



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Frederico Lodi Buss

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE  
EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES  
PELA IMPLEMENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN*  
*MANUFACTURING***

Florianópolis  
2016.

Frederico Lodi Buss

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE  
EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES  
PELA IMPLEMENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN*  
*MANUFACTURING***

Dissertação submetida ao Programa de  
Mestrado Profissional da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a  
obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Ambiental.

Orientador: Profa. Maria Eliza Nagel  
Hassemer, Dra.

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca  
Universitária da UFSC.

Buss, Frederico Lodi

Otimização do processo de descontaminação de  
embalagens plásticas de óleos lubrificantes: estudo  
de campo / Frederico Lodi Buss; orientador, Maria  
Eliza Nagel Hassemer, - Florianópolis, SC, 2016.

Dissertação (mestrado profissional) –  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro  
Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Lean Manufacturing. 2. Logística Reversa. 3.  
Política Nacional de Resíduos Sólidos. 4.  
Processos. 5. Reciclagem. I. Hassemer, Maria Eliza  
Nagel. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Ambiental. III. Título.



Frederico Lodi Buss

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE  
EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES  
PELA IMPLEMENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN*  
*MANUFACTURING***

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Programa de Mestrado Profissional.

Florianópolis, 29 de agosto de 2016.

---

Maurício Luiz Sens  
Coordenador do Curso  
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Eliza Nagel Hassemer, Dr<sup>a</sup>.  
Orientador

---

Prof. Joel Dias da Silva, Dr.  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Viviane Furtado Velho, Dr<sup>a</sup>.

---

Prof<sup>a</sup>. Iria Sartor Araujo, Dr<sup>a</sup>.



Este trabalho é dedicado à minha mãe  
e ao meu pai que batalharam muito  
para que eu chegasse até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, à minha esposa Mariana pelo incentivo e compreensão, à minha filha Giovanna, meu orgulho.

Ao mestre/orientador, Prof. Joel Dias da Silva Dr., exemplo de profissionalismo e de pessoa.

À Silvana Rizzioli, minha maior referência e incentivadora na busca incessante pelo conhecimento.

Ao Leonardo Fernandes da empresa BH Hidro, pelas informações e apoio no desenvolvimento do estudo de caso.

Aos meus colegas de mestrado pelas contribuições durante o curso.

Aos meus familiares e amigos que estão sempre ao meu lado.



## RESUMO

A destinação final, pós-consumo, das embalagens plásticas de óleos lubrificantes é um dos principais problemas ambientais na área de resíduos sólidos. A Logística Reversa tem como objetivo reduzir esses problemas ambientais, evitando que os resíduos sejam lançados diretamente no meio ambiente. O presente trabalho foi baseado na Política Nacional de Resíduos Sólidos implementada pela Lei 12.305/2010 e teve como objetivo propor a otimização do processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes pela implementação dos princípios do *Lean Manufacturing*. A discussão teórica desenvolvida, primeiramente focou na importância da reciclagem como forma de minimizar os impactos ambientais e gerar receita para empresas, como no caso da BH Hidro, que foi tema do estudo de campo. Foram apresentados os conceitos e aplicação do *Lean Manufacturing* no processo produtivo da empresa Edmak, que gerou resultados importantes quanto à redução de etapas do processo de fabricação e principalmente quanto ao custo unitário do produto que foi reduzido de R\$ 7,90 para R\$ 1,70. Com aplicação dos mesmos conceitos, ficou claro a oportunidade da otimização do processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes na empresa BH Hidro, visando à contribuição de preservação do meio ambiente e a maior competitividade da empresa no mercado. Dentre as 41 fragilidades apontadas, a principal ação para viabilizar a melhoria da produtividade é a redução do tempo ciclo do processo de escoamento do óleo das embalagens. Para atacar essas fragilidades, é importante definir um grupo de melhoria da empresa e estruturar um plano de ação para atacar essas perdas, utilizando os conceitos e a metodologia do *Lean Manufacturing*.

**Palavras-chave:** Óleo Lubrificante; Pós-consumo; Embalagens Plásticas; Descontaminação; Reciclagem; *Lean Manufacturing*.



## **ABSTRACT**

The final destination, after consumption of plastic packaging of lubricating oils is one of the main environmental problems in the area of solid waste. The Reverse Logistics aims to reduce these environmental problems, preventing waste is disposed of directly into the environment. This work was based on Solid Waste National Policy implemented by Law 12.305/2010 and aimed to propose the optimization of the decontamination process of the plastic packaging of lubricating oils for the implementation of the principles of Lean Manufacturing. The theoretical discussion developed, primarily focused on the importance of recycling in order to minimize environmental impacts and generate revenue for companies, as in the case of BH Hydro, which was the subject of the case study. The concepts and application of Lean Manufacturing were presented in the production process of Edmak company, which generated important results regarding the reduction of the manufacturing process steps and especially as the unit cost of the product was reduced from R\$ 7.90 to R\$ 1.70. The application of these concepts brought the opportunity to optimize the decontamination process of the plastic packaging of lubricating oils in the company BH Hydro. The objective of these actions is the preservation of the environment and contribution to greater competitiveness of the company in the market. Among the 41 identified weaknesses, the main action to enable improved productivity is to reduce the time draining process cycle oil packaging. To address these weaknesses, it is important to establish a group to improve the company structure and a plan of action to tackle these losses by using the concepts and the Lean Manufacturing methodology.

**Keywords:** Used Engine Oil; Plastic Bottles; Descontamination; Recycling; Lean Manufacturing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cinco princípios para implementação do <i>Lean</i> .....	21
Figura 2 - Planejamento das atividades na implantação do <i>Lean Manufacturing</i> .....	22
Figura 3 – Benefícios do SMED.....	32
Figura 4 – Exemplo de Gestão Visual.....	33
Figura 5 – Modelo adaptado do Diagrama de Ishikawa.....	35
Figura 6 - Etapas do processo de fabricação dos quadros metálicos.....	39
Figura 7-Tempo (em segundos) da produção de um quadro metálico.....	39
Figura 8 - Tempo vs. Custo.....	40
Figura 9 - Etapas de fabricação antes do Programa <i>Lean</i> de melhoria contínua.....	41
Figura 10 – Etapas de fabricação depois do Programa <i>Lean</i> de melhoria contínua.....	41
Figura 11 – Comparativo de etapas, tempo e custo do processo produtivo de um quadro metálico.....	42
Figura 12 – Capacidade produtiva.....	42
Figura 13 – Margem de ganho.....	42
Figura 14 - Antes e depois da implementação do <i>Lean Manufacturing</i> no local do processo produtivo.....	43
Figura 15 – Antes e depois da linha de produção.....	43
Figura 16 – Armazenagem das peças de preparação antes e depois do <i>Lean</i> .....	44
Figura 17 – Antes e depois da estocagem dos produtos acabados.....	44
Figura 18 – Fluxo de atividades do processo de descontaminação de embalagens plásticas de óleo lubrificante na BH Hidro.....	45
Figura 19 – Local de recebimento de matéria prima.....	47
Figura 20 – Local onde é realizada a triagem.....	48
Figura 21 – Operação de limpeza e trituração.....	49
Figura 22 – Big Bag’s onde são armazenadas as embalagens trituradas.....	50
Figura 23 – Local da expedição.....	50

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – <i>Lean Manufacturing</i> - Os 7 desperdícios da indústria.....	19
Quadro 2 - Gerenciamento dos resíduos gerados na troca de óleo.....	28
Quadro 3 – Características dos Círculos de Qualidade.....	34
Quadro 4 – Os Cinco Por quê's .....	35
Quadro 5 – Processo de Descontaminação: Etapas vs. Oportunidades.....	1
Quadro 6 - Etapas vs. Tempo.....	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem  
SINDIPLAST – Sindicato da Indústria de Material Plástico do Estado de São Paulo  
PEAD – Polietileno de Alta Densidade  
CNC – Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo  
SINDICOM – Sindicato Nacional da Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes  
BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
FECOMBUSTÍVEL – Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes  
ANP – Agência Nacional do Petróleo  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
SINDIRREFINO – Sindicato Nacional da Indústria do Refino de Óleos Minerais  
ETE – Estação de Tratamento de Efluentes  
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ETEI – Estação de Tratamento de Efluentes Industriais  
NVAA – Not Value Added Activities (Atividades que não Agregam Valor)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1	OBJETIVOS.....	22
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>22</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>22</b>
1.2	JUSTIFICATIVA.....	23
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>25</b>
2.1	O SETOR DE ÓLEOS LUBRIFICANTES NO BRASIL.....	25
2.2	O ÓLEO LUBRIFICANTE E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	25
2.3	O PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE EMBALAGENS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES.....	27
2.4	O <i>LEAN MANUFACTURING</i> , SUAS ORIGENS E PRINCÍPIOS .....	29
2.4.1	Valor.....	29
2.4.2	Desperdícios.....	30
2.5	FERRAMENTAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	31
2.5.1	<i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED).....	31
2.5.2	5S.....	32
2.5.3	Gestão Visual.....	33
2.5.4	Círculos da Qualidade .....	33
2.5.5	Os Cinco Por quê's .....	34
2.5.6	Diagrama de Ishikawa.....	35
2.5.7	VSM (Value Stream Mapping) – Mapeamento do Fluxo de Valor.....	36
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE EMBALAGENS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES.....	45
4.1.1	Coleta da matéria prima.....	46
4.1.2	Recebimento da matéria prima.....	47
4.1.3	Escorredor.....	47
4.1.4	Triagem.....	48
4.1.5	Limpeza.....	49
4.1.6	Trituração.....	49
4.1.7	Armazenagem de produto acabado.....	49
4.1.8	Expedição.....	50
4.2	IDENTIFICAÇÃO DAS FRAGILIDADES DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO.....	51

4.3	OPORTUNIDADES DE MELHORIA.....	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE A Pôster apresentado no 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental.....	60



## 1 INTRODUÇÃO

O destino final das embalagens plásticas, sem dúvida, é algo preocupante, representando um grave problema ambiental, uma vez que, o plástico tem um ciclo de vida longo, podendo durar até 400 anos no meio ambiente se não descartado corretamente, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2016).

