



Abril 2019 - ISSN: 1696-8352

## OTIMIZAÇÃO DOS RECURSOS DE EMBALAGEM EM UM PROCESSO INDUSTRIAL: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ESPUMAS DE POLIETILENO

Paulo Roberto Dos Santos Colaço Filho<sup>1</sup>  
Ananias Freire Da Silva<sup>2</sup>  
Prof. Dra. Rosangela Couras Del Vecchio<sup>3</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Paulo Roberto Dos Santos Colaço Filho, Ananias Freire Da Silva y Rosangela Couras Del Vecchio (2019): "Otimização dos recursos de embalagem em um processo industrial: estudo de caso em uma indústria de espumas de polietileno", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (abril 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/04/embalagem-processo-industrial.html>

### RESUMO

A engenharia industrial tem sido fundamental para o sucesso de indústrias com análises e intervenções nos processos, através dela tem-se obtido melhorias em diversos seguimentos industriais. O estudo aborda o processo de empacotamento de Redes de Polietileno de Baixa Densidade em uma indústria, identificando alternativas de redução de perdas e avaliando os resultados obtidos para a tomada de decisão e melhoria do processo.

**Palavras-chave:** Redução de Perdas, Polietileno de Baixa Densidade, Processo de Produção.

<sup>1</sup> Engenheiro de Produção UNIFOR. MBA em Liderança e Coaching pela Universidade Estácio de Sá - Fortaleza. Green Belt pela Polo Soluções. Supervisor experiente com um histórico comprovado de trabalho na indústria de produção de alimentos. Experiência em TPM manutenção produtiva total e Programas da Qualidade.

<sup>2</sup> Pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho UniAteneu; Engenheiro de Produção UniFanor Wyden; Técnico em Eletrotécnica IFCE; Experiência em TPM Manutenção Produtiva Total e Programas da Qualidade (5'S, APPCC, BPF, FSSC 22000, ISO 22000, ISO 9001), inovação em processo de produção/serviços e gestão industrial. Atua no mercado como Supervisor de Produção em empresa do ramo alimentício líder nacional na fabricação e venda de massas e biscoitos. \*Experiência em times de melhoria e inovação na área de processos industriais e Saúde e Segurança do Trabalho (SST). \* Líder de time de Levantamento de Perigos Danos e Riscos OHSAS 18000 (LPDR); Desenvolvimento e implantação de Software.

<sup>3</sup> Professora Orientadora e Coordenadora Pedagógica da Pós-graduação da UniAteneu, Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Americana, Doutora em Administração pela UNIDA.

## RESUMEN

La ingeniería industrial ha sido fundamental para el éxito de industrias con análisis e intervenciones en los procesos, a través de ella se han obtenido mejoras en diversos seguimientos industriales. El estudio aborda el proceso de empaquetado de Redes de Polietileno de Baja Densidad en una industria, identificando alternativas de reducción de pérdidas y evaluando los resultados obtenidos para la toma de decisión y la mejora del proceso.

**Palabras clave:** Reducción de Pérdidas. Polietileno de Baja Densidad. Proceso de Producción.

## ABSTRACT

Industrial Engineering has been critical to the success of industries with analysis and intervention processes, through it has been obtained improvements in various industrial segments. The study addresses the packaging process networks Low Density Polyethylene in an industry, identifying alternatives to reduce losses and evaluating the results for decision making and process improvement.

**Subject Descriptor (JEL):** L16: Industrial Organization and Macroeconomics: Industrial Structure and Structural Change • Industrial Price Indices; O14: Industrialization • Manufacturing and Service Industries • Choice of Technology.

**Keywords:** Low Density Polyethylene, Production Process.

## 1 INTRODUÇÃO

As indústrias buscam processos mais eficientes e com custos reduzidos, devido ao crescente aumento da competitividade no mercado. Sem controle dos processos e dos custos de produção, elas perdem espaço para a concorrência, pois não conseguem competir em preço e em qualidade.

Este trabalho foi desenvolvido tendo como base uma indústria de produtos de Polietileno que busca alcançar menores custos de produção, eliminando desperdícios com processos simples. A empresa em questão busca aperfeiçoar a utilização de seus recursos com o objetivo de obter maiores margens de lucro em seus produtos e maior competitividade no mercado.

O trabalho irá analisar o processo e a redução de perdas e dos custos recorrentes da fabricação do produto Rede de Polietileno Expandido de Baixa Densidade - PEBD. Os resultados dessas análises poderão proporcionar o alcance de melhorias na fabricação do produto em questão.

### 1.1 Justificativa

Garantir processos com menores custos e melhor qualidade é o foco de várias indústrias que buscam preço competitivo no mercado. Este trabalho visa propor a redução de perdas e custos no processo de empacotamento do produto Rede de PEBD.

### 1.2 Objetivos

Para o direcionamento do trabalho, são apresentados o objetivo geral e específicos.

#### 1.2.1 Objetivo Geral

Reduzir os custos com embalagem através da redução de desperdícios realizando melhorias no processo de empacotamento do produto Rede de PEBD.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um estudo para melhoria do processo do produto Rede de PEBD;
- Mapear o processo de fabricação do produto Rede de PEBD;

- Identificar os principais elementos formadores dos custos de materiais do produto Rede de PEBD;
- Identificar oportunidades de redução de perdas com o produto e no processo através de reuniões de brainstorming;
- Validação das alternativas através de Diagrama de Pareto.

### 1.3 Limitações Do Trabalho

Não serão apresentados os valores reais dos custos de materiais citados, para garantir o sigilo da empresa. Serão apresentados os resultados em termos percentuais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Polietileno

Segundo Martins (1999) e Silva (1999), em condições normais, os polímeros etilênicos não são tóxicos, podendo inclusive ser usados em contato com produtos alimentícios e farmacêuticos. No passado, o polietileno era classificado pela sua densidade e pelo tipo de processo usado em sua fabricação.

O produto em questão é utilizado durante o transporte de frutas, para evitar o apodrecimento precoce e a integridade física delas.

