

**PROJETO DE**  
**“RACK”**  
**METÁLICO**  
**ESPECÍFICO:**

**APLICADO NO ARMAZENAMENTO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS**

**IGOR ALEXANDRE FIORAVANTE**

PROJETO DE  
“RACK”  
METÁLICO  
ESPECÍFICO:

APLICADO NO ARMAZENAMENTO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

IGOR ALEXANDRE FIORAVANTE

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao autor, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



# Projeto de “rack” metálico específico: aplicado no armazenamento de peças automotivas

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** O autor  
**Autor:** Igor Fioravante

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F517 Fioravante, Igor  
Projeto de “rack” metálico específico: aplicado no armazenamento de peças automotivas / Igor Fioravante. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-258-0329-6  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.296222906>

1. Design e arte industrial. I. Fioravante, Igor. II. Título.  
CDD 745.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



## DECLARAÇÃO DO AUTOR

O autor desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declara que participou ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certifica que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



*Dedico*

*À Araceli, esposa, amiga e companheira, pelo amor e cuidado para comigo,  
presença decisiva e maior incentivadora em tudo que faço.*

*À Camily Vitória, filha amada, razão maior dos meus esforços.*



## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
Objetivo .....	3
Contribuição do Trabalho.....	3
<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
Breve Histórico, Conceitos e Funções da Embalagem.....	5
Tipos de Embalagens .....	7
Embalagens na Logística .....	9
Projeto e Desenvolvimento de Produto.....	10
<i>Design</i> de Embalagem .....	12
O Impacto Ambiental.....	15
Ciclo de Vida da Embalagem .....	15
Embalagem e Ergonomia .....	16
Metalografia .....	18
Ensaio Macrográfico .....	18
Ensaio Micrográfico .....	19
Preparação dos Corpos de Prova para Micrografia .....	20
<b>O CONTEXTO E A REALIDADE INVESTIGADA.....</b>	<b>24</b>
<b>DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....</b>	<b>27</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....</b>	<b>34</b>
Procedimento Experimental Metalografia:.....	40
Material .....	40
Análise macro e microestrutural do “Rack” metálico .....	40
Preparação das Amostras Metalográficas:.....	41
Seccionamento.....	41
Embutimento a Quente .....	42
Lixamento .....	43
Polimento Mecânico .....	44

Ataque Químico com Nital 3% .....	45
<b>PROPOSTA DE INTERVENÇÃO/RECOMENDAÇÃO .....</b>	<b>47</b>
Desenvolvimento da Embalagem Metálica “Rack” .....	47
Geração de Ideias .....	47
Seleção e Avaliação das Ideias.....	48
Projetação.....	48
Desenho Bidimensional.....	49
Modelagem Tridimensional .....	50
Simulação Construtiva (Prototipagem 3D).....	52
<b>RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>54</b>
A) Redução da Área Utilizada para Armazenagem.....	54
B) Redução dos Tempos e Movimentos dos Colaboradores .....	56
C) Elevação da Taxa de Ocupação.....	57
D) Redução dos Custos Logísticos:.....	57
E) Eliminação de 100% dos passivos ambientais: .....	58
Resultados da Microscopia.....	59
<b>ANÁLISE DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO NO PROJETO .....</b>	<b>64</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO A - DOCUMENTO TÉCNICO .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE A - PLANILHAS - MÉTODO RULA.....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE B - DETALHAMENTO DO CONJUNTO, REALIZADO NO INVENTOR AUTODESK .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE C - PROJETAÇÃO DO “RACK” METÁLICO, NO SOFTWARE INVENTOR AUTODESK .....</b>	<b>82</b>
<b>SOBRE O AUTOR.....</b>	<b>83</b>

## RESUMO

A embalagem é parte indispensável para a proteção e conservação dos produtos, utilizando materiais estruturais de alta resistência mecânica e à corrosão, ademais, trata-se de um elemento fundamental para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. O design de produtos para o desenvolvimento de embalagem evoluiu significativamente nas últimas décadas, colaborando para um mercado cada vez mais exigente, em que seus diferentes aspectos a tornam um fator importante na preservação de produtos e garantia da qualidade. O objetivo deste trabalho incide em projetar embalagens industriais, tipo “Racks” metálicos para componentes e conjuntos automotivos, que contribuam com a redução efetiva dos custos de armazenamento e transporte, potencializando a diminuição dos tempos e movimentos nos processos e também dos passivos ambientais. A metodologia utilizada para a realização deste trabalho constituiu-se em uma investigação bibliográfica, exploratória e por meio de um estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico do Vale do Paraíba Paulista. As etapas consistiram no diagnóstico da situação problema para a confecção do “Rack”: embalagens padronizadas/taxa de ocupação, manuseio/tempos e movimentos, aspectos ergonômicos, passivo ambiental e análise do material/processo de construção. Foi analisada por microscopia óptica e eletrônica de varredura, a união da estrutura pelo processo de soldagem, verificando-se a ocorrência de falhas devido à baixa difusibilidade na interface da zona termicamente afetada com a zona fundida, além de uma alta variabilidade de dureza na junta soldada, constatada no ensaio de microdureza. E com o desenvolvimento do projeto, obteve-se ganhos significativos para a empresa, obtidos por intermédio do restringimento de 82% da área de armazenagem, redução de 89% dos tempos e movimentos envolvidos na atividade de embalagem, diminuição de 65% dos custos logísticos ligados ao transporte, além da eliminação de 100% dos passivos ambientais com embalagens primárias e secundárias e um aumento da taxa de ocupação da embalagem na ordem de 86%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Design e Seleção de Materiais. “Racks” Metálicos. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Gestão da Produção e Operações.

# INTRODUÇÃO

No atual modelo de vida da sociedade moderna, a embalagem é um elemento indispensável para a proteção e preservação de produtos, sendo fundamental para a logística de distribuição desses produtos desde o centro de produção até o consumo. Os sistemas de produção em série, provenientes da 2ª Revolução Industrial, podem ser considerados como um marco inicial no conceito e no processo de evolução das embalagens. O aumento na complexidade dos processos e conseqüentemente na movimentação dos produtos, tornou necessário o desenvolvimento e utilização de embalagens com os mais variados tipos, formas e materiais. As embalagens passaram, no decorrer dessa evolução, a ser empregadas não só para acondicionar o produto final, mas também durante as etapas e processos de fabricação, movimentação e transporte de matérias primas, componentes, produtos semiacabados e produtos finais (CASTRO, 2005).

No Brasil, a Associação Brasileira de Embalagens-ABRE (2009) considera o processo de substituição de importações, ocorrido após a Segunda Guerra Mundial, como um impulso significativo à industrialização do país e conseqüentemente a uma maior demanda por embalagens dos mais variados tipos e materiais ao longo do processo. Este crescimento no consumo gera também um aumento na demanda, onde os setores produtivos passam a ampliar a sua produção, utilizando maiores quantidades de matérias primas e componentes de diferentes tipos e formas, sendo necessária a fabricação e, por conseqüência, uma maior utilização das embalagens.

Observa-se então a seguinte seqüência de atividades no processo de produção:

- Na fabricação, com recebimento de insumos constituídos de matérias primas e componentes em geral, há indiretamente o recebimento e utilização de embalagens e também de forma indireta um passivo de resíduos de embalagens como madeira, papelão, plásticos, dentre outros que requerem um tratamento e uma disposição adequada.
- No Transporte, fatores como necessidade de proteger os produtos, acabados ou em processo semiacabados, também tornam imprescindível a utilização de embalagens como função primordial da integridade do produto, protegendo-o contra danos potenciais, tais como fatores climáticos, bacteriológicos e acidentes de trânsito e manuseio.

A embalagem não tem mais somente a função de fácil distribuição de quando ela foi utilizada. Ela se mantém até hoje, mas devido à descoberta de que a embalagem de consumo é o representante mais significativo que a empresa tem para com o cliente, foram acrescentadas mais algumas:

- Facilitar a armazenagem - a embalagem deve ser projetada para redução de custos, o formato e o tamanho dessas alteram-se para a paletização de volumes para o transporte. Quanto menos manuseio, menores custos de distribuição;

- Proteger e conservar o produto – contra qualquer acaso que possa ocorrer (umidade, quebra, etc.). A embalagem deve servir, também, para a proteção do produto no ponto de venda, ou seja, no revendedor;
- Posicionar o produto – saber posicionar o produto nas gôndolas ou prateleiras é fundamental;
- Facilitar o uso do produto – a embalagem deve ser adequada ao tipo de uso do produto, sempre.
- Mercadológica – essa função é seduzir o consumidor por meio de um design chamativo, combinação de cores, padrões, formatos, estilos e ilustrações.

Neste contexto, utilizando como base a linha de pesquisa: Projeto de Produto do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Design, Tecnologia e Inovação, Mestrado Profissional do Centro Universitário Teresa D’ávila, o presente projeto visa desenvolver, confeccionar e implantar uma embalagem metálica “Rack”, com o propósito de melhorar o sistema logístico industrial, interno e externo da empresa, por meio de soluções técnicas voltadas à área de logística e produção, no intuito de reduzir os custos com movimentação e transporte, visando, ainda, aumentar a segurança e a qualidade do processo, contribuindo para a otimização da ocupação das embalagens, eliminando os resíduos gerados no cliente, dinamizando todo o sistema logístico, que engloba: o suprimento de materiais e componentes, a movimentação e controle de produtos e o apoio ao esforço de vendas dos produtos finais, até a colocação do produto acabado no cliente.

## 1 | OBJETIVO

Este trabalho teve como finalidade, desenvolver uma embalagem industrial “Racks” metálicos para componentes automotivos que propiciem melhorias no transporte e armazenamento, motivados pela inovação de design do produto e projeto, no intuito de reduzir os custos de armazenamento, transporte, melhorar aspectos ergonômicos, otimizar os tempos e movimentos da operação, evidenciando a sua importância na cadeia produtiva.

Demonstrar como o planejamento e desenvolvimento baseado no conceito de projeto de produto, por meio de requisitos técnicos e legais podem proporcionar proteção ao produto, viabilidade logística de movimentação, distribuição e venda, além do atendimento dos padrões sociais, ambientais e econômicos, contribuindo para o aumento da competitividade empresarial, tornando-se um fator estratégico no que tange aspectos de qualidade, lucratividade, produtividade e logística.

## 2 | CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

O projeto realizado em parceria com a maior sistemista da América Latina de

Componentes Estruturais tem seu propósito e contribuição no que tangem aspectos como redução ou até mesmo eliminação de resíduos sólidos não perigosos, ou seja, madeira (paletes), filmes esticáveis (*stretch*) para envoltório e papelão provenientes das embalagens do tipo terciária (ou embalagem de transporte), utilizadas para logística das embalagens secundárias e/ou primárias, contribuindo para que não haja danos aos produtos movimentados, além da contribuição quanto ao aspecto ambiental, essa redução/eliminação também será possível diminuir consideravelmente os gastos com o processo de acondicionamento dos itens.

Por meio de observações diretas no processo de produtivo e logístico do item em questão, notou-se que os colaboradores realizam vários movimentos para acondicionar uma só peça dentro da embalagem utilizada para o transporte. Devido ao fato, o novo design da embalagem “Rack”, além de aumentar a taxa de ocupação da embalagem, trará ao colaborador uma redução dos tempos e movimentos gastos no manuseio e armazenamento empregados nessa operação, colaborando com a eficiência da ergonomia, amenizando os danos causados à saúde do trabalhador e aumentando, de maneira significativa, os ganhos com produtividade.

Dentre as lacunas observadas em relação ao processo produtivo, embalagem e logística, obteve-se resultados de deméritos, oriundos do comprometimento da qualidade do produto ao chegar no seu destino final (cliente), resultando em: rejeição do produto, retrabalho e descarte, ocasionando prejuízos financeiros e descendência no índice de performance de fornecimento. O desenvolvimento da embalagem específica com utilização do conceito de design do produto buscou projetar um “Rack” que será fator determinante para alcançar a garantia da qualidade do produto e, assim, trazendo ganhos para ambas as partes.

A confecção de uma nova embalagem tipo “Rack” foi desenvolvida para atender à demanda de peças fabricadas pela empresa parceira e todos os aspectos mencionados poderão ser garantidos por meio do novo projeto elaborado com o auxílio primordial do conceito em design, resultando em uma embalagem “Rack” devidamente apropriada para este fim.

# REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo aborda a revisão da literatura que fundamentará o trabalho e as relações teóricas referentes à pesquisa se dividirá em seções, onde o conteúdo será organizado em: 2.1 Breve Histórico, Conceitos e Funções da Embalagem, 2.2 Tipos de Embalagens, 2.3 Embalagens na Logística, 2.4 Projeto e Desenvolvimento de Produto, 2.5 Design de Embalagem, 2.6 O Impacto Ambiental, 2.6.1 Ciclo de Vida da Embalagem, 2.7 Embalagem e Ergonomia, 2.8 Metalografia, 2.8.1 Ensaio Macrográfico, 2.8.2 Ensaio Micrográfico e 2.8.3 Preparação dos Corpos de Prova para Micrografia.

## 1 | BREVE HISTÓRICO, CONCEITOS E FUNÇÕES DA EMBALAGEM

A embalagem tem sua gênese nos primórdios da civilização humana, pois se deriva da necessidade básica do ser humano de se alimentar e de buscar formas de guardar e conservar seu alimento por mais tempo.

Com o crescimento das sociedades tribais, a atividade nômade (caracterizada pela extração), passa a dar espaço ao sedentarismo e à fixação dos grupos em um dado local. Como explorador, o homem passa a desbravar territórios de adversidade climática, onde não bastava mais caçar ou colher para alimentar-se imediatamente, era preciso armazenar e transportar (NEGRÃO E CAMARGO, 2008).

A necessidade da embalagem começou a aparecer à medida que a vida do homem se tornou gradativamente mais complexa; quando amadureceu a consciência de que passou a ser preciso armazenar; quando aumentou a distância entre sua moradia permanente ou semipermanente - provavelmente a caverna - e suas fontes de abastecimento. (NAZÁRIO 1985, p. 25).

Negrão e Camargo (2008) afirmam que a evolução da embalagem se mescla também à história do desenvolvimento tecnológico. À medida que a humanidade evolui, descobre novos materiais, desenvolve novas necessidades e também amplia a gama de produtos dos quais faz uso. Como consequência aumenta, proporcionalmente, a quantidade de produtos a serem embalados e a diversidade de materiais empregados nesses invólucros.

Para outros autores, a embalagem surgiu, historicamente, com o propósito de conter e proteger o produto na sua passagem pelos canais de distribuição. Os produtos, em sua maioria, eram transportados em embalagens grandes e comercializados a granel e, em muitos casos, reembalados manualmente pelos varejistas no momento da venda. O advento do autosserviço reforçou a importância da embalagem e passou a exigir dela a atuação como elemento de atração do consumidor para o produto, tornando-a decisiva no que se refere ao desempenho dos produtos de consumo de massa (ROCHA e CHRISTENSEN, 1999).

Essa mudança pôde ser vivenciada no Brasil na segunda metade dos anos 1950,

década em que o mercado, até então dominado por bazares, armarinhos, quitandas e empórios, presenciou o surgimento dos supermercados, o estopim de uma revolução no mundo das embalagens (CAVALCANTI e CHAGAS, 2006).

Para Moura e Banzato (1997), a criação e o aprimoramento da embalagem iniciaram na origem da humanidade. No princípio, utilizavam-se das mãos como transporte, mas nelas, a água não podia ser transportada para longe, e nem era possível a sua estocagem. Crânios de animais, chifres ocos e grandes conchas passaram a realizar essas importantes tarefas.

A embalagem para bens de consumo é um elemento fundamental para a vida moderna, ao desempenhar importante papel na economia e no comportamento da sociedade. A principal função de uma embalagem é, e sempre será, proteger e possibilitar o transporte e o armazenamento eficiente de um produto dentro da cadeia logística.

Calver (2009) descreve que a função da embalagem era relacionada à sua utilidade, principalmente quando auxiliava na distribuição eficaz do produto. Apesar do fato de hoje em dia os produtos e as embalagens serem mais sofisticados, as funções básicas ainda continuam sendo muito importantes na sua forma e função, uma vez que as mesmas devem proteger o produto até o consumidor final.

A Associação Brasileira de Embalagem - ABRE define a embalagem como um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente, individualmente ou agrupando unidades, tendo como principal função protegê-los e estender o seu prazo de vida (*shelf life*), viabilizando sua distribuição, identificação e consumo.

Moura (1998, p. XI) corrobora:

Embalagem é uma função tecno-econômica, com o objetivo de proteger e distribuir produtos ao menor custo possível, além de promover as vendas, e, conseqüentemente, aumentar os lucros. A embalagem é uma consequência da integração de arte e ciência, que exige conhecimentos de resistência de materiais, fluxogramas, logística, fabricação, movimentação de materiais, design, cromatografia e mercado, além de elevada dose de bom senso e criatividade.

A partir dessa definição podemos perceber que “embalagem” não diz respeito a uma atividade tão simples como pode parecer à primeira vista, muito pelo contrário, o desenvolvimento de embalagens é uma atividade interdisciplinar que engloba várias áreas do conhecimento. Não se trata somente de um trabalho de criação artística, mas a imagem final de tudo que foi produzido até aquele momento, a embalagem é o vínculo do produto da cadeia produtiva com o consumidor final, carregando a imagem da empresa que a produziu e a marca de seu fabricante (MESTRINER, 2002).

O autor citado acima esclarece que o mundo das embalagens não se retém a suas três funções básicas (conter, proteger e transportar) que as acompanham desde o início de



sua história, esse mundo é muito mais amplo.

Buscando entender melhor essa amplitude citam-se os principais objetivos das embalagens. De acordo com Moura (1998), são eles:

- a) Redução do custo unitário do produto;
- b) Melhoria no tempo de rotação do produto;
- c) Facilidade de manuseio, estocagem e transporte;
- d) Preservação do produto;
- e) Penetração em novos mercados;
- f) Atendimento às regulamentações governamentais quanto à segurança e saúde do consumidor;
- g) Contribuição no aumento de vendas.

Ainda pode-se atribuir suas principais funções descritas por Moura e Banzato (1997) como:

- **Contenção do produto:** tem a função de guardar o produto, ou seja, contê-lo. Sendo que no projeto da embalagem, essa função deve estar relacionada com o produto para o qual ela, a embalagem, vai ser utilizada.
- **Proteção de materiais embalados:** essa função deve proteger o conteúdo embalado de forma a garantir a integridade do mesmo, garantindo, dessa forma, que ações de manipulação, movimentação, estocagem, transporte e de condições atmosféricas não afetem o produto embalado. Essa proteção deve vir das ações mecânicas: choque, vibração, aceleração e compressão e físico-química: oxidação, temperatura, umidade, radiação solar, entre outras.
- **Comunicação:** a embalagem possui a função de informar, por meio da forma, dimensão, cor, gráficos, símbolos e impressão.
- **Utilidade:** essa função facilita a interação entre a embalagem e aquilo que entra em contato com ela.

A importância da embalagem pode ser observada diante das diversas variações de conceito a ela relacionadas, de acordo com a visão de cada área da organização, evidenciando que, apesar do objetivo principal ser o de proteger o produto, a embalagem tem inúmeras funcionalidades e papéis nas relações comerciais, tornando-se indiscutivelmente essencial para as atividades empresariais de qualquer ramo de negócios (MANTOVANI, 2014).

## 2 | TIPOS DE EMBALAGENS

Um dos itens mais importantes no processo de criação e desenvolvimento da embalagem é indiscutivelmente a matéria prima, ou seja, o material que será utilizado

para produção da embalagem. Godinho (2003) esclarece-nos que há basicamente quatro categorias de materiais no campo das embalagens: papel, metal, vidro e plástico, sendo indispensável conhecer as suas propriedades e características, para adequar da melhor forma a embalagem ao produto. Sem este conhecimento, o projeto poderá fracassar.

Quanto à classificação das embalagens, essas podem pertencer a vários grupos. Explorando esses grupos, chega-se à classificação de Moura e Banzato (1998), os autores asseguram que uma embalagem pode estar inserida em mais de um grupo de classificação.

Dentro desses grupos, acima citados, os mesmos autores abrem a classificação das embalagens quanto às suas funções, finalidades, utilidades e movimentação.

De acordo com a função que as embalagens cumprem, Moura e Banzato (1998) classificam-nas como:

- a) Embalagem primária: é aquela que contém o produto, possuindo a medida de produção e consumo. Em muitos casos representa a unidade de venda no varejo;
- b) Embalagem secundária: protege a embalagem primária, normalmente contendo mais de uma unidade do produto em sua embalagem primária;
- c) Embalagem terciária: é a soma das embalagens primária e secundária, algumas vezes chamada de fardo, normalmente acaba sendo a medida de venda ao atacadista;
- d) Embalagem quaternária: envolve o acondicionamento, facilitando a movimentação e armazenagem de várias embalagens terciárias;
- e) Embalagem de quinto nível: é a unidade containerizada, sendo produzida para transportar os produtos em grande quantidade e a grandes distâncias.

### **Segundo a finalidade**

Para Moura e Banzato (1998), as embalagens podem ser classificadas quanto a suas finalidades, nesse quesito sendo classificadas em:

- De consumo (venda ou apresentação): finalidade de assegurar a distribuição do produto até o cliente final;
- Expositora: utilizada para expor o produto;
- De distribuição física: destinadas à proteção do produto durante o processo de distribuição;
- De transporte e exportação: destinadas ao acondicionamento do produto durante o transporte, que vai desde o ponto de fornecimento até o cliente final;
- Industrial ou de movimentação: utilizadas para movimentação dos produtos em pequenas distâncias, podendo ser até dentro da própria fábrica;
- De armazenagem: utilizadas para proteger os produtos de agentes externos.

