

FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NADIM BATTISTETTE CAYRES MALUF

**APLICAÇÃO DE ENGENHARIA REVERSA COMO CONCEITO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO**

MARÍLIA
2013

FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NADIM BATTISTETTE CAYRES MALUF

**APLICAÇÃO DE ENGENHARIA REVERSA COMO CONCEITO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino "Eurípides Soares da Rocha", mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Me. RODRIGO FABIANO RAVAZI

MARÍLIA
2013

Maluf, Nadim Battistette Cayres

Aplicação de Engenharia Reversa como conceito de Desenvolvimento de Produtos / Nadim Battistette Cayres Maluf; orientador: Rodrigo Fabiano Ravazi. Marília, SP: UNIVEM, 2013.

65 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília UNIVEM, Marília, 2013.

1. Engenharia Reversa 2. Desenvolvimento de Produto 3. Sustentabilidade

CDD: 658.575



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.

Nadim Battistette Cayres Maluf - 44024-8

TÍTULO "Aplicação de engenharia reversa como conceito de desenvolvimento de produto. "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R., para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 90

ORIENTADOR: Rodrigo Fabiano Ravazi
Rodrigo Fabiano Ravazi

1º EXAMINADOR: Geraldo César Meneghelo
Geraldo César Meneghelo

2º EXAMINADOR: Edson Detregiachi Filho
Edson Detregiachi Filho

Marília, 03 de dezembro de 2013.

DEDICATÓRIA

À Deus, sem rótulos;

Aos amigos (da faculdade) do fundo, do meio e da frente (mas mais os do fundo) e aqueles que, do lado de fora, seguraram a barra;

À minha mãe Aparecida e ao meu pai Nadim, pela criação e educação que permitiram ter sucesso na conclusão desta pesquisa;

Aos meus irmãos Daniel, Karina e Marcus, pela costumeira e necessária cobrança de resultados;

À família, de sangue ou não, que esteve ao meu lado nesta luta.

AGRADECIMENTOS

Durante estes 5 anos de luta, foram ultrapassados diversos obstáculos que outrora sugerimos ser intransponíveis. Hoje, 17/11, véspera da entrega do TCC, vejo que nada...NADA é intransponível quando se tem vontade, família e amigos.

Por este motivo, agradeço a todos aqueles que conseguiram suportar toda a angústia, tensão, falta de tempo, irritação e todas as outras coisas pelas quais passamos durante os 5 anos de estudos. Em especial, agradeço à minha mãe Aparecida de Freitas Cayres e ao meu pai Nadim Jorge Maluf, que me criaram, me ensinaram a distinguir o certo e o errado, o bom e o ruim e que me deram capacidade de compreensão para decidir o que é melhor para a minha vida.

Agradeço ao Bruno Ferretti, por ter me aguentado durante várias noites, projetando e desenhando o que seria a conclusão desta pesquisa e à Julia, minha namorada, que me aguentou e suportou durante esses 5 anos de luta.

Aos amigos do peito Cristiano Costa, Greice Kelly, Rafael Marcucci e Victor Rodrigues, deixo registrado, mesmo sem precisar de registro, a minha gratidão pelos anos de companheirismo e o meu pedido de que nunca nos esqueçamos do que passou. Aos demais colegas de classe, meu muito obrigado.

Ao meu orientador prof. Rodrigo Fabiano Ravazi, que eu costumo chamar só de Ravazi, que conseguiu lapidar uma ideia que nem eu mesmo acreditei no fim das contas, e que conseguiu me colocar no eixo em um dos momentos mais difíceis da longa jornada, onde quase desisti dessa coisa toda de TCC. Você merece cada homenagem, de cada aluno, de cada turma que virá. Você tem o espírito da Engenharia de Produção, você tem o espírito de Professor, com P maiúsculo.

À coordenadora do curso, prof.^a Vânia Érica Herrera, companheira de viagem, de festa, de diversão, de semana da engenharia enfim, companheira. Essa é a palavra que descreve essa pessoa. Você conseguiu cativar todos nós, mas a mim, em especial, ficará gravada para sempre.

Aos demais docentes, um agradecimento especial por ter conseguido suportar 5 anos de perguntas sem nexos, conversas paralelas, pedidos e suplicas por nota e tudo mais que alunos sempre serão para professores.

Para vocês, todos, aqui lembrados ou não (pois minha memória não me ajuda nunca), espero que estes 5 anos não tenham sido apenas mais 5, que a III Turma de Engenharia de Produção ó UNIVEM não tenha sido apenas mais uma, assim como é e será única para mim.

*õAos outros dou o direito de ser quem são. À
mim, o dever de ser cada dia melhor.ö.*

Chico Xavier.

MALUF, Nadim Battistette Cayres. **Aplicação de Engenharia Reversa Como Conceito de Desenvolvimento de Produto**. 2013. 65 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) ó Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino õEurípides Soares da Rochaö, Marília, 2013.

RESUMO

Com o passar dos anos, tem-se percebido a crescente necessidade de diminuir os impactos ambientais causados pela ocupação humana no planeta. Uma das opções relevantes para alcançar este objetivo é a redução do consumo de materiais não renováveis ou a reciclagem destes para sua reutilização.

Por meio da aplicação de um conceito pouco utilizado no Brasil, a Engenharia Reversa, pretende-se modificar o conceito e os materiais estruturais de uma caixa de plástico dobrável de modo que esta possa ser utilizada, inicialmente, em substituição às cestinhas de supermercados e posteriormente no lugar das sacolas plásticas.

As ferramentas de desenvolvimento de produto serão utilizadas para que seja possível aplicar esse novo conceito de maneira robusta e embasada em teorias que já foram consolidadas pelo mercado de desenvolvimento de produto.

Após a identificação dos itens a serem modificados, como os materiais de composição, o desenho da caixa e até mesmo seu mercado alvo, será feito um protótipo virtual, utilizando softwares 3D para análise. Os usuários serão questionados sobre a eficiência e praticidade do novo produto e com isso teremos a noção da aplicabilidade e do sucesso ou insucesso do projeto.

Por fim, haverá um estudo comparativo entre os produtos estudados como base e os novos, criando uma variação no consumo de matéria prima para evidenciar a redução no volume de geração de Resíduos Sólidos Urbanos, no que tange a redução da utilização das sacolas plásticas em adição à redução no consumo de matéria prima.

Palavras-chave: Engenharia Reversa. Desenvolvimento de Produto. Sustentabilidade.

MALUF, Nadim Battistette Cayres. **Aplicação de Engenharia Reversa Como Conceito de Desenvolvimento de Produto**. 2013. 65 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) ó Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino õEurípides Soares da Rochaö, Marília, 2013.

ABSTRACT

Over the years, we have observed a growing need to reduce the environmental impacts caused by human occupation on the planet. One of the relevant options to achieve this goal is to reduce the consumption of non-renewable materials and their recycling for reuse.

Through the application of a concept that is unusual in Brazil, Reverse Engineering, aims to change the concept and the structural materials of a foldable plastic box so that it can be used initially to replace the baskets supermarket and later in place of plastic bags.

The tools of product development will be used to be able to apply this new concept so robust and grounded in theories that have been consolidated by the market product development.

After identifying the items to be modified, such as composition materials, the design of the box and even your target market will be a virtual prototype using 3D software for analysis. Users will be asked about the effectiveness and practicality of the new product and with that we have the notion of applicability and the success or failure of the project.

Finally, there will be a comparative study of the products studied as a base and the new, creating a variation in consumption of raw materials to highlight the reduction in the volume of municipal solid waste generation in relation to reducing the use of plastic bags in addition reduction in raw material consumption.

Keywords: Reverse Engineering. Product Development. Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma Modelo de Referência	20
Figura 2 - Variação Cultura x Tecnologia.....	25
Figura 3 - Derivados de petróleo após refino	28
Figura 4 - Produtos de Reações Químicas Poliméricas	28
Figura 5 - Torre de Destilação de Petróleo	30
Figura 6 - Simbologia dos Plásticos.....	33
Figura 7 - Ciclo de Produção do PE Verde	36
Figura 8 - Comparação da Substituição de PE Verde e Fóssil.....	36
Figura 9 - Comparação PE Verde com a emissão anual de CO2	37
Figura 10 - Etapas de Investigação Ação.....	43
Figura 11 - Caixa Plástica Dobrável - Produto Base	46
Figura 12 - Cadeia Carbônica Polipropileno	47
Figura 13 - Dimensional da caixa - Produto Base	48
Figura 14 - Cadeia Carbônica Polietileno	50
Figura 15 - Dimensional da caixa - Proposta	51
Figura 16 - Vista Superior Nova Caixa.....	52
Figura 17 - Vista Lateral Nova Caixa	52
Figura 18 - Vista Frontal Nova Caixa.....	53
Figura 19 - Isométrico Nova Caixa.....	53
Figura 20 - Ilustração de Injetora de Polímero	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Datas de Sintetização de Polímeros.....	27
Tabela 2 - Métodos de moldagem a quente de polímeros.....	31
Tabela 3 - Materiais Poliméricos mais utilizados na fabricação de algumas embalagens.....	34
Tabela 4 - Participação de Materiais no RSU 2012.....	38
Tabela 5 - Comportamento de queima dos principais polímeros	46
Tabela 6 - Dados pesquisa de campo	51
Tabela 7 ó Propriedades do Polietileno Verde Injetado.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D: Três Dimensões

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE: Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

Especiais

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica

BIOS: Basic Input/output System

CAD: Computer Aided Design

DFMA: Design for Manufacturing and Assembly

EPS/PSE: Poliestireno Expandido

ER: Engenharia Reversa

FMEA: Failure Model and Effect Analysis

GLP: Gás Liquefeito de Petróleo

HDPE/PEAD: Polietileno de Alta Densidade

HIPS/PSAI: Poliestireno de Alto Impacto

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPI: Instituto Nacional de Propriedade Intelectual

LDPE/PEBD: Polietileno de Baixa Densidade

LLDPE/PEBDL: Polietileno de Baixa Densidade Linear

MBC: Movimento Brasil Competitivo

NBR: Normas Técnicas Brasileiras

OECD: Organization for Co-operation and Development

OSLO:

PDCA: Plan, Do, Check, Act

PE: Polietileno

PET: Politereftalato de Etileno

PMMA: Polimetilmetacrilato

PNRS: Programa Nacional de Resíduos Sólidos

PP: Polipropileno

PS: Poliestireno

PU: Poliuretano

PVC: Policloreto de Vinila

RSU: Resíduo Sólido Urbano

TG: Temperatura de Transição Vítrea

TM: Temperatura de Fusão

TPP: Technological Product and Process Innovation

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO 2 ó OBJETIVO	16
2.1 Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO 3 ó REVISÃO TEÓRICA	17
3.1 Inovação	17
3.2 Engenharia Reversa.....	19
3.3 Desenvolvimento de Produto.....	20
3.3.1 Conceber Produto.....	21
3.3.2 Conceituar Produto.....	21
3.3.3 Projetar Produto e Processo	21
3.3.4 Homologar Produto	22
3.3.5 Homologar Processo.....	22
3.3.6 Ensinar Empresa	23
3.4 Recursos	23
3.4.1 Conceitos	23
3.4.2 Métodos	23
3.4.3 Ferramentas.....	24
3.5 Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis	24
3.6 Polímeros	25
3.6.1 Processo de Obtenção dos Polímeros.....	30
3.6.2 Processo de Transformação dos Polímeros	31
3.6.3 Identificação de Polímeros	32
3.7 Biopolímeros.....	35
3.8 Resíduos Sólidos Urbanos - RSU	37
3.9 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS.....	39
CAPÍTULO 4 ó METODOLOGIA	40
4.1 Abordagem da Pesquisa	40
4.2 Método de Pesquisa.....	40
4.2.1 Empírico	41
4.2.2 Científico	41
4.2.3 Filosófico	42

4.2.4 Teológico	42
4.3 Pesquisa-Ação.....	42
CAPÍTULO 5 ó ESTUDO DE CASO	45
5.1 Caracterização do Produto Base	45
5.1.1 Material de Composição.....	46
5.1.2 Dimensionamento	48
5.1.3 Utilização.....	49
5.2 Caracterização do Novo Produto	49
5.2.1 Novos Materiais	50
5.2.2 Novas Dimensões.....	50
5.2.3 Nova Utilização.....	54
5.2.4 Processos	54
CAPÍTULO 6 ó CONCLUSÕES	57

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Neste tópico, é descrito um mapa da pesquisa, mostrando os assuntos principais de cada Capítulo de modo a direcionar a leitura e interpretação correta do trabalho.

No Capítulo 2, são mostrados os objetivos gerais e específicos que passam desde a desmontagem do produto inicial até a fabricação de novos produtos desenvolvidos. O Capítulo 3 traz a revisão bibliográfica, que conceitua diversos pontos da Engenharia Reversa, sustentabilidade, ecodesign e outros temas relevantes à pesquisa. Já no Capítulo 4, é tratada a metodologia de pesquisa que, para esta, será a pesquisa-ação, definida por meio do estudo de diversos modelos de pesquisa.

O estudo de caso será mostrado no Capítulo 5, com a demonstração das características do produto base, como medidas, volumes, material de construção e onde está a proposta de adequação deste produto, com os novos materiais e dimensões estudadas.

Por fim, no Capítulo 6, são validadas as informações já coletadas durante a pesquisa de modo a fornecer uma conclusão concisa sobre os fatos levantados.