#### 2.1.1 Tipos de Polietileno

Cinco tipos diferentes de polietileno podem ser produzidos:

- Polietileno de baixa densidade (PEBD);
- Polietileno de alta densidade (PEAD);
- Polietileno linear de baixa densidade (PELBD);
- Polietileno de ultra-alto peso molecular (PEUAPM);
- Polietileno de ultrabaixa densidade (PEUBD);

O processo de produção de PEBD utiliza pressões entre 1000 e 3000 atmosferas e temperaturas entre 100 e 300°C. Temperaturas acima de 300°C geralmente não são utilizadas, pois o polímero tende a se degradar. Doak (1986), Miles (1965) e Hadjichristidis (2000).

#### 2.1.2 Polietileno de Baixa Densidade

Polietileno de baixa densidade é um polímero parcialmente cristalino (50 – 60%), cuja temperatura de fusão ( $T_m$ ) está na região de 110 a 115°C. (Billmeyer, 1984).

O PEBD tem uma combinação única de propriedades: tenacidade, alta resistência ao impacto, alta flexibilidade, boa processabilidade e estabilidade. (Doak, 1986).

##### 2.1.2.1 Aplicações

Os processos para fabricação do polietileno são assim elencados: moldagem por sopro, moldagem por injeção e processo de extrusão. O polietileno pode ser aplicado em filmes para embalagem de produtos agrícolas, de alimentos líquidos e sólidos, farmacêuticos, hospitalares, brinquedos, utilidades domésticas, revestimentos de fios e cabos, dentre outras aplicações.

No presente estudo, o processo utilizado é a extrusão. O produto é utilizado como embalagem de alimentos sólidos, sendo composto por Polietileno de Baixa Densidade como exemplificado na figura 1.



Figura 1: Frutas embaladas com a Rede de PEBD

## 2.2 Produção Enxuta – *LEAN THINKING*

Segundo Ghinato (2000),

O Sistema de Produção Enxuta é uma filosofia de gerenciamento que procura aperfeiçoar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só a manufatura, mas todas as partes da organização.

Womack *et al* (2004), explicam que a

Produção Enxuta utiliza menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operadores na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

Liker (2005),

Ferramentas e técnicas não são armas secretas para transformar uma empresa. O contínuo sucesso da Toyota na implantação e implementação dessas ferramentas origina-se de uma filosofia empresarial mais profunda, baseada na compreensão das pessoas e da motivação humana. Seu sucesso, essencialmente, baseia-se em sua habilidade de cultivar liderança, equipes e cultura para criar estratégias, construir relacionamentos com fornecedores e manter uma organização de aprendizagem.

Liker (2005), após 20 anos estudando o Modelo Toyota, identificou 14 princípios de gestão que impulsionam as técnicas e ferramentas do Sistema Toyota de produção e da administração da Toyota em geral. Com base nestes princípios, foram definidas as questões aplicáveis na avaliação da cultura *lean* da empresa. Os princípios descritos por Liker encontram-se listados na figura 2.

Princípio	Descrição
1	Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo.
2	Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.
3	Usar sistemas “puxados” para evitar a superprodução.
4	Nivelar a carga de trabalho.
5	Construir uma cultura de parar e resolver problemas, para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa.
6	Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários.
7	Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.
8	Usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos.
9	Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros.
10	Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.
11	Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar.
12	Ver por si mesmo para compreender completamente a situação.
13	Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções. Implementá-las com rapidez.
14	Tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua.

Figura 2: Princípios da cultura *LEAN THINKING*

## 2.3 Custos

Segundo Perez Jr, Oliveira e Costa, (2011), na luta pela sobrevivência no mundo dos negócios é essencial o perfeito gerenciamento tanto dos ganhos como dos custos e das despesas. Por isso, a conquista de novos mercados motiva o surgimento de novas técnicas mercadológicas, bem como a preocupação com os custos faz com que haja sempre a procura de novas metodologias para apuração, análise e gestão de áreas críticas.

De acordo com Rebelatto (2004), em qualquer negócio o custo assume grande importância. Muitos são os esforços para reduzir os custos o que normalmente ocorre por meio da melhor utilização dos recursos.

### 2.3.1 Definições e Classificações dos Custos

Berti (2002) explica que custos são gastos relativos a bens ou serviços empregados na produção de outros bens ou serviços. Também é um gasto, porém é reconhecido como custo no instante da fabricação de um produto ou na realização de um serviço.

Para uma adequada adequação desses custos, é preciso classificá-los em fixos ou variáveis e diretos e indiretos. (Perez Jr; Oliveira; Costa, 2011).

Para Rebelatto (2004), a classificação dos custos fixos e variáveis leva em consideração a unidade de tempo, o valor total de custo dentro da unidade de tempo estabelecida e o volume das atividades.

Custos fixos são todos os custos que mantêm o seu valor independentemente da variação (aumento ou diminuição) do volume de produtos produzidos ou serviços realizados em um período (Rebelatto, 2004).

Características complementares:

- O valor total se mantém constante dentro de determinada faixa de produção;
- O valor por unidade produzida altera-se à medida que ocorre variação no volume de produção, por se tratar de um valor fixo diluído por quantidades diferentes de produtos;
- Necessidade de critério de rateio, determinado pela administração para sua alocação para departamentos ou centro de custos;
- As variações dos valores totais podem ocorrer devido à desvalorização da moeda ou por um grande aumento ou redução no volume de produção.

O ganho em decréscimos no custo fixo unitário com o aumento do volume de produção é denominado como economia de escala, uma das vantagens competitivas das multinacionais. Dessa forma, podem explorar ao máximo da capacidade instalada da fábrica e minimizar os custos unitários de produção. (Perez Jr; Oliveira; Costa, 2011).

Segundo Rebelatto (2004), os custos variáveis são todos os custos cujo valor se altera de acordo com o volume de produtos produzidos realizados.

Perez Jr, Oliveira e Costa (2011), completam com as seguintes características:

- Seu valor se altera na produção direta do volume de produção;
- O valor é constante em relação à unidade, independentemente da quantidade produzida;
- A alocação dos custos aos produtos ou centro de custos é feita de forma direta sem precisar de critério de rateio.

Outras maneiras de classificação dos custos são pelos gastos, a forma de distribuição e apropriação aos produtos, sendo classificados como custos diretos ou indiretos. (Perez Jr; Oliveira; Costa, 2011).