### **Segundo a utilidade:**

A classificação das embalagens pela utilidade é mais uma classificação de Moura e Banzato (1998), quanto à utilidade, elas são classificadas da seguinte forma:

- Retornáveis (reutilizáveis): previstas para durarem um longo período de tempo.
- Não-retornáveis (descartáveis): são projetadas para o uso em uma única vez, geralmente de baixo custo e não exigindo controle e devolução.

### **Segundo a movimentação:**

Ainda de acordo com o Moura e Banzato (1998), segundo sua movimentação, as embalagens são classificadas em:

- Embalagem movimentada manualmente: são aquelas adequadas à movimentação feita pelo próprio homem, sem ajuda de máquinas, não devendo exceder os 30 Kg;
- Embalagem movimentada mecanicamente: são aquelas que possuem características que não permitem as suas movimentações sem ajuda de máquinas ou equipamentos. Essas características podem estar relacionadas com a quantidade de volume a ser transportada, a quantidade de movimentações, as distâncias e alturas das movimentações ou ainda possuir um peso considerável.

Junto com essas embalagens, são geralmente utilizadas unidades de cargas como paletes e contêineres, de maneira que possam ser movimentadas por uma empilhadeira ou outro equipamento.

## **3 | EMBALAGENS NA LOGÍSTICA**

Logística é “o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde a origem até o consumo” (BALLOU, 2004, p. 21).

Sua missão é fornecer mercadorias de qualidade e de modo eficiente ao consumidor.

Dentro de uma empresa, a logística é considerada como o principal fator que contribui para o processo de criação de valor para o cliente com o menor custo total possível. Ela é responsável também por satisfazer as necessidades do cliente, facilitando as operações relevantes de produção e *marketing*, tornando-se, assim, uma base para a obtenção de vantagens estratégicas (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Os autores acima acreditam que o aumento da utilização do espaço cúbico representa a maior oportunidade de avanço técnico da embalagem, pois a cubagem das embalagens poderia ser reduzida em até 50%, dando eficiência na movimentação, no manuseio e no transporte.

Segundo Ballou (1993, p. 104), “a embalagem significa custo adicional para a empresa. A compensação do custo aumenta a eficiência de outras operações, como transporte e armazenagem, diminuindo o número de danos causados nos produtos”.

Algumas mudanças nas embalagens podem melhorar a eficiência da movimentação, armazenagem e transporte.

De modo geral, a Logística é um sistema que inter-relaciona diversos segmentos e setores, buscando entregar a quantidade correta das mercadorias solicitadas no lugar e no tempo certo, levando em conta as condições e o custo mínimo (MOURA E BANZATO, 1997).

Para Bowersox et al. (2006), a logística inclui não só a movimentação de produtos, mas também a transferência de informações entre participantes de uma cadeia de suprimentos. Seu objetivo é tornar disponíveis os produtos e serviços, onde e quando for necessário, mediante a integração de informações, transporte, estoque, armazenamento, manuseio de matérias e embalagens.

De acordo com Rodrigues et al. (2015), as empresas buscam, por meio da logística, uma inovação na qualidade de serviços, satisfação do cliente e conseqüentemente, vantagens competitivas e maior flexibilidade na gestão empresarial

## 4 | PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

De acordo com Carpes (2014, p. 16),

O ser humano modifica sua natureza desde o início de sua existência, no intuito de executar e atingir seus propósitos. A partir desse impulso transformador, surgiram as mais variadas formas de atividade, cotidianas e em conjunto. Com o aperfeiçoamento da vida em sociedade, começaram a ser desenvolvidas as mercadorias e produtos.

O autor citado ainda afirma que os produtos podem ser analisados de diversas formas, sendo mais comuns os pontos de vista comercial e técnico, já do ponto de vista comercial, o produto pode ser definido como tudo aquilo que o consumidor recebe quando realiza uma compra.

Na literatura, constam muitos conceitos sobre produto, para Semenick e Bamossy (1995, p. 260), produto é “um conjunto de atributos tangíveis e intangíveis que proporciona benefícios reais ou percebidos com a finalidade de satisfazer as necessidades e os desejos do consumidor”.

Kotler e Armstrong (2007) definem produto como “qualquer coisa que possa ser oferecida a um mercado para atenção, aquisição, uso ou consumo, e que possa satisfazer a um desejo ou necessidade”.

Em outras palavras, “Produto significa a oferta de uma empresa que satisfaz a uma necessidade” (MCCARTHY E PERREAULT, 1997 p. 43).

No século XVII, com a Revolução Industrial, os produtos começaram a ser fabricados

em quantidades consideráveis, substituindo as produções artesanais. Já no século XX, iniciou-se a sistematização da concepção dos produtos, com o surgimento de metodologias de projeto de produtos (CARPES, 2014).

De acordo com Rosenfeld et al. (2006), o desenvolvimento de produtos é um processo de negócio cada vez mais crítico devido à internacionalização dos mercados, o aumento da diversidade de produtos e a redução do seu ciclo de vida, sendo assim, novos produtos buscam atender segmentos específicos de mercado, incorporando novas tecnologias e se adequando a novos padrões e restrições legais.

Clark e Fujimoto (1991) asseguram que o desenvolvimento de produtos é basicamente o esforço realizado por um conjunto de pessoas de uma empresa na transformação de dados sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para a fabricação de um produto comercial.

Faria et al. (2008, p. 3) apud Takahashi & Takahashi (2007) fornecem-nos a seguinte informação:

As empresas devem tomar decisões no sentido de obter a ligação entre os objetivos e a estratégia de negócios e a série de projetos de desenvolvimento de produtos. Os projetos devem refletir a direção e a intenção estratégica dos negócios da empresa. Outra questão estratégica importante trata da definição do papel da alta gerência em relação aos projetos de desenvolvimento de produtos. Geralmente, essa atuação ocorre nas fases finais do desenvolvimento dos projetos, momento em que os gerentes tentam solucionar problemas e erros, quando o custo das alterações é relativamente alto. No entanto, a atuação mais influente e proveitosa por parte da alta gerência deve ocorrer nas fases iniciais do desenvolvimento dos projetos, ou seja, no planejamento, quando muitos problemas futuros podem ser diagnosticados com antecedência e as soluções encaminhadas antecipadamente.

Existem diversas metodologias para o desenvolvimento de produtos, propostas na literatura, compostas de diversas etapas ou fases. O desenvolvimento de novos produtos pode ser visto como uma passagem do abstrato, do intangível, que contempla as ideias ainda subjetivas e não muito claras, para o concreto, o tangível, o resultado: “produto físico” (FARIA et al, 2008 apud TAKAHASHI & TAKAHASHI, 2007).

Entende-se que o desenvolvimento de novos produtos é um processo essencial à competitividade das organizações e que a gerência desse processo influencia no desempenho do novo produto no mercado. O Planejamento e Gestão de Desenvolvimento de Produto (PDP e GDP) são processos sistêmicos que devem seguir metodologias e etapas, adaptadas ou desenvolvidas de acordo com as características da organização, mas que são essencialmente atividades multi e interdisciplinares. O processo e a gestão do desenvolvimento de produtos é uma das grandes áreas de atuação do engenheiro de produção, que graças à sua formação abrangente, é capaz de integrar as diferentes áreas envolvidas nesses processos, como marketing, engenharia, produção, P&D e logística.

No estágio inicial do planejamento, é feita uma pesquisa de mercado para saber as tendências, a partir daí várias ideias são lançadas e vão sendo afinadas conforme são feitas as primeiras especificações. Os estágios iniciais são os mais importantes no processo de desenvolvimento de novos produtos. Nesses estágios os gastos com o desenvolvimento ainda são relativamente pequenos, a pesquisa só ocorreu no papel e os trabalhos de projeto consistem de desenhos e modelos baratos. Os produtos que começam com uma boa especificação, discutida e acordada entre todas as pessoas que tomam decisões na empresa, e cujos estágios iniciais de desenvolvimento sejam bem acompanhados, têm três vezes mais chances de sucesso, do que aqueles com especificações vagas ou acompanhamentos iniciais mal feitos. Assim, é muito importante começar certo no processo de desenvolvimento (BAXTER, 2000).

O sistema de desenvolvimento de produtos pode ser compreendido pelo esquema de entrada, processamento e saída, envolto pelo mercado e tecnologia. A gestão desse sistema, denominado de GDP, refere-se ao conjunto de processos, tarefas e atividades de planejamento, organização, decisão e ação envolvidos para que o sistema considerado alcance os resultados de sucesso esperado (CHENG e MELO, 2007).

Conforme alegam Ulrich e Eppinger (2004), a maioria dos produtos disponíveis no mercado pode ser melhorada de alguma maneira por meio de um novo *design*. Os autores vinculam o sucesso econômico das empresas à sua capacidade e habilidade de identificar as necessidades dos seus clientes em relação aos produtos e, diante disso, desenvolver rapidamente soluções que atendam a essas necessidades, com baixo custo e de maneira eficaz.

A tecnologia cada vez minimiza o tempo de desenvolvimento de um produto, mas a pesquisa e a metodologia necessárias para conhecer o desejo do cliente ainda são complexas. O *designer* utiliza dados levantados, tendências e procedimentos técnicos, certificando-se de certo modo o caminho escolhido para o projeto e tornam mínimos os riscos dos investimentos aplicados no processo de seu desenvolvimento.

A análise das metodologias tem como escolha a aplicabilidade e a sedimentação que cada autor transmite. Algumas metodologias conhecidas são de autores como Ulrich e Eppinger (2004), Cooper (2001) e Rozenfeld et al. (2016), esses autores dividem os métodos utilizados em fases para se tornar o processo de desenvolvimento de um produto.

## 5 | DESIGN DE EMBALAGEM

Segundo o Comitê de *Design* da Associação Brasileira de Embalagens, ABRE (2009), não é de hoje que as grandes corporações e as marcas de alta visibilidade investem em *design* e com isso obtêm resultados expressivos na conquista da preferência do consumidor. Quanto às pequenas e médias empresas, apenas recentemente é que elas

começaram a perceber que o *design* de embalagens pode proporcionar competitividade ao produto, agregando valor e adequando-o com eficiência às necessidades e expectativas do consumidor.

Para Azevedo (1988), o *design* surgiu quando o homem começou a fabricar suas próprias ferramentas. Para entendê-lo, deve-se estar atento aos processos de produção em série, uma vez que sua história está ligada à Revolução Industrial, antes da qual a confecção de objetos, principalmente antes da virada do século XX, era função dos artesãos, que, com suas mãos ágeis e por meio de noções de estética transmitido de pai para filho, produziam peças únicas.

Com o advento da indústria, houve uma aproximação das atividades dos artesãos com as máquinas. Diante do mundo que então se mecanizava, o homem daria sua contribuição para uma revolução estética e social que atingiria as formas e os objetos que integravam seu dia-a-dia. Um bom exemplo consiste na produção de artigos em série, o que permitiria baixar seu custo e ao mesmo tempo disseminar a arte do *design* entre as camadas da população.

De acordo com Cardoso (2000), a origem mais remota da palavra *design* está no latim *designare*, verbo que abrange ambos os sentidos, o de designar e o de desenhar.

A palavra *design* tem sua raiz na língua inglesa e sua tradução é projetar, compor visualmente (AZEVEDO, 1988).

A Confederação Nacional das Indústrias (CNI), afirma que o *design* consiste na melhoria dos aspectos funcionais, ergonômicos e visuais de um produto, de modo a atender às necessidades do consumidor e a melhorar seu conforto, segurança e satisfação, motivo pelo qual se transformou em um dos principais instrumentos de competição nos mercados nacional e internacional.

A ênfase de sua atuação reside na fase de definição de necessidades, assim como na de concepção e desenvolvimento de projetos de produtos, com vistas a promover sua adequação às necessidades do usuário e às possibilidades de produção da empresa.

Kotler e Rath (1984) asseguram que o *design* é um processo de busca que visa otimizar a satisfação dos consumidores e a lucratividade das empresas com o uso criativo dos elementos que compõem a atividade, tais como performance, qualidade, durabilidade, aparência e custos relacionados a um produto, a um ambiente, a uma informação e à imagem corporativa de uma empresa.

O *design* pode ser identificado nos produtos, nas embalagens, no material promocional, nos padrões estéticos e ambientais, na identidade visual do produto e da empresa. Recurso capaz de determinar a escolha de materiais e de modos de produção contribui para a redução de custos e para uma maior adequação às exigências ambientais. Em um ambiente empresarial, são mais conhecidos o *design* gráfico e o *design* de produtos,

ambos presentes em um projeto de *design* de embalagem (CNI,1996).

Para Mestriner (2002, p. 10),

O *design* compreende a atividade de desenhar para a indústria, segundo uma metodologia de projeto que leva em consideração a função que o projeto final irá realizar, as características técnicas da matéria prima e do sistema produtivo utilizado em sua confecção, as características e necessidades do mercado e do destinatário final do produto, ou seja: o consumidor.

Ainda pode-se destacar que para a elaboração de um projeto, devem ser considerados aspectos como forma, estilo, materiais, ergonomia, conveniência, segurança, viabilidade de produção, estética, eficiência em custos, imagem do produto e imagem corporativa, pois o custo da embalagem, de acordo com o tipo de produto, chega de 1% a 30% do custo total desse produto, porém, surpreendentemente, Carvalho (2008) alega que em alguns casos essa porcentagem pode ser ainda maior.

O *design* de embalagem, com o intuito de cumprir suas funções, divide-se em mais de uma área de interesse, apesar de estarem indiscutivelmente interligadas, essa divisão apresenta-se como em especialidades no desenvolvimento de embalagens, sendo divididas em áreas de *design*, *design* industrial e engenharia de embalagens. A seguir, de acordo com Giovannetti (1995), essas áreas estão especificadas em:

- **Design Industrial**

Aqui se emprega basicamente o *design* estrutural da embalagem, se encarregando da seleção do material adequado para a embalagem, da definição da forma, das especificações de tamanho e cor, da textura de sua superfície e do sistema de tapamento ou de fechamento. Utilizando, também, a ergonomia, adaptando a embalagem às medidas, forças, capacidades e limitações humanas.

O *design* industrial deve estudar a inter-relação da embalagem com o produto, já que ele está intimamente ligado com a qualidade, aspectos legais e funcionais de uso.

- **Design Gráfico**

As embalagens comunicam-se com os clientes, assim o *design* gráfico faz com que o processo de comunicação seja realizado corretamente, sem ruídos ou interrupções. Essa comunicação, ou *design* gráfico, é a solução visual da embalagem, para isso o *design* gráfico de embalagens possui algumas funções, são elas: identificação imediata de um produto; diferenciar um produto de seus competidores, dando um caráter e valor próprio; informar o consumidor de forma clara sobre o conteúdo do produto e os benefícios ao usá-lo; aumentar a capacidade de venda do produto; atrair o consumidor, muito depois de ter feito a compra.

Para Giovannetti (1995, p. 104), a função do *designer* de embalagem é:



[...] analisar, interpretar e propor signos que dão soluções às necessidades físicas e visuais, otimizando recursos para obter a embalagem adequada, alcançando com ele estabelecer um processo de comunicação e satisfazer as necessidades tanto do fabricante do produto como do consumidor do mesmo.

## 6 | O IMPACTO AMBIENTAL

Todos os produtos interagem com o meio ambiente no consumo de recursos da natureza e em emissões de refugos ou poluentes, que por sua vez resultam em impactos ambientais no ar, água e/ou solo. Temos, por exemplo, no caso dos alimentos, o desgaste da terra no seu plantio e cultivo, incluindo o consumo de água e fertilizantes, o combustível e energia das máquinas colhedoras, o processo de industrialização, entre outros. No caso das embalagens, temos a fabricação das matérias-primas e insumos, o impacto gerado pelo seu transporte, a energia dos equipamentos de conversão da embalagem, a geração de refugos, entre outros aspectos.

Os impactos ambientais de uma embalagem são em grande parte determinados pelas entradas e saídas de materiais e energia geradas em todos os estágios do seu ciclo de vida. Os impactos ambientais abrangem também a forma de uso da embalagem (e do produto) e de seu descarte (CARTILHA ABRE, 2006).

O impacto ambiental causado pelas embalagens diz respeito a dois aspectos principais:

- O primeiro é o impacto ambiental ocasionado na exploração das matérias-primas utilizadas na confecção das embalagens.
- O segundo é quanto à destinação da embalagem após o seu descarte.

Negrão e Camargo (2008) atentam sobre algumas recomendações básicas: reduzir ao máximo o uso de materiais; reutilizar contentores e embalagens; utilizar, de preferência, materiais resultados de recursos renováveis e abundantes; dar prioridade aos materiais reciclados incineráveis e na sequência, recicláveis.

### 6.1 Ciclo de Vida da Embalagem

A abordagem de ciclo de vida é usada para identificar os aspectos e impactos ambientais que ocorrem durante o ciclo de vida completo da embalagem (desde a extração da matéria-prima, fabricação, uso e seu descarte), auxiliando, assim, a definir as diretrizes do projeto de melhorias ambientais. É importante considerar todos os estágios do ciclo de vida da embalagem, bem como conhecer como estas podem afetar o meio ambiente nestes diferentes estágios.

Deve-se garantir que qualquer melhoria efetuada num determinado estágio do processo fabril ou estrutura da embalagem não prejudique, mesmo que involuntariamente,

o impacto ambiental em outros estágios.

Por meio da Análise de Ciclo de Vida, diferentes critérios ambientais podem ser considerados avaliando-se melhorias sob uma ampla variedade de impactos potenciais, tais como:

- Redução de massa ou volume da embalagem (proporcionando economia de matérias-primas, reduzindo o volume de resíduo gerado e otimizando o seu transporte);
- Melhoria da eficiência energética no processo de fabricação da embalagem ou definição de novos processos produtivos (e de reciclagem);
- Prolongamento da vida da embalagem e do produto (proporcionando formas de reutilização e aproveitamento, reduzindo a necessidade de extração de novos recursos naturais);
- Escolha de matérias-primas de menor impacto ambiental, e que sejam compatíveis entre si em termos de reciclagem ou que tenham sua separação facilitada (neste último caso, proporcionando a reutilização de algumas das partes ou possibilitando a sua reciclagem) (CARTILHA ABRE, 2006).

## 7 | EMBALAGEM E ERGONOMIA

A Norma Regulamentadora 17 visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Com isso, pode-se afirmar que a ergonomia é um estudo científico de adaptação dos instrumentos, condições e ambiente de trabalho às capacidades psicofisiológicas, antropométricas e biomecânicas do homem.

Existem diversas definições de ergonomia. Todas procuram ressaltar o caráter interdisciplinar e o objeto de seu estudo, que é a interação entre o homem e o trabalho, no sistema homem-máquina-ambiente. Ou, mais precisamente, as interfaces desse sistema, onde ocorrem trocas de informações e energias entre o homem, máquina e ambiente, resultando na realização do trabalho (IIDA, 2005, p. 3).

A Associação Brasileira de Ergonomia-ABERGO adota a seguinte definição: “Entende-se por Ergonomia o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas “.

O aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente pode ocorrer tanto na fase de projeto de máquinas, equipamentos e postos de trabalho, como na introdução de modificações em sistemas já existentes, adaptando-os às capacidades e limitações do

organismo humano.

Segundo Strunck (1989), numa sociedade como a nossa, aceleradamente competitiva, só conquistam posições de destaques as ideias que se tornam conhecidas. E para que este conhecimento seja alcançado da forma mais rápida e eficaz, é da maior relevância a qualidade de suas manifestações visuais. Com o progressivo aumento da competitividade no mercado, requisitos como parâmetros ergonômicos e de usabilidade na parte estrutural e, principalmente, visual e informacional são decisivos na escolha dos consumidores e, portanto, no reconhecimento dos produtos.

O *Design* de embalagens é diferente de praticamente todas as outras disciplinas de *design*, porque seu objetivo primário é, simplesmente, reconhecimento. Uma embalagem de sucesso requer, em primeiro lugar e, sobretudo, consistência. A embalagem se torna um símbolo de identidade que é constante, familiar e instantaneamente reconhecível (MILTON, 1991).

A ergonomia apresenta ferramentas importantes, as quais procuram conhecer as capacidades e limitações dos usuários, disponibilizando dados essenciais para o desenvolvimento de um bom produto, embalagem, identidade visual, etc.

O projeto de uma embalagem possui duas importantes etapas:

- A forma: *design* estrutural,
- E o visual: elementos gráficos.

Na parte estrutural, há diversos tipos de embalagens, envolvendo uma grande variedade de formas, tamanhos, materiais, etc.

Já o visual inclui informações verbais e não verbais. As verbais são compostas por elementos textuais, geralmente o nome do produto, informações nutricionais, ingredientes, entre outros, e as não verbais referem-se ao logotipo, figuras, cores, etc.

O *design* estrutural e os elementos gráficos não devem ser considerados elementos separados, já que ambos fazem parte da identificação do produto e compõem a embalagem como um todo.

Mestriner (2001) explana que a embalagem foi incorporando elementos de comunicação que foram traduzidos em objetos, constituindo ao longo do tempo um repertório iconográfico, uma espécie de vocabulário visual da embalagem. Sendo assim, tanto os aspectos bidimensionais quanto os tridimensionais fazem parte da comunicação da embalagem.