Vale ressaltar que, como princípio para início da leitura e compreensão desta pesquisa, não foi contemplado a análise econômica do modelo de produto a ser desenvolvido e sim uma análise técnica de viabilidade. Isso se deve ao fato da impossibilidade de encontrar informações sobre o produto pesquisado (por se tratar de um produto comercializado e, por este motivo, possuir segredos em sua fabricação).

Para que este detalhe não diminua a importância da pesquisa, é demonstrada a relevância da aprovação técnica em detrimento da aprovação financeira do novo produto a ser desenvolvido.

CAPÍTULO 2 ó OBJETIVO

O objetivo base do trabalho é fazer uma análise de viabilidade técnica sobre a modificação estrutural, conceitual e de aplicação de uma caixa plástica dobrável, utilizando o conceito de Engenharia Reversa, voltada para o ecodesign.

Por consequência deste objetivo, têm-se a redução dos impactos ambientais gerados pela produção e/ou descarte do produto atual, que serão reduzidos por meio da redução no consumo de matérias primas e pela substituição gradativa e não definitiva das sacolas plásticas em supermercados.

É de suma importância a percepção de que a Engenharia Reversa, por ser um conceito, depende de ferramentas para que consiga transmitir seus objetivos.

2.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos dessa pesquisa são:

- Definição de uma ferramenta de desenvolvimento de produto para aplicação dos conceitos de Engenharia Reversa em um produto já existente;
- Realizar pesquisa de campo para embasar as modificações estruturais do produto base;
- Estudo de novas tecnologias de engenharia de materiais para a substituição dos atuais polímeros derivados de petróleo pelos polímeros derivados de fontes renováveis;
- Fazer um modelo digital do novo produto, com estudo de cargas e interferências;

CAPÍTULO 3 ó REVISÃO TEÓRICA

3.1 Inovação

Assim como Thomas Alva Edison inventou a lâmpada e Alexander Graham Bell o telefone, muitos outros conseguiram unir duas aptidões: encontrar oportunidades em problemas e identificar princípios em seu meio, de modo a extraí-los e aplicá-los na solução de um problema. A esse grupo de pessoas, dá-se o nome de Inventores. (Metodologia Científica e Tecnológica: Módulo 6 ó Invenção e Inovação, 2009).

Para a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD-Organisation for Co-operation and development), inovar é unir as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais com a intenção de implementar novos produtos ou produtos modificados no mercado.

Estratificando o conceito em duas partes, produto e processo, pode-se dizer que inovação é a mudança ão que se fazö, para o produto, e ão como se fazö, para o processo. Modificar um produto existente no mercado, de forma tangível, pode ser considerado uma inovação, assim como utilizar a logística reversa para angariar recursos materiais (matéria prima) para a fabricação de um produto. (MBC, 2008)

Como se pode ver, há diferentes características quando se fala em inovação. Para facilitar o entendimento, há uma classificação que separa as inovações em grupos:

- Inovação Organizacional: Alteração ão como fazerö, na gestão, nas relações com clientes e fornecedores. Um exemplo prático foi o surgimento do sistema de produção enxuto. (MBC, 2008)
- Inovação Incremental: é a modificação de produtos e processos existentes pela alteração de materiais, desenhos ou embalagens que facilitem ou melhorem seu uso. Além disso, acrescentar características como aumentar as possibilidades de uso para atender melhor o mercado também fazer parte deste grupo. A passagem dos telefones de disco para os atuais de botão é um exemplo. (MBC, 2008)
- Inovação Revolucionária: é a implantação de uma melhoria tão impactante para o mercado que torna obsoleto o produto base que lhe deu forma e utilização. A televisão e a telefonia móvel são bons exemplos. (MBC, 2008)

Ainda segundo a OECD (Manual OSLO 2012), a classificação para as inovações tecnológicas aplicadas em produtos e processos é chamada de TPP ó *Tecnological Product*

And Process Innovation. A TPP é composta por dois temas básicos: *Technological Product Innovation (Inovação Tecnológica de Produto)* e *Technological Process Innovation (Inovação Tecnológica do Processo)*.

Em subcategorias, a Inovação Tecnológica de Produto pode ser dividida em *Technologically New Product ó Produto Tecnicologicamente Novo* ó que compreende os produtos que possuem diferenças significativas se comparados com os produtos semelhantes fabricados anteriormente e *Technologically Improved Product ó Produto Tecnicologicamente Melhorado*, que corresponde àqueles produtos que tiveram suas características melhoradas de maneira significativa.

Visto isso, é possível perceber que inovar não é apenas uma questão de criatividade. A inovação, na maioria dos casos, ocorre da necessidade da redução de custos ou do atendimento de uma demanda pouco explorada.

Dessa forma, todas as pessoas e empresas têm a capacidade e a possibilidade de inovar. No entanto, os custos necessários para que uma ideia se torne aplicável e rentável são muito elevados. Além da parte econômica, têm-se as adversidades culturais que muitas vezes inibem o crescimento e amadurecimento de boas ideias.

Diante de tanta dificuldade, os detentores das ideias buscam formas de garantir que todo o investimento, intelectual e financeiro, tenha retorno. O Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) é o órgão governamental brasileiro responsável pelo registro destas inovações. Com a inovação registrada, seu autor tem direito de usá-la comercialmente e se defender de possíveis cópias não autorizadas.

Segundo o INPI, dá-se o nome de patente ao título de propriedade temporário sobre uma invenção ou inovação, desde que seu detentor torne público o conhecimento de forma detalhada.

Ainda de acordo com o instituto, existem três tipos de registro:

- Privilégio de Invenção: atividades inventivas, novidades ou aplicação industrial. Prazo de proteção de 20 anos.
- Modelo de Utilidade: melhoria funcional de um objeto. Prazo de proteção de 15 anos
- Registro de Desenho Industrial: Quando a forma ou o desenho remete à originalidade. Neste caso não pode ser considerado patente. Prazo de 10 anos prorrogável por mais três períodos sucessivos de 5 anos cada.

3.2 Engenharia Reversa

A Engenharia Reversa (ER) é, acima de tudo, uma ferramenta de melhoria. Posta essa premissa, Oliver Hautsch (2009) comenta que a ER tem sua importância, pois consegue fornecer acesso a produtos patenteados permitindo que haja uma constante evolução e aprimoramento dos produtos manufaturados.

No âmbito da produção, a ER pode ser aplicada para a redução no tempo de confecção de um produto por meio da análise da montagem de seus componentes. Além disso, pode ser aplicada também para a redução de custos (no estudo do material utilizado) ou para alteração de características para inserção em novos mercados (quando da alteração do público alvo) (HAUTSCH, 2009)

Não há maneira mais simples de entender algo senão desmontando-a e fazendo o caminho inverso. O nome desta ferramenta, então, sugere que sejam invertidas as ordens de confecção dos produtos para que se encontre uma essência, um ponto chave no produto analisado e, por fim, sua melhoria. (HAUTSCH, 2009)

Em suma, a Engenharia Reversa é uma ferramenta que se apossa de dados levantados em estudos práticos para o aprimoramento de tecnologias ou para a replicação de produtos com alterações que podem ser impulsionadas pelo mercado a ser distribuído ou uma necessidade a ser suprida. (HAUTSCH, 2009)

É importante salientar que a ER não possui maneira correta ou ferramentas específicas de aplicação. Ela é um conceito a ser seguido, utilizando as ferramentas comuns de desenvolvimento de produtos, desde a ideia inicial até a concepção do objeto. (HAUTSCH, 2009)

A principal área que utiliza a Engenharia Reversa é o desenvolvimento de Software. Diversos estudos de caso podem ser apresentados para exemplificar a eficácia deste método de criação. (HAUTSCH, 2009)

Um dos casos mais conhecidos dentro da Engenharia Reversa é o da COMPAQ, que conseguiu criar uma cópia fiel da BIOS da IBM sem que isso fosse considerado cópia ou quebra de patente, o que poderia ser o fim da empresa. A cópia foi feita da seguinte maneira: um grupo de Engenheiros com acesso ao programa fez um relatório detalhado de todas as atividades que o processador executava e todos os detalhes possíveis. Este grupo foi substituído por outro, que sem conhecimento nenhum do programa, pegou este relatório e desenvolveu uma nova BIOS, com as mesmas características, mas sem que houvesse a cópia direta.

3.3 Desenvolvimento de Produto

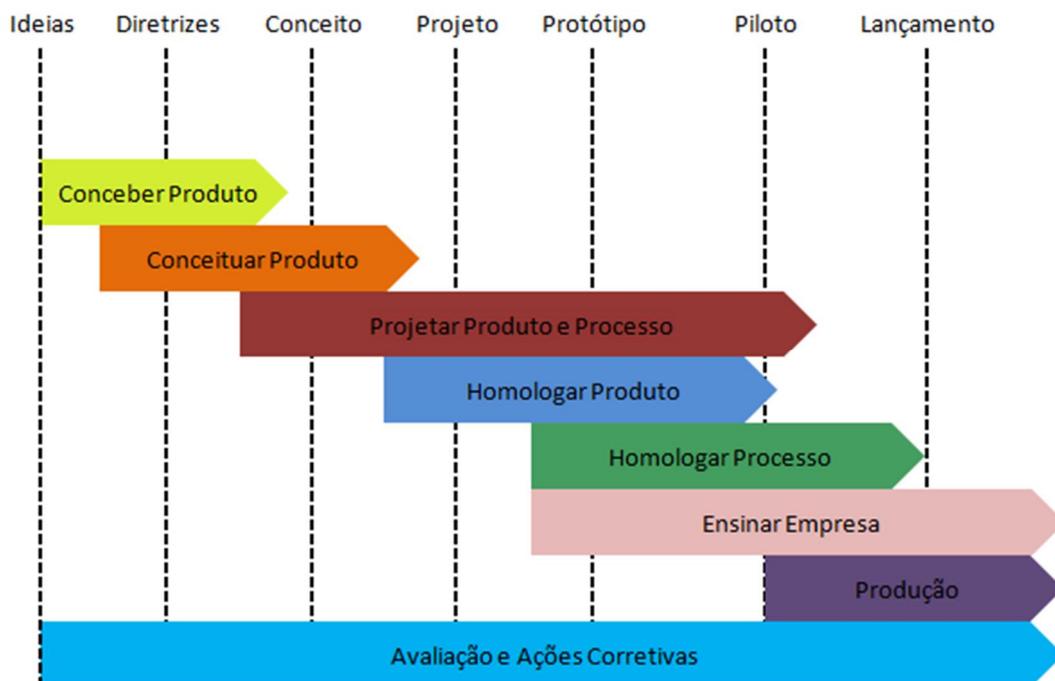
Por definição, produto é tudo aquilo que, por meio de um processo, supri uma determinada demanda e/ou necessidade de certo grupo de pessoas.

O Desenvolvimento de Produto é, portanto, segundo Clark & Fujimoto (apud SILVA, 2002), a junção de informações de cunho técnico e de mercado para a fabricação de bens comerciais.

Para um melhor entendimento, existe uma maneira holística de representar este processo, que é a utilização do Modelo de Referência. Este modelo indica, de maneira detalhada, os passos a serem seguidos no desenvolvimento do produto para que seja possível criar uma linha de trabalho.

As atividades ou fases, como são chamadas as subdivisões do modelo, são apresentadas na Figura 1:

Figura 1 - Fluxograma Modelo de Referência



Fonte: Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo (ROZENFELD et al, 2002).

3.3.1 Conceber Produto

Consiste na pesquisa de mercado realizada para a formulação das ideias do produto. Esta pesquisa deve abranger o mercado de atuação, os possíveis concorrentes e as melhorias a serem feitas. (ROZENFELD et al, 2002)

3.3.2 Conceituar Produto

É o início do detalhamento técnico do produto, com base nos dados levantados na primeira fase. Esta etapa é realizada por um grupo formado por diversas áreas de atuação, transformando as necessidades encontradas em características técnicas. (ROZENFELD et al, 2002)

Para que seja possível alterar o conceito de um produto, como é um dos objetivos do trabalho, é preciso que toda a pesquisa da fase anterior seja refeita, ou seja, que sejam levantados os dados do novo mercado onde o produto irá atuar seus novos concorrentes e todas as melhorias que a ER poderá aplicar no produto existente.

3.3.3 Projetar Produto e Processo

Esta etapa do modelo engloba dois detalhes importantes (e que fomentam a aplicação da Engenharia Reversa nesta fase): aprofundamento do detalhamento técnico do projeto do produto e levantamento de informações de produtos semelhantes. Durante esta etapa, são utilizados softwares para desenho técnico (CAD) e ferramentas como o DFMA (Design for Manufacturing and Assembly). (ROZENFELD et al, 2002).

A ER, nesta etapa do Modelo, usufrui do levantamento feito para reunir o maior número de informações sobre produtos que tenham as mesmas características funcionais e que por ventura tenham outro tipo de construção ou um outro tipo de matéria prima. Nesta pesquisa, aplicação da ER está focada na substituição da matéria prima e do projeto, englobando todo este item do Modelo.

Já nesta etapa, podem ser iniciados os trabalhos de confecção de protótipos rápidos, de baixo custo, com o intuito de verificar a aplicabilidade e funcionalidade do produto. Com o protótipo concluído, deve ser aplicado o FMEA (Failure Model and Effect Analysis) que serve para a identificação de possíveis falhas no produto, permitindo que estas sejam

corrigidas antes que se inicie a produção. Os fluxos de processo, processos de qualidade e lista de ferramentas também devem ser iniciados nesta etapa.