Ainda, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, quando se trata de embalagens plásticas, e que armazenam óleos lubrificantes, o problema se torna maior, pois o óleo residual que permanece na embalagem poderá contaminar o solo, os lençóis freáticos e até a atmosfera quando em combustão (CANCHUMANI, 2013).

Os principais impactos ambientais produzidos pelos óleos lubrificantes usados são causados pela presença de diversos metais pesados em suas fórmulas, podendo contaminar os lençóis freáticos e rios, ou ainda sobrenadarem lagos e mares, impedindo a oxigenação dos seres vivos e a passagem dos raios solares essenciais para a vida aquática. Alguns exemplos de danos ambientais relevantes causados pela má destinação dos óleos lubrificantes são citados por Sohn (2007) e CEMPRE (2013):

- No solo: por não ser biodegradável leva dezenas de anos para desaparecer do ambiente e, quando vaza ou é jogado no solo, mata a vegetação e os microrganismos, destruindo o húmus, causando infertilidade da área que pode se tornar uma fonte de vapores de hidrocarbonetos;
- Na água: pode atingir o lençol freático, inutilizando os poços da região de entorno: diminui a tensão superficial da água, inibe a fotossíntese e a respiração dos seres aeróbicos, comprometendo sua oxigenação, provocando danos à vida aquática e seres que dependem da água. Quando lançado no esgoto, o óleo lubrificante compromete o funcionamento das estações de tratamento de esgoto, chegando, em alguns casos, a causar a interrupção do funcionamento desse serviço essencial;
- No ar: quando queimados, os óleos lubrificantes usados ou contaminados causam forte concentração de poluentes num raio de 2km, gerando grande quantidade de fuligem, produzindo precipitação de partículas que literalmente grudam na pele e penetram no sistema respiratório das pessoas.

Além da geração do óleo lubrificante usado durante as operações de troca, é comum surgirem outros resíduos contaminados como as embalagens nas quais são armazenados tais óleos. Segundo o SINDIPLAST (2007), a cada ano no Brasil são produzidas cerca de 305 milhões de embalagens de óleo lubrificante distribuídas da seguinte maneira: 10 milhões para baldes e bombonas plásticas (80% dos quais são plásticos), 15 milhões para galões de 3 a 5 litros, 200 milhões para frascos plásticos de 1 litro e 80 milhões para frascos plásticos de meio litro. Desse total, 60% são de óleos automotivos e 40% são industriais. Essas embalagens são de polietileno de alta densidade (PEAD), um plástico rígido, inquebrável, impermeável, com resistência química e a baixas temperaturas, o que torna o descarte ainda mais preocupante.

Neste contexto, considera-se de suma importância a descontaminação das embalagens dos óleos lubrificantes para proteção do meio ambiente, pois segundo a ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004), tais embalagens com óleo residual apresentam riscos de periculosidade à Saúde Pública e ao meio ambiente sendo classificados como resíduos perigosos.

Conforme a Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviço e Turismo (CNC) em dezembro de 2012 a então Ministra do Meio Ambiente, a Sra. Izabella Teixeira, assinou um acordo onde os empresários do ramo de óleos lubrificantes assumiriam a responsabilidade de reciclar as embalagens diminuindo assim o descarte das mesmas como resíduo comum. As empresas então seriam monitoradas pelo Ministério do Meio Ambiente por um sistema *online* e as que não respeitassem o acordo seriam enquadradas na Lei de Crime Ambiental (BRASIL, 2012).

Segundo dados do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes (SINDICOM), são produzidos anualmente  $1.000.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$  de óleo lubrificante e a cada ano são produzidas cerca de  $25.100 \text{ t} \cdot \text{ano}^{-1}$  de embalagens plásticas usadas no Brasil, nesse contexto diversas empresas se especializaram no ramo de descontaminação, e não só as que descontaminam como também as que reciclam, como é o caso da empresa ALEIXO E FERREIRA HIDROJATEAMENTO - BH HIDRO, localizada no município de Betim/MG, que teve seu processo de descontaminação como objeto de estudo desta pesquisa.

Para Oliveira (2008) a gestão de embalagens plásticas contaminadas com óleo lubrificante é considerada difícil, pois são necessários cuidados especiais quanto ao seu destino final, além disso,

elas contêm resíduos oleosos que dificultam e tornam o processo de reciclagem mais oneroso. Tal processo de descontaminação apresenta várias etapas, envolvendo custos, insumos, mão-de-obra e demanda tempo. Assim como todo processo produtivo e atualmente para se tornarem mais competitivas as empresas visam melhoria em seus processos eliminando desperdícios sem alterar a qualidade do serviço ou produto final. Nesse processo, muitas têm recorrido às filosofias de gestão e gerenciamento de processos como a filosofia *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, em que se identificam e eliminam os desperdícios no processo produtivo.

O *Lean Manufacturing* surgiu na Toyota Motor Company após a Segunda Guerra Mundial desenvolvida pelo chefe de produção Taiichi Ohno (1912 – 1990). De acordo com Melton (2005) a filosofia *Lean Manufacturing* consiste em reduzir as 7 variáveis (espera, defeito, transporte, movimentação, excesso de estoque, excesso de produção e super/mau processamento) identificadas por Taiichi Ohno (1912-1990) conforme Quadro 1:

Quadro 1 – *Lean Manufacturing* - Os 7 desperdícios da indústria

<b>LEAN MANUFACTURING - OS 7 DESPERDÍCIOS DA INDÚSTRIA</b>	
<b>Espera</b>	Tempo de espera para materiais, pessoas, equipamentos ou informações
<b>Defeito</b>	Produtos fora de especificação
<b>Transporte</b>	Transporte de materiais ou produtos que não agrega valor
<b>Movimentação</b>	Movimento de pessoas que não agrega valor
<b>Excesso de Estoque</b>	Excesso de matéria-prima
<b>Excesso de Produção</b>	Excesso de produto acabado
<b>Super/Mau Processamento</b>	Etapa do processo que não agrega valor ao cliente

Fonte: (MELTON, 2005).

O desenvolvimento do *Lean Manufacturing* ou Sistema Toyota de produção de acordo com Ghinato (1995) possui como pilares ferramentas que asseguram a melhor forma de especificar valor, alinhando na melhor sequência as ações que agregam valor e realizando as atividades sem interrupção desnecessária. É uma filosofia que busca reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega por meio da eliminação de desperdícios.

O *Lean Manufacturing* baseia-se em princípios importantes e desafiadores:

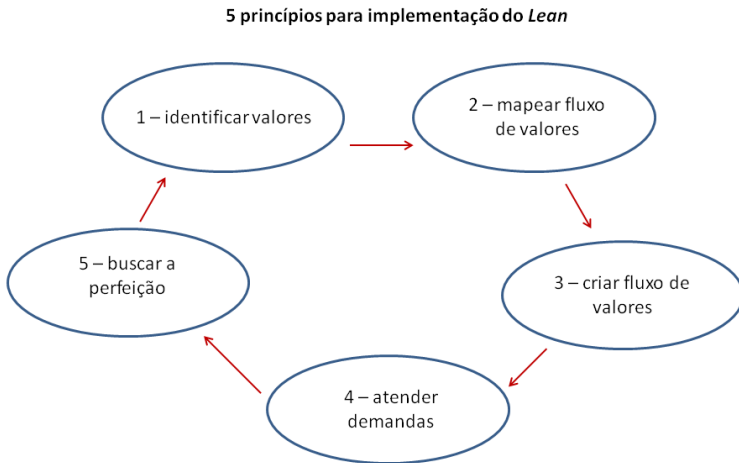
- É baseado na constante contribuição de pessoas que atuam na empresa; Maxwell *et al.* (1998), Rothenberg *et al.* (2001) e Simpson e Power (2005) dão ênfase a importância do envolvimento dos funcionários, seja para intervir no processo para evitar falhas ou para se comprometer e propor melhorias relacionadas ao melhor uso e conservação de insumos.
- Não é um projeto e sim um modo de trabalhar;
- Requer métodos, instrumentos, padrões e rigor em sua aplicação;
- Conduz a realização de um sistema visível e transparente;
- É eficaz, já que visa o essencial.

Para implantar o *Lean Manufacturing* nas empresas é preciso disseminar uma nova cultura voltada à redução de perdas e desperdícios e desenvolver projetos de melhoria que proporcionem retorno financeiro para as empresas participantes.

Womack e Jones (1996) criaram cinco princípios para serem utilizados por uma organização para implementação do “pensamento enxuto”. Inicialmente é preciso reconhecer que apenas uma pequena fração do tempo total e esforço dispensado para produzir um produto ou prestar um serviço realmente agregam valor para o cliente. Portanto, é fundamental definir claramente o valor de um produto ou serviço específico da perspectiva do cliente, de forma que todas as atividades sem valor possam ser eliminadas.

Após a identificação dos valores é preciso checar quais recursos serão necessários em cada fase do projeto para que o fluxo de valores aconteça sem interrupções. A seguir dividir o processo em atividades pequenas e mais fáceis de gerenciar. Logo após, envolver o cliente no processo de modo que ele defina as necessidades e prioridades e por último desenvolver pessoas com capacidade de decisão, que tenham responsabilidades, promovendo a melhoria contínua através da boa comunicação clara. Esses cinco princípios podem ser vistos na Figura 1:

Figura 1 – Cinco princípios para implementação do *Lean*



Fonte: Adaptado de Womack e Jones (1996).

Os resultados esperados com a aplicação da filosofia *Lean Manufacturing* são:

- Redução de atividades que não agregam valor;
- Elevação dos padrões de qualidade dos produtos e processos;
- Redução dos desperdícios;
- Padronização dos processos;
- Redução de tempos e movimentos;
- Otimização de layout e estoque;
- Controle das movimentações logísticas;
- Qualificação da mão-de-obra;
- Aumento da satisfação do cliente;
- Eficiência de equipamentos;
- Aumento da produtividade.

