serem realizadas por equipamentos especiais, afetam o custo de manuseio e movimentação.

É de extrema importância conhecer a interação entre a embalagem e o meio de transporte para determinar um sistema de embalagem adequado ao meio que será exporto, evitando assim desenvolver um sistema de embalagem sub ou superdimensionada e gerar custos extras para a cadeia.

Quanto mais severos os choques e aceleração da gravidade, fator G, transmitido pelo meio de transporte a embalagem, mas tem que pensar em mecanismos na embalagem para absorver esses esforços para não afetar o produto. Uma das maneiras de se determinar este fator G é instalando um equipamento denominado acelerômetro nas embalagens, este equipamento registra os esforços transmitido pelo meio de transporte (Gurgel, 2000).



Figura 1: exemplo de acelerômetro

Os meios de transporte mais utilizados atualmente, são:

- *Transporte rodoviário*: atualmente no Brasil não há uma padronização dos tamanhos das carrocerias do caminhão, variando para cada fabricante, por isso é muito importante conhecer como será a frota que transportará a embalagem. Já Banzato (2008) também alerta a restrição de peso existente no transporte rodoviário, além dos

limites de carga por eixo, por isso deve ser dada muita atenção a distribuição e fixação da carga no transporte, para evitar multas e eventuais atrasos desnecessários.

No transporte rodoviário os pontos de choque mais críticos são as irregularidades nas estradas, segundo Gurgel (2000) pode chegar até 15 vezes a aceleração G, outro ponto é a aceleração, frenagens e curvas, que segundo Moura e Banzato (1997) podem chegar até 2G.

- *Transporte ferroviário*: segundo Banzato (2008) o transporte ferroviário é mais lento que o rodoviário, porém apresenta vantagens principalmente nos custos, devido ao baixo emprego de mão-de-obra e baixo consumo de combustível. Devido ao trajeto relativamente demorado a embalagem está mais sujeita a variações de temperatura, sendo que em alguns casos é necessário utilizar isolamentos térmicos ou refrigerados. Para Gurgel (2000) o principal choque que a carga é submetida é no momento do engate dos vagões, pode chegar até 15G, já durante o trajeto a embalagem pode ser submetida a uma aceleração de 2G devido a vibrações do vagão. Banzato (2008) explica que esta baixa vibração está diretamente ligada ao fato do movimento das rodas ser restrito e baixo atrito com o trilho, porém trilhos desnivelados podem aumentar a tendência de vibrações de baixa frequência.
- *Transporte marítimo*: é o mais lento dos meios de transporte, muitas vezes as cargas demoram muito no porto aguardando outros embarques, porém é o meio de transporte mais barata, e as distâncias são geralmente maiores, segundo Banzato (2008). A umidade relativa do ar é maior que nos outros meios de transporte, ainda deve ser prevista a possibilidade da entrada de água nos containers, pois este é um dos maiores problemas neste tipo de transporte. As embalagens podem ser equipadas principalmente com sílicas gel e outros tipos de dessecantes para absorver esta umidade que é altamente corrosiva (Carvalho, 2008). Carvalho (2008) explica que devido a ondas, turbulências e tempestades as embarcações podem se mover em diversas direções, podem o navio jogar lateralmente em até 45°, Moura e Banzato (1997) descrevem que estes movimentos podem chegar até a 2,4G na vertical, 0,7G na lateral e 0,2G na longitudinal.
- *Transporte aéreo*: segundo Banzato (2008) é o meio de transporte mais caro, a dimensão e densidade da carga influenciam muito no custo do transporte, a principal vantagem do transporte aéreo é a rapidez, sendo considerado o meio de transporte mais rápido atualmente. Os esforços sofridos pela embalagem começam na própria forma de carregar o transporte, passando impactos severos e grandes vibrações. Para Moura e Banzato (1997) as acelerações verticais, principalmente na aterrissagem, podem chegar até 5G.