3.3.4 Homologar Produto

A Homologação do Produto é a fase que visa garantir que as características planejadas foram bem executadas e que estas conseguem atender as expectativas previstas. Por meio de testes e controles, são emitidos relatórios sobre a fabricação e utilização de protótipos complexos (mais complexos dos que os utilizados na fase anterior). (ROZENFELD et al, 2002).

Com este relatório, o FMEA do produto em questão é finalizado, homologando-o.

Para a ER, o FMEA será aplicado no produto existente, para certificar que pequenos detalhes não sejam transmitidos para um novo produto. Depois disto, o novo produto seguirá pelas mesmas fases que um produto novo, tendo sua homologação validada pelos usuários e envolvidos em seu desenvolvimento.

3.3.5 Homologar Processo

Nesta etapa, é desenvolvido um cronograma de atuação para implantação do produto. Nele, constam os planos de montagem, monitoramento e controle. Além disso, é feito o estudo de capacidade e capabilidade do processo de fabricação. Quando se fala em processo, o intuito é encontrar as possíveis falhas e regularizá-las, antes que o produto seja produzido em escala. Neste caso, é feita uma comparação entre as falhas previamente analisadas no FMEA de processo, possibilitando a análise da eficiência e eficácia dos métodos de solução de problemas empregados. (ROZENFELD et al, 2002).

Caso a ER fosse aplicada também nesta etapa do processo, para este estudo de caso, ela teria a função de regularizar o processo para que este fosse capaz de produzir o novo produto desenvolvido. Vale ressaltar que nesta etapa poderia haver uma confusão: ora, se o produto já foi pensado e já está nesta fase, o "Homologar Processo" não está dentro da ER, pois não sofreu alteração nenhuma no modo de aplicação.

3.3.6 Ensinar Empresa

Esta etapa tem a função de multiplicar dentro da empresa os conhecimentos adquiridos no processo de desenvolvimento do novo produto. As áreas comerciais (vendas, assistência técnica, etc.) e manutenção são as mais envolvidas nessa fase, pois utilizarão muitos dos documentos que serão confeccionados ou disponibilizados. (ROZENFELD et al, 2002).

No âmbito desta pesquisa, esta fase é entendida como uma possível etapa a ser alcançada se o objetivo de fabricar a caixa seja concretizado. Desta forma, não será discorrido muito sobre o tema.

3.4 Recursos

A construção e aplicação de um modelo de referência para o desenvolvimento de produto, assim como qualquer outra atividade, requer o emprego de recursos. Neste caso, os recursos são derivados de diversas áreas, pois este modelo passa do conceito à produção do objeto de estudo. A divisão pode ser feita da seguinte maneira:

3.4.1 Conceitos

São noções, experiências em um patamar amplo, com abrangência em quase toda a totalidade da pesquisa, que são utilizados para definir instruções e linhas de pensamento que se deve seguir. Com base nesta linha de raciocínio, são aplicados os métodos. A Engenharia Reversa e o termo Sustentabilidade, podem ser considerados como conceitos. (ROZENFELD et al, 2002).

3.4.2 Métodos

Formados em sua maioria por estruturas tipo *passo a passo*, utilizam os conceitos para criar maneiras de se executar determinadas tarefas, embasados nas teorias aplicáveis. Com a aplicação do método FMEA, é possível encontrar falhas no produto antes de ser

produzido. Sua base teórica vem dos conceitos de Desenvolvimento de Produto e do Modelo de Referência. (ROZENFELD et al, 2002).

3.4.3 Ferramentas

São conjunto de instrumentos comerciais que contribuem para correta e melhor aplicação dos métodos. Os softwares de desenho como CAD são exemplos fidedignos destas ferramentas, pois baseando-se nos conceitos, são utilizados para que o método seja aplicado com maior precisão. (ROZENFELD et al, 2002).

3.5 Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis

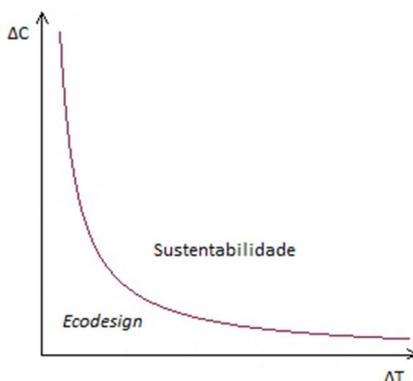
Em uma linguagem ôcomercialô, os Produtos Sustentáveis são aqueles que têm um cunho ecológico, que possui em seu conceito uma preocupação ambiental, seja com a matéria prima seja com o seu descarte. No entanto, para (JANSEN, 1993; Schmidt-bleek, 1993; WBSCD, 1993 e 1995 apud MANZINI, VEZZOLI, 2005), o conceito de sustentabilidade é mutável, ou seja, depende do estado atual da sociedade. Isso implica dizer que um produto é considerado sustentável quando consegue um fator de melhoria de 90% em seus recursos utilizados, se comparada com uma sociedade industrialmente avançada.

Este número a ser atingido, sugere o nível de mudança que o produto deverá assumir para que seja considerado sustentável, ou seja, o montante de modificações que deverão ser feitas, cultural e tecnologicamente para que o objetivo de transformar o produto atual num objeto sustentavelmente correto seja alcançado.

Ainda segundo (JANSEN, 1993; Schmidt-bleek, 1993; WBSCD, 1993 e 1995), para que fosse possível conceituar os produtos que tem um cunho sustentável mas que não atingem estes 90% de mudança, deu-se o nome de ecodesign o conceito do desenvolvimento de produto que seja baseado nos pilares da sustentabilidade.

Para o entendimento da diferença entre ecodesign e sustentabilidade, criou-se uma relação entre os fatores determinantes para discernir esses dois conceitos: Mudança Cultural e Mudança Tecnológica. A função matemática da multiplicação entre a variação de Mudança Cultural (\hat{C}) e a Mudança Tecnológica (\hat{T}) nos dá uma curva que separa os dois conceitos, conforme Figura 2:

Figura 2 - Variação Cultura x Tecnologia



Fonte: O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis ó Os requisitos ambientais dos produtos industriais (MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo, 2005).

Quando essa função matemática fornece um ponto acima da curva, o objeto do estudo é considerado sustentável. No entanto, caso o ponto seja posto abaixo da curva, ele deixa de ser considerado sustentável (já que não atinge o nível de mudança igual ou maior a 90%) e passa a entrar no âmbito do ecodesign. Esta classificação implica dizer que as ações tomadas, mesmo sendo positivas, não atendem aos requisitos para que o objeto de estudo seja considerado sustentável.

O desafio maior a ser alcançado é a colocação de todos os produtos acima desta curva. No entanto, a dependência das modificações culturais muitas vezes impede que a tecnologia seja utilizada com 100% de eficiência.

3.6 Polímeros

Polímeros são grandes estruturas compostas por combinações de estruturas menores, que se repetem, chamadas de monômeros. Essa união se dá por uma ligação covalente chamada de polimerização e a estrutura pode se forma linear, ramificada ou tridimensional. (Apostila de Polímeros, 2011)

Devido ao baixo valor agregado (em comparação com outros materiais) e, devido aos seus processos de transformação mais baratos (também em comparação a outros processos),

os polímeros ganharam o mercado de forma rápida e permanente, levando em consideração a versatilidade de sua utilização.

Assim como os materiais encontrados na natureza ganham o nome de naturais (por não terem sido modificados pelo homem), o Látex (polímero extraído da Seringueira) e a Celulose (extraída da madeira do Algodão) são exemplos de polímeros chamados de naturais.

Na mesma linha de raciocínio, existem aqueles que são derivados dos naturais, por meio de combinações e reações químicas, chamados de semissintéticos. Ainda mais além, existem os polímeros que são sintéticos, aqueles provenientes de reações químicas sem a presença de polímeros naturais. Na Tabela 1 são apresentadas algumas datas prováveis de aparição de alguns polímeros comerciais:

Tabela 1 - Datas de Sintetização de Polímeros

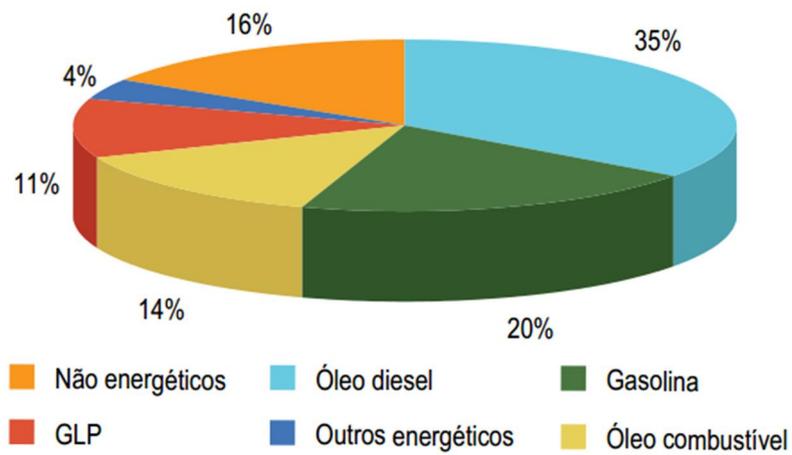
ANO	POLÍMERO	APLICAÇÃO
1870	Nitrato de celulose	Aro de óculos
1909	Fenólicos	Peça de telefone
1909	Fenólicos moldados a frio	Peça de aquecedor elétrico
1919	Caseína	Agulha de tricotar
1919	Poli(acetato de vinila)	Adesivos
1926	Alquídicas	Suporte para artigos elétricos
1926	Anilina formaldeído	Terminais
1927	Acetato de celulose	Produtos moldados
1928	Uréia	Suporte para iluminação
1931	Acrílicos	Cabos de escovas, embalagens transparentes
1935	Etil celulose	Suporte para flash
1936	Poli(cloreto de vinila)	Capa de chuva
1938	Poli(acetato de vinila)	Camada intermediária de vidro de segurança
1938	Polivinil butiral	Vidro de segurança
1938	Poliestireno	Artigos domésticos
1938	Acetato-butirato de celulose	Adornos
1938	Poliâmidas	Fibras
1939	Poliâmidas pós moldagem	Engrenagens
1939	Melaminas	Artigos de mesa
1939	Poli(cloreto de vinileno)	Capas para assento de carro
1942	Carboneto de diglicol alífa	Chapas fundidas
1942	Poliétileno	Garrafas comprimíveis
1942	Poliésteres	Plásticos reforçados para barcos
1943	Silicones	Isolamento de motores
1943	Teflon	Juntas
1945	Propionato de celulose	Canetas
1947	Organose e plastificação de polivinila	Revestimentos, espumas
1947	Epoxies	Compostos de potes e adesivos
1948	Acrilonitrila-butadieno-estireno	Imitação de couro para malas
1948	Poli(clorotrifluoretileno)	Juntas e acentos de válvulas
1953	Poliuretanos	Chapas, espumas
1955	Poliuretanos	Revestimentos
1957	Poli(metilestireno)	Artigos domésticos
1958	Poliacrilamida	Artigos domésticos
1958	Óxido de polietileno	Embalagens

Fonte: Apostila de Polímeros, 2011

O Polietileno (PE), conforme dados anteriores, foi criado em 1942 e, na época, era utilizado na fabricação de garrafas comprimíveis. Todos estes polímeros, mesmo possuindo características totalmente diferentes, tem sua origem comum: o petróleo.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o petróleo é composto por diversas substâncias, obtidas pelo seu refino e assim distribuídas, conforme Figura 3:

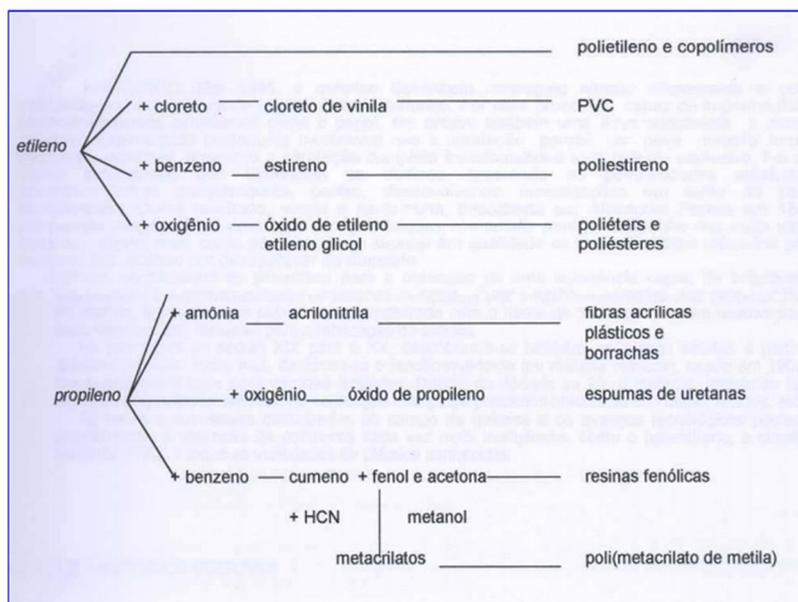
Figura 3 - Derivados de petróleo após refino



Fonte: ANEEL, 2008.