Para Galvão *et al* (2008), os custos diretos são todos os custos que podem ser apropriados diretamente a cada unidade de produto elaborado de forma qualificável, ou ainda, relacionados diretamente a um setor, a um departamento ou a um centro de custos de uma empresa.

Segundo Perez Jr, Oliveira e Costa (2011) os custos diretos, na maioria das empresas compõem-se de materiais e mão de obra. Definindo-se desta forma:

- Materiais diretos: Matéria-prima, embalagens, componentes e outros materiais necessários à produção, ao acabamento e à apresentação final do produto;
- Mão de obra direta: É o trabalho empregado diretamente na confecção do produto, partes ou componentes. O custo de mão de obra considera os salários, encargos, férias e décimo terceiro salário.

Para Galvão (2008), os custos indiretos são aqueles custos impossíveis ou inviáveis de ajustar a cada unidade de produto ou ainda relacionar com um setor, um departamento ou um centro de custo de uma empresa, de forma clara e direta. Por essa impossibilidade ou inviabilidade, a adequação se dá por meio de processos de aproximação e estimativas, conhecidos como base de rateio.

Segundo Perez Jr, Oliveira e Costa (2011) os custos indiretos são:

- Mão de obra indireta: trabalhos realizados nos departamentos auxiliares da produção e que não são medidos em nenhum produto fabricado, como manutenção, PCP e supervisão da produção;

- Materiais indiretos: materiais alocados nas atividades auxiliares e produção, onde o relacionamento com o produto é irrelevante, como graxa e lubrificante;
- Outros custos indiretos: custos que se referem à existência do setor fabril, como depreciação das máquinas e equipamentos, valor consumido na manutenção de materiais, seguro contra acidentes na fábrica, transporte e refeições da mão de obra.

### 2.3.2 Custos da Produção

Os custos podem ser classificados, conforme Perez Jr, Oliveira e Costa (2011), da seguinte maneira:

- Custos Materiais: matéria-prima, materiais de embalagem e auxiliares;
- Custos com Mão de obra: mão de obra da produção, de setores auxiliares e gerência e supervisão da produção, salários e benefícios da diretoria industrial;
- Outros custos de produção: custos gerais de produção, serviços de apoio e seguros contra acidentes.

Segundo Perez Jr, Oliveira e Costa (2011), existem duas necessidades para manter um sistema de contabilização de custos: a primeira é gerencial, onde os controles não precisam atender aos princípios contábeis e regulamentações legais, e a segunda é a fiscal e societária, que em função das exigências fiscais e pela Legislação Comercial e Societária, deve ser mantida uma contabilidade de custo íntegra e coordenada com o restante da escrituração, para que não haja consequências do fisco arbitrar os valores do estoque para fins de cálculo do imposto de renda e da contribuição social. Resumidamente têm-se os seguintes objetivos:

- Apuração do custo dos produtos e dos departamentos;
- Atendimento de exigências contábeis;
- Atendimento de exigências fiscais;
- Controle dos custos de produção;
- Eliminação de desperdícios;
- Auxílio na tomada de decisões;
- Otimização de recursos.

O trabalho atende apenas as necessidades gerenciais com o foco na identificação dos custos de materiais para controle da produção, na eliminação de desperdícios e otimização dos recursos.

### 2.3.3 Formação do Preço de Venda

Para Oliveira Filho (2009), entende-se que “preço é um valor atribuído para a comercialização de bens e/ou serviços.”

No passado, as indústrias conseguiam determinar o lucro a ser obtido de seus produtos no mercado através de repasses no preço final para os seus clientes. O preço era calculado de acordo com (1):

$$\text{Preço de Venda} = \text{Lucro} + \text{Gastos} \quad (1)$$

Como não havia concorrências significativas frente às grandes indústrias o consumidor tornava-se vítima dessa situação.

Segundo Falconi (2009), o crescente aumento da concorrência em diversos setores do mercado e do nível de exigência dos consumidores, fez com que o lucro das indústrias não fosse mais repassado aos preços. Agora, a eficiência de seus processos e principalmente o controle dos custos industriais, irão determinar o lucro a ser obtido, pois o cliente está disposto a pagar o preço de mercado, porém com qualidade cada vez maior. No cenário atual, o lucro é determinado conforme (2):

$$\text{Lucro} = \text{Preço de Mercado} - \text{Gastos} \quad (2)$$

### 2.3.4 Perdas do Processo

Para Santos Junior (2013), perdas “são fatores que impedem o bom rendimento operacional de uma empresa. Elas se manifestam sob a forma de muitos tipos diferentes de desperdícios, os quais a empresa julga como normal e os incorpora ao custo operacional”.

Pode-se dividir da seguinte forma:

- Perdas Esporádicas: são aquelas que estão acima dos níveis habituais de perdas, requerendo uma medida corretiva para se reduzir ao nível habitual;
- Perdas Crônicas: são aquelas que costumamos considerar normal, ou seja, inerentes ao processo produtivo. Estas perdas requerem atitudes ou soluções inovadoras para que consigamos reduzi-las a um limite mínimo.



Figura 3: Gráfico dos tipos de perdas – Adaptado de Santos Junior (2013)

Identificou-se que as perdas do processo abordado nesse trabalho são perdas crônicas, segundo os conceitos apresentados anteriormente.

### 2.4 Ferramentas da Qualidade

Para garantir a qualidade dos produtos durante os processo de produção, são utilizadas ferramentas de controle e de melhoria de resultados. Dentre as varias existentes, pode-se citar Brainstorming e o Diagrama de Pareto. São ferramentas eficazes que permitem o alcance de melhores resultados e um melhor controle de qualidade dentro das industrias.

Segundo Colenghi (2007), “*Brainstorming* pode ser traduzido como tempestade ou explosão de ideias, mas as pessoas que utilizam preferem chamar de brainstorming. Consiste em reunir um grupo de funcionários com o propósito de gerar ideias e emitir opiniões acerca dos diversos assuntos vivenciados na empresa”.

Para Colenghin (2007), o Diagrama de Pareto proporciona focar em cerca de 20% das causas de um problema, que impactam de 80% dos resultados. Assim é possível direcionar adequadamente os esforços de trabalho para solucionar o que é mais significativo do problema.