2.3 Desenvolvimento de embalagem

Para Carvalho (2008) o desenvolvimento de embalagem deve seguir uma sequência lógica, passando pela definição, estratégia, criação, levantamento das soluções, escolha da solução, implementação e realimentação.

O projeto da embalagem deve ser iniciado junto com o desenvolvimento do produto, e deve utilizar a mesma metodologia de desenvolvimento utilizada no projeto do produto.

O desenvolvimento da embalagem deve acontecer em grupo, onde os representantes de cada área dão os respectivos *inputs* para o processo. Durante todo o desenvolvimento surgem inúmeras dúvidas e perguntas que só podem ser respondidas com o envolvimento e comprometimento de todas as áreas de empresa (Carvalho, 2008 e Moura e Banzato, 1997).

Há pelo menos três importantes passos no processo de desenvolvimento das embalagens: definição do projeto, estratégia e custo do sistema de embalagem. A seguir estão detalhados cada um deles (Carvalho, 2008):

- a) *Definição do projeto*: a primeira definição é com relação ao produto que será embalado, neste momento é importante levantar todos os detalhes, qual é o produto, como o cliente espera receber o produto, onde ele será comercializado, quais serão os acessórios e etc. Estes detalhes são importantíssimos para a definição da matéria-prima, proteções e idiomas impressos na embalagem.

Os detalhes primordiais nesta fase são:

- Forma do produto: forma física e dimensões;
- Massa;
- Limites de temperatura, pressão e umidade;
- Acessórios que serão agregados a embalagem.

Após os dados iniciais sobre o produto é necessário entender quem é o cliente, este pode ser tanto o consumidor final, a industrial, os departamentos internos da fábrica dentre outros. O passo seguinte após identificado o cliente é levantar os requisitos específicos e os anseios dele, nesta fase do trabalho utiliza-se de pesquisas e consultas com os clientes. Após conhecido os dados técnicos de entrada é necessário estabelecer o prazo para o projeto da embalagem, utiliza-se de ferramentas como o cronograma para guiar cada uma das ações e prazos correspondentes.

- b) *Definição da estratégia*: é nesta fase que a empresa deve definir se tem capacidade para desenvolver esta embalagem, abrange neste ponto competência técnica, mão-de-obra, ferramentas e disponibilidade para o projeto.

Pode-se tomar a decisão de contratar funcionários especializados no desenvolvimento de embalagens, ou capacitar os funcionários que já trabalham na empresa, ou ainda contratar serviços de consultoria para auxiliar neste desenvolvimento.

No mercado existem empresas dedicadas à projetos de embalagens, onde estas pensam em todo o sistema de embalagem, passando por: projeto estrutural, gráfico, logístico, equipamentos necessários, manufatura das embalagens, treinam os funcionários envolvidos e por fim indicam os fornecedores de matérias-primas.

A embalagem do produto não pode ser desenvolvida isoladamente, fora do contexto onde ela está inserida, fábrica, transporte, venda e consumidor. No desenvolvimento não há lugar para improvisações, tudo deve estar muito bem fundamentado.

- c) *Custo do sistema de embalagem*: engloba os custos do projeto, processo, dos itens da embalagem, da distribuição, armazenamento e venda do produto.

Uma embalagem bem desenvolvida minimiza os custos com a propaganda, movimentações e armazenagem dos produtos, tornando-se a longo prazo mais vantajosa.

Dependendo do produto o custo da embalagem pode representar de 1 a 30% do custo total do produto, já em alguns seguimentos como o de cosméticos, por exemplo, a embalagem pode representar cerca de 80% do custo total do produto.

O Centro de Tecnologia de Embalagem (2000) destaca a importância de uma abordagem científica para o desenvolvimento de embalagem, motivadas principalmente por três razões:

- *Reduzir o tempo para mudanças*: devido a velocidade de informações no mercado está cada vez menor o tempo para as mudanças no sistema de embalagens;
- *Complexidade do projeto*: a tarefa de desenvolver o sistema de embalagem está cada vez mais complexa para atender a todos os requisitos e anseios dos clientes internos e externos;

- *Novos materiais e técnicas*: a velocidade com que se é desenvolvido novos materiais e técnicas que se torna quase impossível um profissional manter-se sempre atualizado.