Ainda segundo a ANEEL, os polímeros são provenientes da Nafta, que se inclui nos 16% não energéticos derivados do petróleo. Desta matéria prima, somam-se substâncias que irão dar as características ao polímero, conforme a Figura 4:

Figura 4 - Produtos de Reações Químicas Poliméricas



Fonte: UTFPR, 2011

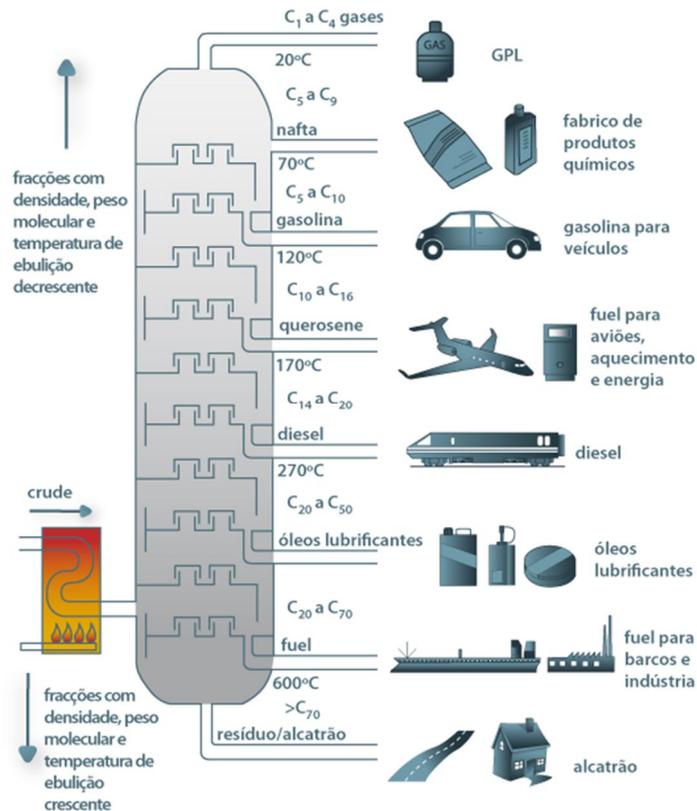
Os polímeros, por terem características diferentes entre si e por serem aplicadas de diversas maneiras diferentes, foram classificados em três grandes grupos:

- Termofixos: são polímeros que são moldados apenas uma vez. Se for submetido ao aquecimento novamente, ele não assume novas formas. Isso torna os termofixos insolúveis e não recicláveis. São mais fortes e mais frágeis, quebradiços. Conseguem uma melhor estabilidade dimensional (MANRICH, FRATTINI, ROSALINI, 1997);
- Termoplásticos: são aqueles que podem ser moldados mais de uma vez, permitindo sua reciclagem. São mais flexíveis e menos resistentes fisicamente (MANRICH, FRATTINI, ROSALINI, 1997);
- Elastômeros: são os polímeros que, à temperatura ambiente, podem ter seu comprimento aumentado em até 2x seu tamanho original, por tração, e ao cessar a força, retorna à sua dimensão inicial. Normalmente essa característica é dada pela adição de enxofre na polimerização (MANRICH, FRATTINI, ROSALINI, 1997).

3.6.1 Processo de Obtenção dos Polímeros

Conforme dito no item anterior, os Polímeros são provenientes da Nafta que por sua vez é um subproduto do petróleo. No esquema abaixo (Figura 5), são mostrados os principais subprodutos do petróleo, obtidos por meio de sua destilação:

Figura 5 - Torre de Destilação de Petróleo



Fonte: <http://diariodopresal.wordpress.com>

Após a destilação do petróleo, a nafta é submetida a um processo chamado craqueamento, que decompõe a nafta em diversos subprodutos, entre eles o eteno e o propeno (Petrobras, 2013).

3.6.2 Processo de Transformação dos Polímeros

Os processos de transformação de plásticos são classificados em dois tipos: a quente e a frio. A escolha do tipo de processo que será utilizado para dar forma ao plástico dependerá de diversos fatores, entre eles: resistência mecânica, acabamento, precisão dimensional. A Tabela 2 mostra alguns desses processos a quente e suas aplicações básicas (SORS; BARDÓCZ; RADNÓTI)

Tabela 2 - Métodos de moldagem a quente de polímeros

Método	Características de Tecnologia	Tipo	Formato	Notas
		do material plástico aplicável		
Moldagem de Compressão	O material levemente pré-aquecido ou frio é moldado em um molde quente com uma grande pressão específica	Termofixo	Pó ou bolinhas pré-aquecidas	O mais antigo método de processamento utilizado para a produção de peças formadas
Moldagem de Transferência	O material frio ou levemente pré-aquecido é pressionado com uma grande pressão específica do pote do molde quente para a cavidade do molde	Termofixo	Pó	Para a produção de peças formadas. É mais produtiva que a moldagem de compressão, podendo ser mantidas tolerâncias menores
Moldagem por Injeção	O material amolecido pelo calor injetado por uma grande pressão específica numa cavidade de molde resfriada	Termoplástico	Pó ou grão	Para a produção de peças conformadas

Intrusão	O material é injetado no molde levemente aberto e então o molde é fechado	Termoplástico	Pó ou grão	É conseguida uma maior pressão interna que na moldagem de injeção, assim as peças produzidas têm parede mais fina
Extrusão	O material amolecido pelo calor é forçado com alta pressão através de um orifício de conformação do perfil	Termoplástico ou Termofixo	Pó ou grão	Para a produção de barras, tubos, tiras ou fibras grossas
Estiramento a quente	O material pré-aquecido e amolecido é conformado a quente ou a frio no início, e subsequentemente o molde é resfriado com baixa pressão específica	Termoplástico	Folha ou película	Produção de peças ocas, caixas, etc.
Sopro	O material amolecido a quente é moldado com baixa pressão de ar específica em molde frio	Termoplástico	Folha, Película ou tubo extrudado	Produção de peças ocas, garrafas, etc.
Fundição	O material fundido endurecido à temperatura ambiente ou maior, sem a aplicação de pressão	Termofixo	Líquido ou fundido	Para a produção de peças ou blocos conformados

Fonte: Plásticos: Moldes e Matrizes, 2002.

3.6.3 Identificação de Polímeros

Apesar de os polímeros possuírem características semelhantes com relação a sua construção, cada um possui peculiaridades que nos permite identificá-los. Dependendo da composição química do polímero, existem duas temperaturas essenciais para a sua classificação: Temperatura de Transição Vítreia (T_g) e Temperatura de Fusão (T_m). Elas são assim identificadas:

- T_g : Caracteriza a fase amorfa do polímero. Nesta etapa do aquecimento, o polímero possui características quebradiças, como um vidro.
- T_m : Quando há a fusão do polímero e, portanto, torna-se líquido.

Esta importante análise deve ser vista pois nem todos os polímeros possuem as duas temperaturas de transição, o que nos dá uma ferramenta de identificação de polímeros.

Outra maneira de identificar os polímeros é utilizar os Métodos de Identificação de Polímeros:

- Utilizando códigos;
- Correlação produto-polímero;
- Aspecto;
- Comportamento mecânico;
- Características de queima;
- Solubilidade;
- Densidade;
- Calorimetria diferencial de varredura;
- Espectroscopia no infravermelho.

As etapas de identificação dos plásticos são:

- ETAPA 1: Localizar no produto as identificações estabelecidas pela NBR 13230, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Esta simbologia é apresentada na Figura 6:

Figura 6 - Simbologia dos Plásticos



Fonte: www.cempre.org.br

- ETAPA 2: fazer correlação entre os produtos estudados e os materiais que são comuns nestes produtos, como apresentado na Tabela 3:

Tabela 3 - Materiais Poliméricos mais utilizados na fabricação de algumas embalagens

Embalagem	Produto	Material Provável
Garrafas ou Frascos	Refrigerante	PET
	Materiais de Limpeza	HDPE, PP, PVC
	Óleo de cozinha	PET, PVC
	Água Mineral	PET, PP, PVC
	Vinagre	PP, PVC
	Iogurte	HDPE, HIPS, PP
Potes, vasilhas ou bandejas	Margarina	HIPS, PP
	Iogurte	HDPE, HIPS, PP
	Doces e bombons	PET, PP, PVC
	Copos descartáveis	HIPS, PP
	Hortifrutigranjeiros	PVC

Tampas	Refrigerantes	PP
	Materiais de Limpeza	HDPE, PP
	Óleo de cozinha	HDPE, PP
	Vinagre	LDPE
	Iogurte	HIPS, PP
	Margarina	HIPS, PP
	Água mineral	LDPE, HDPE, PP
	Doces e bombons	HDPE, HIPS, PP
Sacolas, saquinhos	Sacolas de supermercado	HDPE, PP
Filmes	Saquinhos de hortifrúti	LDPE, LDPE/LLDPE, HDPE, PP
	Bolachas, biscoitos, salgadinhos	LDPE, LDPE/LLDPE, PP

Fonte: Identificação de Plásticos: uma ferramenta para reciclagem, 1997

ETAPA 3: Verificar as características como transparência, embranquecimento, dureza, dobradiça, queima, solubilidade, densidade, teste de halogênios, maleabilidade, barulho e calorimetria. Com a tabela acima e a análise destas características é possível ter uma maior precisão na análise do polímero.

3.7 Biopolímeros

Um Biopolímero assim é classificado por ser produzido por meio de fontes renováveis, como a cana-de-açúcar. A classificação õverdeö é dada a aqueles polímeros que outrora eram sintetizados via fontes fósseis e que hoje são sintetizados como biopolímeros. (Norma ABNT NBR 15448-1. Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis Parte 1: Terminologia)

A empresa BRASKEM, em 2008, recebeu a certificação de que o Polipropileno õVerdeö (como foi chamado o Biopolímero da BRASKEM) produzido por ela é feito 100% de fontes renováveis, ou seja, isento de carbono fóssil. Essa certificação foi dada pelo laboratório Beta Analytic Inc., líder mundial na análise de isótopos de carbono. Segundo a própria fabricante, o PP continua com as características que lhe permite ser empregada em vários processos, com um bom balanço entre as propriedades físicas, possibilidade de alta

transparência, resistência ao impacto em baixas temperaturas e uma baixa densidade, permitindo que sejam criadas peças leves e resistentes. BRASKEM, 2008.

Além do Polipropileno (PP) Verde, a BRASKEM também possui, e com um mercado mais sólido, o Polietileno (PE) Verde.

Este Biopolímero, fabricado também da cana-de-açúcar, está diretamente ligado à base do conceito de sustentabilidade. A imagem abaixo (Figura 7) mostra o ciclo de produção do PE Verde:

Figura 7 - Ciclo de Produção do PE Verde



Fonte: BRASKEM, 2013

Uma das vantagens comerciais e ambientais deste Biopolímero é a sua redução na emissão de CO₂ na atmosfera. Ainda segundo a fabricante, a relação de eficiência no consumo/absorção do PE Verde e do PE Petroquímico é de 2,5t de CO₂ absorvidos para cada tonelada de PE Verde Produzido, ao passo que a emissão do PE Petroquímico é de 2,1t para cada tonelada produzida.

Nas Figuras 8 e 9 são feitas comparações entre as absorções realizadas na produção do PE Verde e os consumos e emissões do dia-a-dia:

Figura 8 - Comparação da Substituição de PE Verde e Fóssil



Fonte: BRASKEM, 2013

Figura 9 - Comparação PE Verde com a emissão anual de CO₂



Fonte: BRASKEM, 2013

3.8 Resíduos Sólidos Urbanos - RSU

De acordo com a Lei Federal nº 12.305/10, RSU são os resíduos do uso doméstico, provenientes dos serviços de limpeza urbana. Para retratar a real importância desta pesquisa no âmbito da redução do impacto na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), é necessário que se entenda o cenário atual. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no ano de 2012, realizou pela 10ª vez o relatório

do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Neste documento são apresentados diversos dados sobre os resíduos produzidos e reciclados no Brasil. Nesta ocasião, foram pesquisados 401 municípios do País, representando 51,3% da população (segundo levantamento do IBGE 2012).

Em volume de produção de RSU, de 2011 para 2012, houve um acréscimo de 1,3% passando de 61,9 para 62,7 milhões de toneladas de lixo por ano. O polímeros ocuparam, em 2011, a 3ª colocação como maior volume de RSU gerado, conforme Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 - Participação de Materiais no RSU 2012

MATERIAL	PARTICIPAÇÃO (%)	QUANTIDADE (t/ano)
Metais	2,9	1.640.294
Papel, Papelão, Tetra Pack	13,1	7.409.603
Plásticos	13,5	7.635.851
Vidro	2,4	1.357.484
Material Orgânico	51,4	29.072.794
Outros	16,7	9.445.830
Total	100	56.561.856

Fonte: Abrelpe e Panorama 2011

Estes números mostram que, qualquer que seja a melhoria percentual no volume de resíduo gerado, haverá uma enorme redução no volume real de RSU produzido e, por consequência, uma diminuição no impacto ambiental.

Não bastando o fato desta pesquisa ter o objetivo de desenvolver um produto que possa diminuir o volume de RSU gerado, inicialmente na cidade onde o estudo de caso será aplicado e posteriormente no Brasil, ainda há a relevância teórica sobre a Engenharia Reversa.