O processo projetual e o *design* ergonômico no desenvolvimento de embalagens são fundamentais, tanto em sua parte estrutural quanto na criação da identidade visual.

Pode-se dizer que a importância da ergonomia vem sendo cada vez mais reconhecida, assim como o *design* das embalagens, tanto no âmbito estrutural (Produto)

quanto no visual (Informacional) (SILVA et al, 2015).

A embalagem evoluiu atendendo às demandas do desenvolvimento da sociedade e dos diversos bens de consumo, porém qualidades antigas, como viabilizar a proteção e o transporte continuam sendo essenciais.

## 8 | METALOGRAFIA

Metalografia é definida, por Silva e Avanzi (2011, p. 105), como “o estudo das características estruturais ou da constituição dos metais e suas ligas, para relacioná-los com suas propriedades físicas, químicas e mecânicas”.

Os autores citados acima ainda esclarecem que, para se conseguir a relação entre estrutura observada a olho nu, com lupa ou microscópio, e as propriedades mecânicas, deve-se seguir uma linha determinada de processos, denominados ensaios metalográficos, e estes podem ser macrográficos ou micrográficos.

Rohde (2010, p. 6) salienta que “o ensaio metalográfico procura relacionar a estrutura íntima do material com as suas propriedades físicas, com o processo de fabricação, com o desempenho de suas funções e outros”.

A metalografia é uma técnica da metalurgia física, que analisa os metais sob o ponto de vista estrutural, com o intuito de relacionar principalmente as propriedades físicas, composição, processo de fabricação, de modo a esclarecer, ou prever o comportamento do material sobre uma determinada aplicação, por meio de observação, com ou sem o uso de microscópio (COLPAERT, 2008).

No caso do auxílio de um microscópio, a análise é conhecida por micrografia, neste caso o objetivo principal é visualizar e analisar a textura microscópica do material, dimensão e formato dos grãos, proporção de fases e microconstituintes formados durante a cristalização ou tratamentos térmicos específicos.

Por meio das análises macrográficas e micrográficas, é possível a determinação de diversas características do material, inclusive a determinação das causas de fraturas, desgastes prematuros e outros tipos de falhas (COLPAERT, 2008).

As técnicas empregadas na metalografia requerem especial atenção, pois demandam certo grau de habilidade e paciência na execução da atividade. A seriedade de um trabalho minucioso e conciso é determinante para minimizar prováveis erros de interpretação e garantir resultados confiáveis (SOUZA, 2008 apud VOORT, 1984).

### 8.1 Ensaio Macrográfico

Rohde (2010) explica-nos que nesse ensaio examina-se, a olho nu ou com pouca ampliação (Figura 1), o aspecto de uma superfície após devidamente polida e atacada por um reagente apropriado. Por seu intermédio, tem-se uma ideia do conjunto, indicativa à

homogeneidade do material, a distribuição e natureza das falhas, impureza e ao processo de fabricação, qualidade de solda profundidade de tratamentos térmicos, entre outras características.

Para Colpaert (2008, p. 37),

A macrografia baseia-se na análise de uma peça ou amostra metálica, segundo uma seção plana devidamente polida e atacada por um reativo próprio, por meio da observação do mesmo em tamanho original ou com ampliação máxima de 10 vezes, sendo o meio mais utilizado de observação a lupa.

A amostra utilizada na macrografia, designada também como corpo de prova, é submetida a etapas de preparação, para que então possa ser realizado o exame metalográfico. As fases são: localização da seção a ser estudada, preparação de uma superfície polida e ataque químico adequado da superfície (COLPAERT, 2008).

Segundo Colpaert (2008), com relação à escolha da seção trabalhada, tem-se duas situações comuns, primeira quando já existe uma especificação de projeto ou norma utilizada e segunda quando não há essa especificação, requerendo estudo de sua forma geométrica e as informações que se deseja obter como resultado. As principais seções aplicadas à área de macrografia são seções transversais e longitudinais.



Figura 1 - Macrografia da solda

Fonte: Rohde, 2010.

## 8.2 Ensaio Micrográfico

Segundo Colpaert (2008, p. 121), “metalografia microscópica estuda os produtos metalúrgicos, com o auxílio do microscópio, visando a determinação de seus constituintes e de sua textura”.

Consiste no estudo dos produtos metalúrgicos, com o auxílio do microscópio, onde se pode observar as fases presentes e identificar a granulação do material (tamanho de grão), o teor aproximado de carbono no aço, a natureza, a forma, a quantidade e a distribuição dos diversos constituintes ou de certas inclusões (Figura 2).

A técnica de ensaio micrográfico pode ser dividida nas seguintes fases: escolha e localização da seção a ser analisada; obtenção de uma superfície plana e polida na seção selecionada; ataque da superfície por um reagente químico adequado; exame ao microscópio para a observação e obtenção de fotografias (COLPAERT, 2008).

Cada uma dessas etapas pode ser realizada utilizando diferentes métodos e podem variar de acordo com as propriedades específicas do material. Deve-se realizar cada uma das fases de preparação com grande cuidado, pois cada etapa pode afetar os estágios posteriores (FUKUGAUCH apud PETZOW, 2001).

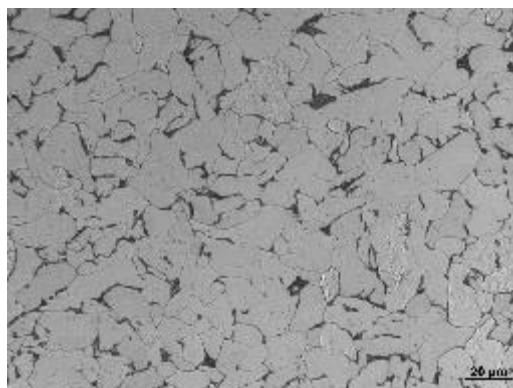


Figura 2 - Micrografia de um Aço 1010 laminado a quente

Fonte: Rohde, 2010.

### 8.3 Preparação dos Corpos de Prova para Micrografia

De acordo com Silva e Havanzi (2011), a técnica do preparo de um corpo de prova para micrografia abrange as seguintes fases:

- **Preparação da Amostra**

A amostra deve ser representativa do material da peça que se quer analisar, ou seja, a estrutura do material a ser estudado não deve sofrer alterações. Não se deve aquecer o material da amostra (acima de 100 °C), nem o deformar plasticamente (caso de metais moles), nem permitir a formação de novos grãos por recristalização. A área da amostra a ser examinada não deve exceder de 1 a 2 cm<sup>2</sup>, para não ter um tempo de preparação excessivo. Qualquer preparação depende do material da amostra, da técnica de lixamento

e polimento. Quando a peça é pequena, necessitamos fazer um embutimento.

- **Ebutimento**

Em micrografia, é de grande importância o embutimento de amostras, pois esse procedimento permite o livre manuseio de peças pequenas. Protegidas, as eventuais arestas dos corpos de prova não rasgam as lixas nem os panos de polimento. Adicionalmente, a proteção impede o abaulamento dos corpos de prova durante o polimento (o que prejudica a observação microscópica). No embutimento, devemos estar atentos aos seguintes itens:

- O material usado para embutimento não deve danificar a amostra;
- A pressão e o calor podem danificar ou causar modificações na amostra;
- A resina deve ser resistente aos solventes e reativos que serão utilizados posteriormente;
- Usar resinas especiais para a observação de superfícies (resinas para retenção de cantos).

O embutimento pode ser:

a) Embutimento a frio com resinas

Quando se usam resinas sintéticas de polimerização rápida.

Essa técnica é aplicada na montagem de corpos de prova frágeis e de pequenas dimensões, que não resistiriam ao embutimento sob pressão. Para a montagem, utiliza-se geralmente a resina acrílica. Depois de polimerizado, o acrílico torna-se transparente. Esse material leva algum tempo para se solidificar e resiste bem à ação do álcool, ácidos e bases em solução.

b) Embutimento a quente

Quando a amostra é embutida em materiais termoplásticos por meio de prensas.

Realizado sob pressão, essa técnica foi possível graças ao desenvolvimento da prensa metalográfica (embutidora), dotada de um sistema hidráulico simples. Nos modelos mais recentes, o ciclo de resfriamento é realizado por meio de fluxo de água, a fim de refrigerar e diminuir o período pós-cura. Algumas características das resinas para embutimento a quente são: baixa viscosidade, contração, boa adesão à amostra e resistência à ação de agentes químicos (SILVA E HAVANZI, 2008).

O tempo de embutimento com resina baquelite é recomendado com, no mínimo, 15 minutos de aquecimento e mais 10 minutos de resfriamento, período necessário para que seja atingida a total solidificação da resina. A pressão exercida é de 150 kgf/cm<sup>2</sup>.

- **Lixamento**

Devido ao grau de perfeição requerida no acabamento de uma amostra metalográfica idealmente preparada, é essencial que cada etapa da preparação seja executada cautelosamente, é um dos processos mais demorados da preparação de

amostras metalográficas. Operação que tem por objetivo eliminar riscos e marcas mais profundas da superfície dando um acabamento a esta superfície, preparando-a para o polimento.

Existem dois processos de lixamento: manual (úmido ou seco) e automático. A técnica de lixamento manual consiste em se lixar a amostra sucessivamente com lixas de granulometria cada vez menor, mudando-se de direção (90°) em cada lixa subsequente até desaparecerem os traços da lixa anterior.

A sequência mais adequada de lixas para o trabalho metalográfico com aços é 100, 220, 320, 400, 600 e 1200 (pode haver variações). Para se conseguir um lixamento eficaz é necessário o uso adequado da técnica de lixamento, pois de acordo com a natureza da amostra, a pressão de trabalho e a velocidade de lixamento, surgem deformações plásticas em toda a superfície por amassamento e aumento de temperatura.

- **Polimento**

Operação pós lixamento que visa um acabamento superficial polido isento de marcas, utiliza para este fim abrasivo como pasta de diamante ou alumina.

Antes de realizar o polimento, deve-se fazer uma limpeza na superfície da amostra, de modo a deixá-la isenta de traços abrasivos, solventes, poeiras e outros.

A operação de limpeza pode ser feita simplesmente por lavagem com água, porém, aconselha-se usar líquidos de baixo ponto de ebulição (álcool etílico, fréon líquido, etc.) para que a secagem seja rápida.

Existem cinco processos para a obtenção de uma superfície polida isenta de riscos. São eles:

- Processo mecânico;
- Processo semiautomático em sequência;
- Processo eletrolítico;
- Processo mecânico-eletrolítico;
- Polimento químico.

- **Ataque por um reagente químico**

Uma amostra convenientemente preparada, examinada ao microscópio antes de ser atacada pelo reagente, apresenta poucos detalhes aparentes da estrutura. O método para o desenvolvimento da estrutura cristalina para exame microscópico é o do emprego de um reagente químico. O reagente é despejado em uma pequena cuba de vidro, e a amostra é imersa na solução.

Deve-se tomar cuidado para não permitir o contato da amostra com o fundo da cuba. Recomenda-se que essa operação seja realizada usando luvas ou uma tenaz, evitando



segurar o corpo de prova com os dedos. Durante sua imersão na solução reagente, o corpo de prova deve ser movido rotativamente, para evitar a formação de bolsas de ar. Elas impedem o contato da superfície do corpo de prova com o metal-reagente e, como resultado, aparecem algumas áreas não atacadas.

Realizado o ataque e revelada a textura da amostra, ela deve ser lavada em água corrente, para impedir o progresso da reação, e, depois, levada ao secador.

Se o corpo de prova for atacado por esfrega da solução, deve-se friccionar rapidamente a superfície polida, pelo tempo necessário, com um tufo de algodão saturado com reagente. Decorrido o necessário tempo de ataque, deve-se lavar completamente o corpo de prova sob um jato de água, de modo a remover o reagente e interromper o ataque. Essa prática é absolutamente essencial: ela interrompe a ação e, principalmente, previne a formação de sais ácidos que desfigurariam a superfície. A limpeza completa sob jato de água quente, com a remoção da umidade por evaporação ou enxugamento cuidadoso com tecido macio, é suficiente (ROHDE, 2010).

Se cuidados especiais forem necessários, deve-se lavar o corpo de prova com álcool absoluto para remover a água e, então, evaporar o álcool remanescente no fluxo de ar de um ventilador.

Quando atacada e seca convenientemente, a superfície permanece muitos dias ou mesmo semanas em condições de trabalho, especialmente se for guardada em um secador munido de agente desumectante apropriado (cloreto de cálcio).

Os reativos dissolvem certos constituintes, ou certas regiões, como o contorno dos grãos, de forma superficial, tirando-lhes às vezes o brilho dado pelo polimento, ou colorindo-os diversamente ou, ainda, depositando um composto sobre eles.

A escolha do reativo depende da natureza do material e do que queremos saber sobre ele. Os reativos empregados na micrografia são numerosos, sendo os mais usuais:

- Solução de ácido nítrico a 1% em álcool etílico – nital;
- Solução de ácido pícrico a 4% em álcool etílico – picral;
- Solução de picrato de sódio: água destilada, 100 gramas; soda a 36 graus Baumé, 25 gramas; ácido pícrico, 2 gramas (ataque oxidante por aquecimento do corpo de prova polido à temperatura aproximada de 270 °C).

## O CONTEXTO E A REALIDADE INVESTIGADA

A embalagem pode receber várias definições de acordo com suas funcionalidades em determinadas fases do produto (MOURA e BANZATO, 1997).

Negrão e Camargo (2008, p. 29) caracterizam embalagem como “um sistema cuja função é técnica e comercial, e tem como objetivos acondicionar, proteger, informar, identificar, promover e vender um produto”.

De acordo com a função desempenhada, Carvalho (2008) classifica as embalagens em quatro classes, sendo elas: Embalagem de venda ou primária: a embalagem mantém contato direto com o produto, contendo o mesmo. É o tipo de embalagem que o consumidor final sempre vê; Embalagem coletiva ou secundária: consiste em acondicionar a embalagem de venda, sendo mais encontrada em forma básica de caixa; Embalagem de transporte ou terciária: é utilizada no transporte de produtos até o revendedor ou distribuidor; Embalagem unificada ou quaternária: um exemplo clássico são os pallets, os quais podem conter centenas de unidades de um mesmo produto, processo que recebe o nome de unitização.

A tecnologia nas indústrias está em constante evolução, buscando, por meio das embalagens, novas concepções de formas, materiais mais leves e com reduções de medidas sem perder suas propriedades físico-mecânicas de eficácia em proteção e preservação. A logística tem uma grande participação nestes estudos, pois redimensionamentos causam grandes reduções de custos, otimizam volume de transportes e riscos de avaria, passando transversalmente pela engenharia de embalagem, custos de produção e logística, contribuindo na economia de recursos naturais e descartando menos passivos ao meio ambiente.

A racionalização das embalagens nada mais é que o somatório de diversos fatores a serem repensados como: superdimensionamentos; recipientes com excesso de proteção; diversidade de materiais que dificultam a reciclagem; excessivos recursos e pigmentos gráficos; entre outros. É importante neste processo idealizar a embalagem como item agregador de valor e segurança ao produto, e ainda permitir seu reuso ou minimizar o impacto em seu descarte (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

O aumento do consumo dos bens materiais gera um volume cada vez maior de embalagens que, e estas se não recicladas ou reaproveitadas, gera alto impacto ambiental pois, após a sua utilização, ela se torna um resíduo.

Resíduos são os resultados de processos de diversas atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços. Os resíduos apresentam-se nos estados sólido, gasoso e líquido.

Resíduos ainda podem ser definidos como:

Qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo. Diversos tipos de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) são gerados nos processos

de extração de recursos naturais, transformação, fabricação ou consumo de produtos e serviços. Esses resíduos passam a ser descartados e acumulados no meio ambiente causando não somente problemas de poluição, como caracterizando um desperdício da matéria originalmente utilizada (COMPAM, 2006).

Resíduos Industriais são os resíduos gerados pelas atividades industriais, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelaria, alimentícia, entre outras. São resíduos muito variados que apresentam características diversificadas, podendo ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas, etc. Nesta categoria, também, inclui a grande maioria dos resíduos considerados tóxicos. Esse tipo de resíduo necessita de um tratamento adequado e especial pelo seu potencial poluidor.

Os resíduos podem ser classificados por:

- Sua natureza física: seco e molhado;
- Sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- Pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não inertes e inertes.

Os resíduos industriais são classificados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT 10004:2004 como: Classe I (Perigosos), Classe II (Não perigosos), Classe II A (Não perigosos - não inertes) e Classe II B (Não perigosos - inertes).

Diante dos fatos, a embalagem passou a ser peça chave na garantia da qualidade do produto. Fica claro que as empresas devem adotar iniciativas em investimentos no que tangem o *design* das mesmas, para que este contribua significativamente com as necessidades sociais e ambientais.

Para a indústria, a importância do *Design* consiste da necessidade de inovação nos processos produtivos para atender a uma demanda de mercado globalizado, no qual os produtos precisam ter diferenciais que os destaquem, a fim de enfrentar a concorrência interna e externa do país. Dessa forma, mais que um elemento de diferenciação, o *Design* é, hoje, fator determinante para o melhor aproveitamento dos potenciais das empresas (ABRE, 2009).

O presente trabalho faz parte do Programa de Pós-graduação – Stricto Sensu - Mestrado Profissional em *Design*, Tecnologia e Inovação UNIFATEA - Centro Universitário Teresa D'Ávila, a linha de pesquisa utilizada para a realização do trabalho é a de projeto de produto, em que, por meio de pesquisas metodológicas e análises das relações e interações homem/máquinas em conjunto com abordagens e estudos teórico-práticos, foi possível estudar os elementos que compõem a relação entre o *Design*, os processos criativos de produtos e suas interfaces, além de identificar e quantificar qual o impacto das embalagens no produto final e na garantia da qualidade do produto durante o seu ciclo produtivo e na cadeia de distribuição.

Por meio de um projeto de parceria entre a universidade e a indústria, tornou-se possível desenvolver e aplicar o produto no contexto produtivo da empresa, que é uma multinacional, instalada na região metropolitana do Vale do Paraíba Paulista, emprega atualmente cerca de 2.800 funcionários, sendo fornecedora das principais montadoras e sistemistas instaladas no Brasil, que desenvolve um trabalho integrado de grande flexibilidade operacional e produtiva e tem como seus principais clientes as maiores montadoras do Brasil e da América do Sul, atuando no mercado automobilístico há aproximadamente 70 anos, desenvolvendo e fabricando os mais variados componentes para chassis, longarinas, componentes estruturais para carrocerias e chassis, componentes leves e outros produtos metálicos, com capacidade produtiva instalada de 280 mil veículos/ano e com aproximadamente 18.000 *part numbers*.

O estudo aplicado deste trabalho atuará no desenvolvimento e aplicação de um novo *design* de embalagem para armazenamento dos componentes e conjuntos estruturais, onde seu objetivo é reduzir ou até mesmo não gerar resíduos, otimizar a movimentação logística interna e externa da empresa, proporcionar aos colaboradores maior segurança e satisfação no desempenho de suas atividades aumentando a produtividade e consequentemente a lucratividade da organização e por fim garantir a qualidade do produto transportado.

O desenvolvimento do projeto consiste em: reconhecimento do problema, detalhamento das peças em desenhos técnicos, criação e modelagem em duas e três dimensões do conjunto, projeção e layout, análise ergonômica, garantia da qualidade do produto, estudos dos tempos e movimentos, aprovação, testes finais e produto final.



o processo produtivo e logístico interno e externo que atendem uma documentação técnica interna (ANEXO A), onde, internamente, faz uso de um cesto aramado para o transporte e transbordo dos componentes (Figura 4), podendo ocorrer corrosão dos mesmos quando em contato com a embalagem e para a expedição final, utiliza-se uma grande quantidade de embalagens primárias e secundárias (Figura 5), além de baixa taxa de ocupação no palete e na carga transportada. Essas embalagens são inadequadas ao processo/transporte, causando transtornos internos à produção, problemas logísticos e comprometimento da garantia da qualidade do produto, muitas vezes ocasionando avarias, resultando em retrabalhos e deméritos, contribuindo para a insatisfação do cliente e inúmeros prejuízos financeiros à empresa parceira.



Figura 4 - Cesto aramado utilizado durante a movimentação interna dos componentes

Fonte: Documento Técnico, 2015.



Figura 5 - Representação da embalagem utilizada para expedição final

Fonte: Documento Técnico, 2015.

Por meio de estudo realizado, foi possível identificar e mapear esses problemas, que serão explanados com maior detalhamento a seguir:

#### **A) Embalagens Padronizadas/Taxa de Ocupação:**

As empresas buscam reduzir cada vez mais seus custos. Entretanto, são poucas as que compreendem que uma embalagem mal projetada impacta fortemente no preço do produto final e que desenvolvimento de embalagens específicas traz grandes reduções nos custos com o transporte.

A empresa, objeto deste estudo, faz uso de embalagens padronizadas do tipo paletes de madeira com dimensões de 1000 x 1000 mm (Figura 6), utilizando-as para uma grande variedade de itens produzidos, porém essa padronização lhe traz sérios problemas logísticos e de movimentação.

Foi possível observar que a adoção da padronização da embalagem por parte da empresa acarreta em um número excessivo de movimentos dos colaboradores, onde os aspectos ergonômicos não são plenamente atendidos.

Devido às características específicas do produto conjunto 22B.701.031, no que tange à geometria, dimensões e forma, constatou-se que há uma área útil muito grande dentro destas embalagens que não são ocupadas, o que contribui para uma taxa de ocupação relativamente baixa, pois em cada uma destas embalagens é enviado apenas um conjunto ao cliente final, acarretando em um aumento significativo no custo final do frete.