3. MÉTODO

O método de pesquisa tem como objetivo guiar no “caminho das pedras” a elaboração de uma pesquisa. Ela auxilia para que não se perca o foco do trabalho e se estabeleçam procedimentos a serem seguidos. O sucesso de uma pesquisa não dependerá somente do procedimento adotado, mas também do envolvimento e a habilidade do pesquisador em percorrer o caminho até atingir o objetivo da pesquisa (Silva e Menezes, 2005).

Para o método de pesquisa adotado foi o estudo de caso. O estudo de caso permite uma investigação empírica com o propósito de analisar o fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando não estão claramente definidos os limites entre o fenômeno e o contexto (Yin, 2001).

Para este estudo de caso será acompanhado o desenvolvimento de embalagem para uma peça automotiva. O processo de desenvolvimento da embalagem se dará através das seguintes etapas:

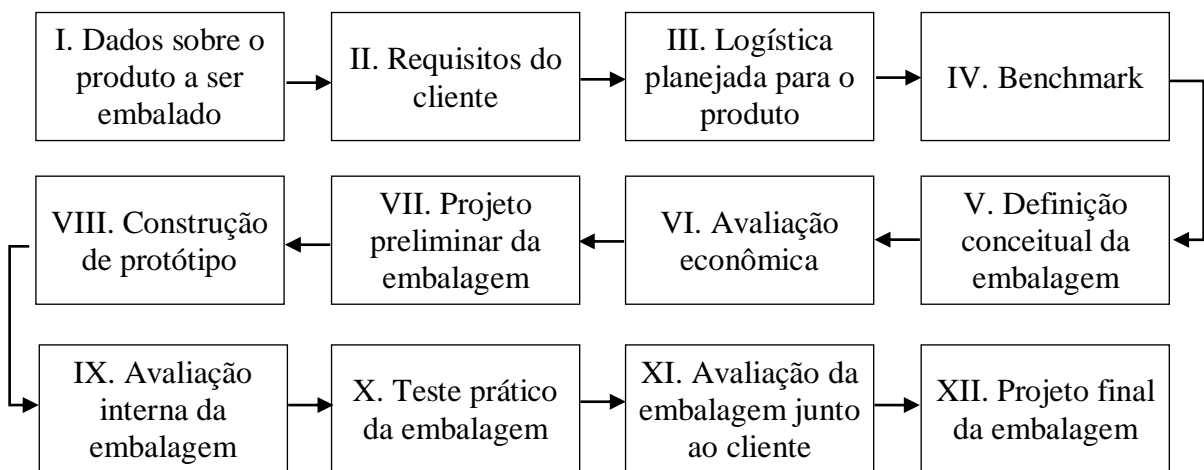


Figura 2: Fluxo de desenvolvimento de um projeto de embalagem

Fonte: adaptado de Moura e Banzato, 1997

Em cada uma das etapas são levados em considerações os seguintes pontos:

I. Dados do produto a ser embalado: são coletadas todas as informações disponíveis sobre o produto, tais como dimensões, peso, centro de gravidade, especificações técnicas, requisitos de qualidade e características para manuseio e armazenagem;

II. Requisitos do cliente: são levantados todos os requisitos e anseios do cliente, tais como normas do cliente e características do ponto de uso;

III. Logística planejada para o produto: são levantados os dados de como o produto será transportado, armazenado, movimentado e manuseado;

IV. Benchmark: realizado levantamento das melhores práticas e dados sobre embalagens similares;

V. Definição conceitual da embalagem: em base a todos os dados de entrada levantados é elaborada uma proposta conceitual da embalagem e emitido um escopo técnico da embalagem;

VI. Avaliação econômica: é realizado uma cotação no mercado e comparado se o custo encontrado está dentro da verba do projeto, quando o custo fica fora da verba do projeto é revista a definição conceitual da embalagem e/ou renegociado com cliente.