Este assunto é pouco discutido nas indústrias Brasileiras, pois como é de conhecimento, o Brasil é um país de maioria agrícola, sem a fama de manufatura. Se analisarmos a China, país que produz a maioria dos produtos industrializados e comercializados pelo mundo, veremos que os produtos passaram por este processo de Engenharia Reversa para que seus custos sejam reduzidos e com isso ganhem espaço no mercado global.

3.9 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos provém da Lei nº 12.305/10. Nesta lei estão as principais maneiras de garantir um avanço no que tange os problemas ambientais, econômicos e sociais provenientes da má destinação, da falta de reciclagem e do uso discriminados de produtos que, ao serem descartados, são chamados de resíduos sólidos.

Esta política está focada não apenas no destino final dos resíduos sólidos, mas na raiz da geração de resíduos: o consumo. O foco é levar a consciência hoje aplicada na reciclagem de resíduos sólidos para o consumo, tornando-o sustentável.

Além disso, visa também agregar mais valor aos produtos reciclados, ou seja, melhorar os processos de reciclagem, permitindo uma maior porcentagem de retorno econômico com os produtos que hoje são descartados e acabam gerando mais resíduos (Ministério do Meio Ambiente, 2013).

Alguns dos instrumentos informados pela lei seguem abaixo, como exemplo do que os Estados, Distrito Federal, Municípios e Particulares, com ou sem a cooperação do Governo Federal, deverão seguir par ao atingimento das metas estipuladas sobre a PNRS:

- Plano de Resíduos Sólidos;
- Coleta Seletiva;
- Monitoramento e Fiscalização Ambiental;
- Pesquisa científica e tecnológica na área de resíduos;
- Definição de padrões de qualidade ambiental.

O prazo para limite de adequação à PNRS é em 2014 e até o momento nenhum estado entregou ao ministério o plano a longo prazo para atendimento das diretrizes do PNRS.

CAPÍTULO 4 METODOLOGIA

4.1 Abordagem da Pesquisa

Existem dois tipos de abordagens que podem ser empregadas nos trabalhos acadêmicos: quantitativa e qualitativa.

Segundo (FREITAS et al., 2000), a escolha do método a ser utilizado tem total influência do objetivo da pesquisa, percebendo e comparando suas vantagens e desvantagens na aplicação dentro do objeto de pesquisa.

O método quantitativo é aquele que cria relações de causa e efeito em busca de resultados que possam ser aplicados em diversos casos semelhantes ao estudado, ou seja, de resultados universais (HAYATI; KARAMI; SLEE, 2006)

O positivismo é a junção das ocorrências empíricas (que não necessitam de provas para serem aceitas como verdade) com os estudos físicos e matemáticos (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2004; COBRA 1999).

Os estudos qualitativos, o pesquisador busca o entendimento das situações sem generalizá-las, partindo do princípio que cada ciência tem sua especificidade. Além disso, a visão sobre a cultura e os aspectos econômicos não está vinculada a um ambiente que pode ser controlado.

Com isso, os dois tipos de abordagem de pesquisa têm prós e contras, que serão pesados no momento da decisão de aplicação de um destes conceitos no desenvolvimento de uma pesquisa científica.

Nesta, a abordagem escolhida foi a qualitativa, pois dentro dela estão inseridos os conceitos que mais se aplicam ao estudo do objeto do estudo de caso (a caixa plástica), já que as características do meio onde o estudo é realizado influenciam diretamente na modificação de determinadas características do produto.

4.2 Método de Pesquisa

O primeiro parágrafo do livro Metodologia Científica diz:

A ciência, na condição atual, é o resultado de descobertas ocasionais, nas primeiras etapas, e de pesquisa cada vez mais metódicas, nas

etapas posteriores. Ela é uma das poucas realidades que podem ser legadas às gerações seguintes. Os homens de cada período histórico assimilam os resultados científicos das gerações anteriores, desenvolvendo e ampliando aspectos novos. Pg3 Metodologia Científica 6ªED. 2007 AMADO L. Cervo; PEDRO A. Berviam; SILVA, Roberto da

Com base na ideia de que as práticas são passadas de geração para geração e que, em cada uma delas há uma evolução, cada época utiliza e adapta os métodos para a melhor aplicação em suas necessidades.

Visto isso, (CERVO ET. AL., 2002) salienta que todas as atuações humanas são indiretas, ou seja, são realizadas por meio de ferramentas como as leis naturais, teorias e conceitos.

Utilizando-se destas ferramentas, o ser humano busca o conhecimento. Este, pela lógica de que há sempre algo a ser conhecido e alguém que a queira conhecer, cria uma relação de dualidade entre as partes. Esta relação ocorre até o momento em que as duas partes da dualidade se equivalem: o conhecer a si. Deste modo, pode-se dividir o conhecimento em quatro tipos: Empírico, Científico, Filosófico e Teológico.

4.2.1 Empírico

É o conhecimento adquirido de uma forma ãnaturalö, ou seja, pela simples convivência ou repetição de fatos que geram resultados semelhantes. Por vezes, pode ser considerado assistemático, como diz (CERVO ET. AL., 2002), pois não se apossa de métodos específicos para encontrar resultados.

4.2.2 Científico

Em termos gerais, pode-se dizer que o conhecimento científico é a busca das causas e efeitos observados pelo conhecimento empírico.

Por anos, apenas aqueles objetos de estudo que forneciam resultados consistentes eram considerados parte da ciência. No entanto, a evolução das ferramentas de pesquisa e análise permitiu que os resultados fossem analisados novamente e, as respostas que antes

eram consideradas concretas, foram tornando a ciência como uma busca constante das soluções e suas revisões.

É nesta classificação que se enquadra a atual pesquisa. Fazendo a conexão entre esta definição e o objeto do estudo deste trabalho, pode-se perceber que a ligação entre eles consiste na tentativa de atualizar as soluções que a ciência já havia proposto. Assim, ainda mais longe, pode-se afirmar que a ER é uma ciência, já que também busca a melhoria de algo já existente, de uma antiga solução.

4.2.3 Filosófico

É o conhecimento sobre eventos imperceptíveis aos sentidos. A tendência natural é iniciar o estudo por ocorrências exatas (ciência) e posteriormente passar para o conhecimento suprasensível (CERVO, BERVIAN, 2002).

Segundo Cervo (2002), a filosofia nasce da curiosidade sobre as revelações de um fenômeno, além das ocorrências subjetivas, ocultas. Desta forma, filosofar é buscar o saber e não possuí-lo.

4.2.4 Teológico

Quando se depara com um fenômeno ainda sem explicação, há duas maneiras de se iniciar o estudo: utilizar esforço pessoal da inteligência, ou seja, raciocinar até encontrar uma lógica entre as ocorrências, em busca de um resultado científico ou filosófico ou acreditar, por meio da fé, em um resultado que alguém já tenha encontrado

Assim, o conhecimento teológico é tudo que é aceito ó sobre Deus ó por meio da fé.

4.3 Pesquisa-Ação

Como método escolhido para este trabalho, a Pesquisa-Ação se enquadra dentro dos conhecimentos empíricos e científicos. A Pesquisa-Ação, segundo (OQUIST, 1978) é a soma da leitura de uma situação atual (Pesquisa) com a modificação de uma determinada realidade (Ação).

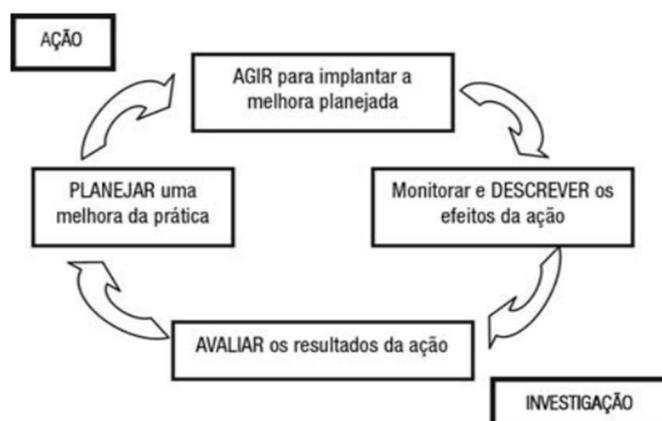
De forma mais específica, (THIOLLENT, 2007) divide a Pesquisa-Ação, com relação aos seus objetivos, em dois tipos:

- Objetivo Técnico: quando há a busca da equivalência entre o problema central e a(s) solução(ões) encontrada(s);
- Objetivo Científico: quando há uma busca de dados para o incremento de um banco de dados, sobre uma determinada situação.

Segundo o Professor David Tripp (2005), da Faculdade de Educação Universitária de Murdoch, na Austrália, a pesquisa-ação, como método de análise e melhoria da prática, deve ser vista como uma das inúmeras maneiras de se praticar a investigação-ação. Ele ressalta em uma de suas pesquisas que a investigação-ação é um termo que pode ser empregado para todos os processos que visam à melhoria por meio da variação entre a prática e seu estudo.

O ciclo deste método (Figura 10) passa pela ação de implementação da melhoria, a descrição de seus efeitos, avaliação de resultados e por fim o planejamento de uma nova melhoria:

Figura 10 - Etapas de Investigação Ação



Fonte: Pesquisa-Ação: uma introdução metodológica, 2005.

A pesquisa-ação está dentro da investigação-ação como um de seus desenvolvimentos do processo básico, assim como o PDCA (Deming, 1986). Para (Grundy; Kemmis, 1982), a pesquisa-ação tem um significado bem amplo: identificação de estratégias de ação planejada que são implementadas e, a seguir, sistematicamente submetidas a

observação, reflexão e mudança (Grundy; Kemmis, 1982). Nesta visão podemos perceber que este método implica na observação contínua de uma modificação já realizada, ou o estudo dessa modificação para posterior análise.

Se fundirmos o conceito acima com o tema do trabalho (Engenharia Reversa), é fácil notar que essa ferramenta se encaixa no processo de pesquisa-ação, com a análise de um objeto existente com a intenção de aplicar e monitorar melhorias.

Por Davi Tripp, o conceito de pesquisa-ação deveria ser mais restrito, quando diz [...] utiliza técnicas consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática, [...].

Para esta pesquisa, será realizado um estudo em caixas plásticas dobráveis, a fim de melhorar seu desempenho ambiental, na geração de resíduos de produção. Assim, pode-se dizer que este é o método que melhor se encaixa para a execução dos levantamentos teóricos e práticos deste trabalho.

Este método tem ênfase na modificação da prática em busca de melhorias que, nesta pesquisa, têm foco na estrutura construtiva do produto e seus materiais. Desta forma, a pesquisa-ação é vista como um tipo de análise teórica. Mesmo não sendo prioridade, a análise da teoria funciona como base para resolução de problemas, proposta de melhoria e apresentação de resultados. (Conforme dissertação do Professor David Tripp, da Faculdade de Educação Universitária de Murdoch, na Austrália).

CAPÍTULO 5 6 ESTUDO DE CASO

Após discriminar o conteúdo teórico, a presente pesquisa apresentará um estudo de caso que será dividido em duas partes:

- Produto Base
- Novo Produto

Na primeira, serão feitas as análises do produto base do estudo, com a descrição do produto, sua utilização e composição. Na segunda, é apresentada a proposta, sempre fazendo uma comparação com o produto base, permitindo uma melhor visualização da melhoria adquirida com a aplicação dos conceitos mostrados na revisão teórica.

5.1 Caracterização do Produto Base

O produto base deste estudo de caso é uma caixa plástica dobrável conforme pode ser observado na Figura 11. Ela tem como função principal, pela sua descrição em diversos sites onde é vendida, como "Cesta Caixa Plástica Dobrável com Alça Compras Supermercado".

Nestes mesmos sites (mercadolivre.com.br), encontram-se as descrições do produto:

- Fácil de montar e desmontar. Ideal para compras supermercado, feiras ou para organização de dispensas ou lavanderias;
- Desmontado fica compacto ocupando pouco espaço, ótimo para deixar sempre a mão no porta malas do carro;
- Portátil é perfeito para levar ao mercado para transportar suas compras, além de ajudar a cuidar do meio ambiente, evitando a utilização de sacolas;
- Os lados ventilados fornecem o bom movimento de ar para as compras
Feito em plástico resistente e leve;
- Capacidade para aprox. 36 litros;
- Tamanho montado: 45,5cm comp. x 32cm larg. x 25,5cm alt.;
- Com a alça erguida fica com aprox. 41cm altura;

Figura 11 - Caixa Plástica Dobrável - Produto Base



Fonte: mercadolivre.com.br

5.1.1 Material de Composição

Para a análise da matéria prima que compõe a caixa, foi realizado o teste da queima, citado na revisão teórica. Este teste consistiu na retirada de um pequeno pedaço do produto e, com o auxílio de uma pinça de laboratório, foi queimado com um isqueiro. Após alguns segundos, foi cessada a chama e feita a análise conforme abaixo.