Figura 6 - Representação do palete e calços de madeira utilizados no atual conceito de embalagem

Fonte: Documento Técnico, 2015.

### **B) Manuseio/Tempos e Movimentos:**

O estudo de métodos e tempos, também conhecido pelos termos Engenharia de Métodos, Projeto de Trabalho ou Estudo de Trabalho, é definido segundo Rangel et al. (2012) apud Barnes (1990), como um estudo sistemático dos sistemas de trabalho com o objetivo de tornar uma determinada operação eficiente e padronizada. Este estudo é dado por meio do desenvolvimento e padronização de um método melhorado de realizar a operação, determinação do tempo gasto para realizá-la e orientação ao treinamento do trabalhador no método desenvolvido. Este estudo objetiva racionalizar o método de trabalho, de maneira que ele ocorra com o uso mais eficiente de recursos produtivos, notadamente, o uso da mão-de-obra.

Pode-se identificar, por meio da análise do processo de manufatura e expedição do item 22B.701.031, inúmeros movimentos realizados pelos operadores, que se fazem necessários devido aos atuais conceitos de embalagens utilizadas pela empresa, além do excesso de movimentos, há uma grande movimentação interna entre as operações e essas se tornam pormenorizadas, devido à utilização de materiais adicionais como: calços de madeira, plásticos *stretch*, fita adesiva e cinta de nylon. Portanto, os colaboradores realizam inúmeros movimentos para posicionar, alinhar e fixar o conjunto final na atual embalagem, com objetivo de atender os padrões de qualidade exigidos pelo cliente durante o transporte até o seu destino final.

### **C) Aspectos Ergonômicos**

A abordagem dos aspectos ergonômicos, nos mais variados contextos, sempre está



relacionada à interação entre o homem e o sistema, por sua vez, quase sempre remetido ao conceito de trabalho. Dessa maneira, a aplicação prática da ergonomia, é justificada quando intervém na interface que intermedia o homem e a sua tarefa.

Foi possível observar que há uma preocupação por parte da empresa, no que tange aos aspectos ergonômicos, mas não há uma plena interação entre o homem e o sistema. Isso se deve aos inúmeros movimentos inadequados em função do tipo de embalagem utilizado atualmente, acarretando em um grande aumento de risco ergonômico, caracterizados em: posturas inadequadas, esforço físico, manipulação de cargas, movimentos repetitivos e atividades monótonas. Neste contexto, remeteu-se a análise da real situação em que os colaboradores da empresa estão expostos na atividade de embalagem do item 22B.701.031.

#### **D) Passivo Ambiental:**

Durante todo processo de manufatura do produto, bem como o processo de embalagem para expedição final com destino ao cliente, se faz necessária a utilização de embalagens primárias (Figura 7) e secundárias (Figura 8), tais como: paletes e calços de madeira, plástico, fita adesiva e cintas de nylon para acondicionamento e fixação do conjunto, para garantir que o produto embalado não se movimente.

As embalagens utilizadas têm como objetivo proteger o conjunto durante sua movimentação interna e toda a logística até o destino final, garantindo e atendendo os padrões de qualidade especificados. Entretanto, os custos de aquisição destes materiais e seus descartes são de responsabilidade da empresa parceira.



Figura 7 - Representação das embalagens primárias utilizadas no processo de embalagem do item 22B.701.031

Fonte: Do autor, 2017.



Figura 8 - Representação das embalagens secundárias utilizadas no processo de embalagem do item 22B.701.031

Fonte: Do autor, 2017.

#### **E) Análise do Material/Processo de Confecção:**

Os cestos aramados utilizados pela empresa durante o processo produtivo, são fabricados em aço carbono e têm seus elementos fixados por intermédio de um processo de solda MIG/MAG, sem nenhum tipo de tratamento superficial. Este processo de união de materiais distintos, aliado à exposição de fenômenos naturais como sol, chuva e poeira desencadeia um processo de corrosão na embalagem (Figura 9), que é totalmente prejudicial ao processo. Essa corrosão galvânica acaba contaminando o produto acondicionado, uma vez que este entra em contato com a embalagem durante o transbordo entre as operações, pois ele ainda não conta com a proteção superficial, tratamento que ocorre somente no estágio final do processo produtivo.



Figura 9 - Exemplo de um cesto aramado utilizado durante o processo de fabricação do item 22B.701.031 que apresenta corrosão em sua estrutura

Fonte: Do autor, 2017.

## DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O desenvolvimento do Projeto foi baseado em dois eixos de pesquisa (A) Projeto de Produto e (B) Gestão da Produção Industrial:

### A) Projeto de Produto

- **Reconhecimento do problema:** foram realizadas visitas periódicas na empresa e na linha de produção, com o objetivo de observar o manuseio, movimentação e transbordo das peças, além de identificar os principais aspectos que afetam a produção, armazenamento e o transporte do item 22B.701.031.
- **Detalhamento das peças em desenhos técnicos:** O detalhamento técnico dos componentes do conjunto (Figuras 10, 11, 12 e 13) foi realizado no laboratório de materiais, texturas e modelagem em 3D no Centro Universitário Teresa D'Ávila, para a realização da análise dimensional foram utilizados braço faro no detalhamento tridimensional, além de paquímetros e micrômetros. O objetivo do estudo foi caracterizar as principais dimensões e peso das peças a serem embaladas, para definir melhor posição, fixação e possibilidade de empilhamento das embalagens "Racks" Metálicos.

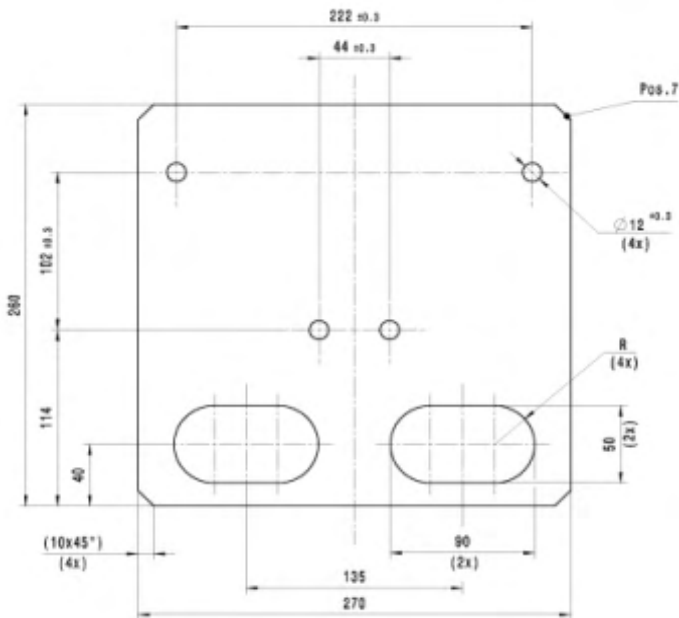


Figura 10 - Desenho técnico componente 1

Fonte: Do autor, 2017.



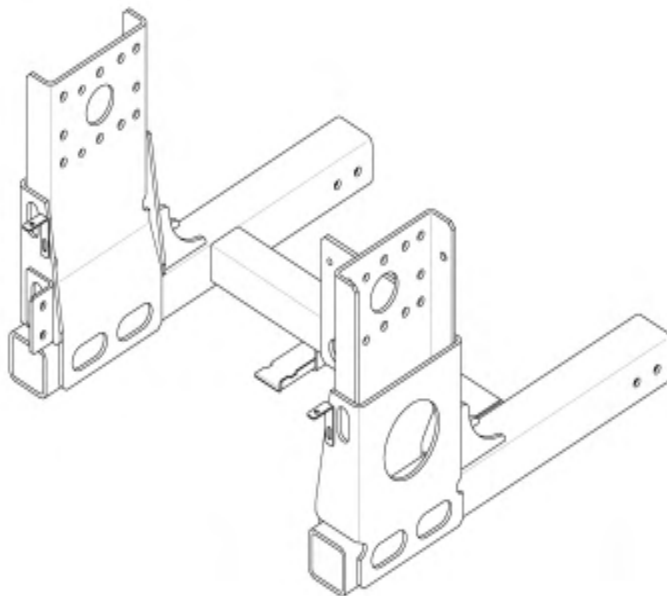


Figura 13 - Desenho técnico do conjunto dos componentes

Fonte: Do autor, 2017.

- **Criação e modelagem em 3D do conjunto:** O processo criativo e modelagem em 3D (Figuras 14, 15, 16 e 17) são alguns dos componentes que foram desenvolvidos no laboratório de materiais, texturas e modelagem em 3D no Centro Universitário Teresa D'Ávila, utilizando softwares especializados e dedicados para a elaboração dos desenhos e modelos geométricos em que, posteriormente, realizou-se a montagem do conjunto, levando em consideração aspectos funcionais e de viabilidade. Após a realização de vários processos criativos, a meta foi definir e estabelecer as dimensões, peso e sistema de fixação do conjunto, utilizando de maneira racional o espaço físico disponível na relação "Rack" Metálico/Peça, com o objetivo de aprimorar a ocupação da embalagem, além de reduzir os custos do processo, transporte e eliminação dos passivos ambientais.

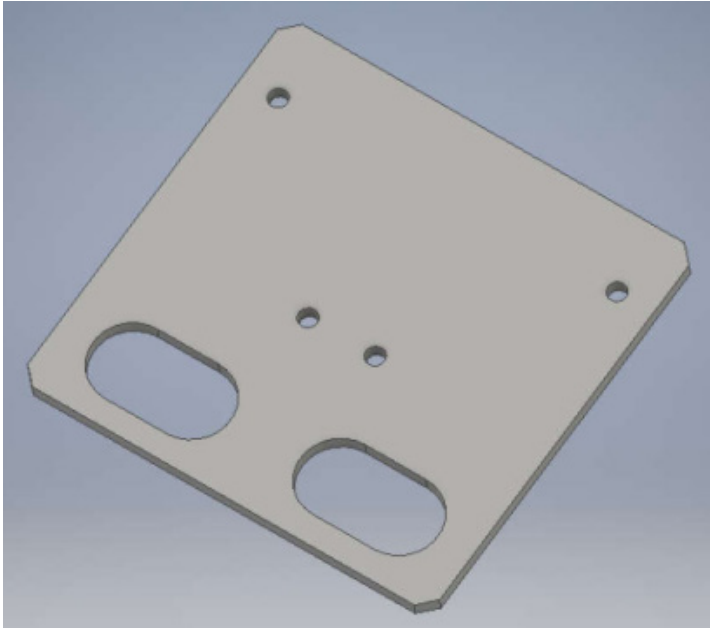


Figura 14 - Componente 1 em 3D

Fonte: Do autor, 2017.

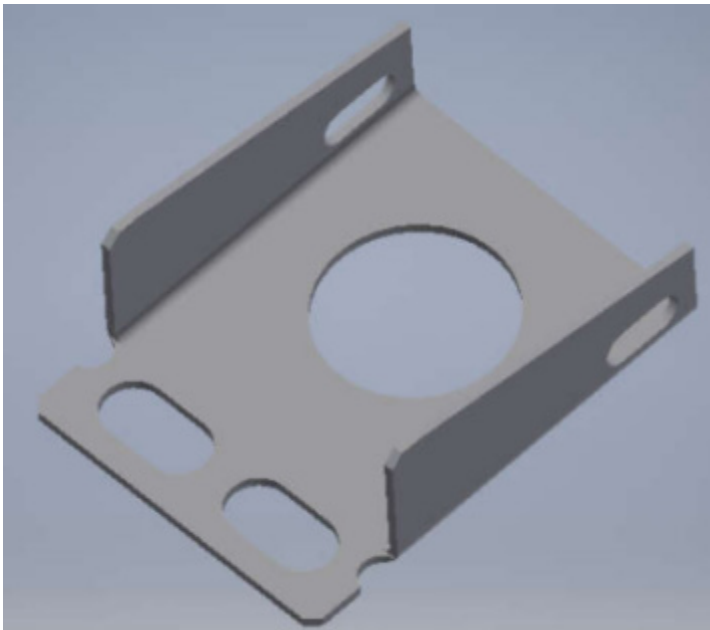


Figura 15 - Componente 2 em 3D

Fonte: Do autor, 2017.

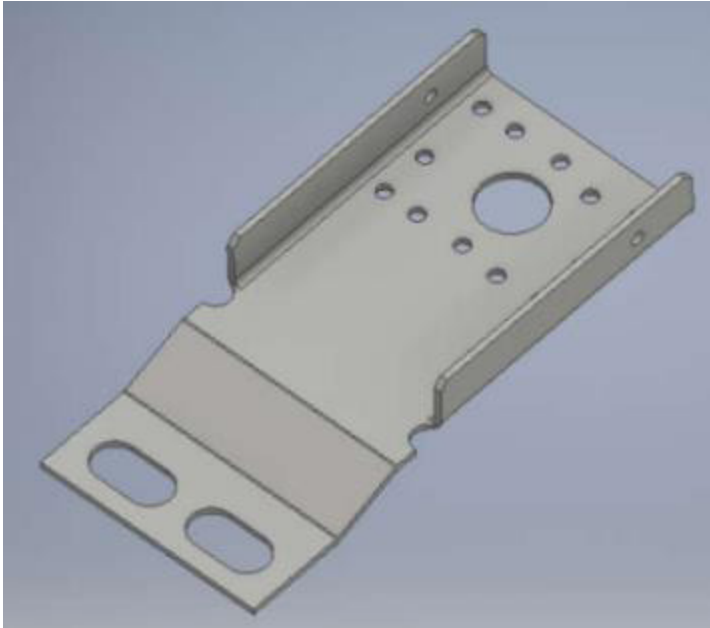


Figura 16 - Componente 3 em 3D

Fonte: Do autor, 2017.

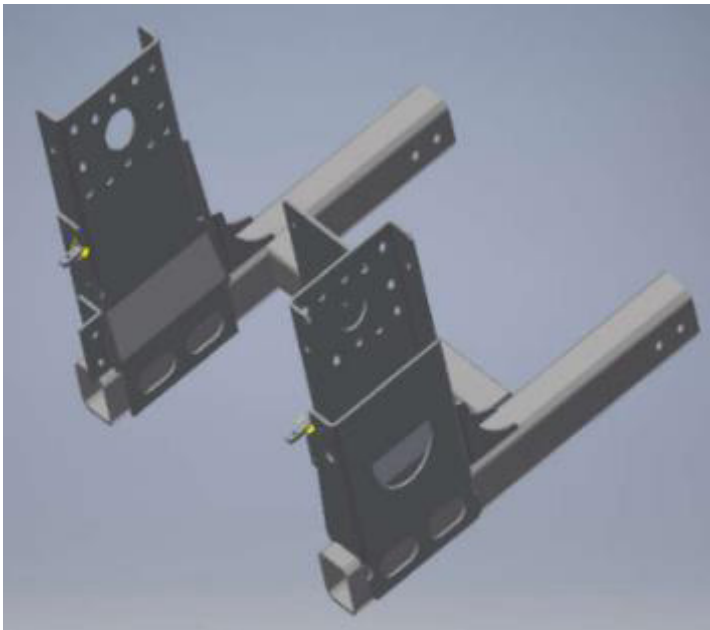


Figura 17 - Conjunto dos componentes em 3D

Fonte: Do autor, 2017.

- **Projeção e Layout:** após a realização dos desenhos no software dedicado,



foi realizada uma análise de similares e problematização do projeto de produto, onde se buscou o desenvolvimento de um “Rack” que atendesse aos aspectos geométricos e as características físicas específicas do conjunto.

- **Análise ergonômica:** utilizou-se, como ferramenta de trabalho, registros fotográficos do trabalhador realizando as atividades no processo de embalagem do componente 22B.701.031 (Figura 18) e aplicado o método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) na análise das posturas e esforços. A partir daí, foram obtidos os níveis de ação, se aceitáveis, ou não, nas posturas com maior frequência em sua jornada de trabalho (APÊNDICE A).

O RULA é um método observacional de postos de trabalho cujo objetivo é a classificação integrada do risco de Lesões Musculoesqueléticas do Membro Superior no Local de Trabalho, particularmente ao nível da postura. Não necessita de equipamentos sofisticados, permite obter uma rápida avaliação das posturas assumidas pelo trabalhador; das forças exercidas, da repetitividade e das cargas externas sentidas pelo organismo. O método RULA utiliza diagramas posturais e tabelas de pontuação. Depois de aplicado o método e da avaliação dos diferentes elementos, o resultado da aplicação do RULA é descrito por níveis de ação.

Por meio do RULA, baseando-se em uma avaliação dos membros superiores e inferiores, foi possível verificar que as atividades atuais não atendem aos requisitos e aspectos ergonômicos recomendados.



Figura 18 - Imagem do colaborador e seus movimentos durante a atividade embalagem do componente 22B.701.031

Fonte: Do autor, 2017.

## B) Gestão da Produção Industrial

- **Garantia da Qualidade do Produto:** Com o objetivo de garantir a qualidade do material e do processo de soldagem do “Rack” metálico proposto, realizou-se análises para caracterizar a atual embalagem “cesto aramado” utilizado pela empresa em seu processo, que consistiram nas seguintes etapas: Ensaio metalográficos para a identificação dos microconstituintes dos aços e do processo de soldagem, comportamento microestrutural segundo a norma ASTM E3-11, microscopia eletrônica de varredura e EDS e Microdureza-ASTM E384-16.

### Procedimento Experimental Metalografia:

#### Material

O material utilizado neste trabalho foi o aço de baixo carbono SAE 1010 de boa soldabilidade, baixa resistência mecânica e baixa usinabilidade, normalizado como AISI/SAE 1010. Suas principais aplicações estão destinadas à fabricação de peças para indústria agrícola, automobilística, de máquinas e equipamentos, devido à sua excelente soldabilidade. A composição química padronizada para o aço AISI/SAE 1010 está representada pelas porcentagens dos elementos de liga (% em peso) na Tabela 1.

Valores Referenciais	C	Mn	P máx.	S máx.
1010	0,08 - 0,13	0,30 - 0,60	0,040	0,050

Tabela 1 - Composição química do aço AISI/SAE 1010 % em peso

Fonte: CSN, 2016.

A análise da composição química deste material foi realizada no Laboratório Metalúrgico da empresa parceira do projeto, via espectrometria de emissividade óptica, no equipamento fabricado pela ARL (*Apply Research Laboratories*), modelo 3460.

#### Análise macro e microestrutural do “Rack” metálico

As amostras para execução da análise foram extraídas de embalagens metálicas com as seguintes dimensões: 670 mm de altura, 1.220 mm de largura e 1.320 mm de comprimento, onde a espessura do metalon utilizado era de 2,5 mm (Figuras 19 e 20).



Figura 19 - Cesto aramado utilizado para retirada da amostra metalográfica

Fonte: Do autor 2017.



Figura 20 - Amostra de aço SAE 1010 extraído do cesto aramado

Fonte: Do autor, 2017.

## Preparação das Amostras Metalográficas:

### Seccionamento

As amostras de aço 1010 (Figura 21) para análise metalográfica foram cortadas a partir das extremidades das embalagens, em uma seccionadora convencional modelo COR40 (Figura 22), fabricada pela AROTEC Indústria e comércio, utilizando-se de um disco de corte abrasivo para materiais, no Laboratório de Metalografia DEMAR/USP-Lorena.



Figura 21 - Amostra de aço SAE 1010 seccionada da extremidade do cesto aramado

Fonte: Do autor, 2017



Figura 22 - Seccionadora convencional utilizada para o corte da amostra

Fonte: Do autor, 2017.

### **Embutimento a Quente**

O embutimento foi realizado na Prensa PRE-30MiPRE-40Mi (Figura 23), posteriormente ao corte, as amostras foram submetidas a embutimento a quente (Figura 24), utilizando-se de baquelite para embutimento de amostras metalográficas da AROTEC Indústria e Comércio, no Laboratório de Metalografia DEMAR/USP-Lorena.



Figura 23 - Prensa utilizada para embutimento das amostras

Fonte: Do autor, 2017.



Figura 24 - Amostras seccionadas embutidas a quente

Fonte: Do autor, 2017.

## Lixamento

O processo de lixamento foi realizado no Laboratório de Metalografia DEMAR/USP-Lorena, na politriz/lixadeira metalográfica "PRECISION" PL02ET (Figura 25), foram utilizadas lixas d'água com granulometrias 100, 220, 320, 400, 600, 1000, 1500 e 2000 mesh, sucessivamente para acabamento da superfície das amostras 1 e 2 (Figura 26). A avaliação qualitativa da superfície lixada foi controlada por meio de um microscópio óptico de bancada. A cada mudança de lixa, as amostras sofreram rotação de 90°, passando-se para uma lixa com menor tamanho de grão dos abrasivos somente quando a superfície observada apresentava-se isenta de riscos gerados pelo processo anterior de lixamento. Nesta etapa, a cada interrupção do lixamento para análise da superfície, a limpeza das amostras foi feita em água corrente e secagem com jato de ar frio.



Figura 25 - Politriz manual para lixamento

Fonte: Do autor, 2017.



Figura 26 - Amostra 1 embutida e lixada

Fonte: Do autor, 2017.