VII. Projeto preliminar da embalagem: é elaborado um projeto preliminar da embalagem contendo todas as características especificadas no escopo técnico.

VIII. Construção de protótipo: são construídos alguns protótipos para aprovação física do conceito de embalagem antes da produção do lote;

IX. Avaliação interna da embalagem: são colocadas as peças na embalagem e o conjunto é submetido a avaliação das áreas internas da empresa, tais como Logística, Produção, Qualidade, Segurança/Ergonomia, Engenharia de Manufatura e Produto;

X. Teste prático: é submetido as embalagens com as peças a uma simulação da utilização no ponto de uso e nas etapas logística do fluxo de fornecimento, normalmente são realizados testes de transporte em condição mais severas que as condições normais;

XI. Avaliação junto ao cliente: é entregue embalagem com peças para o cliente para aprovação final do conceito.

XII. Projeto final da embalagem: são retroalimentados no projeto da embalagem todos os pontos levantados durante o desenvolvimento e oficializado o projeto da embalagem;

A avaliação final da melhoria proposta para a embalagem será realizada comparando com a embalagem de uma peça semelhante disponível na empresa. Para esta comparação serão utilizados os dois indicadores a seguir:

- *Custo do frete por peça*, resultado a divisão do valor frete pelo número de peças transportada. Para este caso será calculado considerando a ocupação total do transporte com o mesmo produto;
- *Volume cúbico por peça*, resultado do volume cúbico da embalagem dividido pela quantidade de peça transportada.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1 Perfil da empresa

Fabricante de peças automotivas, em nível mundial, com aproximadamente 230 plantas distribuídas por 40 países com total de 134.000 colaboradores, em 2014 o faturamento foi de 31,4 bilhões de euros e investimento em pesquisas e desenvolvimento na ordem de 1,6 bilhões de euros.

As linhas de produtos se dividem das unidades de negócios a seguir:

- Sistemas de Assistência ao Motorista
- Sistemas de Proteção dos Ocupantes

- Componentes de Chassis
- Acionamentos Elétricos
- Sistemas de Direção
- Sistemas de Eixos
- Eletrônica
- Sistemas de Amortecimento
- Acionamentos de Eixos
- Sistemas Ativos de Chassis
- Sistemas de Fixação
- Sistemas de Freios
- Transmissões
- Sistemas de Controle da Carroceria

Para este trabalho foi escolhida a unidade de negócio Sistemas de Direção localizada no interior do estado de São Paulo, Brasil.

4.2 Perfil dos produtos

Entre a unidade de negócio Sistemas de Direção destaca-se as seguintes linhas de produtos:

- Direção Hidráulica
- Direção Eletrohidráulica
- Direção Elétrica
- Bombas de transmissão

Neste trabalho foi analisada a embalagem da caixa de direção mecânica (*MSG - Mechanic Steering Gear*) que é montado no veículo junto a coluna de direção elétrica (*EPS - Column Electric Power Steering*) para formar o sistema de direção elétrica.



Figura 3: Caixa de direção mecânica

Fonte: empresa objeto de estudo

4.3 Situação atual

Os MSG são embalados atualmente em racks metálicos com camadas articuláveis, com cavidade para apoio das peças em material não metálico. Para o produto analisado havia sido considerada a utilização de rack metálicos similares aos existentes em utilização.

Na tabela 1 pode-se observar os dados da embalagem atual.

Tabela 1: Embalagem atual em uso

Item	Valor
Capacidade	24 peças
Comprimento	1.600 mm
Largura	1.200 mm
Altura	1.160 mm
Tara da embalagem	125 kg
Peso líquido	168 kg
Peso bruto	293 kg
Embalagens por transporte	36 embalagens
Peças por transporte	864 peças

A embalagem atual, ilustrada pela figura 4, é composta por três camadas com oito peças cada, totalizando vinte e quatro peças. Cada peça é apoiada em quatro pontos, sendo dois na região central e os outros dois um em cada extremidade, travando assim a peça e não permitindo o contato entre elas.