A aplicação do *Lean Manufacturing* conta com o constante comprometimento da alta administração, pois como se trabalha com uma mudança de cultura, as barreiras são grandes, porém quando o empresário começa a enxergar os resultados, a nova cultura começa a ser interiorizada. Na Figura 2 é possível visualizar esse processo:

Figura 2 – Planejamento das atividades na implantação do *Lean Manufacturing*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Face ao exposto, esse trabalho propõe-se a estudar a seguinte questão: Como melhorar o processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes aplicando os conceitos de *Lean Manufacturing*?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Caracterizar o processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes e estudar a aplicação dos conceitos de *Lean Manufacturing* na empresa ALEIXO E FERREIRA HIDROJATEAMENTO – BH HIDRO.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar o processo de descontaminação de embalagens da BH HIDRO, estudando melhor o fluxo para realização do processo desde a armazenagem até a expedição;
- b) Identificar as fragilidades no processo de produção de descontaminação das embalagens plásticas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Simpson e Power (2005) melhorias no sistema de produção podem gerar benefícios diretos e indiretos para as empresas com práticas de gestão ambiental, especialmente, no que tange a redução do desperdício. Cada vez mais as organizações se preocupam não apenas com o desempenho operacional e financeiro, mas também, com os aspectos ambientais de sua produção.

Tendo em vista que a eficiência ambiental é alcançada a partir do uso racional e equilibrado de materiais e recursos naturais, que depende das decisões operacionais e dos processos que visem à prevenção da poluição (ROTHENBERG *et al.*, 2001), e que o *Lean Manufacturing* segundo Melton (2005) consiste na redução de desperdícios no processo produtivo, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de otimização do processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes na empresa BH HIDRO, visando a contribuição de preservação do meio ambiente e a maior competitividade da empresa no mercado.





## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O SETOR DE ÓLEOS LUBRIFICANTES NO BRASIL

O Brasil é o quinto maior mercado de lubrificantes no mundo e consequentemente o quinto maior gerador de óleo usado. Devido ao crescimento econômico e do setor automotivo, segundo a Agência Nacional de Petróleo (ANP) em 2011 o consumo aumentou de 1.1 milhões m<sup>3</sup> em 2007 para 1.3 milhões m<sup>3</sup>, um aumento de 25% em cinco anos. De acordo com o BNDES (2004) o mercado brasileiro de óleos lubrificantes cresceu 2,6% a.a entre 2002 e 2012.

Sobre o faturamento do setor, houve um movimento em 2010 de aproximadamente R\$ 24 bilhões, valor que representa a cadeia desde o produtor/importador até a revenda. Somente na revenda, o montante negociado alcançou R\$ 10 bilhões (FECOMBUSTÍVEIS, 2011). Em 2012, segundo o BNDES (2004) o setor chegou a alcançar 4,6 bilhões de dólares apenas naquele ano.

O setor automobilístico foi um dos principais responsáveis pelo bom desempenho do segmento de lubrificantes em 2010. Foram 3,51 milhões de veículos vendidos, sendo deste total, mais de um milhão de motos que exigem trocas de óleo e de filtros mais frequentemente (ANP, 2011).

No Brasil, 42 empresas são autorizadas pela ANP para coletarem óleo lubrificante usado ou contaminado. Os centros de coleta e as rerrefinadoras estão concentrados em duas regiões: Sudeste (25 coletores e 13 rerrefinadoras) e Sul (6 coletores e 2 rerrefinadoras), enquanto a logística é menor nas demais regiões, Centro-oeste (4 coletores e 1 rerrefinadora), Nordeste (5 coletores e 2 rerrefinadoras) e Norte (2 coletores e 1 rerrefinadora) (SINDIRREFINO, 2010).

A participação dos rerrefinadores é maior na cadeia reversa, imposto pela resolução CONAMA 362/05, que determina o retorno de 30% do volume de óleo comercializado no país, o que torna o consumidor, o coletor e o rerrefinador responsáveis legais sobre a gestão deste resíduo.

### 2.2 O ÓLEO LUBRIFICANTE E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

De acordo com a Ambiente Brasil (2005), o óleo forma na superfície da água uma fina camada que bloqueia a passagem de luz e ar, impedindo a respiração e a fotossíntese e eliminando qualquer espécie viva no ambiente, sendo um litro de óleo capaz de esgotar o oxigênio de

um milhão de litros de água. Na verdade, considerando que a principal função de um óleo lubrificante é a formação de uma película que impede o contato direto entre duas superfícies, o produto permanece cumprindo, quando descartado na natureza, a missão definida por seus produtores.

Viveiros (2000) afirma que, além da contaminação de mananciais, de lençóis freáticos, do ar (quando há queima) e dos solos, os óleos lubrificantes ainda contam com metais pesados, como níquel, cádmio e chumbo, de alto poder carcinogênico. Mesmo quando encontram dispositivos de controle da poluição, como é o caso das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), os óleos causam problemas: interferem no funcionamento, tanto no tratamento biológico – quando muitas vezes impedem que o oxigênio chegue ao microrganismo – quanto no físico-químico.

A Resolução CONAMA nº 362/2005 enfatiza especialmente a responsabilidade compartilhada dos atores da cadeia produtiva e de consumo. Os atores e suas respectivas responsabilidades são:

- Produtores e Importadores: Pessoas jurídicas que introduzem o óleo lubrificante acabado no mercado e possuem a obrigação legal de custear sua coleta e informar aos consumidores as obrigações que estes têm e os riscos ambientais decorrentes do eventual descarte ilegal do resíduo.
- Revendedores: Pessoas jurídicas que comercializam óleo lubrificante acabado no atacado e no varejo que, dentre outras obrigações, devem receber dos geradores o óleo lubrificante usado.
- Geradores: Pessoas físicas ou jurídicas que, em função do uso de lubrificantes, geram o óleo lubrificante usado e tem obrigação de entregar este resíduo perigoso ao ponto de recolhimento.
- Coletores: Pessoas jurídicas devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente e autorizadas pela ANP para realizar a atividade de coleta.
- Rerrefinadores: Pessoas jurídicas devidamente autorizadas pela ANP e licenciadas por órgão ambiental competente para a atividade de rerrefino, que têm por obrigação remover os contaminantes do resíduo perigoso e produzir óleo lubrificante básico.

Segundo Castro (2011), a cadeia de destinação do óleo lubrificante pode ser compreendida a partir do seu fluxo físico, iniciado na produção gerada pelas refinadoras. Os iniciantes da cadeia são fornecedores dos óleos básicos, repassados para os fornecedores do óleo lubrificante acabado, que realizam o aditivamento de substâncias químicas, visando a atender às especificações de uso de acordo com sua destinação. Em seguida, o óleo acabado é enviado para o mercado para ser vendido por distribuidoras ou mesmo no varejo. No fluxo reverso, passa primeiro pelos consumidores, repassados pelos coletores autorizados ou não autorizados, com destino final para o rerrefino e outros fins.

### 2.3 O PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE EMBALAGENS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES

Tenório (2014) aponta que produtos plásticos de pós-consumo para serem aptos ao uso como matéria prima secundária devem possuir um gerenciamento adequado, para garantir a qualidade dos novos produtos sem que haja problemas como a contaminação, buscando atender às demandas de seu mercado consumidor.

Diversos são os resíduos gerados na troca de óleo lubrificantes e cada um precisa ser gerenciado corretamente. O Quadro 2 apresenta um resumo de como proceder com os tipos de resíduos gerados nesse processo enfatizando as embalagens plásticas que são o foco dessa pesquisa:

Quadro 2 – Gerenciamento dos resíduos gerados na troca de óleo lubrificante

<b>Resíduo</b>	<b>Coleta e armazenamento temporário</b>	<b>Destinação adequada</b>
Óleos lubrificantes usados ou contaminados	Acondicionado em bombonas, latões, tambores ou tanques sobre bacia de contenção e local adequado	Entrega para coletor autorizado
Embalagens usadas de óleo lubrificante	Escoamento do óleo lubrificante restante na embalagem; Acondicionamento separado em bombonas ou latões específicos sobre bacia de contenção em locais de piso impermeável, ventilado e longe de fontes de ignição e pressão; As tampas dos frascos não devem ser descartadas para que sejam reutilizadas nos frascos	Reciclagem (se possível); Aterro licenciado de resíduos perigosos (caso não haja alternativa de tratamento)
Filtros de óleo usados	Acondicionamento em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos
Serragem ou areia com óleo lubrificante	Acondicionamento em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos
Fluído de limpeza de ferramentas sujas com óleo lubrificante	Acondicionamento separado em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos ou empresa licenciada de tratamento de efluentes líquidos
Águas contaminadas com óleos lubrificantes	Separação do óleo da água através de centrifugação ou caixa de separação água/óleo	Água: reuso nos sistemas de limpeza; Óleo lubrificante: coletor autorizado; Outros resíduos oleosos: aterro licenciado de resíduos perigosos.
Outros resíduos oleosos / misturas de óleo com combustíveis, solventes ou outras substâncias	Acondicionamento separado em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos

Fonte: Elaborado a partir da NBR 12.232/92 e adaptado de Castro (2011).

Além do gerenciamento correto dos resíduos gerados é recomendável que os trabalhadores envolvidos nos processos utilizem equipamentos de proteção individual evitando assim contato direto com o óleo e os demais resíduos.

Segundo Oliveira (2008), a gestão de embalagens plásticas contaminadas com óleo lubrificante é considerada difícil, porque necessitam de cuidados especiais quanto à sua destinação, por conter

resíduos oleosos que dificultam e tornam mais oneroso o processo de reciclagem.

## 2.4 O *LEAN MANUFACTURING*: ORIGENS E PRINCÍPIOS

A filosofia *Lean* veio do *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção) desenvolvido a partir de meados do século passado, na empresa japonesa fabricante de automóveis Toyota Motor Corporation.