### 3 APLICAÇÕES DOS CONCEITOS DE ENGENHARIA INDUSTRIAL

O trabalho visa é a redução dos custos com embalagem do produto Rede de PEBD, para isso foram utilizadas as ferramentas de Brainstorming e o Diagrama de Pareto, que são métodos sólidos e eficazes que proporcionaram a qualidade do produto, a redução de perdas e a análises de alternativas para a tomada de decisão.

Seguindo os objetivos específicos, inicialmente é feito o mapeamento do processo de fabricação do produto Rede de PEBD. Em seguida, faz-se a identificação dos principais elementos formadores dos custos dos materiais e ao final serão identificadas oportunidades de redução de desperdícios.

#### 3.1 Mapeamento do Processo Atual

##### 3.1.1 Macroprocesso (Produção de Rede PEBD)

O macroprocesso de fabricação do produto Rede de PEBD tem início na requisição dos materiais utilizados para a produção do produto em questão.

Logo após a confirmação da ordem de produção, os operadores fazem a requisição dos materiais para o setor de almoxarifado. Em seguida é realizada a etapa de preparação de máquina.

O processo de fabricação do produto é por extrusão, para que a produção seja iniciada é necessário que as resistências elétricas da máquina sejam ligadas que atinjam a temperatura padrão para o processo. A próxima etapa é o processo de produção propriamente dito, é nessa etapa em que o produto Rede de PEBD surge.

Ao sair da máquina o produto é empacotado manualmente pelos operadores que utilizam uma embalagem plástica. Essa embalagem é enrolada em um tubo de papelão formando uma bobina.

Após o empacotamento do produto, encaminha-se para o setor de armazém para que seja estocado.

O macroprocesso está ilustrado na figura 4 e descrito na figura 5.

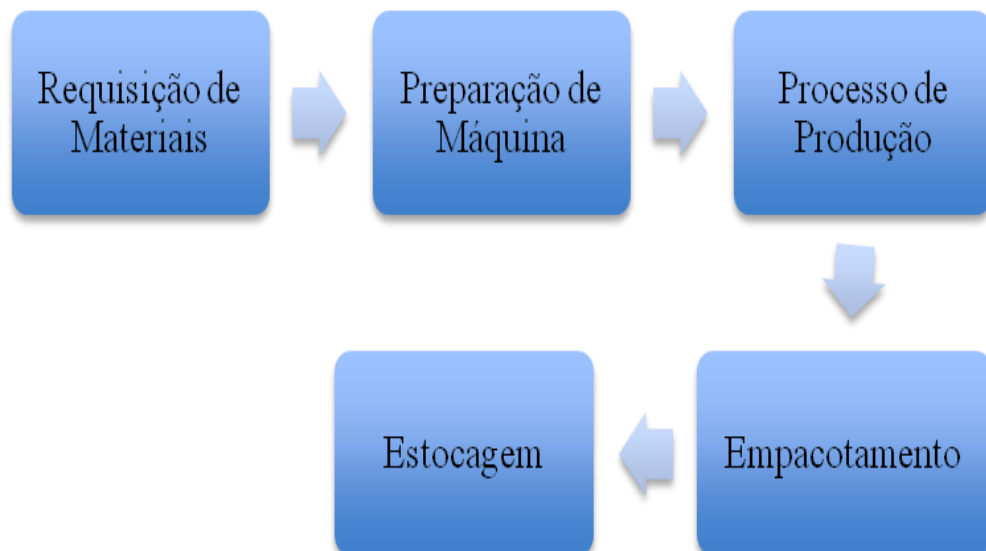


Figura 4: Macroprocesso de Produção do Produto Rede de PEBD.

<b>Atividades</b>	<b>Descrição</b>
Requisição de Materiais	Atividade realizada pela operação para requisitar materiais para o processo de produção.
Preparação de Máquina	Atividade que consiste em ligar as resistências elétricas da máquina para que seja alcançada a temperatura padrão para produção.
Processo de Produção	É o processo de fabricação, no caso, o produto Rede de PEBD.
Empacotamento	Atividade de empacotamento do produto Rede de PEBD.
Estocagem	Após o produto ser embalado, ele é encaminhado para o setor de Armazém, onde fica aguardando para ser encaminhado para o cliente.

Figura 5: Descrição das Atividades do Macroprocesso de Produção do Produto Rede de PEBD.

Após o mapeamento do macroprocesso identificou-se que não havia procedimento padrão para o processo de empacotamento do produto Rede de PEBD. A quantidade de embalagem utilizada no empacotamento era bem acima do necessário, gerando desperdícios, pois cada operador utilizava quantidades diferentes para empacotar o produto. Como apresentado nas figuras 6 e 7 a seguir.



Figura 6: Foto do Produto Rede de PEBD embalado.



Figura 7: Foto do Produto Rede de PEBD embalado.

A embalagem utilizada para embalar os produtos é um plástico que é adquirido através de uma empresa terceirizada. Essa embalagem plástica é vendida na unidade comercial (kg) e são distribuídas e enroladas em tubos de papelão, conforme apresentado nas figuras 8 e 9, pesando aproximadamente 50kg em forma de bobina. A largura do plástico utilizado para embalar o produto Rede de PEBD é de 130cm e a altura varia de acordo com o corte de cada operador.



Figura 8: Foto da Bobina de Plástico.



Figura 9: Foto da Bobina de Plástico.

### 3.1.2 Processo de Empacotamento (Produção de Rede PEBD)

Durante a etapa de preparação de máquina, em que as resistências elétricas ficam ligadas até que alcancem a temperatura para produção, os operadores iniciam o corte das embalagens.

Essa atividade consiste em repartir a bobina de embalagem plástica em pedaços que são utilizados como embalagem do produto Rede de PEBD. Após o corte, é feito um nó manual pelos operadores em uma das extremidades abertas. O objetivo do nó é formar um saco com apenas um dos lados aberto. A extremidade que continua aberta é fixada na saída da máquina para que o produto seja depositado dentro do saco que foi formado. Quando o saco está abastecido com a quantidade correta de produto, ele é retirado da saída da máquina e em seguida é feito um novo nó manual na extremidade que está aberta. Assim, é formado o pacote com o produto que em seguida é identificado com a etiqueta adesiva de lote com as informações do lote de fabricação.