Figura 4: Embalagem atual

Fonte: empresa objeto de estudo

Nesta operação é utilizada carreta tipo sider, com dimensões internas úteis para carga de 15.000 x 2.500 x 2.900 mm e capacidade de carga 22 toneladas. Pode-se carregar até trinta e seis embalagens por carga, posicionando nove ao longo do comprimento, duas na largura e duas na altura da carreta, como ilustrado pela figura 5.

1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16
1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16

1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16
1,6x1,2 x1,16	1,6x1,2 x1,16

Figura 5: Montagem de carga com embalagem atual

Fonte: empresa objeto de estudo

4.4 Desenvolvimento

4.4.1 Dados do produto a ser embalado

As dimensões externas da peça são comprimento 1.436 mm, largura 95 mm e altura 279 mm, já o peso total é de 7,0 kg.

Peça com alto grau de vedação do conjunto mecânico, não tendo a necessidade de proteger a peça contra poeira e umidade.

4.4.2 Requisitos do cliente

Cliente enviou manual de embalagem e requisitos para construção de rack metálico, tais como: material da estrutura metálica; layout de montagem da base; dimensões das sapatas de empilhamento dos racks e cor a ser pintada;

No ponto de uso na linha de produção do cliente o rack será colocado sobre uma plataforma com altura de 400 mm, as peças serão manuseadas manualmente e a altura mínima de pega da primeira camada de peças é de 700 mm.

4.4.3 Logística planejada para o produto

Os produtos serão transportados, via caminhão, da planta do fabricante da peça, situada em Limeira-SP, até a planta do cliente, em Goiana-PE, totalizando aproximadamente 2.700 km por rodovias, fluxo planejado de 28 dias para o giro total da embalagem. Nesta operação será utilizada carreta tipo sider, com dimensões internas uteis para carga de 15.000 x 2.500 x 2.900 mm e capacidade de carga 22 toneladas.

4.4.4 Benchmark

Realizado benchmark interno na companhia e foram identificados 4 tipos de embalagens aplicáveis a este tipo de peça, para auxiliar na tomada de decisão da melhor embalagem para esta operação foi montada a matriz conforme quadro 3.

Quadro 3: Embalagem atual em uso

Tipo de embalagem	Investimento	Custo / peça	Ergonomia	Manutenção	Impacto ambiental
Rack metálico com camada articulável	Alto	Médio	Alto	Baixo	Baixo
Rack metálico com bandejas plásticas	Alto	Médio	Médio	Médio	Baixo
Bandejas plásticas + palete	Médio	Médio	Médio	Alto	Baixo
Caixa de papelão	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Alto

A caixa de papelão foi desconsiderada pelos seguintes motivos: cliente solicitou embalagens retornáveis para este fluxo, alto custo no preço peça, alto impacto ambiental, já o rack metálico com bandejas plásticas e bandejas plásticas + palete foram desconsiderados pelos fatores ergonomia e manutenção. Portanto a embalagem mais indicada para esta operação foi o rack metálico com camada articulável.

4.4.5 Definição conceitual da embalagem

Sabendo-se o tipo de embalagem mais indicado para esta operação e os requisitos específicos do cliente foi elaborado um escopo técnico para o desenvolvimento e fabricação desta embalagem. No escopo contempla os detalhes sobre o produto, cronograma de atividade, quantidade de embalagens necessárias, dimensões e quantidade de peças alvo, tipo de embalagem, especificações do material a ser utilizado, tipo de solda e pintura.

Para se determinar as dimensões e quantidade de peças alvo foi realizada uma simulação com o desenho da peça e projeto de embalagem similar, conforme mostra a figura 6.