Para compreender as origens desta filosofia é preciso conhecer a família que deu origem à própria *Toyota Motor Corporation* – a família Toyoda. No século XIX, Sakichi Toyoda começou a se interessar por resolver problemas práticos que afetavam a vida da sua família, principalmente a ineficiente utilização de teares. Inventou então um tear que detectava os fios partidos e automaticamente parava (conceito que mais tarde viria a ser conhecido como *jidoka*, um dos pilares da filosofia *Lean*). Mais tarde, fundou a empresa Toyoda Automatic Loom Works que ainda hoje faz parte do universo de empresas do Grupo Toyota. Por volta de 1930 o visionário Sakichi Toyoda percebeu que os automóveis seriam o futuro e incentivou seu filho Kiichiro Toyoda a seguir por esse caminho. Assim fundaram a Toyota Motor Corporation (LIKER, 2004).

Segundo Womack e Jones (2003), a filosofia *Lean* é baseada em 5 princípios: Valor; Cadeia de valor; Fluxo; Sistema Pull e Perfeição. Tais princípios são incessantemente aplicados pelas empresas *Lean* num ciclo que começa pela identificação de valor (definido pelo cliente) e se fecha quando atinge a perfeição. A aplicação destes princípios permitirá eliminar os desperdícios que existem na organização, sendo uma espécie de receita para a implementação da filosofia *Lean*.

### 2.4.1 Valor

O valor é o que realmente importa para o cliente ou consumidor e apenas este o define. Para a definição do valor em termos econômicos, Womack e Jones (2003) afirmam que uma empresa *Lean*, ao contrário das empresas tradicionais, olha para os preços e características oferecidas aos consumidores e pergunta-se quanto conseguirá retirar deste custo, aplicando os métodos *Lean*. Este valor passa a ser o valor-alvo ou a referência para o desenvolvimento, produção e distribuição do produto.

Em outras palavras enquanto as empresas tradicionais definem o preço final somando os seus custos à margem pretendida, as empresas

*Lean* calculam o seu lucro subtraindo os custos ao preço que já está definido pelo mercado.

### 2.4.2 Desperdícios

São sete os desperdícios identificados por Taiichi Ohno (1997) e Shigeo Shingo (1996) no desenvolvimento do sistema de produção da Toyota: sobreprodução; sobreprocessamento; inventários; transportes; movimentações; defeitos; esperas (OHNO, 1997). A implementação da filosofia *Lean* com sucesso permite a eliminação ou redução destes desperdícios para níveis mínimos aumentando assim a criação de valor, conforme segue (OHNO, 1997):

- Sobreprodução: Produzir demais ou produzir cedo demais. Leva a desperdícios e gastos desnecessários com inventários.
- Sobreprocessamento: processar mais do que o necessário, tendo em vista os padrões de qualidade em vigor.
- Inventários: O aumento dos inventários leva a necessidades adicionais de investimento em matérias primas, de espaço de armazenamento, de movimentações com auxílio de empilhadores ou de operadores.
- Transportes: Layouts mal projetados resultam em transportes desnecessários de peças e materiais. Equipes de operadores e equipes de apoio devem estar perto umas das outras de forma e minimizar os transportes necessários.
- Movimentações: Todas as movimentações que não acrescentam valor devem ser eliminadas, pois ocupam tempo e energia e não agregam valor para o produto. O trabalho deve ser projetado e planejado de forma a manter juntos os elementos do processo para que sejam minimizadas as vezes que um operador tem de se virar, levantar, alcançar, recolocar ou pegar em itens ou ferramentas para executar uma tarefa. As melhorias que eliminam as movimentações levam também a melhorias ao nível da ergonomia.
- Defeitos: Os defeitos no produto final são resultado de baixa qualidade nos processos industriais. Produzir produtos defeituosos ou produtos que necessitem de correções aumenta os custos de mão de obra, materiais e transportes. Melhorar a qualidade dos processos produtivos tem um impacto significativo no negócio de qualquer organização.

- Esperas: O tempo é um recurso valioso e limitado. Qualquer perda de tempo devido a avarias, mudanças de referência, atrasos, layout errado ou sequência de trabalho deve ser eliminada. Reduzir o tempo de ciclo através da eliminação de esperas durante o processo produtivo tem também um efeito significativo na produtividade.

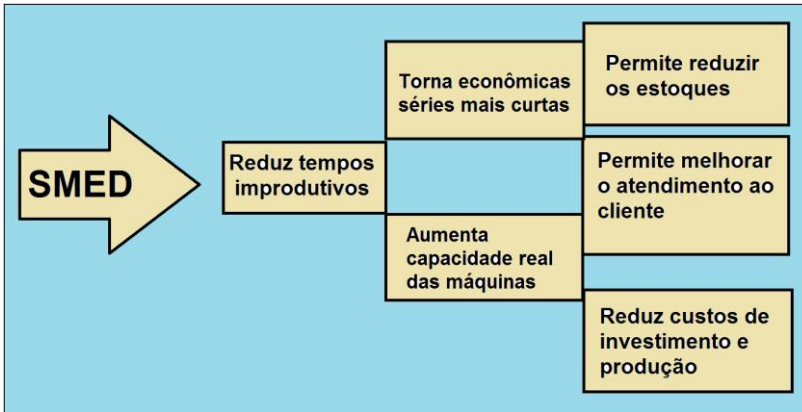
## 2.5 FERRAMENTAS DO *LEAN MANUFACTURING*

Existem inúmeras ferramentas e técnicas associadas à filosofia *Lean* sendo aqui abordadas as mais populares. A implementação destas ferramentas não deve ser considerada como um fim em si, significando que estamos adotando a filosofia *Lean*. De acordo com Spear e Bowen (1999) a própria Toyota as usa como respostas temporárias para problemas específicos que apenas irão servir até uma melhor abordagem surgir ou as condições mudarem. Na Toyota são consideradas como “contramedidas” e não como “soluções”, já que para o serem teriam de resolver definitivamente o problema.

### 2.5.1 *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

O *Single Minute Exchange of Die* ou SMED pode traduzir-se por “mudança de referência em menos de 10 minutos” e tem por objetivo a redução progressiva dos tempos de mudança de referência numa máquina. Segundo Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous (2007), O SMED permite a redução do tamanho dos lotes de produção, um dos desperdícios identificados pela filosofia *Lean* e aquele que disfarça vários problemas nas linhas de produção. Na figura 3 é possível identificar os benefícios do SMED.

Figura 3 – Benefícios do SMED



Fonte: Elaborada pelo autor.

### 2.5.2 5S

Os 5S são uma das bases de todo o sistema *Lean*. Devido ao seu caráter simples, eficaz e de grande abrangência, faz parte de qualquer projeto de implementação da filosofia *Lean*. Esta ferramenta refere 5 termos japoneses começados pela letra S. Segundo Liker (2004), o 5S é uma série de atividades que visam a eliminação de desperdícios que contribuem para os erros, defeitos e acidentes nos locais de trabalho.

Tendo como base autores como Liker (2004), *The Lean Enterprize Institute* (2008), Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous (2007), os cinco termos podem ser resumidos como:

1. *Seiri* (Arrumação) – Separar os itens presentes no local de trabalho (ferramentas, peças, materiais e documentação), manter os necessários e rejeitar os desnecessários;
2. *Seiton* (Pôr em ordem) – Organizar cuidadosamente o que foi considerado como necessário – um lugar para tudo e tudo no seu lugar;
3. *Seiso* (Limpeza) – Limpar e lavar todo o local de trabalho. Este processo funciona também como método de inspeção que expõe condições anormais que podem causar danos na qualidade ou falhas nos equipamentos;
4. *Seiketsu* (Asseio) – Padronizar os procedimentos para manter a limpeza e organização resultante dos primeiros 3S;



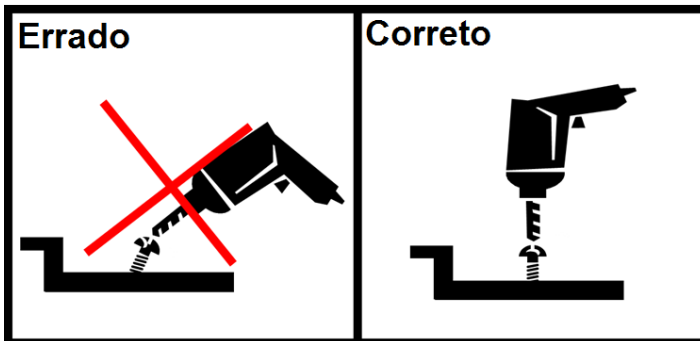
5. *Shitsuke* (Formação moral) – Disciplinar para sustentar um elevado desempenho dos primeiros 4S e da melhoria contínua do processo produtivo.

Liker (2004) afirma ainda que o 5S é também uma ferramenta que permite a descoberta de novos problemas ou desperdícios que não estavam identificados, e que, se usada de forma sofisticada, pode ser parte do processo de controle visual de um sistema *Lean* bem planejado.

### 2.5.3 Gestão Visual

As fábricas do estilo Toyota são preenchidas com quadros, dispositivos luminosos, gráficos e outros sinais visuais para todos os presentes. Estes sinais visuais mostram o trabalho a realizar, problemas a resolver, resultados do trabalho realizado. Segundo Fujimoto (1999), os exemplos da gestão visual incluem letreiros, diagramas e gráficos de Standard Work colocados junto aos postos de trabalho, classificados por cores para as caixas de peças, delimitação de áreas no chão e gráficos de desempenho da produção. Na figura 4 temos um exemplo de gestão visual:

Figura 4 – Exemplo de Gestão Visual



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.5.4 Círculos da Qualidade

Um círculo da qualidade é um pequeno grupo de trabalhadores que, em conjunto, focam num problema de produção e tentam identificar as suas causas e soluções alternativas, propondo medidas de melhoria

para eliminar as causas do problema. Algumas características dos Círculos de qualidade são apresentadas no quadro 3:

Quadro 3 – Características dos Círculos de Qualidade

<b>Características dos Círculos de Qualidade</b>	
Voluntariado	Os círculos devem ser criados voluntariamente, não por ordens superiores.
Autodesenvolvimento	Os membros do círculo precisam ter vontade de estudar
Desenvolvimento mútuo	Os membros do círculo precisam expandir seus horizontes e cooperar com os outros círculos
Eventual participação total	Os círculos precisam estabelecer como seu objetivo a participação de todos os trabalhadores do local de trabalho

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.5.5 Os Cinco Por quês

De acordo com Liker (2004), esse processo consiste em perguntar por que o número de vezes necessárias para chegar à causa do problema. Esta ferramenta é muito usada na área de qualidade, mas na prática se aplica em qualquer área. É uma ferramenta simples de resolução de problemas que foi desenvolvida por Taiichi Ohno, pai do Sistema de Produção Toyota e consiste em formular a pergunta “Por quê” cinco vezes para compreender o que aconteceu.