O pacote é pesado em uma balança digital de precisão e as informações com o peso do pacote é registrado na planilha de controle de lote. O processo de empacotamento é encerrado quando os operadores encaminham os pacotes que foram identificados, pesados e registrados para a área de liberação que posteriormente irão para o setor de armazém.

As atividades realizadas no processo de empacotamento do produto Rede de PEBD são apresentadas na figura 10 e descrito na figura 11.

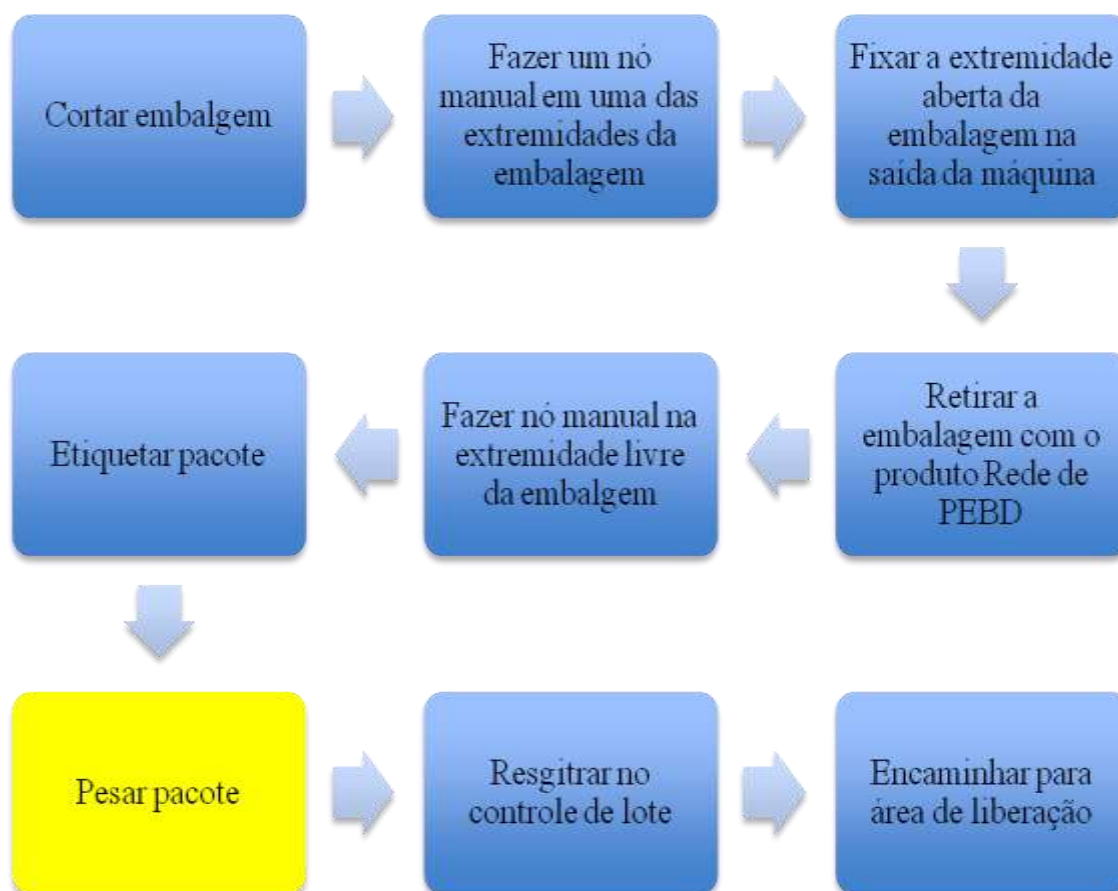


Figura 10: Processo de Empacotamento do Produto Rede de PEBD.

Atividade	Descrição
Cortar embalagem	Atividade em que o operador reparte a bobina de plástico em vários pedaços para que seja utilizado com embalagem do produto Rede de PEBD.
Fazer nó manual em uma das extremidades da embalagem	Consiste em fazer um nó manual em uma das pontas do saco que foi cortado anteriormente deixando uma das extremidades livre.
Fixar a extremidade aberta da embalagem na saída da máquina	A extremidade que não foi feita o nó manual deve ser fixada em ganchos na saída da máquina para que as Redes de PEBD sejam depositadas pela máquina dentro da embalagem que foi fixada.
Retirar a embalagem com o produto Rede de PEBD	Após a quantidade de produto ser atingida na embalagem, a extremidade fixa na saída da máquina deve ser retirada.
Fazer nó manual na extremidade livre da embalagem	Fazer um nó manual na extremidade livre da embalagem para fechar o pacote com o produto.
Etiquetar pacote	Colar no pacote as informações do produto através de etiqueta de lote de produção.
Pesar pacote	Pesar em uma balança digital o peso final do produto embalado para controle de lote e controle de processo.
Registrar no controle de lote	Registrar os pesos medidos na planilha de acompanhamento para análise do processo e controle do lote do produto.
Encaminhar para área de liberação de produto	Após a conclusão das etapas anteriores, os produtos são encaminhados para área de liberação, onde ficam aguardando, para serem transportados para o setor de Armazém.

Figura 11: Descrição das atividades do Processo de Empacotamento do Produto Rede de PEBD.

Nesse processo, o pacote é fechado com nó manual e a quantidade de embalagem utilizada pelos operadores era maior do que a necessária, pois cada operador determinava um ponto de corte na embalagem que fosse confortável para ele realizar o nó. Identificaram-se, através dos apontamentos de produção, variações no peso dos pacotes de 250g até 400g do mesmo produto Rede de PEBD, com o mesmo tipo de embalagem, porém empacotadas por operadores diferentes.

### 3.2 Custos de Materiais Envolvidos no Processo de Rede de PEBD

Ao executar o levantamento dos custos de materiais de embalagem da etapa de empacotamento do processo, identificou-se que o custo com a embalagem representava 98,94%.