## Polimento Mecânico

O polimento da superfície das amostras foi realizado no Laboratório de Metalografia DEMAR/USP-Lorena, na politriz/lixadeira metalográfica “PRECISION” PL02ET (Figura 27) com comando de velocidades por teclas eletrônicas, em rotação de 600 rpm, com pano para polimento OP-NAP, fabricação STRUERS e a mistura de água destilada e suspensão de sílica coloidal para materiais ferrosos, OP-U Suspension, fabricação STRUERS. A avaliação qualitativa da superfície polida (Figura 28) também foi controlada com auxílio de um microscópio óptico de bancada, objetivando-se uma superfície plana e com ausência de riscos. Nesta etapa, a limpeza das amostras foi feita com água destilada e secagem com jato de ar frio.



Figura 27 - Politriz manual para polimento

Fonte: Do autor, 2017.



Figura 28 - Amostra 2 embutida, lixada e polida

Fonte: Do autor, 2017.

### Ataque Químico com Nital 3%

O nital é um reagente químico usualmente aplicado na revelação de microestruturas em aços, evidencia os contornos de grão de ferrita. A proporção utilizada na preparação deste reagente foi de 3% de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e 97% de álcool etílico. O tempo de exposição do reagente na superfície da amostra foi entre 8 e 10 segundos por imersão na solução de nital, lavagem em água destilada e secagem com jato de ar quente.

- **Estudo de Tempos Movimentos e Métodos:** Com o objetivo de determinar o melhor método, foram realizadas análises dos movimentos realizados pelos colaboradores durante a operação, onde se buscou identificar e corrigir desvios durante o fluxo produtivo, movimentação e montagem do componente, padronizando a operação e conseqüentemente aumentando o índice de produtividade, reduzindo tempos e movimentos.

As etapas a seguir serão realizadas em parceria com a empresa objeto desse estudo em trabalhos futuros.

- **Aprovação e Testes Finais:** Após aprovado, o projeto passará pela fase de modelagem e prototipagem. A embalagem “Rack” Metálico será testada, analisada e ajustada de acordo com a liberação inicial do projeto.
- **Produto Final:** Diante todas as aprovações e liberações necessárias, será produzido o protótipo da embalagem “Rack” Metálico sendo inserido no processo produtivo do conjunto 22B.701.031.



# PROPOSTA DE INTERVENÇÃO/RECOMENDAÇÃO

## 1 I DESENVOLVIMENTO DA EMBALAGEM METÁLICA “RACK”

Com o auxílio das análises *in loco*, foi possível examinar que o modelo de embalagem utilizado pela empresa atualmente compromete significativamente toda a cadeia produtiva, refletindo diretamente nos custos e conseqüentemente na competitividade da empresa. Buscou-se por meio da revisão bibliográfica, abordando o conceito de *Design* de Embalagens e Projeto de Produto, uma série de atividades e processos que visou obter resultados para a solução do problema, dentro dos conceitos de viabilidade de tempo, econômica e técnica por meio da antecipação do resultado desejado, isto é, a antevisão do produto final, como demonstrado nas etapas a seguir (Figura 29):

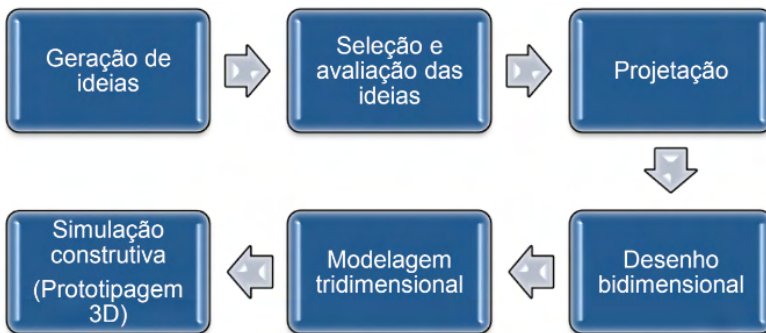


Figura 29 - Etapas das atividades desenvolvidas

Fonte: Do autor, 2017.

### 1.1 Geração de Ideias

O planejamento de uma nova embalagem é realizado quando a empresa considera necessária a utilização de um novo componente, seja por ocasião do desenvolvimento de um novo produto ou por modificação de um já existente, definindo em conjunto com a empresa, três principais características:

- A frequência de entrega: diária, semanal ou outras;
- A forma de entrega;
- O tipo de embalagem.

A geração de ideias é uma atividade fundamental nos processos de inovação, tanto os que incorporam novidades radicais criando novos setores econômicos ou alterando a forma de competição entre as empresas, quanto os que trazem melhorias em produtos e processos conhecidos. Nesta etapa, foram considerados os aspectos internos da empresa,

como: suas áreas de competência, recursos humanos e de materiais e suas tecnologias específicas.

## 1.2 Seleção e Avaliação das Ideias

Uma nova embalagem eventualmente proposta foi então analisada em conjunto pelos setores da empresa envolvidos com o conjunto a ser transportado, onde foram realizadas perguntas e exigências, as quais se destacaram:

- **Logística:**

- A embalagem é funcional ou não?

- A embalagem tem medidas padrão?

- Questões relativas à paletização, peso e verticalização.

- Custo do transporte e armazenagem.

- **Segurança do trabalho:**

- Características relativas à ergonomia.

- Segurança no empilhamento.

- **Qualidade:**

- Quais os materiais da embalagem?

- A qualidade da peça (item) é garantida?

A principal decisão a ser tomada diz respeito à viabilidade, operacionalidade e implementação da ideia. Não se trata apenas de uma análise minuciosa, mas de um posicionamento frente ao problema, de carácter mais que qualitativo, onde foram eliminadas as ideias que apresentam sinais evidentes de incompatibilidade com as necessidades, anseios, objetivos e políticas da empresa. As ideias consideradas viáveis e operacionais, passaram por um processo de seleção preliminar, além de uma análise criteriosa, a fim de identificar qual se adaptava melhor às especificações e características do produto e do processo, incidindo em aplicabilidade e principalmente constituir resultados quanto aos objetivos propostos nesse trabalho.

## 1.3 Projeção

A projeção adequada das características da embalagem logo no início do processo de fornecimento é importante, pois as condições encontradas no atual conceito de embalagem utilizada representam grandes custos adicionais e isso poderá comprometer a sua consolidação no mercado.

Uma vez definida a ideia do “Rack” Metálico, bem como todas as suas características específicas, prosseguiu-se para a próxima etapa do projeto. Com base nas dimensões

e geometrias presentes no desenho fornecido pela empresa parceira e no modelo matemático do conjunto desenhado anteriormente, realizou-se um esboço do produto a ser confeccionado, nesta etapa foram definidos: os materiais que seriam empregados na usinagem, a união dos componentes do “Rack” Metálico e o método de fixação do conjunto 22B.701.031.

Conforme informações e exigências da empresa, foram respeitadas as dimensões de largura, comprimento e altura. Atendendo à necessidade de manter a padronização de suas embalagens, tendo em vista que, o novo conceito de embalagem Metálico, deveriam ser empilhadas entre si e com as outras embalagens utilizadas pela empresa parceira.

#### 1.4 Desenho Bidimensional

O desenho pode ser entendido como uma ferramenta de criação e um processo de transferência de informação, através dele registram-se ideias, propostas de projetos e planos e então se compartilha transferindo-se para outras pessoas.

O desenho projetivo da embalagem “Rack” Metálico bidimensional, confeccionado inicialmente à mão livre, foi reproduzido em ambiente virtual com o auxílio do *software* AutoCAD (Figuras 30 e 31). Nesta etapa, foram desenhados e detalhados todos os componentes em 2D (duas dimensões) (APÊNDICE B), respeitando as tolerâncias geométricas e as especificações do produto a ser acondicionado, proporcionando melhor visualização e interpretação da ideia gerada, além de facilitar o processo de criação física e detalhamento dos componentes.

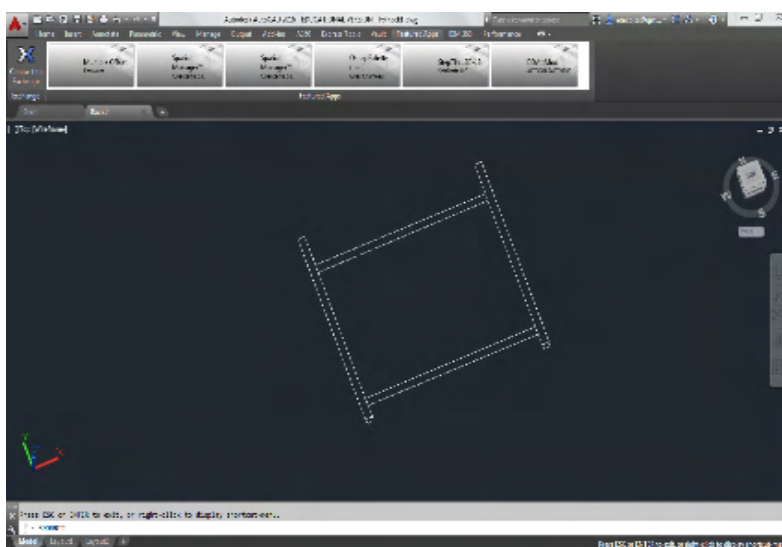


Figura 30 - Interface do software AutoCAD com o desenho preliminar do “Rack” Metálico

Fonte: Do autor, 2017.

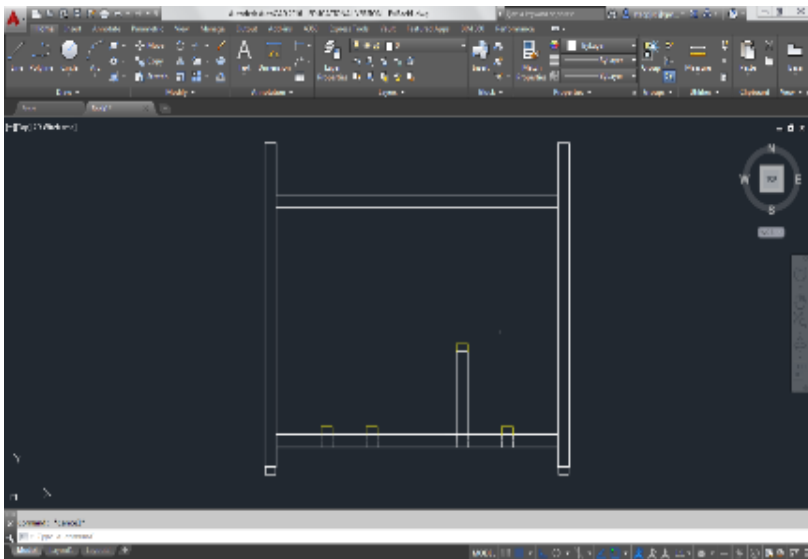


Figura 31 - Interface do software Auto CAD com o desenho final do “Rack” Metálico

Fonte: Do autor, 2017.

## 1.5 Modelagem Tridimensional

Após o desenho e detalhamento do conjunto em ambiente 2D, iniciou-se o processo de desenvolvimento do “Rack” Metálico específico em ambiente virtual 3D (três dimensões), com o auxílio do *software* Inventor, nesta etapa cada item desenhado foi transformado em um sólido geométrico (APÊNDICE C), para que posteriormente fosse iniciado o processo de montagem do “Rack”.

O “Rack” Metálico foi desenhado e montado (Figuras 32 e 33) considerando os seguintes materiais: na sua estrutura, metalon (50 X 50 X 2,5 mm) e nos componentes de fixação do conjunto, nylon 6.0.

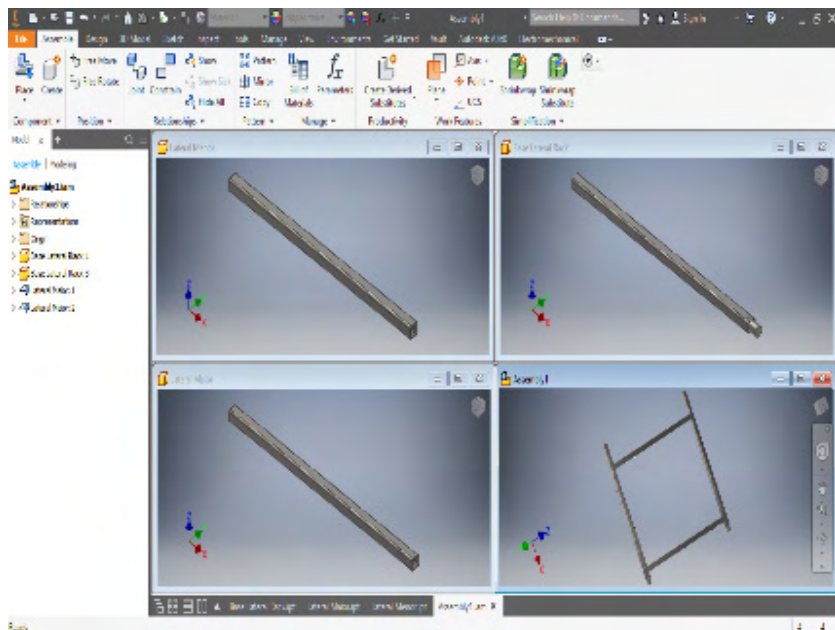


Figura 32 - Detalhamento dos componentes do “Rack” Metálico no software Inventor

Fonte: Do autor, 2017.

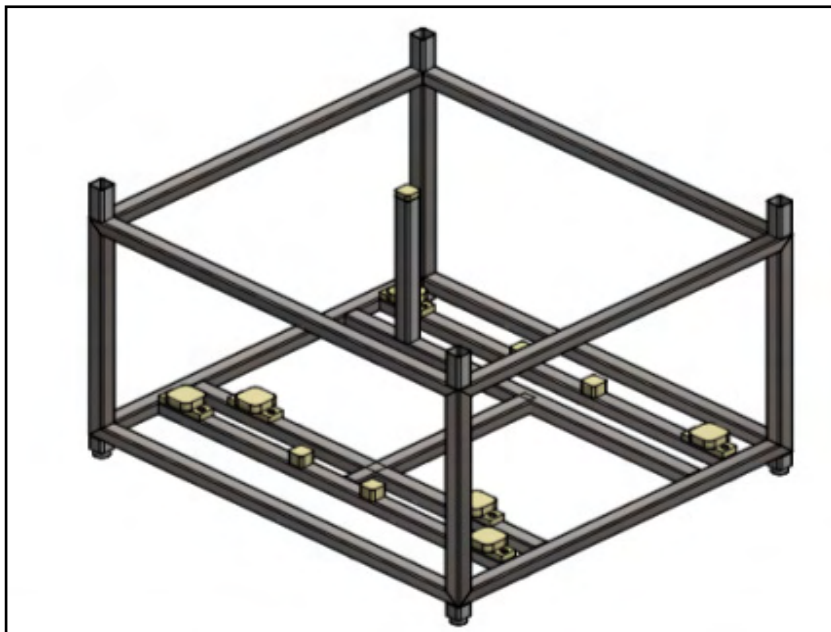


Figura 33 - “Rack” projetado com os dispositivos de fixação dos componentes

Fonte: Do autor, 2017.

## 1.6 Simulação Construtiva (Prototipagem 3D)

Os simuladores são ambientes computacionais que emulam o acontecimento de algum fenômeno real que os usuários conseguem manipular, explorar e experimentar, permitindo que seja visualizado e que tenha total interação em tempo real com o ambiente virtual, desenvolvendo as mesmas atividades que seriam realizadas em ambiente real. O modelo 3D utiliza como ferramenta de investigação de problemas possibilitando a solução destes na etapa anterior à produção.

Após a confecção do conjunto 22B.701.031 e do “Rack” Metálico em 3D, foram inseridos na plataforma virtual, iniciando a montagem conforme pode ser conferido na Figura 34. Todos os conjuntos foram devidamente alinhados e acoplados no “Rack” Metálico específico, atingindo um acondicionamento de três conjuntos na embalagem (Figura 35).

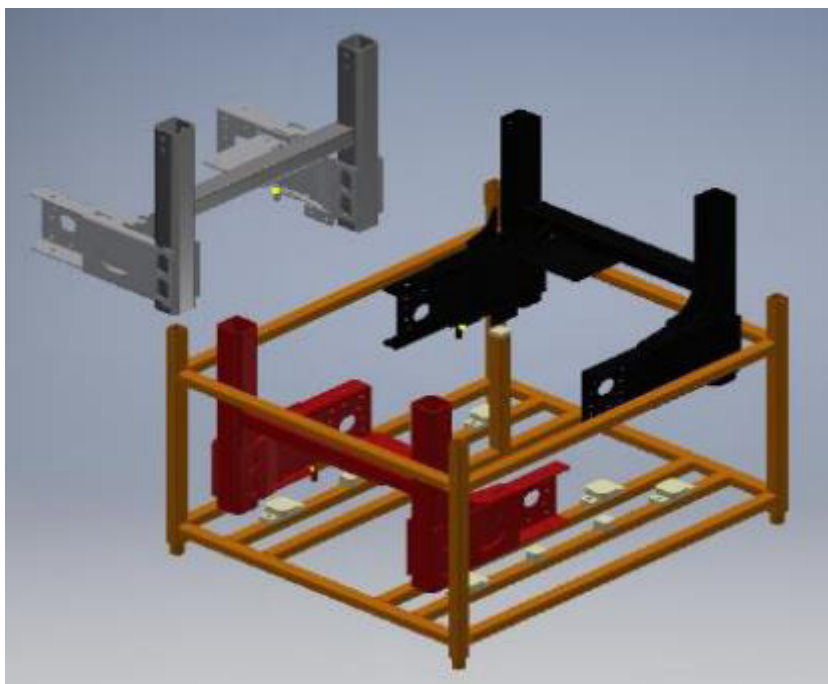


Figura 34 - Montagem dos conjuntos no “Rack” Metálico projetado

Fonte: Do autor, 2017.

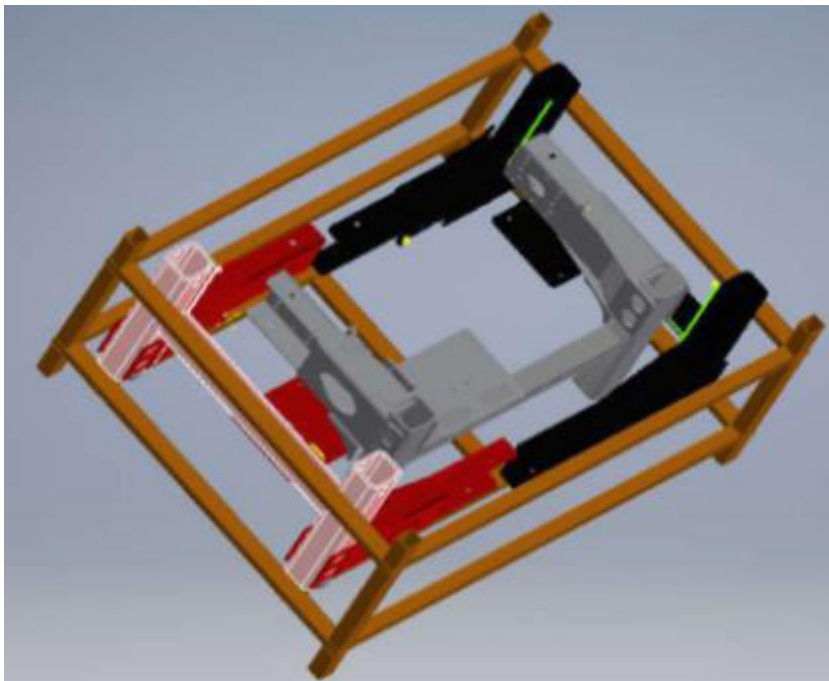


Figura 35 - "Rack" projetado com os três conjuntos acondicionados

Fonte: Do autor, 2017.

## RESULTADOS OBTIDOS

Diante da apuração dos resultados obtidos por intermédio do estudo, é possível afirmar que:

### A) Redução da Área Utilizada para Armazenagem

Com a embalagem “Rack” Metálico, foi possível reduzir aproximadamente 82% (Figura 36) na área utilizada para armazenamento no setor de embarque da empresa, pois o *design* da embalagem proposta proporciona a possibilidade de acondicionamento de três conjuntos em cada embalagem, além disso, permite o empilhamento de até três “Racks” (Figura 37), resultando no estoque verticalizado com capacidade de 9 peças, enquanto os paletes de madeira utilizados atualmente não permitem empilhamento e acoplamento dos conjuntos na mesma embalagem (Figura 38).

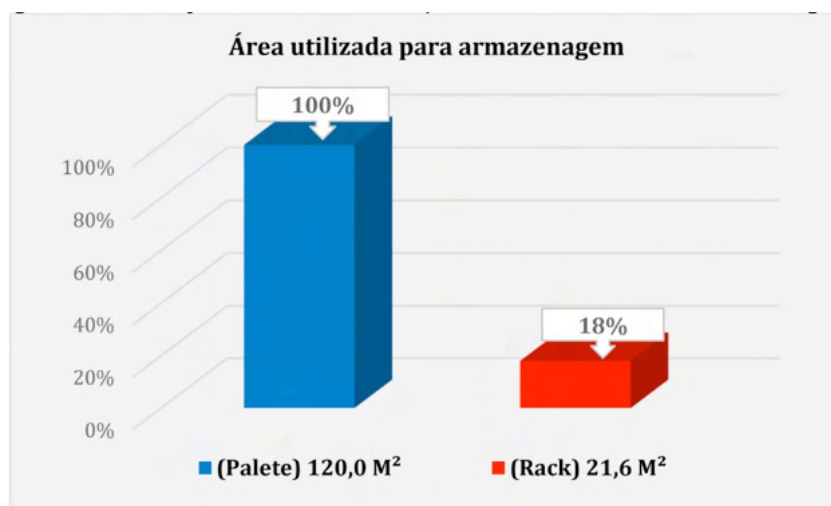


Figura 36 - Redução da área utilizada para armazenamento das embalagens

Fonte: Do autor, 2017.