Nada impede, porém, que mais (ou menos) do que 5 perguntas sejam feitas. O número 5 vem da observação de Ohno de que esse número costuma ser suficiente para se chegar à causa raiz.

No quadro 4 é possível identificar os 5 por quês e as possíveis respostas encontradas.

Quadro 4 – Os Cinco Por quê's

Os 5 Por quê's	
1° Por quê?	Temos um sintoma
2° Por quê?	Temos uma desculpa
3° Por quê?	Temos um culpado
4° Por quê?	Temos uma causa
5° Por quê?	Temos uma causa raiz

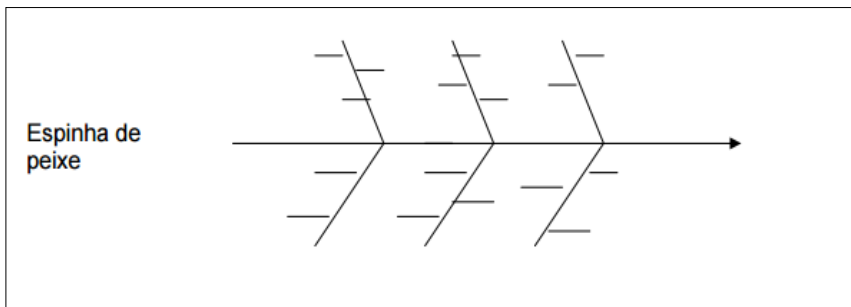
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.5.6 Diagrama de Ishikawa

Segundo Duret e Pillet (2009), este esquema permite ao grupo uma representação coletiva das relações entre causas e o efeito resultante.

O Diagrama de Ishikawa também conhecido como Diagrama de Causa-Efeito ou Diagrama Espinha de Peixe é também uma ferramenta que visa a identificação da causa-raiz de determinado problema. Em processos produtivos agrupam-se normalmente os fatores relacionados em quatro famílias: Métodos; Materiais; Mão-de-Obra e Máquinas. Este diagrama é elaborado geralmente na sequência de uma sessão de *brainstorming* que permite recolher o máximo de ideias sobre o assunto analisado.

Figura 5 – Modelo adaptado do Diagrama de Ishikawa



Fonte: Ballesterro-Alvarez (2001).

### **2.5.7 VSM (*Value Stream Mapping*) – Mapeamento do Fluxo de Valor**

De acordo com Rachid *et al.* (2006) o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta simples, utilizada para atingir os objetivos da filosofia do *Lean Manufacturing*. O VSM permite a visualização atual de toda a cadeia produtiva e seus desperdícios dentro dos fluxos de material, pessoas e informação, para posteriormente eliminá-los.

O mapeamento consiste em um ciclo que tem início quando são identificados os valores do cliente. A ideia é baseada no *Kaizen*, método da melhoria contínua, onde sempre há pontos de aperfeiçoamento e redução de desperdícios.

Como vantagens da implantação do Mapeamento do Fluxo de Valor, podem ser citadas: (RACHID, 2006)

- Ajuda a identificar as fontes de desperdício;
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você possa discuti-las;
- Junta conceitos e técnicas enxutas;
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse estudo pautou-se na revisão bibliográfica sobre o tema, no programa governamental “Jogue Limpo” que estabelece diretrizes para destinação das embalagens de óleos lubrificantes pós-consumo juntamente com o Termo de Compromisso firmado entre o programa e o estado de Minas Gerais, no próprio processo de descontaminação de embalagens de lubrificantes existente na empresa BH Hidro e no estudo de caso realizado na empresa Edmak como base de entendimento da aplicação dos conceitos do *Lean Manufacturing*.

Por se tratar de um processo realizado em uma empresa específica o tipo de pesquisa utilizado foi o estudo de caso. Segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados.

Stake (2000), por sua vez, identifica três modalidades de estudo de caso: intrínseco, instrumental e coletivo. Sendo intrínseco aquele em que o caso constitui o próprio objeto da pesquisa.

A pesquisa foi dividida em 4 etapas:

- Na primeira houve uma visita à empresa BH Hidro com a finalidade de conhecer e analisar todo o processo de descontaminação de embalagens de óleos lubrificantes. O processo foi fotografado e foram entrevistados os funcionários envolvidos em cada etapa do processo assim como o responsável pela empresa.
- Na segunda etapa, com base no referencial teórico e os princípios do *Lean Manufacturing* foram avaliados possíveis ajustes no processo de descontaminação.
- Na terceira etapa foram identificados os impactos positivos que os possíveis ajustes trariam para o processo e para o meio ambiente.
- E na quarta etapa foram mensurados e apresentados os resultados de acordo com os dados coletados, por meio de gráficos, tabelas e figuras.

Para avaliar o processo de descontaminação, foi utilizada a **Análise de Fluxo de Valor (VSM)**, uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*. A análise se iniciou com o levantamento dos dados do processo de descontaminação e reciclagem. Foram levantados os tempos

para realização de cada operação, desde o fornecedor de matéria prima, até o cliente final, seguindo o método do VSM, em que o principal objetivo é mensurar/avaliar o que agrega e o que não agrega valor ao processo de transformação do produto. Dessa forma foi possível identificar os problemas.

Fundada em novembro de 1988, a BH Hidro, iniciou suas atividades no ramo de desentupimento residencial e comercial na região metropolitana de Belo Horizonte. Em 2003, ampliou suas atividades atendendo o mercado de desentupimentos industrial e limpeza de fossas sépticas. No final de 2004, a BH Hidro mudou sua sede para Betim, para uma área de 4.000 metros e licenciou junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Betim, as atividades de recebimento, limpeza, corte e sucateamento de tanques de combustíveis e derivados de petróleo e sucção de fossas.

Embora o arranjo produtivo na BH Hidro contemple outras etapas, o presente estudo limitou-se às atividades da descontaminação de embalagens plásticas de óleos lubrificantes.

Para melhor entendimento da atuação/resultados do *Lean Manufacturing* no processo produtivo, segue relato da empresa Edmak, fundada em 1999, com o objetivo de comercializar máquinas e equipamentos industriais, destinados ao beneficiamento de aço na cidade de Volta Redonda/RJ.

Em 2005, a Edmak começou a atuar no segmento de prestação de serviço de corte de chapas a quente – oxicorte e plasma, com uma área de 2.500 m<sup>2</sup>, divididos em dois galpões equipados por pontes rolantes, além de escritório e vestiário divididos em um prédio de 3 andares. A partir de 2009 a empresa começou a se especializar na fabricação de estruturas metálicas, se tornando referência na região, atendendo aos segmentos: metal mecânico, óleo e gás, construção civil convencional e modular, ferroviário e rodoviário. No ano de 2014 através de um Programa *Lean* de Melhoria Contínua desenvolvido pelo Instituto de Competências Empresarias em parceria com o SEBRAE, foi realizado um diagnóstico técnico através da utilização da ferramenta VSM (*Value Stream Mapping*) – Mapeamento do Fluxo de Valor, evidenciando então as perdas e os desperdícios no processo de fabricação dos quadros metálicos utilizados nos vagões dos trens da empresa FCA- Ferrovia Centro-Atlântica.

Na figura 6 é possível a visualização das 9 etapas do processo de fabricação dos quadros metálicos.

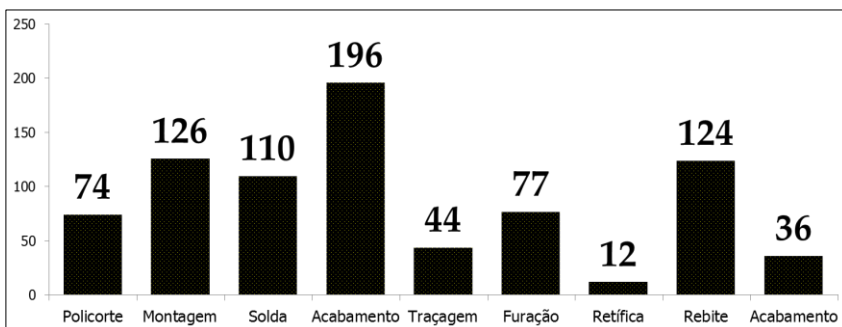
Figura 6 – Etapas do processo de fabricação dos quadros metálicos



Fonte: Edmak (2014).

Na figura 7 são apresentados os tempos e as etapas do processo de fabricação de um quadro metálico, sendo o tempo total de produção de cada quadro de 13,33 minutos.

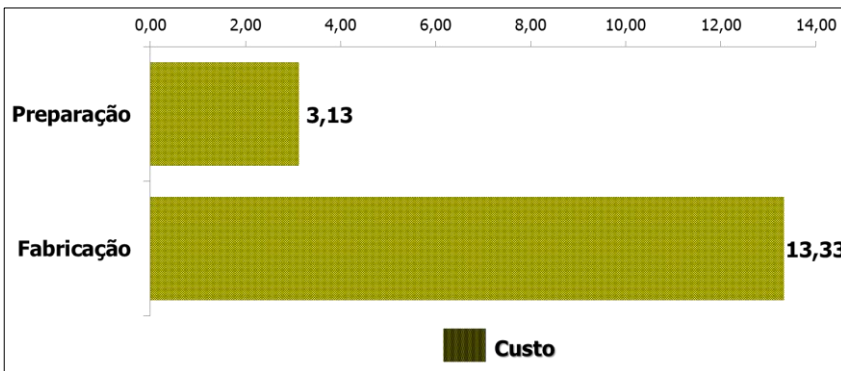
Figura 7 – Tempo (em segundos) da produção de um quadro metálico



Fonte: Edmak (2014).