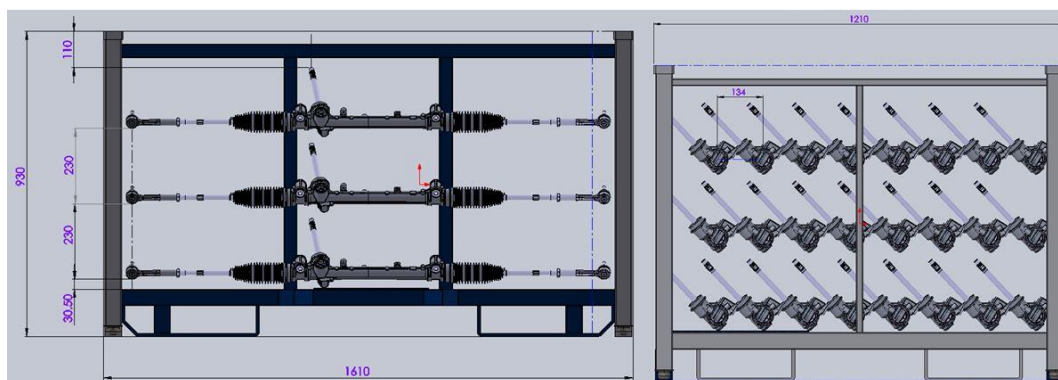


Figura 6: Esboço de embalagem proposta para escopo técnico

Fonte: empresa objeto de estudo

4.4.6 Avaliação econômica

Foi enviada a solicitação de cotação da embalagem proposta a um grupo de potenciais fornecedores pré-aprovados a fornecerem este tipo de material, com o retorno das cotações foi realizada a equalização técnico-comercial e definido o valor de compra do material, não houve diferença entre o valor da embalagem atual e a embalagem proposta. Por fim, foi comparado o investimento necessário com a verba disponível do projeto, como o valor estava dentro do planejado foi dado seguimento ao fluxo de desenvolvimento.

4.4.7 Projeto preliminar da embalagem

Foi elaborado um projeto mecânico preliminar da embalagem proposta levando em considerações as especificações enviadas pelo cliente e os dados contemplados no escopo técnico da embalagem.

Como a distância entre o ponto de produção da peça até o ponto de consumo é muito grande, durante o dimensionamento da embalagem foi dado grande peso a robustez da embalagem e ocupação do transporte. Foi projetado um rack com

estruturas na base mais rígida e sistemas de apoio e travamento das peças mais robustos, já com relação a altura focou-se em um rack com 930 mm, permitindo assim o empilhamento de 3 níveis no transporte, altura total de 2.790 mm, em um caminhão com altura livre de 2.900 mm.

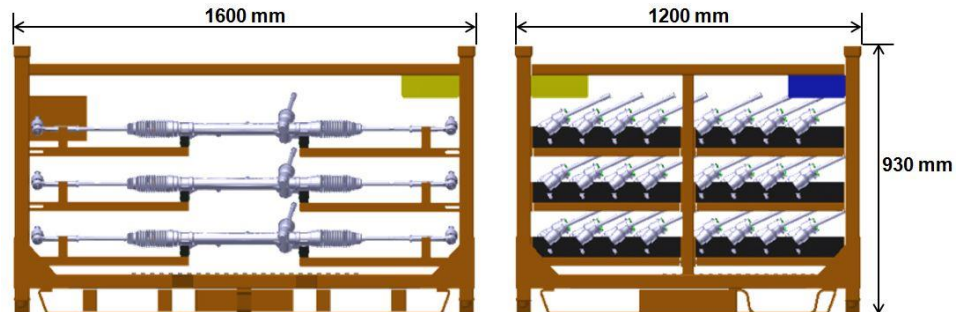


Figura 7: Projeto preliminar da embalagem

Fonte: empresa objeto de estudo

Os racks em uso apresentam altura de 1.160 mm, porém atingir ao valor de 930 mm foi necessário reduzir os passos entre as camadas de peças, para tanto fez-se necessário inclinar as peças em 60°, condição atual é de 90°, e reduzir o passo entre as peças no sentido longitudinal de 130 mm para 100 mm.