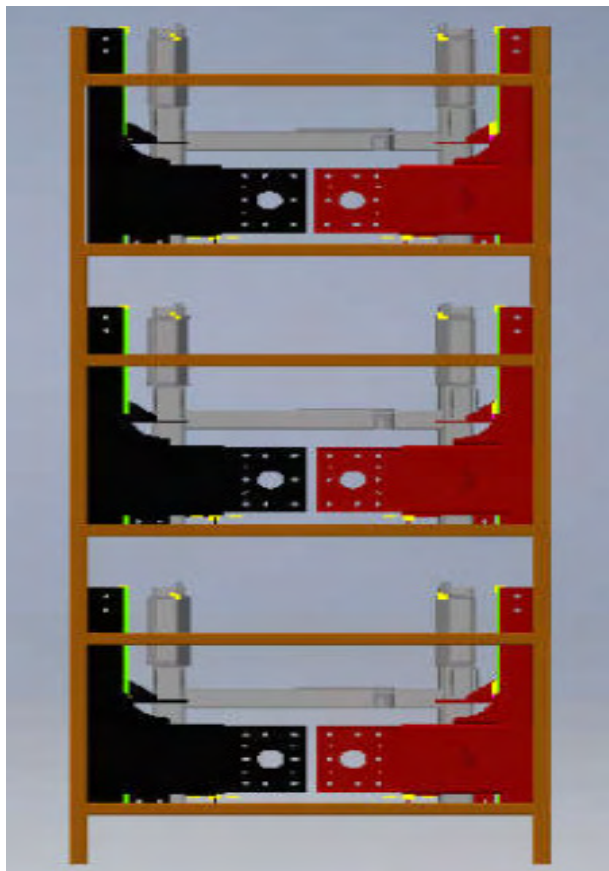


Figura 37 - Demonstração do estoque verticalizado dos “Racks” com capacidade de empilhamento de três unidades

Fonte: Do autor, 2017.



Figura 38 - Conjunto embalado para expedição final no atual conceito de embalagem utilizado pela empresa

Fonte: Documento Técnico, 2015.

## B) Redução dos Tempos e Movimentos dos Colaboradores

De acordo com os resultados dos estudos conferidos na Figura 39, pode ser observado que há grande redução na quantidade de sequências da atividade de embalar o conjunto 22B.701.031, atividade essa que é desempenhada com maior eficiência sendo reduzida em 89% (Figura 40) com a utilização do “Rack” Metálico.

PLANILHA 02		ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS DO PROCESSO				CLIENTE:		
CÓDIGO CLIENTE: 22B.701.031		CÓDIGO: 5087.395.995						
NOME DO PRODUTO: REFORÇO INTERNO LE / LD				N°:		Data: 10/10/2016		
REVISÃO	Nº DOCUMENTO	DESCRIÇÃO DETALHADA DA OPERAÇÃO				TEMPO	PALLETE	RACK
INICIAL	-----	EMBALAR A PEÇA COM PLÁSTICO BOLHA					01:32	-----
A	-----	FIXAR O PLÁSTICO BOLHA COM FITA CREPE					00:28	-----
	-----	POSICIONAR NO PALETE / RACK					00:15	X
	-----	POSICIONAR TOCOS DE MADEIRA					00:16	-----
	-----	POSICIONAR O CONJUNTO					00:29	00:38
	-----	FIXAR O CONJUNTO COM FITA DE NYLON					00:42	-----
TEMPO TOTAL DA OPERAÇÃO						03:42	00:38	
FOLHAS DO PROCESSO								
DOCUMENTOS TÉCNICOS VINCULADOS				DT 701	DT 760	-----	-----	-----
QUANTIDADE DE FOLHAS	1	1	6	2	-----	-----	-----	
DISTRIBUIÇÃO	Preparação	Prensaria	Qualidade	E-Coat	-----	-----	-----	
ASSINATURA DO RESPONSÁVEL					-----	-----	-----	
ARQUIVO	GAVETA	PASTA	OBSERVAÇÕES:					
0	0	0						

Figura 39 - Estudos de tempos e movimentos

Fonte: Do autor, 2017.

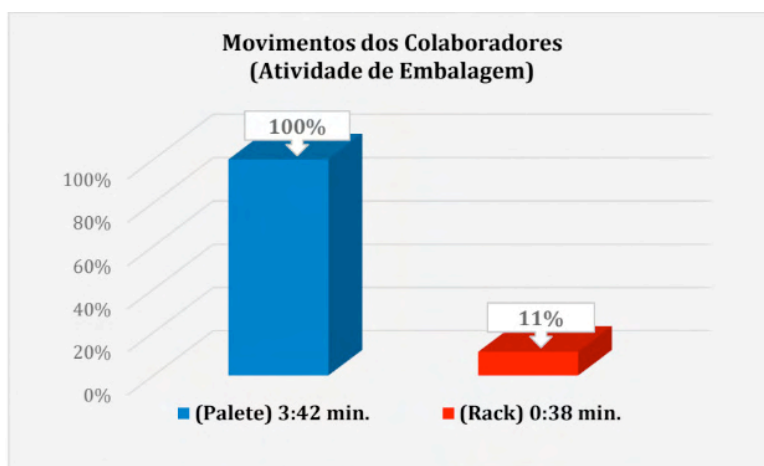


Figura 40 - Redução dos tempos e movimentos consumidos na atividade de embalar

Fonte: Do autor, 2017.

### C) Elevação da Taxa de Ocupação

A taxa de ocupação por embalagem foi elevada de 29% para 86% (Figura 41) com o rearranjo e distribuição de maneira otimizada dos conjuntos no interior do “Rack”.

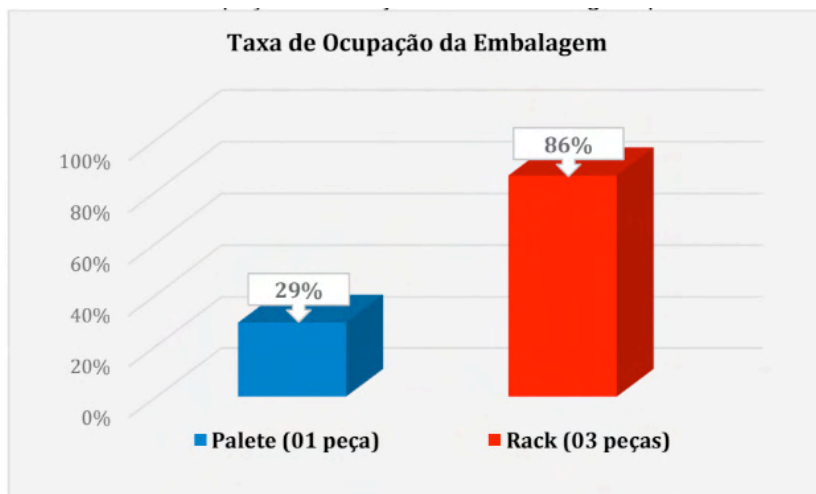


Figura 41 - Taxa de ocupação dos conjuntos nas embalagens paletizadas e “Rack”

Fonte: Do autor, 2017.

### D) Redução dos Custos Logísticos:

A utilização do “Rack” Metálico fornece abatimento de 65% dos custos logísticos à empresa (Figura 42), onde passa a ter possibilidade de embarque simultâneo de 120 peças em uma única carga, enquanto, no antigo modelo embarca-se apenas 28 peças, isso se deve ao fato da impossibilidade do empilhamento da embalagem (paletes). Os resultados são significativos, conforme são demonstrados na Tabela 2, mesmo considerando o adicional da logística reversa (frete de retorno) dos “Racks” Metálicos que acrescem um adicional de 50% do valor do frete no custo logístico, de acordo com orçamento realizado.

Custos Logísticos (Frete R\$)			
Frete	Embalagem	Empresa Parceira	Valor de Mercado
Valor do Frete (VF) + Pedágio (Ped.)	Palete	1.400,00	1.780,00
Valor do Frete (VF) + Pedágio (Ped.) + 50% Frete de retorno (FR)	"Rack"	2.100,00	2.670,00
Valorização do Frete/Unidade			
$Custo = \frac{VF + Ped.}{Qtde\ peças\ Embarcadas}$	Peça/Palete	50,00	<b>63,57</b>
$Custo = \frac{VF + Ped. + FR}{Qtde\ peças\ Embarcadas}$	Peça/"Rack"	17,50	<b>22,25</b>

Tabela 2 - Gastos relativos ao frete Cruzeiro/São Bernardo do Campo para transporte do item 22B.701.031

Fonte: Do autor, 2017.

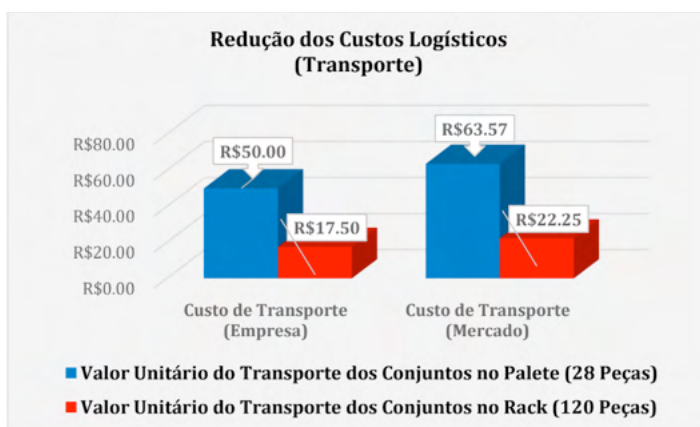


Figura 42 - Redução dos custos logísticos para transporte dos conjuntos 22B.701.031

Fonte: Do autor, 2017.

## E) Eliminação de 100% dos passivos ambientais:

Conforme é demonstrado na Tabela 3, é possível observar os custos de aquisição das embalagens utilizadas atualmente para proteger e fixar um conjunto, para que possa ser transportado e conduzido sem avarias.

Com a utilização do "Rack" metálico como embalagem para peças, foi possível extinguir a utilização de todas as embalagens citadas anteriormente, como: madeira, plástico, nylon e fitas adesivas, contribuindo de maneira eficiente com a redução de custos, ademais, essa extinção colabora expressivamente com a preservação do meio ambiente.

Para enfatizar, existe a possibilidade de reaproveitamento de uma das embalagens, ou seja, somente o paleta de madeira poderia retornar à empresa, porém, isso não ocorre, devido ao custo da logística reversa equivalente a 50% do frete, sendo esse valor superior ao

de aquisição de novos paletes, tornando o retorno da embalagem completamente inviável. Além do gasto com o frete de retorno, a empresa que recebe os conjuntos 22B.701.031 teria que disponibilizar colaboradores para selecionar e preparar esse retorno, sem contar que deveria haver na empresa cliente disponibilidade interna e apropriada para acondicionar as outras embalagens advindas do produto recebido.

<b>Materiais Primários e Secundários Utilizados na Embalagem</b>			
		<b>Custo R\$/Unid.</b>	
<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Empresa Parceira</b>	<b>Valor de Mercado</b>
<b>Filme Stretch 500mm X 25 micra. (10,67Kg)</b>	12,0 metros	1,93	2,56
<b>Calços de Madeira (60X60X600mm)</b>	02 peças	10,54	13,20
<b>Fita Adesiva (50mmX40m)</b>	5,0 metros	0,31	0,37
<b>Cinta de Nylon (0,7X15mm)</b>	9,0 metros	2,07	2,65
<b>Palete madeira (1000X1000mm)</b>	01 peça	27,52	35,62
<b>Custo total por conjunto embalado</b>		<b>42,37</b>	<b>54,40</b>

Tabela 3 - Custos de aquisição das embalagens primárias e secundárias utilizadas para embalar, proteger e fixar o conjunto 22B.701.031

Fonte: Do autor, 2017.

## 1 | RESULTADOS DA MICROSCOPIA

A microscopia óptica, eletrônica de varredura e o ensaio de microdureza vickers foram realizados na região metal base, zona termicamente afetada e zona fundida das embalagens “cestos aramados” utilizados atualmente durante o processo de fabricação do item 22B.701.031, com a finalidade de estabelecer e identificar o padrão de qualidade do material e da solda, as Figuras 43, 44, 45, 46 e 47 apresentam a morfologia microestrutural do material totalmente ferrítico e alguns pontos de inclusões, em particular na região do metal base, na região do aporte térmico apresenta os grãos de ferrita descontínuos e alongados e na região da zona fundida uma significativa alteração na morfologia e na topografia de superfície, devido à mudança brusca no processo de soldagem (Laboratório de Metalografia DEMAR/USP-Lorena).

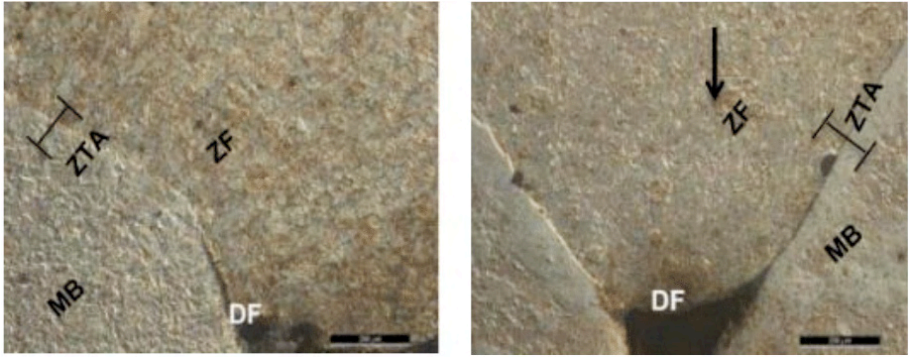


Figura 43 - (a) Micrografia óptica de um Aço SAE1010 soldado e atacado

Fonte: Do autor, 2017.

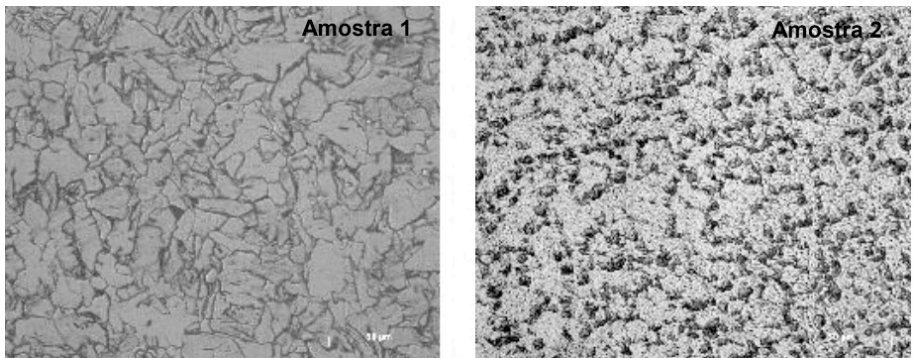


Figura 44 - (b) Micrografia óptica do Aço SAE 1010 soldado e atacado (Metal Base 500X)

Fonte: Do autor, 2017.

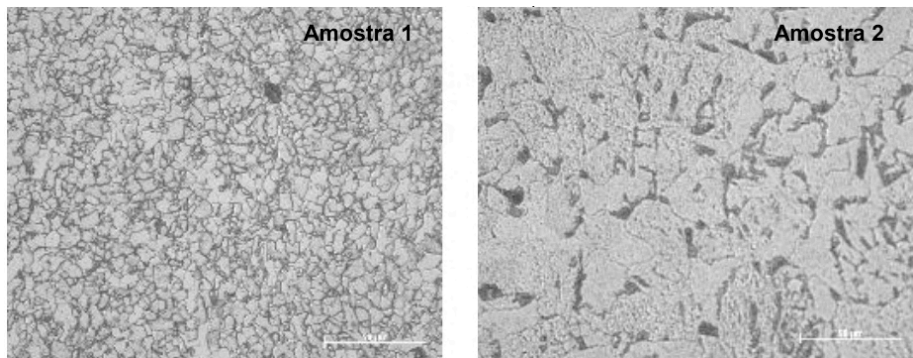


Figura 45 - (c) Micrografia óptica do Aço SAE 1010 soldado e atacado (Zona Termicamente Afetada 500X)

Fonte: Do autor, 2017.



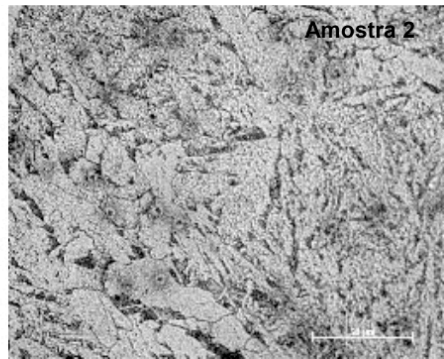
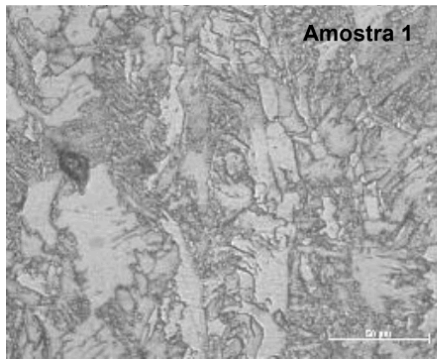


Figura 46 - (d) Micrografia óptica do Aço SAE 1010 soldado e atacado (Zona Fundida 500X)

Fonte: Do autor, 2017.

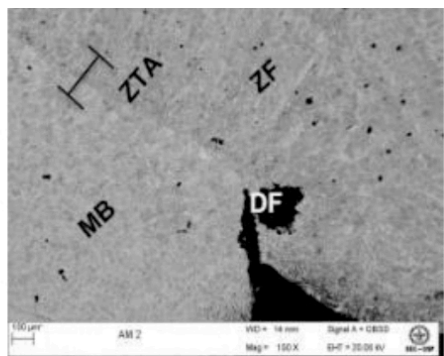
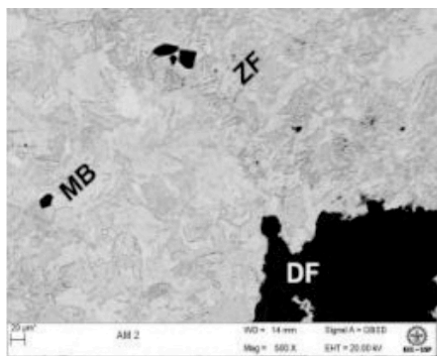


Figura 47 - (e) Micrografia eletrônica de varredura de um Aço SAE 1010 soldado e atacado

Fonte: Do autor, 2017.

O ensaio de microdureza, foi realizado no Laboratório de Metalografia DEMAR/ USP-Lorena, utilizando um microdurômetro Brasimet 2004, fabricado pela Buehler com a carga HV 200g/f, por 15 segundos de acordo a norma ASTM E384-11. Os valores obtidos pelo ensaio nas amostras, conforme demonstrado na Tabela 4 abaixo foram: (Amostra 1) metal base (MB) 203,0 41,93 HV, Zona termicamente afetada (ZTA) 196,5 46,64 HV e Zona fundida (ZF) 205,7 50,45 HV, (Amostra 2) metal base (MB) 147,65 8,8 HV, Zona termicamente afetada (ZTA) 185,45 13,38 HV e Zona fundida (ZF) 212,8 25,57 HV.

### Ensaio de Microdureza do Aço SAE 1010

Ponto	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	Média	D. P.
(MB) Amostra 1	174,0	159,0	189,0	231,0	214,0	192,0	245,0	205,0	281,0	140,0	203,0	41,93
(MB) Amostra 2	134,6	147,8	156,1	151,1	146,9	143,7	147,8	142,6	139,8	166,1	147,65	8,80
(ZTA) Amostra 1	113,0	169,0	227,0	270,0	167,0	151,0	197,0	237,0	210,0	224,0	196,5	46,64
(ZTA) Amostra 2	213,8	179,5	176,0	192,9	174,9	195,1	192,4	185,6	175,3	169,0	185,45	13,38
(ZF) Amostra 1	214,0	116,0	146,0	253,0	154,0	214,0	272,0	220,0	239,0	229,0	205,7	50,45
(ZF) Amostra 2	218,0	220,1	196,0	192,9	211,8	213,3	234,1	269,7	186,5	185,6	212,8	25,57

Tabela 4 - Valores de Microdureza no Aço SAE 1010 (Metal base, Zona Termicamente Afetada e Zona Fundida)

Fonte: Do autor, 2017.

É possível observar na micrografia, por MO e MEV, que a região da junta soldada apresenta composição heterogênea, não proporcionando uma difusão significativa entre o metal de adição e o metal base, resultando em uma alta variação na microdureza (Figura 48), onde o defeito (DF) pode implicar em baixa força de união da solda do produto.