Também foi realizada uma avaliação do custo de fabricação do produto final comparado ao preço de venda. Na figura 8, é possível mensurar que, cada quadro custava para empresa R\$16,46 e o preço de venda era de R\$13,52. Diante disto, concluiu-se que cada quadro gerava um prejuízo de R\$2,94. A produção mensal da empresa era de 1.500 quadros, o que gerava um prejuízo anual de R\$ 52.920,00. Valores esses apurados no mês de setembro de 2014.

Figura 8 – Tempo versus Custo



Fonte: Edmak (2014).

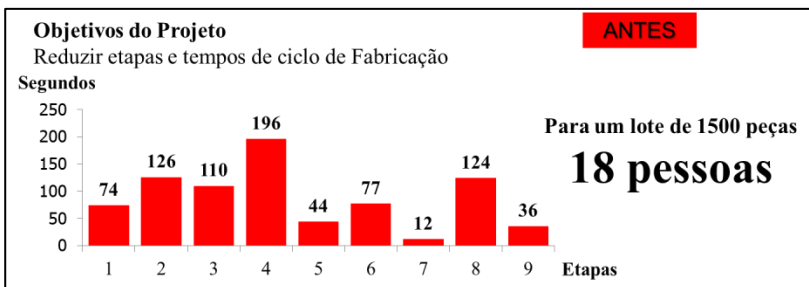
Após coleta dos dados e estudo das informações, descobriu-se que o gargalo da empresa era nos processos de fabricação que aumentavam os custos e limitavam o volume de produção diário.

Utilizando dos conceitos do *Lean Manufacturing*, como: padronização, organização do posto de trabalho, fluxo contínuo, balanceamento de produção, gestão visual, e as ferramentas dos 5 Cinco Por Quês e do Diagrama de Ishikawa para evidenciação dos problemas, a empresa alcançou os seguintes resultados:

Inicialmente eram necessários 18 funcionários e 9 etapas do processo de fabricação para produzir um lote de 1500 peças. Após implementação do Programa *Lean* de Melhoria contínua, esse número diminuiu para 3 funcionários e 3 etapas de fabricação, conforme demonstram nas figuras 9 e 10:

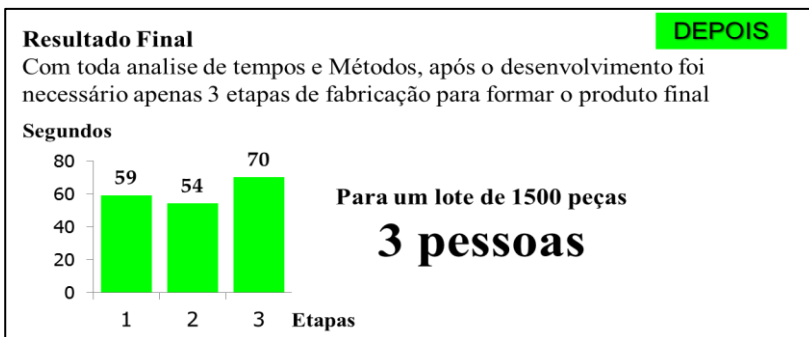


Figura 9 – Etapas de fabricação antes do Programa *Lean* de melhoria contínua



Fonte: Edmak (2014).

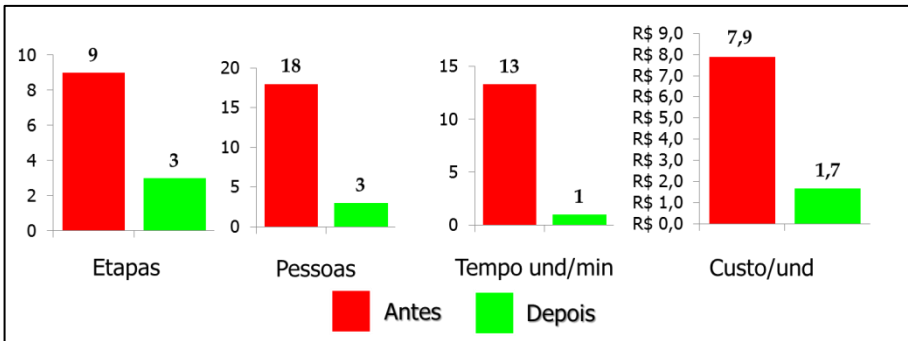
Figura 10 – Etapas de fabricação depois do Programa *Lean* de melhoria contínua



Fonte: Edmak (2014).

O tempo de produção caiu de 13,33 minutos para 1 minuto para produzir um quadro e o custo de produção reduziu de R\$7,90 para R\$ 1,68, conforme demonstra a figura 11:

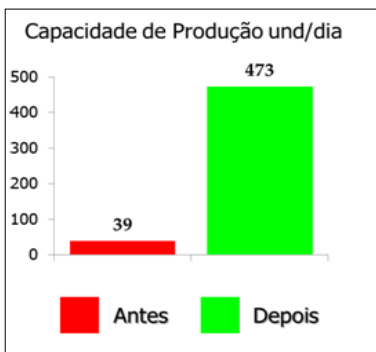
Figura 11 – Comparativo de etapas, tempo e custo do processo produtivo de um quadro metálico



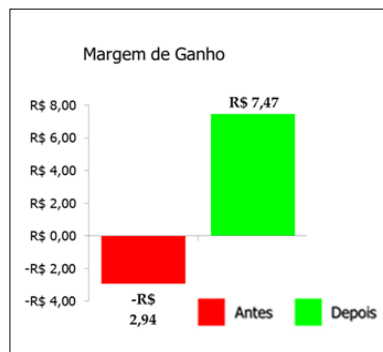
Fonte: Edmak (2014).

A capacidade produtiva diária aumentou de 39 unidades para 473 unidades e após todas as ações implementadas a peça que gerava um prejuízo de R\$2,94, passou a gerar um resultado positivo de R\$7,47, conforme mostram respectivamente as figuras 12 e 13. A empresa passou a faturar mensalmente R\$11.205,00 e R\$134.460,00 anualmente.

Figura 12 - Capacidade Produtiva Figura 13- Margem de ganho/unidade



Fonte: Edmak (2014).



Fonte: Edmak (2014).

A figura 14 ilustra o processo de fabricação de quadros antes e depois da implementação do *Lean Manufacturing*.

Figura 14 - Antes e depois da implementação do *Lean Manufacturing* no local do processo produtivo



Fonte: Edmak (2014).

Na figura 15 é possível a visualização de como o *Lean* mudou a estrutura do local de trabalho.

Figura 15 – Antes e depois da linha de produção



Fonte: Edmak (2014).

A figura 16 demonstra que antes da implementação do Lean as peças de preparação eram armazenadas em latões e após o Lean, são estocadas no armazém que é controlado pelo método Kanban.

Figura 16 – Armazenagem das peças de preparação antes e depois do *Lean*



Fonte: Edmak (2014).

Com o *Lean Manufacturing* também foi possível reorganizar a forma de estocagem dos produtos acabados, conforme mostra a figura 17.

Figura 17 – Antes e depois da estocagem dos produtos acabados



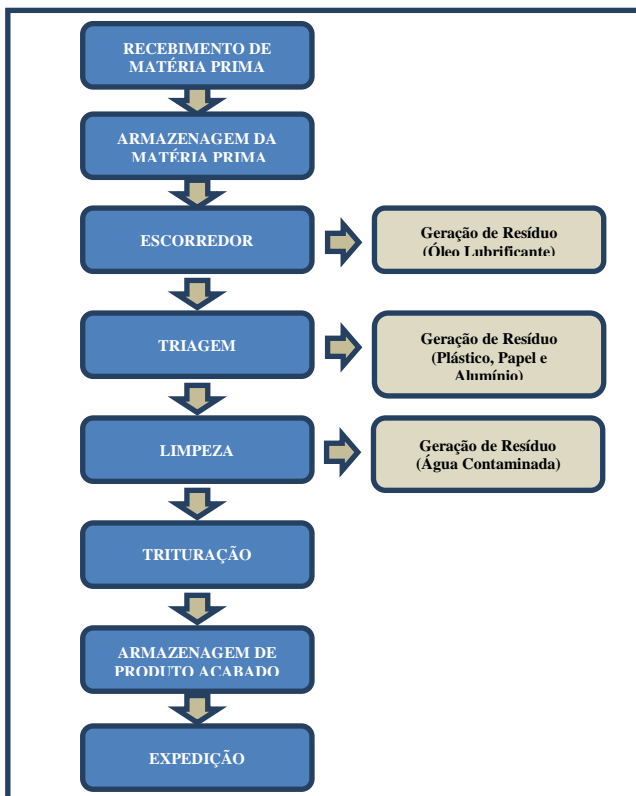
Fonte: Edmak (2014).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE EMBALAGENS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES

Embora o arranjo produtivo na BH Hidro contemple outras etapas, o presente estudo limitou-se às atividades da descontaminação de embalagens plásticas de óleos lubrificantes. O processo é dividido em 08 etapas, conforme figura 18.

Figura 18 – Fluxo de atividades do processo de descontaminação de embalagens plásticas de óleo lubrificante na BH Hidro



Fonte: Elaborado pelo autor.

A coleta das embalagens é feita em postos de combustíveis, transportadoras, frotistas de veículos, ônibus, caminhões e tratores, oficinas e trocas de óleo, indústria metalúrgica, mineração, postos de combustíveis, indústria de autopeças, lava-jatos e indústria em geral utilizando-se tambores de tampa removível fornecidos pelo empreendimento com o sistema de troca. Na coleta por tambores e/ou caçambas especiais cheios são fornecidos reservatórios vazios com a devida identificação.