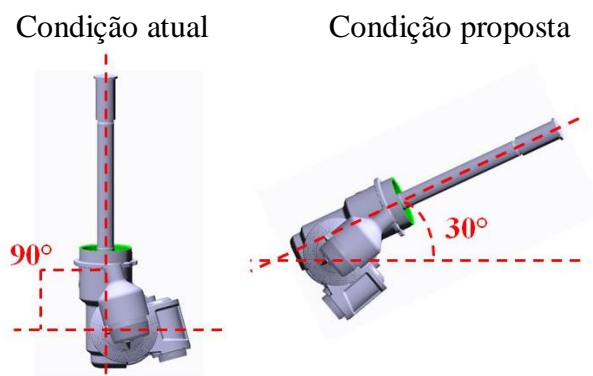


Figura 8: Comparação de inclinação da peça

Fonte: empresa objeto de estudo

4.4.8 Construção de protótipo

Foi fabricado um protótipo da embalagem proposta, que representasse a mesma condição do lote de produção, para testes e aprovações;

4.4.9 Avaliação interna da embalagem

Para esta avaliação foi reunido um time contando com representante das áreas de Logística, Produção, Qualidade, Segurança/Ergonomia, Engenharia de Manufatura e Produto. Foi analisado o protótipo e observado o preenchimento do mesmo com peças, cada área emitiu a respectiva aprovação e considerações quando a embalagem;

4.4.10 *Teste prático*

Para avaliar a interação da embalagem com o fluxo de transporte, foi submetida uma embalagem com peças junto a carga do cliente, esta embalagem percorreu o trajeto de ida e volta entre a planta do fornecedor e do cliente, percorrendo assim o dobro da distância normal da operação. Após o percurso a embalagem e as peças foram inspecionadas e aprovadas para submissão ao cliente para aprovação final.

4.4.11 *Avaliação junto ao cliente*

Foi submetida uma embalagem com peças para a avaliação do cliente, esta embalagem foi avaliada e aprovada para dar seguimento ao processo de fabricação do lote de embalagem.

4.4.12 *Projeto final da embalagem*

Foram retroalimentadas, no projeto da embalagem, todas as melhorias levantadas durante o desenvolvimento, por fim, foi liberado o projeto final da embalagem para produção.

4.5 Situação futura

O resultado do processo de desenvolvimento da embalagem seguindo a metodologia proposta no item 4.4, foi a embalagem apresentada a seguir.

Na tabela 2 pode-se observar os dados da embalagem proposta.

Tabela 2: Embalagem proposta

Item	Valor
Capacidade	24 peças
Comprimento	1.600 mm
Largura	1.200 mm
Altura	930 mm
Tara da embalagem	200 kg
Peso líquido	168 kg
Peso bruto	358 kg
Embalagens por transporte	54 embalagens
Peças por transporte	1.296 peças

A embalagem proposta, ilustrada pela figura 9, assim como a embalagem atual é composta por três camadas com oito peças cada, totalizando vinte e quatro peças. As principais diferenças entre elas estão na altura do total do rack e na inclinação das peças, conforme detalhado no item 4.4.7.



Figura 9: Embalagem proposta

Fonte: empresa objeto de estudo

Com a embalagem proposta pode-se carregar até cinquenta e quatro embalagens por carga, posicionando nove ao longo do comprimento e duas na largura da carreta, igual a condição anterior, porém agora com três embalagens na altura da carreta, conforme ilustrado pela figura 10.

1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93
1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93
1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93

1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93
1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93
1,6x1,2 x0,93	1,6x1,2 x0,93

Figura 10: Montagem de carga com embalagem proposta

Fonte: elaboração própria

4.6 Análise dos resultados e discussões

Na tabela 3 pode-se observar o comparativo dos dados da embalagem atual e a futura.