Os custos envolvidos na embalagem estão descritos em (3), (4) e (5):

Custo de Materiais de Embalagem = Embalagem + Etiqueta	(3)
Embalagem = 98,94% do Custo de Materiais de Embalagem	(4)
Etiqueta = 1,06% do Custo de Materiais de Embalagem	(5)

O custo de materiais de embalagem é formado pelo custo com embalagem somado com o custo com etiqueta, conforme (3).

Verificou-se que o custo com embalagem representa 98,94% do custo com materiais e que 1,06% é referente ao custo com etiqueta, conforme (4) e (5).

Através da análise do fluxograma do processo (figura 10), pode-se evidenciar os desperdícios com embalagem durante a atividade de pesar pacote, pois para um mesmo tipo de produto com mesma quantidade de produto por pacote, o peso final do pacote apresenta variações consideráveis, conforme dito anteriormente.

Devido as evidencias identificadas, viu-se a necessidade de realizar reuniões de brainstorming para identificar novas alternativas que proporcionem a redução da quantidade de embalagem utilizada e, conseqüentemente, do custo com materiais no empacotamento.

### 3.3 Utilização do Método Brainstorming

A ferramenta de Brainstorming, que significa tempestade de ideias, foi utilizada para que todos os colaboradores envolvidos no processo de fabricação do produto Rede de PEBD pudesse propor ideias com o objetivo de identificar as melhores alternativas para a redução dos custos de embalagem com o produto em questão.

Nas reuniões foram levantadas 3 alternativas que serão apresentadas a seguir.

### 3.4 Alternativa 1: Utilizar Processo De Empacotamento à Vácuo

Solicitou-se uma bomba a vácuo de uma empresa parceira que comercializa equipamentos para embalar produtos alimentícios, para realizar testes de empacotamento com as Redes de PEBD. Essa alternativa consiste em inserir uma nova atividade no processo de empacotamento, entre as atividades de retirada da embalagem da máquina e fazer nó manual na extremidade livre da embalagem. Após a retirada da embalagem da máquina, foi utilizada a bomba a vácuo para a retirada do ar contido na embalagem. Em seguida é feito o nó manual.

Alternativa 1	
Vantagens	Desvantagens
- A quantidade de embalagem utilizada foi bem menor se comparado com o método inicial. Conseguiu-se reduzir a quantidade de embalagem em 51% conforme figura 13.	- A qualidade e a integridade do produto foram comprometidas conforme figura 14; - O custo de aquisição do equipamento elevado; - Não resolve o desperdício com nó manual.

Figura 12: Alternativa 1



Figura 13: Produto Rede de PBD com embalagem a vácuo.



Figura 14: Produto Rede de PBD danificado.

A pressão que a bomba a vácuo gerou dentro do pacote tornou o produto inutilizável. O valor de aquisição do equipamento era elevado.

Devido aos novos problemas que surgiram durante os teste com a bomba a vácuo, foi realizada uma nova reunião de brainstorming em que foi sugerida a utilização de um compressor de ar em invés da bomba a vácuo. Assim, iniciou-se os testes para segunda tentativa que será abordada a seguir.

### 3.5 Alternativa 2: Utilizar Processo de Empacotamento com Compressor de Ar

Essa alternativa tem o mesmo objetivo da primeira, porém apenas tentando eliminar o problema da pressão exercida dentro do pacote. Utilizou-se um compressor de ar para substituir a bomba a vácuo, pois a pressão exercida dentro do pacote seria menor, esperava-se que a qualidade e a integridade do produto não fossem alteradas. No entanto, não se obteve sucesso. Apesar da vantagem de reduzir a quantidade de embalagem, essa alternativa não foi capaz de manter as características básicas do produto.

Alternativa 2	
Vantagens	Desvantagens
- A quantidade de embalagem utilizada foi bem menor se comparado com o método inicial. Conseguiu-se reduzir a quantidade de embalagem em 44%.	-A qualidade e a integridade do produto permaneceram comprometidas; -O custo de aquisição do equipamento continua elevado; - Ainda existe o desperdício com nó manual.

Figura 15: Alternativa 2

Novamente, foi realizada uma nova reunião de brainstorming para discutir os resultados obtidos nas alternativas 1 e 2. Pode-se concluir que a utilização dos equipamentos testados não iriam resolver a causa real que estava ocasionando o desperdícios com embalagens durante o processo e nem a redução do custo elevado com embalagem. Mesmo que a quantidade de embalagem fosse reduzida devido a compressão de qualquer um dos equipamentos testados, a realização do nó manual iria continuar no processo de empacotamento, assim o desperdício com a embalagem necessária para que o nó fosse feito ainda iria existir. Percebeu-se que é necessário modificar o processo de empacotamento para que o nó manual não fosse mais necessário. A seguir, será apresentada uma nova alternativa definida na reunião de brainstorming que atenda aos requisitos de qualidade e redução de desperdícios com embalagem e consequentemente os custos de materiais.

### 3.6 Alternativa 3: Novo Processo de Empacotamento

Fez-se necessário desenvolver um processo no qual o corte da embalagem da bobina fosse após o abastecimento com produto e não antes dessa etapa. Além disso, não havia disposição capital para investir em automação industrial ou equipamentos de valor elevado.

A nova alternativa consiste em desenvolver uma estrutura auxiliar simples para que o operador consiga embalar o produto sem necessitar cortar a embalagem evitando o desperdício com a folga para realização do nó manual. A estrutura utilizada é apresentada nas figuras 16, 17 e 18.



Figura 16: Estrutura auxiliar





Figura 17: Estrutura auxiliar



Figura 18: Estrutura auxiliar – Vista Lateral

Essa estrutura é capaz de comportar duas bobinas de embalagem plástica que podem ser desenroladas sem a necessidade de corte. O operador sempre no início de produção reabastece as bobinas para que não seja necessário realizar paradas para a sua substituição de bobinas durante o processo de produção do produto Rede de PEBD.

O tubo de papelão que é enrolado com a embalagem plástica passa a ser reutilizado no novo processo de empacotamento. Após a utilização de toda a embalagem, o tubo é cortado em pedaços e utilizado como trava para a formação dos pacotes de produto de Rede de PEBD. O nó que era utilizado para que fosse formado o saco no processo anterior, será substituído pelo tubo de papelão. Ele terá a mesma função do nó, porém não irá gerar desperdícios com embalagem, pois a medida em que a bobina for sendo desenrolada durante o processo, o tubo irá acompanhando, pois a embalagem plástica irá passar por dentro dele conforme figura 19.