As embalagens de óleo são armazenadas em reservatório com ponto de captação do óleo residual contidos nos frascos. O óleo coletado é armazenado em tambores de 200 litros para venda aos refinadores de lubrificantes usados. As embalagens são selecionadas por cores sendo direcionadas em seguida para área de limpeza e trituração. Durante a operação, na situação de cores diferenciadas as embalagens são armazenadas em tambores limpos próximo a área de trituração.

Após segregação de cores, as embalagens são direcionadas para reservatório de fibra de vidro dotado de tubulação de ½” em PVC com micro furos em toda sua extensão com solução de desengraxante biodegradável para remoção do óleo remanescente do processo de escorrimento. As dimensões desse reservatório proporcionam geração de microbolhas para agitação de todo o sistema por borbulhamento e ação mecânica durante o uso do desengraxante biodegradável.

A solução de desengraxante saturada é direcionada através de tubulação específica para a estação de tratamento de efluentes industriais – ETEI que a empresa já possui devidamente licenciada. Após tratamento do efluente o mesmo é direcionado para o reuso na operação de limpeza química. Após a descontaminação das embalagens são armazenadas em *bigbag's* fornecidas pelos recicladores de plástico para posterior coleta e venda.

#### **4.1.1 Coleta da matéria prima**

A empresa BH Hidro, dispõe de um caminhão tipo “*Sider*” adaptado para o transporte de tambores com capacidade de armazenamento de 200 litros cada. O caminhão transporta 36 tambores por viagem, contendo 50 embalagens de 1 litro. Em cada viagem, são transportadas cerca de 1800 embalagens para reciclagem.

A empresa possui uma cartela de fornecedores de matéria prima e uma rota de coleta pré-estabelecida, obedecendo a distância e o volume a ser transportado, objetivando minimizar os custos logísticos. Cada

fornecedor é responsável pela destinação das embalagens, por isso a BH Hidro recebe um valor monetário por tambor coletado.

#### 4.1.2 Recebimento da matéria prima

O Caminhão chega à empresa BH Hidro e os tambores são descarregados utilizando uma empilhadeira que os acondicionam em local devidamente determinado onde se inicia o processo de descontaminação e reciclagem conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 – Local de recebimento de matéria prima



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.3 Escorredor

No primeiro passo do processo de descontaminação as embalagens são deixadas em um escorredor para que o resíduo de óleo existente escorra. O processo de escorrimento dura 24 horas e atualmente a empresa possui 02 escorredores com capacidade de escorrer 100 embalagens de 1 litro. Assim, a capacidade diária da empresa é de escorrer 200 embalagens.

O óleo lubrificante, devido o seu grau de contaminação, requer especificações adequadas de infraestrutura logística para seu gerenciamento de acordo com o CONAMA 362/05 (BRASIL, 2005). A Lei 12.305/10 no seu art. 33, inciso IV, é enfática quanto à questão da obrigatoriedade da estruturação e implantação de um sistema de logística reversa para óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.



#### 4.1.4 Triagem

Nesta etapa do processo, as embalagens são separadas por cores (branco, vermelho, verde, preto, etc). Quanto mais próximo da cor branca, mais rentável. Também são retirados os rótulos (plástico e papel), o alumínio dos lacres e as tampas, quando as cores forem diferentes do restante da embalagem. O tempo de triagem a cada retirada do escorredor é de 20 minutos, sendo necessários 40 minutos para separação de 200 embalagens.

As embalagens plásticas de óleos lubrificantes são fabricadas a partir do Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e sua tampa feita de um polímero sintético, o Polipropileno (PP). Segundo a FIESP (2007) o Polietileno de Alta Densidade é um plástico rígido, inquebrável, impermeável, com resistência química e a baixas temperaturas. O que as torna um problema ambiental ainda mais preocupante, devido ao fato de se degradarem lentamente, segundo Pires (2004), o tempo de biodegradação do PEAD é superior a 100 anos.

Como tais embalagens plásticas são classificadas como resíduos perigosos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art. 33 da Lei 12.305/2010, inclui óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens como produtos que devem integrar sistema de logística reversa (ANP, 2011).

Figura 20 - Local onde é realizada a triagem



Fonte: Elaborado pelo autor.



#### 4.1.5 Limpeza

Após serem separadas, as embalagens plásticas são colocadas em uma máquina que realiza a limpeza, utilizando detergente e desengraxante. Nessa etapa a água contaminada é direcionada para a ETE – Estação de Tratamento de Efluentes. Cada ciclo de lavagem somado a etapa de trituração tem duração de 15 minutos e a capacidade do equipamento é de 50 embalagens por ciclo de limpeza.

Figura 21 – Operação de Limpeza e Trituração



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.6 Trituração

Nesta etapa, as embalagens são trituradas de acordo com a gramatura exigida pelo cliente. Deste processo resulta o produto final para reciclagem e encaminhado para a armazenagem.

#### 4.1.7 Armazenagem de produto acabado

As embalagens plásticas trituradas e descontaminadas são armazenadas em Big Bag's conforme figura 22.

Figura 22 – Big Bag's onde são armazenadas as embalagens trituradas



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.8 Expedição

Após a finalização do processo as embalagens são vendidas.

Figura 23 – Local da expedição



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS FRAGILIDADES DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO

Em todas as etapas do processo de reciclagem foram identificadas 41 fragilidades conforme quadro 5:

Quadro 5 – Processo de Descontaminação: Etapas vs. Fragilidades

Etapas	Fragilidades
Recebimento	Falta de organização da área (5S)
	Excesso de material de outras áreas da empresa
	Risco ergonômico para os funcionários
	Falta de sinalização
	Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários
	Falta de Sinalização efetiva da área de trabalho
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI
	Alto índice de NVAA do operador
Escorredor	Equipamento gargalo do processo produtivo
	Falta de organização da área (5S)
	Elevado tempo de processamento
	Falta OPT – Organização do Posto de trabalho
	Risco ergonômico
	Falta de Sinalização efetiva da área de trabalho
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI
	Falta Gestão a vista
	Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários
Triagem	Excesso de movimentação
	Inspeção pouco eficiente
	Desbalanceamento das operações
	Falta identificação dos materiais
	Falta de organização da área (5S)
	Falta OPT – Organização do Posto de trabalho
	Risco ergonômico

	Falta de Sinalização efetiva da área de trabalho
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI
	Falta Gestão a vista
	Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários
Limpeza/ Trituração	Falta de avaliação de Custo/Margem
	Faltam insumos para Limpeza
	Máquina com acesso difícil
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI
	Operadores com alto tempo de ociosidade
	Falta Gestão a vista
Produto acabado	Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários
	Falta de embalagem
	Falta de organização da área (5S)
	Falta OPT – Organização do Posto de trabalho
	Falta Gestão a vista
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI
	Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.3 OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Para Ohno (1997), o tempo é um recurso valioso e limitado, que se administrado de forma adequada é capaz de trazer efeitos significativos ao processo. Qualquer perda de tempo deve ser eliminada.

No quadro 6, seguem as informações dos tempos (minutos/dias) coletados através da utilização da ferramenta VSM (disponibilizada na íntegra no Apêndice A) nas etapas do processo de descontaminação de embalagens plásticas da empresa BH Hidro:

Quadro 6 – Etapas versus Tempo

<b>Etapas</b>	<b>Tempo de atravessamento</b>	<b>Tempo de Processamento</b>
Recebimento	11 dias	-
Escorredor	0 dia	01 dia = 24 hs
Triagem	0 dia	20 min = 0.041 dias
Limpeza/Trituração	0 dia	60 min = 0.0125 dias
Produto acabado	0,0032 dias	
<b>Tempo Total</b>	<b>11,0032 dias</b>	<b>1,0535 dias</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar o quadro 6, é possível concluir que o principal gargalo do processo de descontaminação evidenciado foi na etapa do escorredor, pois é necessário um tempo ciclo de 24 horas. Cada carregamento recebido na empresa com 1.800 embalagens plásticas necessita de 11,0032 dias para ser reciclado. O tempo de processamento para reciclar um lote de 200 embalagens é de 1,0535 dias.

Em 2012, como previsto na PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos), o governo e as entidades representantes do setor de lubrificantes assinaram um acordo setorial onde os empresários se responsabilizam pelas embalagens de plásticas de óleos lubrificantes. As empresas desse setor seriam então, monitoradas pelo Ministério do Meio Ambiente e enquadradas na Lei de Crime Ambiental caso descumpram o acordo (BRASIL, 2012).

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2013), o acordo também tem como meta alcançar 4.400 toneladas de embalagens plásticas de óleos lubrificantes recolhidos até o ano de 2016, o que é um número inexpressivo perto das 25.100 toneladas produzidas por ano, segundo dados fornecidos pelo SINDICOM.

A capacidade instalada para triagem por dia é de 4.800 embalagens, porém somente processa 200. A máquina que faz a limpeza e a trituração das embalagens tem capacidade diária de processar 6.400 embalagens por dia, porém processa apenas 200. O processo que leva hoje 11 dias para transformar 1.800 embalagens em produto reciclado, pode ser totalmente realizado em menos de 01 dia.

De acordo com Magalhães (2011), a revalorização de um produto ou material usado é um dos objetivos da logística reversa, principalmente porque reduz a agressão ao meio ambiente, evitando que os resíduos sólidos sejam lançados diretamente ao meio ambiente.

Conforme verificado por Castro (2011) a aplicação da logística reversa no gerenciamento de resíduos sólidos é um diferencial para as empresas, principalmente no reaproveitamento dos resíduos sólidos, o que evita desperdícios e gera emprego e renda para a sociedade a partir do desenvolvimento de projetos sociais.

O estudo de caso da empresa Edmak, mencionado na metodologia, cuja implementação do *Lean Manufacturing* gerou resultados importantes quanto à redução de etapas do processo de fabricação que foi de 09 para 03 etapas, redução do tempo de fabricação do produto de 13 minutos para 01 minuto e principalmente quanto ao custo unitário do produto que foi reduzido de R\$ 7,90 para R\$ 1,70, alcançando um resultado expressivo que se traduz em uma maior produtividade e competitividade. Pode-se também destacar como resultados, alcançados: a melhoria ergonômica; logística interna; eliminação de trabalho extra; melhoria no planejamento; capacidade; uso de recursos internos e a satisfação do cliente.