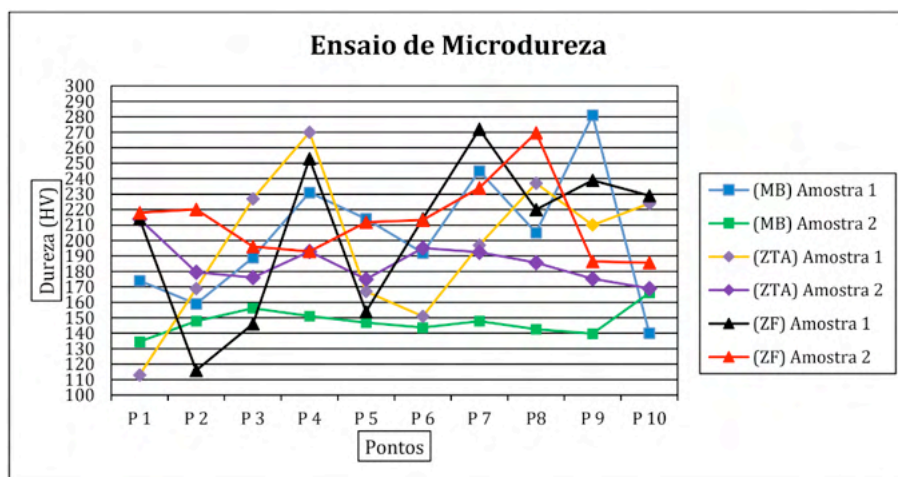


Figura 48 - Ensaio de Microdureza do aço SAE 1010 (Metal Base, Zona Termicamente Afetada e Zona Fundida)

Fonte: Do autor, 2017.

Quanto à microestrutura, o Aço SAE 1010 apresenta estrutura predominante ferrítica, a qual não responde a tratamentos térmicos que visem à formação de martensita para aumento de resistência mecânica, que é alcançado somente por meio do trabalho mecânico a frio. O refino do grão melhora suas propriedades mecânicas.

A ferrita é uma solução sólida de ferro no estado alotrópico alfa, com baixos teores



de carbono ou mais elementos de liga dissolvidos, que ocupam posições específicas no reticulado cristalino de célula cúbica de corpo centrado do aço. Possui microestrutura de grãos poligonais irregulares de alta ductilidade e resistência mecânica da ordem de 270 MPa. (ANDRESEN et al, 1997).

## ANÁLISE DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO NO PROJETO

O retorno sobre investimento, na visão quantitativa, é obtido quando os valores dos benefícios são divididos pelo montante investido, com o objetivo de demonstrar a viabilidade econômica do investimento, bem como o tempo de retorno deste projeto e aprovar a confecção do produto, serão apresentados por meio de valores demonstrados nas Tabelas 5 e 6, informações que comprovam a viabilidade do investimento por parte da empresa. Vale ressaltar que nos Quadros citados são apresentadas duas referências de valores, sendo elas: valores fornecidos pela empresa parceira e valores obtidos por meio de orçamentos realizados no mercado.

As informações utilizadas como parâmetros para comprovação da viabilidade desse projeto foram baseadas nos valores de mercado, haja vista que, o centro de custo da empresa disponibilizou as informações pertinentes aos valores, porém, a publicação dos documentos de comprovação não foi autorizada.

Custo de Fabricação do "Rack"				
			Custo R\$/Unid.	
Quant.	Unid.	Material	Empresa Parceira	Valor de Mercado
4	Peças	Metalon 50x50x2,5 mm	196,00	248,00
4	Horas	Mão de obra Caldeiraria	92,40	140,00
11	Peças	Nylon/Usinagem	120,00	168,00
<b>Custo total para fabricação por unidade</b>			408,40	556,00
<b>Custo total para fabricação de 40 "Racks"</b>			<b>16.336,00</b>	<b>22.240,00</b>

Tabela 5 - Custo de fabricação do "Rack" Metálico

Fonte: Do autor, 2017.

Valorização dos Resultados em R\$				
	Empresa Parceira		Valor de Mercado	
	01 Conjunto 22B.701.031	120 Conjuntos 22B.701.031	01 Conjunto 22B.701.031	120 Conjuntos 22B.701.031
<b>Custos logísticos</b>	32,50	3.900,00	41,32	4.958,40
<b>Passivo ambiental</b>	42,37	5.084,40	54,40	6.528,00
<b>Redução Total</b>	8.984,40			<b>11.486,40</b>

Tabela 6 - Valorização dos resultados com a utilização do "Rack" Metálico

Fonte: Do autor, 2017.

No aspecto financeiro, a implantação do projeto e a confecção do “Rack” metálico, torna-se economicamente viável, com recuperação dos investimentos iniciais.

A empresa tem uma demanda média de 120 peças/mês do conjunto específico 22B.701.031. O novo modelo permite a embalagem de 3 peças e, portanto, seria necessário a fabricação de 40 “Racks” a um custo total estimado de acordo com o valor de mercado R\$ 22.240,00. Porém, ainda como demonstrado na Tabela 6 acima, após a valorização das melhorias do atual modelo, a redução mensal seria em torno de R\$ 11.486,40. Contudo, a confecção dos “Racks” será amortizada em dois meses e, posteriormente, os ganhos serão integrais, demonstrando a viabilidade do Projeto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante um mercado saturado de produtos, em que preço, processo, qualidade e tecnologia se tornaram pouco a pouco incapazes de manter uma diferenciação imprescindível à competitividade, as empresas estão buscando no *design* um novo elemento na composição de sua estratégia competitiva. O rumo que o *design* de embalagens vem tomando o coloca numa posição de destaque nesse universo extremamente competitivo e globalizado, onde este setor constitui um segmento de grande importância na indústria mundial.

De acordo com os resultados obtidos por meio da realização desse projeto, levantou-se de maneira quantitativa índices de melhoria no processo produtivo, logístico e de embalagem. Conforme apresentado no capítulo anterior, pode-se perceber que a empresa foco do estudo poderá aumentar a produtividade e conseqüentemente seus lucros, utilizando a embalagem do tipo “Rack” Metálico, onde por meio da aplicação do conceito do *design* possibilitou melhorar vários aspectos que tangem o processo produtivo, logístico e na cadeia de valor do produto.

Pode-se assegurar ainda que, além dos fatores citados acima, a otimização do espaço físico durante o seu armazenamento, a melhor ocupação da embalagem, a eliminação das embalagens primárias e secundárias amenizaram os danos causados à natureza e à saúde do trabalhador, no que diz respeito aos aspectos ergonômicos, onde buscou-se aplicar o conceito de ergonomia, adaptando a atividade ao homem. A redução dos movimentos envolvidos na operação proporcionou um resultado significativo à cadeia produtiva, customizando o transporte até o destino final, além de reafirmar a garantia da qualidade, evitando gastos desnecessários e aumentando a satisfação do cliente.

Com isso, percebe-se que o objetivo do trabalho foi atingido, já que o modelo apresentado, quando comparado com o conceito atual de embalagens, apresenta inúmeras vantagens produtivas, logísticas, ocupacionais, ambientais e financeiras, onde os ganhos com a utilização do “Rack” Metálico impactaram em uma grande economia para a empresa, os resultados foram obtidos por meio da redução de 82% na área de armazenagem, 89% dos tempos e movimentos envolvidos na atividade de embalagem, 65% dos custos logísticos ligados ao transporte, além da eliminação de 100% dos passivos ambientais e um aumento da taxa de ocupação da embalagem na ordem de 86%.

Com relação às propriedades mecânicas e análises metalográficas realizadas na embalagem do processo, ficou evidenciado a baixa qualidade na união das juntas soldadas a uma alta variabilidade na propriedade de dureza, demonstrando uma heterogeneidade da junta, além de indicações visuais da falta de penetração da solda, levando a uma reflexão da necessidade de uma melhor avaliação dos materiais empregados e do processo de soldagem na confecção do “Rack” proposto.

## REFERÊNCIAS

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004:2004 - Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS- (ABRE). Documento baseado na ABNT ISO/ TR 14.062:2004 – Gestão Ambiental – **Integração de Aspectos Ambientais no Projeto e Desenvolvimento do Produto**, 2006. Disponível em: [www.abre.org.br](http://www.abre.org.br). Acesso em 25 set. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS- (ABRE). Disponível em <<http://www.abre.org.br>>. Acesso em 10 ago. 2016.
- ANDRESEN, P., et al. ASM Handook: **Material Selection and Design**. Vol.20, 10 ed. USA: Copyright, 1997.
- ASTM E3-11, **Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2011.
- ASTM E384-16, **Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.
- ASTM E407-07, **Reapproved, Standard Practice for Microetching Metals and Alloys**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.
- AZEVEDO, W. **O que é Design**. São Paulo: Brasiliense, 1988.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5 ed. Porto Alegre, RS: Artmed Editora S.A., 2004.
- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física**. São Paulo: Atlas, 1993.
- BAXTER, M. Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. 2 ed. rev. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2000.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos**. 1. ed. Atlas, 200.
- BOWERSOX, D. J.; COOPER, M. B.; CLOSS, D. J. **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. São Paulo: Artmed Editora S. A., 2006. 528 p.
- CALLISTER, W. D. Jr. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A., 2002.
- CALVER, G. **O que é design de embalagens?** Porto Alegre: Bookman, 2009.
- CARDOZO, R. **Uma Introdução à História do Design**. 1 ed., São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2000.

CARPES JR., Windomar P. **Introdução ao Projeto de Produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

CASTRO, M. A. S. **Prevenção da poluição aplicada às embalagens de uso industrial: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

CAVALCANTI, P.; CHAGAS, C. **História da Embalagem no Brasil**. São Paulo: Projetos Históricos e Editoriais, 2006. ISBN 85-98953.

CHENG L. C.; MELO FILHO L. D. R. **QFD: Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

CLARK, B. K.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston, 1991. Harvard Business School Press.

COLPAERT, H. **Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns**. 3 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1983.

COMPAM. Comércio de Papéis e Aparas Mooca Ltda. **O que é Resíduo, 2003**. Disponível em < <http://www.compam.com.br/residuo.htm>>. Acesso em 23 out. 2016.

CSN. Companhia Siderúrgica Nacional. **Catálogo de Laminados a Frio**. Disponível em <[http://www.csn.com.br/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59677&prSv=1](http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=59677&prSv=1)>. Acesso em 20 jan. 2017.

DESIGN para a Competitividade: **Recomendações para a Política Industrial no Brasil**, Rio de Janeiro, DAMPI / CNI, 1996.

FARIA, A. F. et al. **Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos: Uma Experiência Didática. Anais eletrônicos da Associação Brasileira de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISSN ENEGEP: 23183349 Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STP\\_073\\_521\\_12155.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_073_521_12155.pdf). Acesso em 12 fev. 2017.

FUKUGAUCHI, Cristina Sayuri. **Metodologia para Caracterização Metalográfica de um Aço TRIP por Microscopia Óptica**-Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2010.

GIOVANNETTI, D. V. **El Mundo del Envase: Manual para el Diseño y Producción de Envases y Embalajes**. México: Ediciones G. Gill, 1995.

GODINHO, W. B. **Gestão de Materiais e Logística**. Curitiba: Ceninter, 2004.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2 ed. rev. e ampl. - São Paulo: Editora: Edgard Blücher, 2005.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing**. 12 ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2007.

KOTLER, P.; RATH, G. A. **Design a Powerful but Neglected Strategic Toll** - Journal of Business Strategy (pre-1986); Fall 1984.

LAERG. **Laboratório de Ergonomia Anamaria de Moraes**. Disponível em <http://laergfatea.wixsite.com/laerg/downloads-c8k2>. Acesso em 15 fev. 2017.

MANTOVANI, F. P. **Proposta de Melhoria do Layout de um Armazém de Vidros Automotivos**. Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica-UNESP, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014.

MCCARTHY, E. J.; PERREAULT, W. D. **Marketing Essencial: Uma abordagem gerencial e global**. São Paulo: Atlas, 1997.

MESTRINER, F. **Design de Embalagem: curso básico**. 2 ed. São Paulo: Markon Books, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Racionalização de Embalagens**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/destaques/item/7655>. Acesso em: 12 out. 2016.

MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e armazenagem de materiais**. São Paulo: Manual de Logística - IMAM. Vol. 1, 1998.

MOURA, R.; BANZATO, J. M. **Embalagem, Utilização e Containerização**. São Paulo: IMAM, 1997.

NAZÁRIO, G. Embalagem e Saúde Pública; **Embalagem, Arte e Técnica de um Povo: um Estudo da Embalagem Brasileira**. São Paulo: Toga, 1985. p. 25.

NEGRÃO, C.; CAMARGO, E. **Design de Embalagem: do Marketing a Produção**. São Paulo: Novatec Editora, 2008.

RANGEL D. A. et al. P&D em Engenharia de Produção. **Aumento da eficiência produtiva através da redução do tempo de setup: aplicando a troca rápida de ferramentas em uma empresa do setor de bebidas**. Itajubá, v. 10, n. 1, p. 36-49, 2012.

ROCHA, Â.; CHRISTENSEN, C. **Marketing: Teoria e Prática no Brasil**. São Paulo: Atlas, 1999.

ROHDE, R. A. **Metalografia Preparação de Amostras**. Uma abordagem prática Versão-3.0, 2010. Disponível em <[www.urisan.tche.br/~lemm](http://www.urisan.tche.br/~lemm)>. Acesso em 10 fev. 2017.

ROZENFELD, H.; et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SEMENICK, R. J.; BAMOSSY, G. J. **Princípios de Marketing: uma perspectiva global**. São Paulo: MAKRON Books, 1995.

SILVA, A. C.; AVANZI, C. **Mecânica: Tecnologia dos Materiais e Industrial**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. (Coleção Técnica Interativa. Série Mecânica, v. 2).

SILVA, D.; LEITE, V. C. **A Importância da Embalagem como Vantagem Logística: um estudo de caso**. Disponível em: [www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/download/79/38](http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/download/79/38). Acesso em: 18 de out. 2016.

SILVA, J. C. et al. "**A Importância dos Aspectos Ergonômicos no *Design* de Embalagens: Um Estudo Bibliométrico**". In: Anais do 15º *Ergodesign & Usihc* [=Blucher *Design* Proceedings, vol. 2, num. 1]. São Paulo: Blucher, 2015. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/15ergodesign-16-E021.









SOUZA, G. A. **Caracterização Microestrutural de um Aço Médio Carbono e Baixa Liga (com Estrutura Bainítica/Martensítica) via Microscopia Óptica**. 2008. 63 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica – Projetos e Materiais) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2008.

STRUNCK, G. L. **Identidade Visual – A direção do Olhar**. Rio de Janeiro: Europa, 1989.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. (2004); **Product design and development**. New York: McGraw- Hill.



# ANEXO A - DOCUMENTO TÉCNICO

CÓDIGO CLIENTE: 22B 701.031		CÓDIGO: 5087.395.935		NOME DO PRODUTO: CONJUNTO QUADRO CENTRAL		CLIENTE: MAN	FOLHA: 12 / 12		
Nº DA OPERAÇÃO: 50		DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO: IDENTIFICAR + EMBALAR		EQUIPAMENTO: EMBALAGEM		Nº FERRAMENTA: --			
<b>SEQUÊNCIA DE OPERAÇÃO</b> <b>1</b> Realizar inspeção das rosas M14 x 2 mm (8x), conforme FIGURA 1 e FOTOS 1 e 2. <b>2</b> Embalar peça conforme indicado na FOTO 3, 4 e 5 e FIGURAS 2 e 3. <b>3</b> Preencher ficha de inspeção e fixar na embalagem, conforme FOTO 6 e 7.		<b>RECURSO</b> Calibre M14 x 2 mm Manual		<b>PLANO DE CONTROLE</b> 1.1 2.1 3.1		<b>INSPEÇÃO</b>  Locais a serem inspecionados (8x) Realizar inspeção com calibre (8x) Retrabalhar com o macho as rosas abstruídas			
<b>EMBALAGEM</b> Posicionar taca de madeira (2x) em cima do palete ( FOTO 3).  FOTO 3		Posicionar conjunto embalado com plástico bolha no palete ( FOTO 4). Os tubos devem estar em cima das tocas, conforme FIGURA 2.  FOTO 4		Fixar conjunto no palete com a fita ( FOTO 5). A fita deve ser colocada conforme FIGURA 3.  FOTO 5		Preencher ficha de inspeção (FORD 6) e fixar no conjunto embalado, conforme FOTO 7.  FOTO 6			
 FOTO 7 Conjunto Quadro Central embalado e com ficha de inspeção final.		 FOTO 2 TOCAS DE MADEIRA		 FOTO 3					
Plano de CONTROLE (Registrar informações e/ou valores no RIFA)									
Seq. Operac.	Descrição	Amostra	Método	Plano de Controle	Seq. Operac.	Descrição	Amostra	Método	Plano de Controle
1.1	Verificar rosas M14 x 2 com calibre (8x)	Inspeção 100% e Registrar 5/50	Calibre M14 x 2	Passar macho e inspecionar com calibre	4	Auditoria literas do produto	PGI 3103.002	PGI 3103.002	PGI 3103.002
2.1	Verificar embalagem conforme padrão acima	Inspeção 100%	Visual	Embalagem novamente	5	Inspeção de layout	PGI 3103.005	PGI 3103.005	PGI 3103.005
3.1	Verificar presença da ficha de Inspeção Final preenchida	Inspeção 100%	Visual	Fixar ficha na embalagem					
RESPONSÁVEL		APROVADO	DATA LIBERAÇÃO INICIAL	REVISÃO	DATA DA REVISÃO	APPROVAÇÃO OPERACIONAL	CBE:		
			14/04/14	A	10/07/16				

# APÊNDICE A - PLANILHAS - MÉTODO RULA

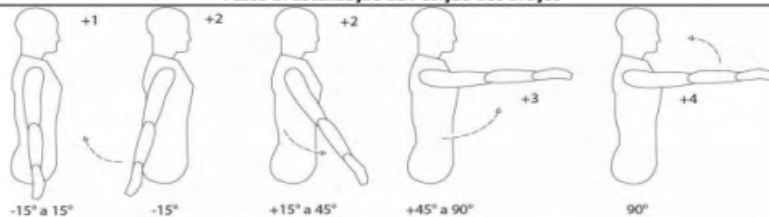
## Análise Ergonômica do Processo de Embalagem do item 22B.701.031

### Planilha RULA - Rapid Upper Limb Assessment (Cornell University 1996)

Complete essa planilha seguindo o procedimento passo a passo. Mantenha uma cópia no arquivo pessoal do funcionário para pesquisas futuras

#### Análise dos Braços e Punhos

##### Passo 1: Localização da Posição dos Braços



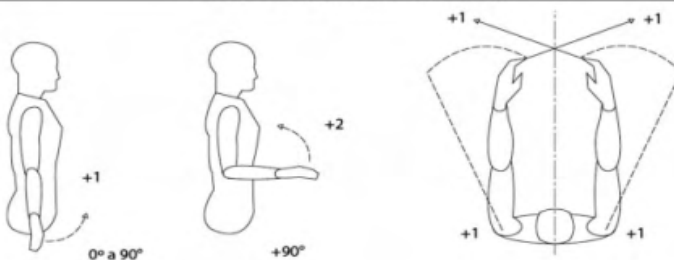
Passo 1A: Ajustar...

Se o ombro está elevado: +1

Se o ombro está abduzido: +1

Se o braço está apoiado ou a pessoa está recostada: -1

##### Passo 2: Localizar Posição do Antebraço

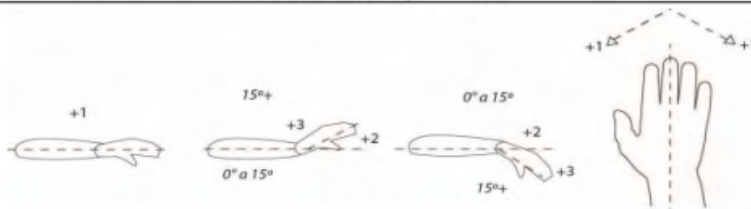


Passo 2A: Ajustar...

Se o braço ao trabalhar cruza a linha sagital: +1

Se o braço estiver afastado do corpo: +1

##### Passo 3: Localizar Posição do Punho



## Análise Ergonômica do Processo de Embalagem do item 22B.701.031

Passo 3A: Ajustar...
Se o punho está em posição ulnar ou radial: +1
<b>Passo 4: Giro do Punho</b>
Punho está rotacionado até a metade da amplitude: +1
Rotacionado próximo ou no final da amplitude: +2

<b>Passo 5: Encontrar pontuação de Postura na Tabela A</b>
Use os valores dos passos 1,2,3 e 4 para localizar a pontuação de Postura na

<b>Passo 6: Adicionar pontuação do Uso dos Músculos</b>
Se a postura for predominantemente estática (ex. segurar por 10 minutos) ou; ação ocorre repetidamente, 4 ou mais vezes por minuto: +1.

<b>Passo 7: Adicionar pontuação de Força/Carga</b>
Se a carga for menor que 2 kg (intermitente): +0
Entre 2 kg e 10 kg (intermitente): +1
Entre 2 kg e 10 kg (estático ou repetitivo): +2
Se maior que 10 kg de carga repetitiva ou pancadas: +3

<b>Passo 8: Encontrar linha na Tabela C</b>
A pontuação completa da análise do Braço/Punho é utilizado para encontrar a linha na Tabela C.