Figura 19 – Utilização do tubo de papelão no processo de empacotamento do produto Rede de PEBD.

Com a utilização do tubo de papelão é possível eliminar do processo de empacotamento as atividades de corta embalagem e fazer nó manual em uma das extremidades.

O novo processo tem início com a atividade fixar extremidade aberta da bobina de embalagem plástica na saída da máquina. O operador irá fixar a extremidade da primeira bobina na saída da máquina e em seguida a extremidade aberta da segunda bobina, conforme apresentado na figura 20



Figura 20 – Atividade 1 e 2 do novo processo de empacotamento.

Após a fixação, o operador irá aguardar enquanto a máquina abastece a embalagem com o produto Rede de PEBD conforme figura 21.



Figura 21 – Novo processo de empacotamento

Quando a embalagem estiver com a quantidade correta de produto, o operador faz a retirada da extremidade aberta da primeira bobina e em seguida faz o ajuste da extremidade aberta da segunda bobina para que o processo continue, conforme figura 22.



Figura 22 – Atividade 4 do novo processo de empacotamento.

Após a retirada da extremidade aberta da primeira bobina que esta abastecida com o produto Rede de PEBD, o operador irá lacrar essa extremidade com fita adesiva, figura 23.

Foi optado a utilização de fita adesiva, devido ao seu baixo custo e por suportar as pressões realizadas no pacote durante o seu transporte. Outros tipos de lacres não foram capazes de suportar a essas pressões e acabaram se rompendo, assim o pacote danificado.



Figura 23 – Atividade 5 do novo processo de empacotamento

Ao lacrar a extremidade aberta, é necessário a retirada do ar contido dentro da embalagem, assim o operador comprimia o pacote para que o máximo de ar seja retirado. Dessa forma, a pressão interna dentro do pacote não era capaz de danificar o produto como aconteceu nas alternativas 1 e 2, pois a pressão exercida pelo operador é consideravelmente menor se comparado a bomba a vácuo e ao compressor de ar.

Em seguida, é lacrada a extremidade que o tubo de papelão estava substituindo o nó, formando assim o pacote com o produto Rede de PEBD. Figura 24



Figura 24 – Atividade 7 do novo processo de empacotamento

Assim, o pacote é separado da bobina plástica com um corte entre o tubo de papelão e a fita adesiva colocada por ultimo, conforme figura 25.



Figura 25 – Atividade 8 do novo processo de empacotamento.

Após a corte do pacote, a nova extremidade do novo pacote é formado. Assim é possível dar continuidade a utilização da primeira bobina para o empacotamento do produto em questão.

O processo de empacotamento continua com a etiquetagem e pesagem do pacote, conforme figura 26.



Figura 26 – Atividade 10 do novo processo de empacotamento

Os dados com do peso do pacote são registrados no controle de lote e em seguida são encaminhados para a área de liberação.

Com o uso dessa estrutura apresentada, o processo de empacotamento foi alterado conforme figura 27, e descrito na figura 28.



Figura 27: Novo processo de empacotamento do produto rede de PEBD.

Atividade	Descrição
Fixar a extremidade aberta da primeira bobina de embalagem plástica na saída da máquina	Consiste em fixar a extremidade aberta da primeira bobina de embalagem, que fica na parte frontal, da estrutura na saída da máquina.
Fixar a extremidade aberta da segunda bobina de embalagem plástica na saída da máquina	Atividade que consiste em fixar a extremidade aberta da segunda bobina de embalagem na saída da máquina.
Retirar a extremidade da primeira bobina da saída da máquina	Quando a embalagem da primeira bobina estiver com a quantidade de produto correta, a extremidade fixada é retirada da saída da máquina.
Ajustar a extremidade da segunda bobina na saída da máquina	O operador faz o ajuste da extremidade da segunda bobina para dar continuidade ao processo.
Lacrar a extremidade livre com fita adesiva	Ao retirar da saída da máquina, o operador deve lacrar a extremidade livre com fita adesiva.
Retirar o ar de dentro da primeira bobina até formar pacote	Atividade consiste na retirada de ar de dentro da bobina para que seja formado o pacote.
Lacrar a nova extremidade com fita adesiva entre a bobina e a estrutura	Após formar o pacote, o operador deve criar a nova extremidade do pacote com fita adesiva.
Cortar pacote	Separar o pacote da bobina.
Etiquetar pacote	Colar no pacote as informações do produto em etiqueta de lote.
Pesar pacote	Pesar em uma balança digital o produto embalado para controle de lote e controle de processo.
Registrar no controle de lote	Registrar os pesos finais medidos na planilha de

	acompanhamento para análise do processo e controle do lote do produto.
Encaminhar para área de liberação de produto	Após a conclusão das etapas anteriores o produto deve ser encaminhado para a área onde os produtos finais ficam aguardando para serem transportados para o setor de Armazém.

Figura 28: Tabela das atividades do novo fluxograma do produto rede de PEBD.

De forma resumida, o novo processo consiste em disponibilizar duas bobinas de embalagens para que não haja pausa no processo de empacotamento. Cada bobina é desenrolada e passada por um tubo de papelão. Esse tubo é reaproveitado das bobinas de embalagens plásticas. A extremidade livre das bobinas é fixada nos ganchos de fixação da máquina. Dessa forma, ao abastecer a primeira embalagem por completo, a segunda embalagem a substitui.

A primeira embalagem tem a extremidade livre fechada com fita adesiva. A segunda extremidade é fechada após a retirada do ar de dentro da bobina até que seja formado o pacote. Em seguida é colocada a fita adesiva e é feito o corte para separação da bobina e criação da nova extremidade livre do próximo pacote. Esse processo se repete alternadamente entre as bobinas até o final da produção.

Na atividade de pesar pacote, foi evidenciado a redução da quantidade de embalagem no novo processo de empacotamento. Os resultados obtidos serão apresentados da figura 29 a seguir.