A Tabela 5 apresenta um guia de orientação para este tipo de identificação:

Tabela 5 - Comportamento de queima dos principais polímeros

Material	pH fumaça	Odor da fumaça	Cor da chama	Incendeia/auto extingüível
HDPE, LDPE, LLDPE	Neutro	Vela Queimada	Amarela com base azul	Incendeia
EPS, HIPS, ABS	Neutro	Estireno, com muita fuligem	Amarela com base azul	Incendeia
PP	Neutro	Vela Queimada	Amarela com	Incendeia

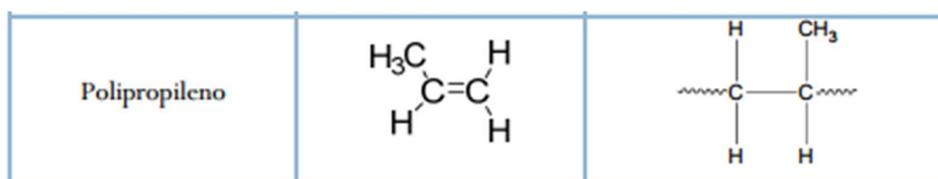
			base azul	
PVC	Ácido	Acre	Amarela com base verde	Auto extingüível
PMMA	Neutro	Metil metacrilato	Amarelo com base azul	Incendeia
NYLON	Básico	Cabelo queimado	Azul com pontas amarelas	Incendeia
PET	Neutro	Adocicado	Amarela	Incendeia
PC	Neutro	Fenólico	Amarela	Incendeia
PU	Básico	Acre, picante, azedo	Amarela com base azul	Incendeia
CELOFANE		Papel ou vegetação queimada	Amarelo-esverdeado	Incendeia

Fonte: Identificação de Plásticos: uma ferramenta para reciclagem, 1997

De acordo com os resultados apresentados, identificou-se que o material de composição do produto base é o Polipropileno.

O polipropileno tem como ômero a combinação C₃H₆, distribuída conforme mostra a Figura 12 abaixo:

Figura 12 - Cadeia Carbônica Polipropileno



Fonte: Universidade do Porto

Essa combinação fornece a este polímero características que permitem seu emprego em vários ramos da indústria, como a automobilística e a alimentícia, por ser um material

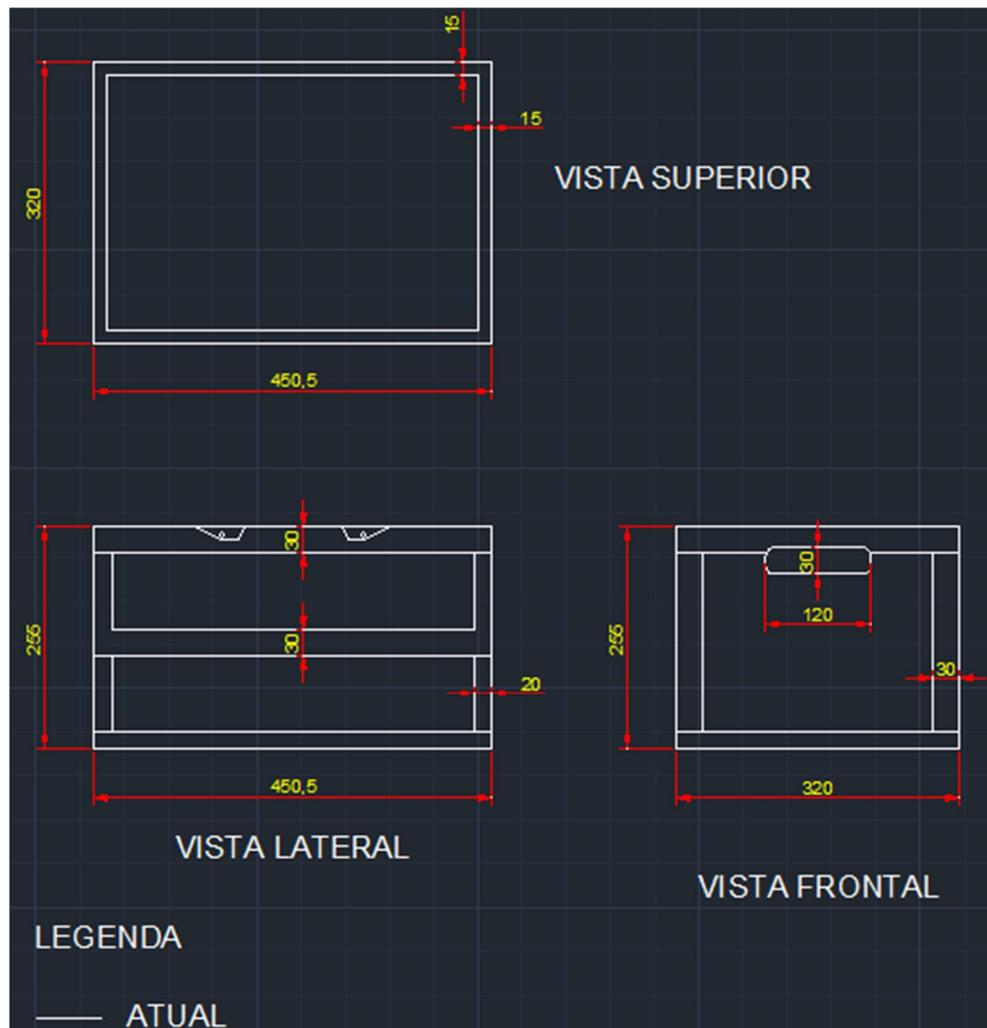
atóxico e insolúvel na maioria dos solventes. Além disso, sua composição facilita o processamento por meio de diversos processos como injeção e rotomoldagem.

5.1.2 Dimensionamento

Conforme mostrado anteriormente, as dimensões do produto são 45,5 x 32 x 25,5 (comprimento x largura x altura). Devido ao seu material de composição, o Polipropileno, sua capacidade de carga é consideravelmente elevada, mesmo tendo como matéria prima um polímero visualmente frágil.

Sua capacidade volumétrica é de 36 litros, o que permite o armazenamento e transporte de uma quantidade razoável de produtos, conforme mostrado na Figura 13 abaixo.

Figura 13 - Dimensional da caixa - Produto Base



Fonte: O autor

5.1.3 Utilização

Não é comum encontrar estas caixas no comércio. Normalmente utilizadas para organizar coisas, elas costumam ser guardadas por consumidores em suas casas, servindo de separadores de espaços. De certa forma, com essa utilização, a caixa não é utilizada em sua totalidade, ou seja, não são utilizadas todas as funções para as quais ela foi projetada.

Ainda assim, com sua utilização restrita, as caixas dobráveis continuam práticas e simples de usar, suprimindo as duas demandas para as quais foi concebida: praticidade e organização.

5.2 Caracterização do Novo Produto

Em busca de um novo conceito, aplicado a uma nova forma de produzir, que traga uma nova forma de ver o produto, seu desenvolvimento foi a junção de levantamentos práticos (com usuários) e teóricos (materiais, ergonomia).

O resultado destes estudos foi um produto que pudesse atender ao mercado que inicialmente deveria ter atendido (mas que as pesquisas mostraram que não) de modo prático e barato.

A ãnovaõ caixa possui novos materiais, novas medidas e principalmente um novo conceito de utilização e aplicação, visando a introdução no mercado de transporte de mercadorias leves, hoje dominado pelas sacolas plásticas. Suas novas características são:

- Fácil manuseio: montagem e desmontagem
- Ideal para substituição das cestas de supermercado
- Quando desmontado, fica compacto para armazenagem
- Foi desenvolvido de acordo com a necessidade dos clientes (novo)
- As laterais são vazadas para diminuir o peso
- Construído com plástico feito de materiais renováveis (novo)
- Capacidade para aprox. 30 litros (novo)
- Tamanho montado: 40 cm comprimento x 30cm largura x 25cm altura

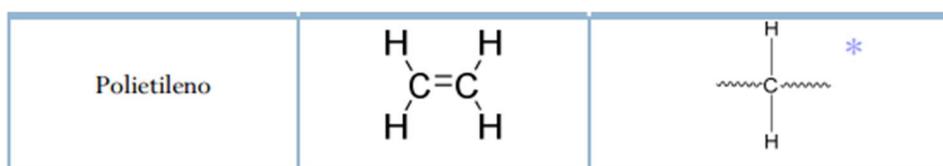
5.2.1 Novos Materiais

Neste estudo de caso, a visão geral das modificações a serem feitas no produto irá abranger, inclusive, a modificação de sua matéria prima, como premissa já exposta anteriormente quando se fala em Engenharia Reversa voltada à sustentabilidade.

Desta forma, o material escolhido para substituição do atual Polipropileno, utilizado na fabricação do produto base deste estudo de caso é o Biopolímero Polietileno, produzido com 100% de recursos renováveis e atendendo além do pré-requisito da ER sobre a modificação estrutural de produtos, os 95% de melhoria no processo e de redução de impacto ao meio ambiente para se tornar um produto Sustentável.

O Polietileno tem a sua composição formada por 2 Carbonos e 4 Hidrogênios, conforme Figura 14 abaixo:

Figura 14 - Cadeia Carbônica Polietileno



Fonte: Universidade do Porto

5.2.2 Novas Dimensões

Conforme pesquisa realizada (questionário anexo), as dimensões do produto base não atendem às necessidades dos consumidores. Desta forma, propõe-se a redução nas dimensões da caixa de acordo com desenho proposto, que será apresentado logo a seguir.

Nesta pesquisa, percebeu-se que as medidas atuais não são ergonomicamente satisfatórias para a maioria dos usuários (vale salientar que nenhum dos entrevistados utiliza rotineiramente a caixa), conforme Tabela 6 abaixo:

Tabela 6 - Dados pesquisa de campo

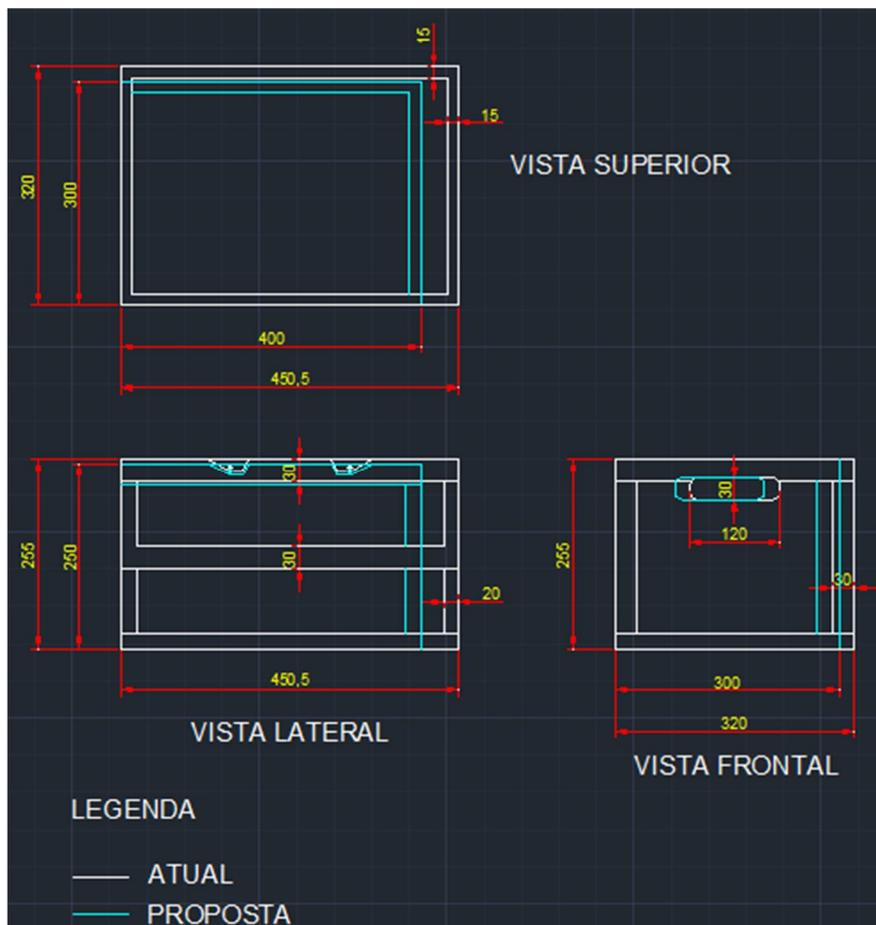
Percepção Usuário	Comprimento	Largura	Altura
Bom	2	2	3
Ruim	11	11	10

Fonte: o Autor

Nesta tabela, o "Bom" representa a dimensão atual da caixa (45,5x32x25,5) e o "Ruim" significa que a melhor solução seria a diminuição da caixa para a medida proposta (40x30x25).