Tabela 3: Comparativo entre embalagem atual e futura

Item	Embalagem atual	Embalagem proposta	Diferença
Capacidade	24 peças	24 peças	-
Comprimento	1.600 mm	1.600 mm	-
Largura	1.200 mm	1.200 mm	-
Altura	1.160 mm	930 mm	- 20%
Tara da embalagem	125 kg	190 kg	+ 52%
Peso líquido	168 kg	168 kg	-
Peso bruto	293 kg	358 kg	+ 22%
Embalagens por transporte	36 embalagens	54 embalagens	+ 50%
Peças por transporte	864 peças	1.296 peças	+ 50%
Peso total da carga	10.548 kg	19.332 kg	+ 83%

Destaca-se que uma redução de 20% na altura do rack propiciou um aumento de 50% no número de embalagens por caminhão e por consequência no número de peças transportadas em um ciclo, já o fato de se projetar uma embalagem mais robusta elevou o peso bruto do conjunto em 22%, porém ainda assim ficando abaixo capacidade de 22.000 kg para carga.

Para analisar os resultados foram utilizados dois indicadores, custo do frete por peça e volume cúbico por peça, conforme apresentado na tabela 4. O custo do frete por peça é resultado a divisão do valor frete pelo número de peças transportada, para este cálculo foi considerado a ocupação total do transporte com o mesmo de embalagem. Já o volume cúbico por peça é resultado do volume cúbico da embalagem dividido pela quantidade de peças transportadas.

Tabela 4: Comparação entre os indicadores atuais e futuros

Item	Embalagem atual	Embalagem proposta	Diferença
Custo do frete ¹ por peça	\$ / 864	\$ / 1.296	- 33%
Volume cúbico por peça	0,093 m ³	0,074 m ³	- 20%

¹ Frete de responsabilidade do cliente, o valor não foi informado.

Pode-se concluir que a embalagem proposta é mais eficiente que a embalagem atual, permitindo uma redução de 20% do volume cúbico por peça e consequentemente gerando uma redução de 33% no custo do frete por peça.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho além de apresentar a literatura sobre o sistema de embalagem, desenvolvimento e sua relação com o meio transporte, também acompanhou e estudou o desenvolvimento de um sistema de embalagem em uma empresa do setor automotivo direcionado não só pelos aspectos do sistema de produção, mas também levando em consideração toda a cadeia de suprimentos.

Foi possível observar que com o desenvolvimento do sistema de embalagem seguindo a metodologia proposta houve melhoria significativa nos indicadores de desempenho da cadeia logística sem comprometer os parâmetros de interface com os aspectos do sistema de produção.

Outro fator relevante notado foi a importância de se ter um fluxo para direcionar o desenvolvimento do sistema de embalagem, quando se tem definido de maneira clara e objetiva quais são os dados de entrada e quais são as saídas em cada uma das fases do desenvolvimento, a chance de se obter êxito no processo é muito maior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ballou, R.H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Ballou, R.H. *Logística empresarial: transportes, administração de matérias e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1993.

Banzato, J.M. *Embalagens*. São Paulo: IMAM, 2008.

Carvalho, M.A. *Engenharia de Embalagens: Uma abordagem técnica do desenvolvimento de projetos de embalagem*. São Paulo: Novatec Editora, 2008.

Centro de Tecnologia de Embalagem. *Brasil Pack Trends 2005: Embalagem, Distribuição e Consumo*. Campinas, SP: CETEA/ITAL, 2000.

Faria, A.C. *Gestão de custos logísticos*. São Paulo: Atlas, 2013.

Gurgel, F.A. *Logística industrial*. São Paulo: Atlas, 2000.

Moura, R.A.; Banzato, J.M. *Embalagem, Unitização & Containerização*. 2ed. São Paulo: IMAM, 1997.

Silva, E.L.; Menezes, E.M. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 4ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

Yin, R.K. *Estudo de caso: planejamento e método*. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.