<b>Alternativa 3</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- A quantidade de embalagem utilizada foi menor se comparado com o método inicial. Conseguiu-se reduzir a quantidade de embalagem/pacote em 37%;</li> <li>- A qualidade e a integridade do produto foram mantidas;</li> <li>- Não houve custos com aquisição de equipamentos;</li> <li>- Não é necessário realizar nó manual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não foram identificadas desvantagens.</li> </ul>

Figura 29: Alternativa 3

Os resultados obtidos serão apresentados e discutidos no capítulo 4.

#### **4 RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Nos teste realizados, a alternativa 3 possibilitou atingir os objetivos do trabalho:

- Houve redução considerável do custo unitário de embalagem do produto Rede de PEDB, próxima de 27,08%;
- Houve redução de 37% na quantidade de embalagem/pacote utilizada no processo de empacotamento do produto Rede de PEBD;
- O custo com implantação e desenvolvimento da estrutura auxiliar foi baixo, pois se aproveitou componentes existentes na fábrica e o serviço foi realizado pela equipe de manutenção própria;
- O aproveitamento da bobina de embalagem foi satisfatório. Eram feitos 208 pacotes com uma bobina de embalagem plástica com largura de 130,00 cm com peso de 50kg. Com o novo procedimento, passou-se a fazer 277 pacotes com a mesma bobina de embalagem, obtendo-se ganhos de 33,17%.

Além dos objetivos obtidos, identificaram-se ganhos inesperados e relevantes.

O Produto rede de PEBD é entregue aos clientes através de carretas fretadas. Em uma carreta, era possível transportar cerca de 200 pacotes do produto em questão. Com a redução da quantidade de embalagem utilizada, o volume ocupado pelo produto também foi reduzido, conforme comparativo das figuras 30 e 31.



Figura 30: Foto do produto rede de PEBD embalado sem o novo processo.



Figura 31: Foto do produto rede de PEBD embalado com o novo processo.

Em um teste realizado em uma das carretas, foi possível transportar cerca de 300 pacotes do mesmo produto. O frete é pago por carreta fechada, independente da quantidade de pacotes transportados. Como o volume ocupado pelos pacotes foi reduzido, conseguiu-se transportar mais pacotes em uma mesma carreta, possibilitando a redução do custo unitário com frete do produto Rede de PEBD.

Para trabalhos futuros, pode-se sugerir a padronização desse novo procedimento, para garantir a sustentabilidade dos resultados obtidos.



<b>Comparativo dos Resultados</b>		
<b>Itens</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>
Número de pacotes formados de embalagens plásticas com uma bobina de 50 kg	208 embalagens	277 embalagens
Aproveitamento da bobina de plástico.	-	Aumento de 33,17%
Redução no custo de embalagem por pacote em percentual	-	Redução de 27,08%
Redução na quantidade de embalagem por pacote em percentual	-	Redução de 37%
Qualidade do produto final	-	Manteve a qualidade do produto
Número de pacotes transportados em uma carreta fretada	200	300
Custo do frete por pacote (Carreta)	17,50 R\$/Pacote	11,66 R\$/Pacote

Figura 32: Comparativos dos Resultados

## REFERÊNCIAS

- Berti, A. (2002). *Custos: Uma Estratégia de Gestão*. 1ª edição. São Paulo. Ícone.
- Billmeyer, F. W. J. "Textbook of Polymer Science". Wiley. Interscience. USA. 1984.
- Colenghi, Vitor Mature. (2007). *O&M e Qualidade Total: Uma Integração Perfeita*. 3 ed. Uberaba, Ed. V. M. Colenghi.
- Doak, K. W. (1986). Ethylene Polymers. In: Mark, H. M.; Bikales, N. M.; Overberg, C. G.; Menges, G. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*. John-Wiley & Sons, New York, Volume 6.
- Falconi, Vicente. (2009). *O Verdadeiro Poder*. Nova Lma: INDG Tecnologia e Serviços Ltda.
- Galvão, A. *et al.* (2008). *Finanças corporativas: teoria e pratica empresarial no Brasil*. Rio de Janeiro. Elsevier. Disponível em:  
 <<http://books.google.com.br/books?id=bJEJdm7o1jEC&pg=PA251&dq=custos+diretos+e+indiretos&hl=ptBR&sa=X&ei=24mPT46eGYe36QHxZWgBA&ved=0CFMQ6AEwBg#v=onepage&q=custos%20diretos%20e%20indiretos&f=false>>. Acessado em 5/dez/2018.
- Ghinato, P. (2000). *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações*. Editora Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora da UFPE. Recife.
- Hadjichristidis, N.; Lohse, D.J.; Mendelson, R.A. (2000). *Macro-molecules*. 33, pág. 2424.
- Liker, J. (2005). *O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre. Bookman.
- Martins, G. A. S. (1999). Informações sobre Manuseio e Estocagem de Polietilenos e Polipropilenos. *Boletim Técnico nº 14*. OPP Petroquímica S.A. Agosto.
- Miles, D. C.; Briston, J. H. (1965). *Polymer Technology*. Temple Press Book. London.
- Oliveira Filho, Francisco Adones. (2009). *Notas de aula da disciplina de Custos Industriais*, Apostila de Custos Industriais.

Perez Jr, J. H; Oliveira, L. M; Costa, R. G. (2011). *Gestão Estratégica de Custos*. 7ª edição. São Paulo. Atlas.

Rebelatto, D. (2004). *Projeto de investimento*. Barueri: Manole. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=qHFfZOuO7awC&pg=PA124&dq=custos+de+compras&hl=pt-BR&sa=X&ei=1rGNTnjJeHc0QGetbCoDw&ved=0CFYQ6AEwBA#v=onepage&q=custos%20de%20compras&f=false>>. Acessado em 5/dez/2013.

Santos Júnior, José Almeida. (2013). *Notas de aula da disciplina de Engenharia Industrial*. EL - 1 OL.

Silva, A. L. N. (1999). *Preparação e Avaliação de Propriedades Térmicas, Morfológicas, Mecânicas e Reológicas de Misturas à Base de Polipropileno e Poli(etileno-co-1-octeno)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.

Womack, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D. (2004). *A Máquina que Mudou o Mundo*. 8ª edição. Rio de

J  
a  
n  
e  
i  
r  
o  
.

E  
l  
s  
e  
v  
i  
e