Com base nesse levantamento de dados, o projeto foi redesenhado e redimensionado para atender à necessidade dos usuários. Segue abaixo, na Figura 15, o novo desenho proposto:

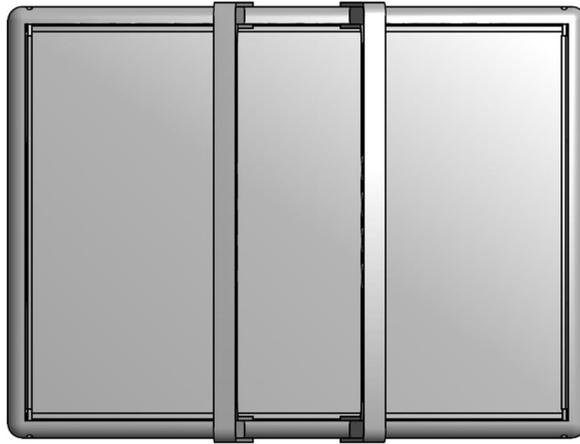
Figura 15 - Dimensional da caixa - Proposta



Fonte: O autor

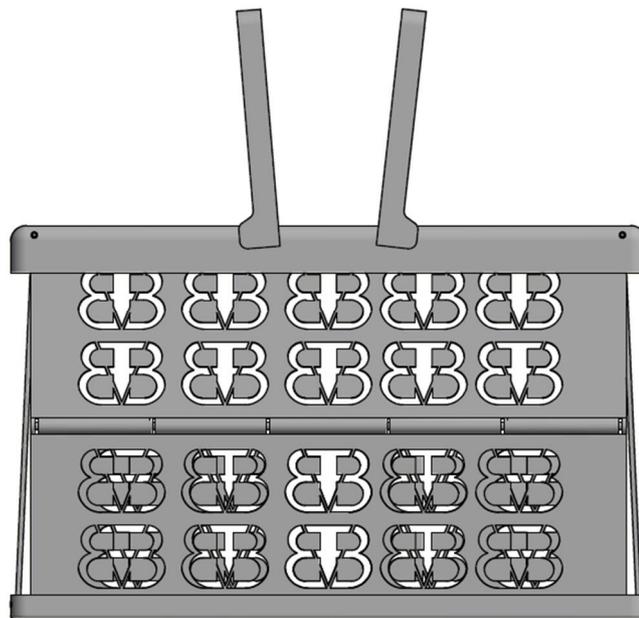
Para uma melhor visualização do produto proposto, foi desenvolvido um projeto em um software de desenho em três dimensões. Com essa visão, é possível ter uma melhor noção do produto final, de sua proporcionalidade e, por consequência, de sua utilização. As Figuras 16, 17, 18 e 19 apresentam o detalhamento deste novo produto:

Figura 16 - Vista Superior Nova Caixa



Fonte: Desenhista/Projetista Bruno Ferretti

Figura 17 - Vista Lateral Nova Caixa



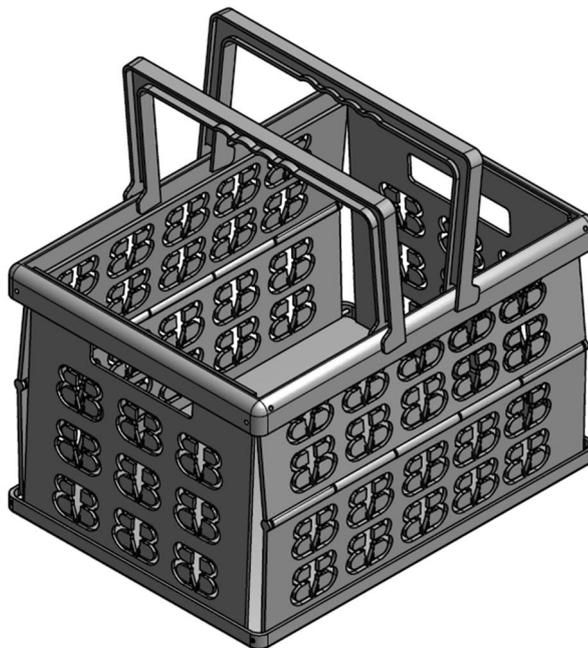
Fonte: Desenhista/Projetista Bruno Ferretti

Figura 18 - Vista Frontal Nova Caixa



Fonte: Desenhista/Projetista Bruno Ferretti

Figura 19 - Isométrico Nova Caixa



Fonte: Desenhista/Projetista Bruno Ferretti

Uma das vertentes da ER é o desenvolvimento do produto para a redução da sua quantidade de matéria prima. Esse objetivo pode ser conseguido de diversas maneiras: redução de espessura, de partes ou de tamanho.

Neste caso, como foi feita a redução do produto base, os materiais consumidos para a produção serão em menor quantidade. Segundo os cálculos realizados com o próprio software de desenho, o volume de plástico utilizado na produção deste produto foi de 1,45 litros, ou seja, uma redução de 7,77% no consumo de matéria prima. Seu peso ficou na casa dos 1,5kg, atingindo um resultado satisfatório.

5.2.3 Nova Utilização

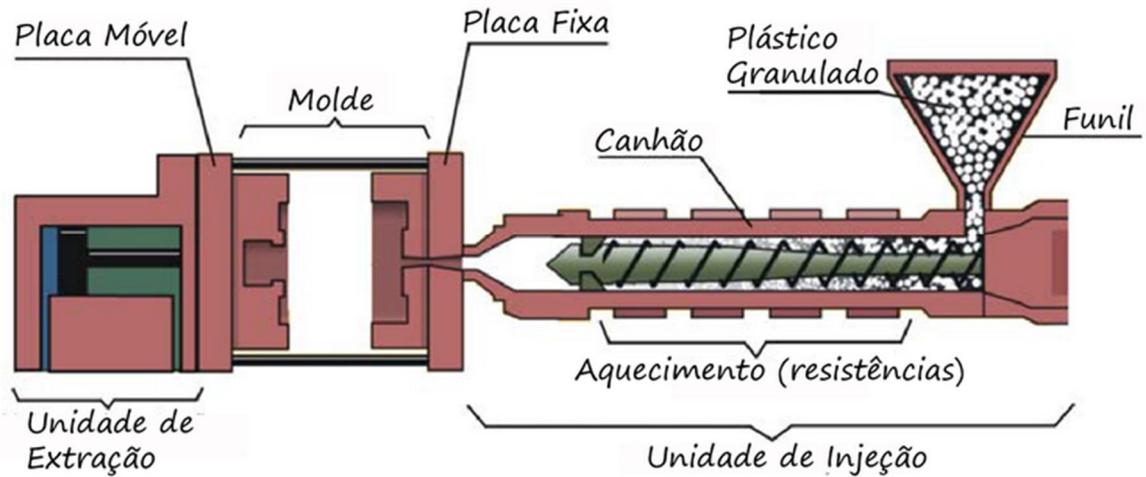
Para ser considerado como Engenharia Reversa, obrigatoriamente deve haver uma mudança de conceito, estrutura ou processo.

Em seu conceito, a mudança mais tangível é em sua aplicação e seu mercado alvo. Ao contrário do produto base, este será aplicado para o transporte de cargas leves, como as compras realizadas em um supermercado em substituição às sacolas plásticas. Deste modo, será dada utilização completa ao produto e às suas características.

5.2.4 Processos

O processo de fabricação do novo produto apresentado é a moldagem por Injeção. Este é um tipo de conformação de polímeros que necessita de altas temperaturas para que o polímero, inicialmente sólido (em grãos ou em pó), seja fundido e levado ao molde. A Figura 20 mostra, de maneira ilustrativa, uma Injetora:

Figura 20 - Ilustração de Injetora de Polímero



Fonte: <http://www.repian.com.br/nomenclatura-de-moldes/>

Todo o polímero granulado ou em pó é inserido em um funil, que direciona essa massa para uma rosca sem fim. Nessa etapa, o polímero é aquecido, homogeneizado e forçado a passar por um orifício que dá abertura para o molde. Este, por sua vez, frio, permite que o plástico assuma a sua forma e seja retirado sem que haja mais deformação. Por possuir essas características, esse processo é um dos mais utilizados para processamento de termoplásticos, atuando em mais de 60% dos casos (MANRICH, 1997).

Para garantir que o processo de fabricação seja realizado de maneira correta, a BRASKEM criou uma tabela com as propriedades típicas do Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e do Polietileno de Baixa Densidade (PEBD). Na Tabela 7 são informados os parâmetros dos produtos injetados para a sua correta aplicação:

Tabela 7 ó Propriedades do Polietileno Verde Injetado

Moldagem por Injeção / Injection Molding														
Propriedades Típicas Typical Properties		Índice de Fluxidez / Melt Flow Rate (190°C / 2,16 kg)	Índice de Fluxidez / Melt Flow Rate (190°C / 2,16 kg)	Densidade / Density *	Tensão de Escoamento * Tensile Strength at Yield *	Tensão de Ruptura * Tensile Strength at Break *	Módulo de Flexão (secante a 1%) * Flexural Modulus (1% secant) *	Dureza (Shore D) * Shore D Hardness *	Resistência ao Impacto Irod * Notched Irod Impact Strength *	Resistência à Quebra sob Tensão Ambiental Environmental Stress cracking resistance (10% Igepal) **	Resistência à Quebra sob Tensão Ambiental Environmental Stress cracking resistance (100% Igepal) **	Temperatura de Amolecimento Vicat * Vicat Softening Temperature *	Temperatura de Deformação Térmica * Deflection Temperature Under Load (0,45MPa) *	Teor Mínimo de Cl 14 Minimum Cl 14 content
Método ASTM / ASTM Method		D 1238	D 1238	D 792	D 638	D 638	D 790	D 2240	D 256	D 1693	D 1693	D 1525	D 648	D 6866
Unidades / Units		g/10 min	g/10 min	g/cm ³	MPa	MPa	MPa	-	J/m	h/F50	h/F50	°C	°C	%
PEAD / HDPE	SHA7260	20	-	0,955	29	-	1.350	64	25	-	<4	124	74	94
	Baldes e bacias, brinquedos, peças de paredes finas, tampas e utilidades domésticas. / Buckets; Basins; Toys; Lids and Caps; Thin wall parts; Household appliances.													
	SHC7260	7,2	-	0,959	30	-	1.350	64	35	-	<4	126	76	94
	Caixas para pescado e hortifrutícolas, caixas para uso industrial e uso geral; capacetes, assentos sanitários, utilidades domésticas, brinquedos, tampas e paletes. / Boxes for fish and groceries; Boxes for industrial and general use; Helmets; Toilet seats; Household appliances; Toys; Lids and caps; Pallets.													
	SHD7255LSL	4,5	-	0,954	27	-	1.270	63	45	-	<5	127	74	94
PEBD / LDPE	SGE7252	2,0	85,0	0,952	26	14	1.200	55	50	40	-	125	72	96
	Tampas para bebidas de baixa carbonatação. / Caps and closures for soft drinks.													
	SPB208	22	-	0,923	10	6	700	42	-	-	-	87	-	95
	Tampas, batoques e peças injetadas de grande área plana. / Masterbatches. Injection of large flat area parts.													
	SPB608	30	-	0,915	8	8	450	39	-	-	-	79	-	95
Tampas, batoques e peças injetadas de grande área plana. / Masterbatches. Injection of large flat area parts.														

Fonte: BRASKEM, 2013

CAPÍTULO 6 6 CONCLUSÕES

A Engenharia Reversa, aplicada como um conceito a ser seguido, é capaz de fornecer resultados palpáveis no desenvolvimento de produtos, baseando-se em produtos existentes para a sua modificação estrutural e conceitual.

Desta forma, enquadra-se a modificação realizada no conceito de inovação, no que tange a alteração de um produto existente unindo, para tal, as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais.

Nesta pesquisa foram realizadas três modificações básicas em um produto já existente: em sua utilização, em sua matéria prima e em seu dimensionamento.

Para cada uma destas características alteradas foram levantados estudos teóricos que pudessem fornecer uma base sólida às alterações, permitindo que estas se mantivessem durante o estudo.

No campo da utilização a alteração mais tangível é a proposta de utilizar este novo produto em substituição às cestas utilizadas nos supermercados e nas sacolas plásticas. Atualmente o produto base é utilizado apenas para organização de objetos domiciliares.

No desenvolvimento de matérias primas para o novo produto, foram estudados os Biopolímeros de Polietileno, sintetizados de fontes renováveis. Estes vieram para substituir os Polipropilenos sintetizados de fontes fósseis (petróleo e gás natural). Segundo os estudos realizados, o processo de produção continuará sendo a Injeção, já que os Biopolímeros possuem características semelhantes o suficiente para não haver alteração nos processos de transformação dos polímeros.

As medidas do produto foram alteradas com base em um questionário preenchido por 13 pessoas, de diversas classes sociais e modos de vida. Segundo os dados desta pesquisa, o ideal para que elas pudessem utilizar este produto conforme a proposta de modificação de aplicação seria a redução das dimensões. Com isso, foram feitos estudos que forneceram um dimensional 7,77% menor do que o produto base.

Por se tratar de um produto patenteado, os segredos de fabricação não possuem acesso fácil. Desta forma, não foi possível fazer uma análise de viabilidade econômica da produção desta nova caixa. Ao invés disto, foi feita a análise de viabilidade técnica como apresentado acima. Para concluí-la, foi feito um modelo digital que permitiu a análise de cargas do novo produto, mostrando que mesmo com as alterações realizadas não houve alteração em sua capacidade de carga.

Por fim, é importante ressaltar que a Engenharia Reversa pode ser utilizada para a redução de custos de um produto em detrimento de sua qualidade. Nesta pesquisa, foi evidenciado que é possível utilizar esse conceito de um modo mais conciso, com a intenção de reduzir os impactos ambientais e melhorar a maneira como um determinado produto é utilizado.

REFERÊNCIAS

A Rotulagem Ambiental Aplicada às Embalagens. Compromisso Empresarial com a Reciclagem ó CEMPRE. Associação Brasileira de Embalagens ó ABRE. 2008. Disponível em <<http://www.cempre.org.br/download/RotulagemAmbiental2008.pdf>> Visualizado em 08/10/2013.