## Análise Ergonômica do Processo de Embalagem do item 22B.701.031

PONTUAÇÕES  
Tabela A

Braço	Antebraço	Punho								
		1		2		3		4		
		Giro de Pulso		Giro de Pulso		Giro de Pulso		Giro de Pulso		
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5
	3	2	3	3	4	4	5	5	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9	9
	2	7	8	8	8	9	9	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9

3
Pontuação Final Braço

2
Pontuação Final Antebraço





  





2
Pontuação Final Punho

1
Pontuação Final Giro do Punho

## Análise Ergonômica do Processo de Embalagem do item 22B.701.031

B. Análise de Pescoço, Tronco e Pernas			
Passo 9: Posição do Pescoço			
0-10°	10-20°	20°+	Extensão
			
+1	+2	+3	+4
Passo 9A: Ajustar...			
Se o pescoço está rotacionado: +1			
Se o tronco está curvado para trás: +1			

Passo 10: Posição do Tronco			
0-10°	0-20°	20-60°	60°+
			
Extensão +1 <i>+1 também se o tronco estiver bem apoiado quando sentado; +2 caso contrário</i>	+2	+3	+4 Flexão
Tronco ereto			
Sentado -20°			
Passo 10A: Ajustar...			
Se o tronco estiver rotacionado: +1			
Se o tronco estiver curvado para trás: +1			

Passo 11: Pernas
Se as pernas e pés estiverem apoiados e com igual distribuição de carga : +1; caso contrário +2

## Análise Ergonômica do Processo de Embalagem do item 22B.701.031

**PONTUAÇÕES**

		TRONCO ←											
		1		2		3		4		5		6	
		Pernas		Pernas		Pernas		Pernas		Pernas		Pernas	
Pescoço		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2		2	3	2	4	4	5	5	5	6	7	7	7
3		3	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7	7
4		5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	8	8
5		7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8
6		8	8	8	8	8	8	8	9	8	9	9	9

<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">3</div> Pontuação Final do Pescoço	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">2</div> Pontuação Final das Pernas	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">5</div> Pontuação Final do Tronco
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Passo 12: Encontrar Pontuação da Postura na Tabela B**

Use os valores dos passos 9,10 e 11 para localizar o pontuação da postura na Tabela B.

**Passo 13: Adicionar Pontuação de Uso de Músculos**

Se a postura for predominantemente estática (exemplo: segurar por 10 min) ou; ação ocorre repetidamente 4 ou mais vezes por minuto: +1.

**Passo 14: Adicionar Pontuação da Força/Carga**

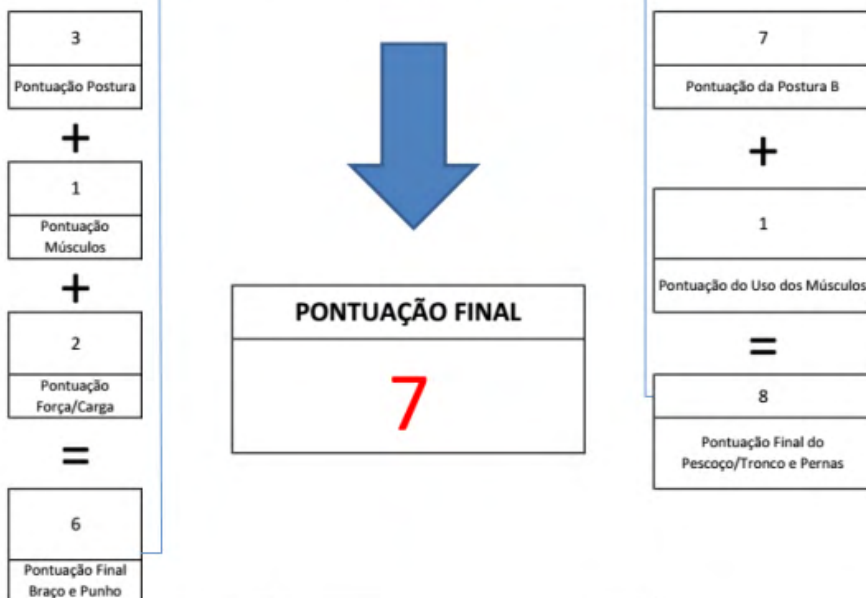
Se a carga for menor que 2 kg: +0  
 Se de 2 kg a 10 kg (intermitente) :  
 Se de 2 kg a 10 kg (estático ou repetitivo) : +2  
 Se maior 10 kg de carga, repetitivo ou choques: +3

**Passo 15: Encontrar Coluna na Tabela C**

A pontuação completa de análise Pescoço/Tronco & Pernas é utilizado para encontrar a linha na Tabela C.

## Análise Ergonômica do Processo de Embalagem do item 22B.701.031

	1	3	4	5	6	7+↵
1	1	3	3	4	5	5
2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	4	5	6	6
5	4	4	5	6	7	7
6	4	5	6	6	7	7
7	5	6	6	7	7	7
8	5	6	7	7	7	7

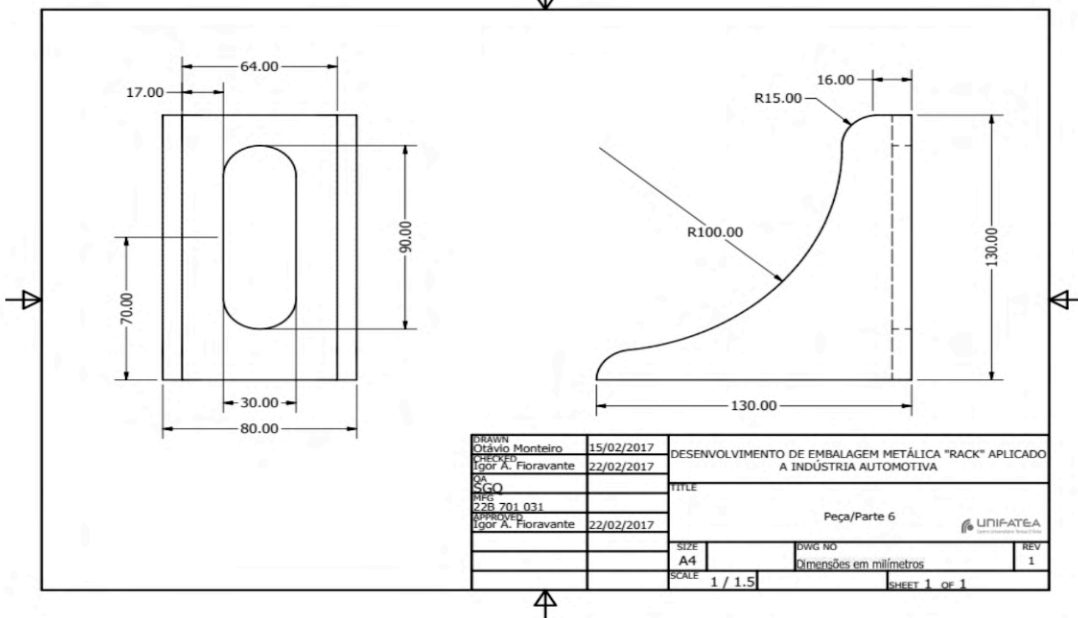
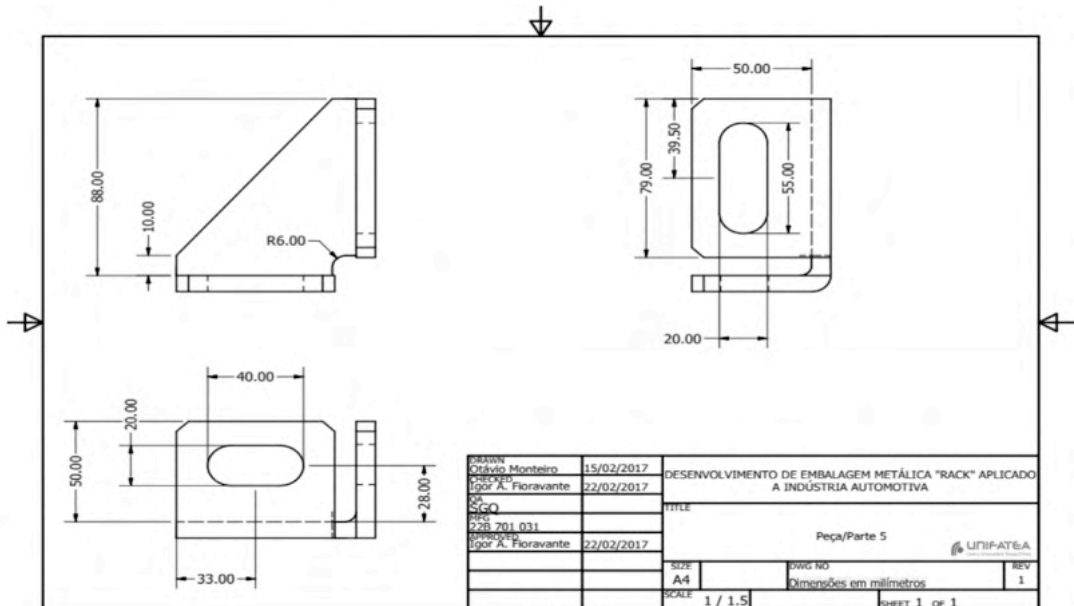


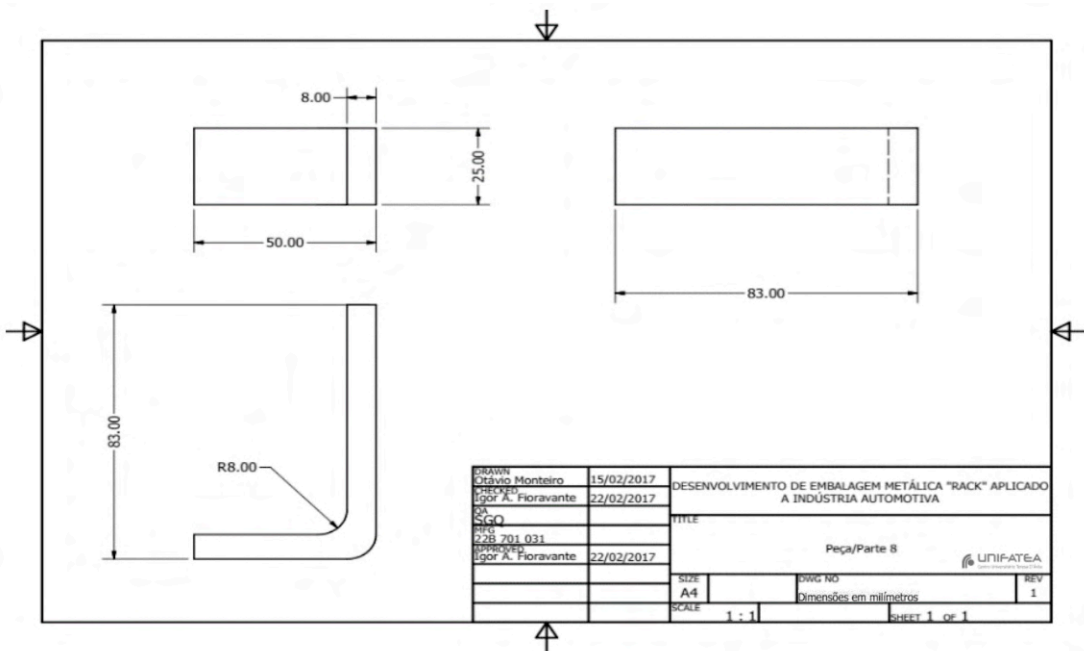
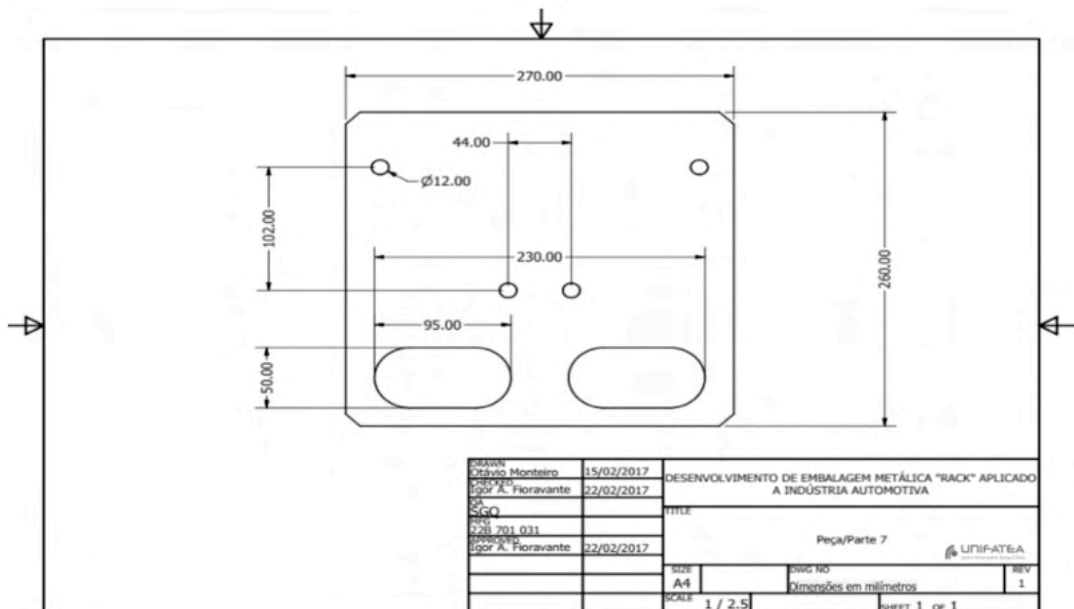
Operador: 36873  
 Empresa: Parceira  
 Setor: Embalagem  
 Avaliador: Igor  
 Data: 27/03/17

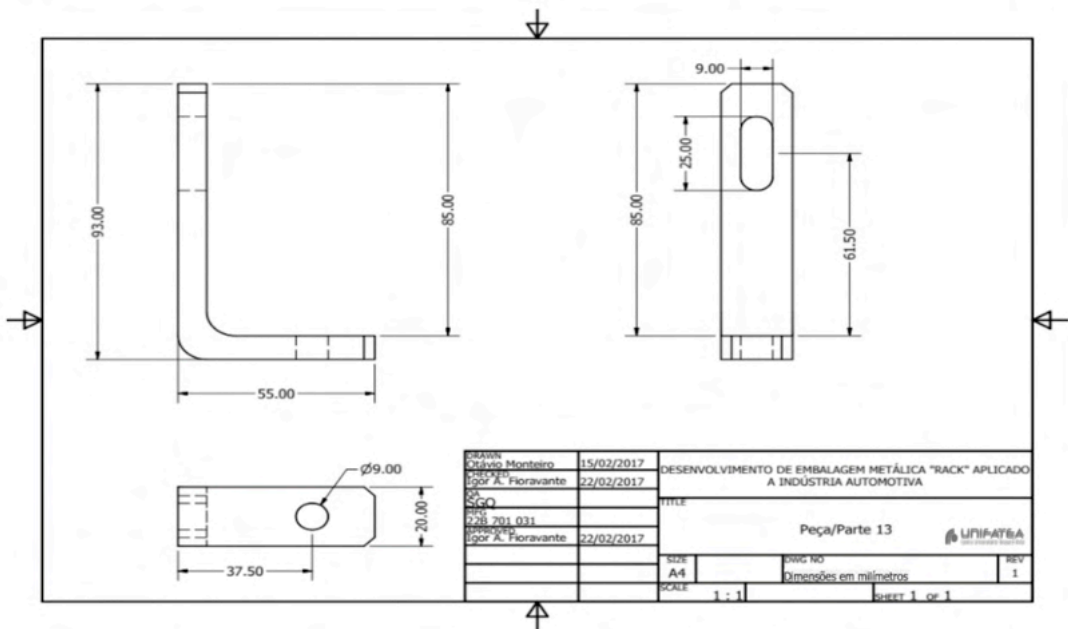
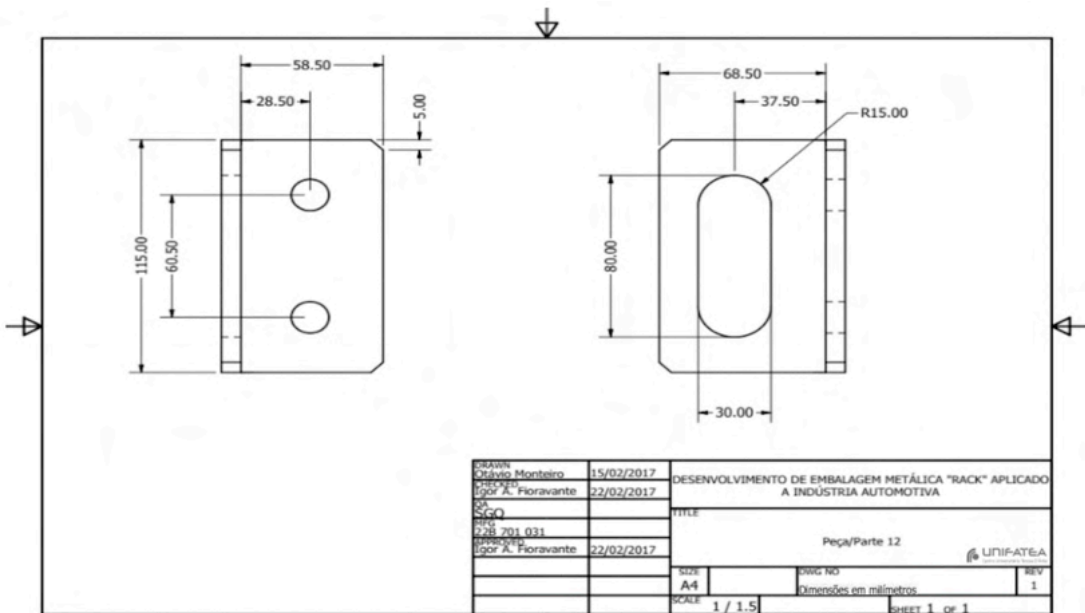
Pontuação Final:	
1 ou 2= Aceitável	5 ou 6= Investigar e mudar logo
3 ou 4= Investigar	7= Investigar e mudar imediatamente



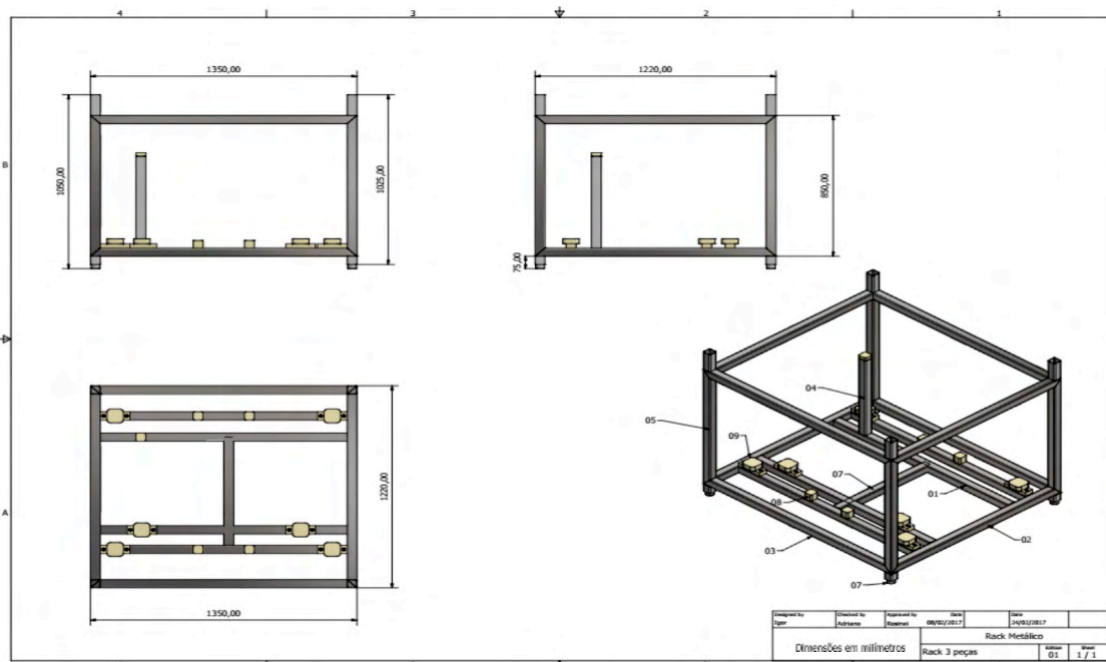








# APÊNDICE C - PROJETAÇÃO DO “RACK” METÁLICO, NO SOFTWARE INVENTOR AUTODESK







## **SOBRE O AUTOR**

**IGOR ALEXANDRE FIORAVANTE** - Doutorando em Engenharia Mecânica, na Universidade Júlio Mesquita Filho (UNESP-Guaratinguetá), Mestre em Projeto de Produto pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila (UNIFATEA-Lorena-2017), Pós-Graduado em Formação Didático-Pedagógica para Cursos na Modalidade a Distância (UNIVESP-2020), Pós-Graduado em Gestão de Projetos (INE), Pós-Graduado em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade São Luís (Jaboticabal-2017), Especialista em Ergonomia Aplicada ao Trabalho (ABED-2018), Licenciado em Mecânica pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CPS-2011), Graduado em Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (2008), Habilitado em Formação Específica para Magistério (1998). Atuação Profissional: Docente Indeterminado da Faculdade de Tecnologia (FATEC-CRUZEIRO, GUARATINGUETÁ e TAUBATÉ), Docente no Curso de Especialização Técnica do GEEaD (CPS), Docente Indeterminado do Curso Técnico em Mecânica/Eletrônica da Escola Técnica (ETEC-CRUZEIRO, GUARATINGUETÁ e CACHOEIRA PAULISTA), Áreas de interesse: Gestão da Produção, Manutenção, Qualidade, Processos, Projeto de Produto, Materiais, Ergonomia Aplicada ao Trabalho e Logística. Membro do Conselho Municipal de Educação da Cidade de Cruzeiro SP (19/20), Membro do Núcleo Docente Estruturante da FATEC-Cruzeiro e atuação por 20 anos na Indústria Automobilística - último cargo: Gerente Industrial (2016).


PROJETO DE  
“RACK”  
METÁLICO  
ESPECÍFICO:

APLICADO NO ARMAZENAMENTO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**PROJETO DE**  
**“RACK”**  
**METÁLICO**  
**ESPECÍFICO:**

**APLICADO NO ARMAZENAMENTO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS**

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)