Acervo de Normas Técnicas. Instituto Nacional do Plástico ó INP. Disponível em <http://www.inp.org.br/pt/normas_acervo.asp> - visualizado em 08/10/2013

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas da Energia Elétrica 3ª. Ed. Parte III ó Fontes Não Renováveis, 2008. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par3_cap7.pdf> - Visualizado em 15/11

Agência Nacional de Vigilância Sanitária ó ANVISA. ASCOM. Assessoria de Imprensa da Anvisa. **Anvisa Propõe Critérios para Reciclagem de plásticos PET**. Brasília, 15/08/2007. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2007/150807_2.htm> Visualizado - 15/07/2013

AKCELRUD, Leni. **Fundamentos da Ciência dos Polímeros**. Barueri, SP. Manole, 2007. Disponível em <<http://books.google.com.br/books?id=3wJHvsGcjl4C&pg=PA30&dq=inje%C3%A7%C3%A3o+polimeros&hl=pt-BR&sa=X&ei=hPBZUUsfaMabO0AW3k4CIDQ&ved=0CEgQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>> - Visualizado em 08/10/2013

ALMEIDA, Pedro Miguel Martins da Costa. MAGALHÃES, Victor Hugo da Silva. **Polímeros**. 2004. 17 f. Dissertação (Ciência dos Materiais) ó Universidade Fernando Pessoa, 2004. Disponível em <http://www2.ufp.pt/~madinis/Trabalhos/CMAT/2003_2004/Pedro%20e%20Victor.pdf> Visualizado em 29/09/2013

ALVES-MAZZOTTI, A. J. & GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ó ABNT. NBR 15448-1. Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis Parte 1: Terminologia

Associação dos Recicladores do Estado do Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <http://www.arerj.org.br/economico_indices.html> - Visualizado - 09/09/2013

AZAPAGIC, ADISA; EMSLEY, ALAN E HAMERTON, IAN, 2003, Polymers, The Environment and Sustainable Development. John Wiley & Sons, England.

BARROS, Carolina. **Apostila de Polímeros: Materiais de Construção Edificações**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. Campus Pelotas, 2011<<http://www.oecd.org/sti/inno/2367580.pdf>> Visualizado em 04/11/2013

BASTOS, Valéria Delgado. Biopolímeros e Polímeros de Matérias-Primas Renováveis Alternativos aos Petroquímicos. Revista do BNDES. Rio de Janeiro, V 14, Dezembro 2007. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2807.pdf> - Visualizado em 20/10/2013

BURIL, Bárbara. Competitividade **dos Produtos Chineses Afeta Indústria Brasileira**. Agência de Notícias da Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, 2011. Disponível em <http://www.ufpe.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=40089:competitividade-dos-produtos-chineses-afeta-industria-brasileira&catid=20&Itemid=77> Visualizado - 16/07/2013

CERVO, Amado Luiz. BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica**. 5ª Ed. Prentice Hall. São Paulo, 2002

DA VEIGA, José Eli. **Ciência Ambiental: Primeiros Mestrados**. 2ªEd. São Paulo: Annablume, FAPESPE, 1998. Disponível em <http://books.google.com.br/books?id=ZAQVyWS79lkC&pg=PA164&dq=reciclagem+de+pl%C3%A1stico&hl=pt-BR&sa=X&ei=5JHkUYewC_el4AP-

poDgCw&ved=0CDkQ6AEwAA#v=onepage&q=reciclagem%20de%20pl%C3%A1stico&f=false> Visualizado - 15/07/2013

DE OLIVEIRA, Maria Clara Brandt Ribeiro. **Gestão de Resíduos Plásticos Pós-Consumo: Perspectivas para a Reciclagem no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012. Disponível em <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/maria_deoliveira.pdf> Visualizado 14/07/2013.

DEMING, W. E. Out of the crisis. Out of the crisis Massachusetts: MIT Press, 1986.

Diário do Pré-Sal. O que é o Pré-Sal? Disponível em <<http://diariodopresal.wordpress.com/o-que-e-o-pre-sal/torre-de-fracionamento-de-petroleo-2/>> - Visualizado em 15/11

Eduardo José Stefanelli; Ricardo Infantozzi; Milton Mansilla Vargas; Dr. Rodolfo Politano. **Engenharia Reversa: Discussão sobre validade e legalidade sobre o tema**. Disponível em <<http://www.stefanelli.eng.br/webpage/a-engenharia-reversa.html>> Visualizado - 09.06.2013

FARIA, Adriana Ferreira de; PINTO, Ana Carolina de Abreu; RIBEIRO, Maressa Nunes; CARDOSO, Tatiane Silva. RIBEIRO, João Paulo C. Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos: uma experiência didática. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_073_521_12155.pdf> Visualizado - 30/07/2013

FIESP. Departamento de Competitividade e Tecnologia - DECOMTEC. **Análise da Penetração das Importações Chinesas no Mercado Brasileiro**. São Paulo, 2010. Disponível em <http://fipase.com.br/en/images/stories/Publicacoes/penetracao_dos_produtos_chineses_no_mercado_brasileiro_110414.pdf> Visualizado - 16/07/2013

FILHO, Humberto Margon Vaz. **Plástico: Descrição e Análise do Ciclo de Reciclagem**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/043_humberto.pdf> Visualizado 14/07/2013

FLORES, Nuno Honório Rodrigues. **Engenharia Reversa de Padrões em Architecturas Reutilizáveis**. Porto. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2005. Disponível em <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12643/2/Texto%20integral%20.pdf>> Visualizado - 28/07/2013

FREITAS, H. & MOSCAROLA, J. **Análise de dados quantitativos e qualitativos: casos aplicados usando o Sphinx**. Porto Alegre, RS, Sphinx-Sagra, 2000.

FUSCO, José Paulo Alves. SACOMANO, José Benedito. **Operações e Gestão Estratégica da Produção**. São Paulo: Arte & Ciência, 2007. Disponível em <<http://books.google.com.br/books?id=x0U5yVqUYb0C&pg=PA69&dq=ciclo+de+vida+do+produto&hl=pt-BR&sa=X&ei=R3x2Ut23LZOGsAT76oHIBQ&ved=0CEAQ6AEwAQ#v=onepage&q=ciclo%20de%20vida%20do%20produto&f=false>> - Visualizado em 04/11/2013

G. F. Brito, P. Agrawal, E. M. Araújo, T. J. A. Mélo. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*. Campina Grande ó PB. V 6.2, 2011. Disponível em <<http://www.dema.ufcg.edu.br/revista/index.php/REMAP/article/viewFile/222/204>> - Visualizado em 08/10/2013

GRUNDY, S. J.; Kemmis, S. *Educational action research in Australia: Australia the state of the art*. Geelong: Deakin University Press, 1982.

HAUTSCH, Oliver. O que é Engenharia Reversa? **Tecmundo**, 28 de Setembro de 2009. Disponível em <<http://www.tecmundo.com.br/pirataria/2808-o-que-e-engenharia-reversa.htm>> - Visualizado em 20/10/2013

HAYATI, D; KARAMI, E. & SLEE, B. **Combining qualitative and quantitative methods in the measurement of rural poverty**. *Social Indicators Research*, v.75, p.361-394, springer, 2006.

INNOVATION AND GROWTH: RATIONALE FOR AN INNOVATION STRATEGY. OECD, 2007. Disponível em <<http://www.oecd.org/science/inno/39374789.pdf>> - Visualizado em 29/09/2013

INOVAÇÃO E PROPRIEDADE INTELECTUAL: MANUAL PARA O DOCENTE. INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL, 2010. Disponível em <http://www.inpi.gov.br/images/stories/downloads/cooperacao/pdf/Guia_docente_IEL%20SENAI%20e%20INPI.pdf> - Visualizado em 29/09/2013

JUNG, Carlos F. **Metodologia Científica e Tecnológica: Módulo 6 ó Invenção e Inovação**. UNICAMP, 2009. Disponível em < <http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/mod6.pdf>> - Visualizado em 29/09/2013

KANTOVISCKI, Adriano R. **Materiais Poliméricos: Módulo I ó Conceitos e Definições**, 2011. Disponível em <<http://www.damec.ct.utfpr.edu.br/automotiva/downloadsAutomot/d5matPolimMod1.pdf>> - Visualizado em 29/09/2013

MANRICH, Sati. FRATTINI, Gustavo. ROSALINI, Antonio C. **Identificação de Plásticos: uma ferramenta para reciclagem**. São Carlos: Editora da UFSCar, 1997

MANUAL DE INOVAÇÃO. MOVIMENTO BRASIL COMPETITIVO ó MBC, 2008. Disponível em <<http://www.inovacao.usp.br/images/pdf/Manual%20de%20Inovacao%20-%20MBC%20-%202008.pdf>> - Visualizado em 29/09/2013

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. Editora da Universidade de São Paulo, 2005

MARX, Ângela Maria; PAULA, Istefani Carisio de. **Proposta de Uma Sistemática de Gestão de Requisitos para o Processo de Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132011000300006&lng=pt&nrm=iso> Visualizado - 30/07/2013

MENDES, Glauco Henrique de Sousa. O Processo de Desenvolvimento de Produto em Empresas de Base Tecnológica: Caracterização e Gestão da Proposta de Modelo de Referência. Tese de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos. Disponível em <http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2019> Visualizado - 31/07/2013

OQUIST, P. The epistemology of action research. *Acta Sociologica*, v. 21, n. 2, p. 143-163, 1978.

Os Números da Reciclagem no Brasil. **ÉPOCA**, São Paulo, jan. 2012. Disponível em <<http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/o-caminho-do-lixo/noticia/2012/01/os-numeros-da-reciclagem-no-brasil.html>> Visualizado - 09/09/2013

OTA, Waldyr Naoka. **Análise de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Vidro Utilizados pela Indústria Automotiva Nacional**. 2004. 90 f. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia (Ciência e Tecnologia de Materiais) ó UFPR, 2004. Disponível em <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/058.pdf>> - Visualizado em 29/09/2013

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012, 10. 2012. Abrelpe, 2012. 116p. Disponível em <<http://www.abrelpe.org.br/>> Visualizado ó 28/07/2013

PETROBRAS. Petroquímica, 2013. Disponível em <<http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/perfil/atividades/petroquimica/>> - Visualizado em 15/11/13

POLÍMEROS E MATERIAIS POLIMÉRICOS: MANUAL PARA O PROFESSOR.

Universidade do Porto. Disponível em <<http://educa.fc.up.pt/ficheiros/noticias/69/documentos/108/Manual%20Pol%20A1meros%20e%20Materiais%20polimericos%20NV.pdf>> - Visualizado em 29/09/2013

RAJA, Vinesh; J FERNANDES, Kiran. **Reverse Engineering an Industrial Perspective**. Disponível em <<http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84628-856-2/page/1>> Visualizado - 01/06/2013

RELATÓRIO ANUAL DE SUSTENTABILIDADE 2010. BRASKEM. Disponível em <<http://www3.braskem.com.br/upload/rao/2010/pt/polipropileno-verde.html>> - Visualizado em 29/09/2013

ROZENFELD, Henrique. FORCELLINI, Fernando A., AMARAL, Daniel C., TOLEDO, José C. de, SILVA, Sergio L. da, ALLIPRANDINI, Dário H., SCALICE, Régis K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** Editora Saraiva. 2009

SANTOS, Ana Paula Teixeira. **Análise do Processo de Injeção do Polipropileno para a Fabricação de Brinquedos.** 2009. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) ó Faculdade de Tecnologia da Zona Leste ó São Paulo. 2009. Disponível em <<http://fateczl.edu.br/TCC/2009-1/tcc-102.pdf>> - Visualizado em 08/10/2013

SERSON, S. M. **Fábrica veloz: um modelo para competir com base no tempo.** 1996. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) ó Universidade de São Paulo, 1996.

SILVA, S.L. **Proposição de um modelo para caracterização das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica ó Universidade de São Paulo, São José dos Campos, 2002. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-26092003-163308/publico/SLSilva.pdf>> Visualizado - 30/07/2013.

SORS, L.; BARDÓCZ, L.; RADNÓTI, I. **Plásticos: Moldes e Matrizes.** Editora Hemus, 2002.

TERENCE, Ana Claudia Fernandes; FILHO, Edmundo Escrivão. **Abordagem Quantitativa, Qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais.** ENEGEP 2006. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR540368_8017.pdf> Visualizado - 29/07/2013

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. 15a. ed. São Paulo: Cortez, 2007

TRIPP, David. **Action Research: A methodological introduction**. Murdoch University. Faculdade de Educação Universitária de Murdoch, Austrália. Traduzido por: Lólio Lourenço de Oliveira. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>> Visualizado-29/07/2013

ANPÊNDICE A 6 QUESTIONÁRIO PARA DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES DA CAIXA PROPOSTA.

QUESTIONÁRIO SOBRE DIMENSIONAL DA CAIXA	
Nome	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>
Idade	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
Sexo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
1. Quantas vezes por semana você vai ao mercado?	
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Nenhuma
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Uma
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Duas
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Três
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Mais que Três
2. Quando vai ao mercado, costuma fazer compras grandes? Qual Volume?	
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	2 itens
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	5 itens
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	10 itens
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	mês
3. Quando você vai ao mercado, costuma usar as cestinhas?	
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Sim
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Não
4. O que acha do tamanho das atuais cestinhas (45,5x32x25,5)?	
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Bom
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Ruim
Justifique	<input style="width: 80%; height: 20px;" type="text"/>
5. Se esta cestinha fosse dobrável e menor (40x30x25), você utilizaria mais do que hoje?	
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Sim
<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Não
Justifique	<input style="width: 80%; height: 20px;" type="text"/>