Já no estudo de campo da BH Hidro fica evidente as potencialidades de ganhos em relação às 41 fragilidades identificadas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa realizada, percebeu-se que melhorias no sistema de produção poderão gerar benefícios diretos e indiretos para a empresa com práticas de gestão ambiental, especialmente no que tange a redução dos desperdícios. Cada vez mais as organizações se preocupam, não apenas com o desempenho operacional e financeiro, mas também, com os aspectos ambientais de sua produção.

Partindo da premissa que a eficiência ambiental é alcançada a partir do uso racional e equilibrado de materiais e recursos naturais, que dependerão das decisões operacionais e dos processos que visem à prevenção da poluição e que o *Lean Manufacturing* consiste na redução de desperdícios no processo produtivo, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de otimização do processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes na empresa BH HIDRO, visando à contribuição de preservação do meio ambiente e a maior competitividade da empresa no mercado.

Dentre as 41 fragilidades apontadas, a principal ação para viabilizar a melhoria da produtividade é diminuir o tempo ciclo do processo de escoamento do óleo das embalagens, porém para isso é necessário adequar o coletor das embalagens, aumentando a sua capacidade.

Para atacar essas fragilidades, é importante definir um grupo de melhoria da empresa e estruturar um plano de ação para atacar essas perdas, utilizando os conceitos e a metodologia do *Lean Manufacturing*.

No entanto, um fator de destaque é o envolvimento dos dirigentes da empresa em buscar e promover a melhoria contínua nos seus processos de manufatura e serviços como alternativa na busca da lucratividade.

## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004 - Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

AMBIENTE BRASIL. **Óleos Lubrificantes**. Disponível em: <<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/>>. Acesso em: 30 junho 2016.

ANP, Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. **Balanco de Produção e Coleta de Óleos Lubrificantes**. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 14 junho 2016.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo**, São Paulo: Atlas, 2001.

BNDES. **Potencial da Indústria Química Brasileira**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep\\_fep/chamada\\_publica\\_FEPpros\\_pec0311\\_Lubrificantes.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEPpros_pec0311_Lubrificantes.pdf)>. Acesso em: 16 junho 2016.

BRASIL. **Acordo setorial para a implantação de sistema de logística reversa de embalagens plásticas usadas de lubrificantes, 2012**. Disponível em: <<http://www.abras.com.br/pdf/acordoembalagensoleo.pdf>>. Acesso em: 16 junho 2016.

BRITO, M; DEKKER, R. A framework for reverse logistics. **ERIM Report Series Research In Management**, n. 045, 2003.

CANCHUMANI, Giancarlo Alfonso Lovón. **Óleos Lubrificantes Usados: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no Brasil**. 2013. 143 f. Dissertação (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.



CASTRO, Marcos Daniel Gomes. **Caracterização do processo de reciclagem do óleo lubrificante usado em postos de combustíveis e identificação de desafios frente à política nacional de resíduos sólidos**. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2011.

CEMPRE, Compromisso Empresarial para reciclagem. **Cempre entrega plano de reciclagem de embalagens à ministra do Meio Ambiente**. São Paulo, 2013. Disponível em: <[cempre.org.br](http://cempre.org.br)>. Acesso em: 05 junho 2016.

CNC, Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo. **CNC assina primeiro acordo setorial da política nacional de resíduos sólidos**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://cnc.org.br>>. Acesso em: 31 maio 2016.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 362/2005, Regulamentação da Coleta, Transporte, Armazenamento e Destinação Adequada dos óleos lubrificantes usados e contaminados**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res36205.xml>>. Acesso em: 15 junho 2016.

COURTOIS, Alain.; PILLET, Maurice.; MARTIN-BONNEFOUS, Chantal. **Gestão da Produção: Para uma gestão industrial ágil, criativa e cooperante**. Lisboa: Lidel, 2007.

DURET, Daniel; PILLET, Maurice. **Qualidade na Produção. Da ISO 9000 aos Seis Sigma**. Lisboa: Lidel, 2009.

FECOMBUSTÍVEIS, Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de lubrificantes. **Relatórios Anuais**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.fecombustiveis.org.br>>. Acesso em: 14 junho 2016.

FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999.

GESTÃO INDUSTRIAL. **Lean Manufacturing, reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade**. Disponível em: <<http://www.gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>>. Acesso em: 31 maio 2016.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção - mais do que simplesmente Just in Time. In: **Revista Produção**, São Paulo, v. 5, n.2, p. 169-189, 1995.

LIKER, Jeffrey K. **The Toyota way:14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2004.

MAGALHÃES, Ana Paula Souza. **Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca: processo de escolha pelo Método de Análise Hierárquica**. 2011. 281 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Sistema de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

MAXWELL, J. et al. Case study: Honda of American manufacturing, inc.: can lean production practices increase environmental performance? **Environmental Quality Management**, v. 8, n. 1, p. 53-61, 1998.

MELTON, T. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 83, n. A6, p. 662-673, 2005.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.

OLIVEIRA, Vinícius Balthazar Pereira; GOMES, Priscila Luggeri; NASCIMENTO, Elsonn Antônio. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 4, 2008, Niterói. **Estratégias ambientais em postos de combustíveis: O caso de posto de combustível ecológico**. Niterói , RJ: 2008. 18p.

RACHID, A. et al. Organização do trabalho na cadeia de suprimento: os casos de uma planta modular e uma tradicional na indústria automobilística. **Produção**, v. 16, n. 2, p. 189-202, 2006.

ROTHENBERG, Sandra.; PIL, Frits K.; MAXWELL, James. Lean, green, and the quest for superior environmental performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 3, p. 228-243, 2001.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291p.

SIMPSON, Dayna F. ; POWER, Damien J. Use the supply relationship to develop lean and green suppliers. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 10, n.1, p.60 – 68, 2005.

SINDICOM, Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustível e de Lubrificantes. **Dados do setor**. Disponível em: <[sindicom.com.br](http://sindicom.com.br)> Acesso em: 18 junho 2016.

SINDIPLAST. **Os plásticos**. Disponível em:<<http://www.sindiplast.org.br/>>. Acesso em: 16 junho 2016.

SINDIRREFINO, Sindicato Nacional da Indústria do Refino de Óleos Minerais. **O Refino de Óleos**. Disponível em: <http://sindirrefino.org.br/>. Acesso em: 22 junho 2016.

SOHN, Hassan. **Guia Básico: Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados**. São Paulo: Senai, 2007.

SPEAR, S.; BOWEN H.K. Decoding The DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, Boston, v. 77, n.5, p. 96-106, 1999.

STAKE, R. E. Qualitative Research: Studying How Things Work. **The Guilford Press**, New York, 2000.

TENÓRIO, F. A. Redes de Logística Reversa: Um Estudo Do Canal Reverso De Reciclagem Na Indústria Do Plástico. **Race – Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, Santa Catarina, v. 13, n. 1, p. 353-382, 2014.

VIVEIROS, Mariana. Cerca de 28 mil litros de óleo poluem SP por ano. **Folha Online**, São Paulo, 06 agosto 2000. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u6713.shl>>. Acesso em: 05 junho 2016.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

**APÊNDICE A** – Trabalho técnico apresentado no 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental realizado nos dias 19 e 21 de outubro de 2016, no Centro de Eventos da PUCRS em Porto Alegre RS.



## OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES PELA IMPLEMENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN MANUFACTURING*

**Frederico Lodi Buss** – e-mail: [frederico.icemg@gmail.com](mailto:frederico.icemg@gmail.com)

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
Campus Reitor João David Ferreira Lima, s/n - Trindade,  
Florianópolis - SC, 88040-900

**Joel Dias da Silva** – e-mail: [dias\\_joel@hotmail.com](mailto:dias_joel@hotmail.com)

FURB – Universidade Regional de Blumenau

**Resumo:** *A destinação final, pós-consumo, das embalagens plásticas de óleos lubrificantes é um dos principais problemas ambientais na área de resíduos sólidos. A Logística Reversa tem como objetivo reduzir esses problemas ambientais, evitando que os resíduos sejam lançados diretamente no meio ambiente. O presente trabalho foi baseado na Política Nacional de Resíduos Sólidos implementada pela Lei 12.305/2010 e teve como objetivo propor a otimização do processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes pela implementação dos princípios do Lean Manufacturing.*

**Palavras-chave:** Óleo Lubrificante Pós-consumo; Embalagens Plásticas; Descontaminação; Reciclagem; Lean Manufacturing.

**Abstract:** *The destination, after consumption of plastic packaging of lubricating oils is one of the main environmental problems in solid waste. The Reverse Logistics aims to reduce these environmental problems, preventing waste is released directly into the environment. This work was based on Solid Waste National Policy implemented by*

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





*Law 12.305/2010 and aimed to propose the optimization of the decontamination process of the plastic packaging of lubricating oils for the implementation of the principles of Lean Manufacturing.*

**Abstract:** Used Engine Oil; Plastic Bottles; Decontamination; Recycling; Lean Manufacturing.

## 1. INTRODUÇÃO

O destino final das embalagens plásticas, sem dúvida, é algo preocupante, representando um grave problema ambiental, uma vez que, o plástico tem um ciclo de vida longo, podendo durar até 400 anos no meio ambiente se não descartado corretamente, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2016).

Ainda, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, quando se trata de embalagens plásticas, e que armazenam óleos lubrificantes, o problema se torna maior, pois o óleo residual que permanece na embalagem poderá contaminar o solo, os lençóis freáticos e até a atmosfera quando em combustão (CANCHUMANI, 2013; SILVA, 2014).

Os principais impactos ambientais produzidos pelos óleos lubrificantes usados são causados pela presença de diversos metais pesados em suas fórmulas, podendo contaminar os lençóis freáticos e rios, ou ainda sobrenadarem lagos e mares, impedindo a oxigenação dos seres vivos e a passagem dos raios solares essenciais para a vida aquática. Alguns exemplos de danos ambientais relevantes causados pela má destinação dos óleos lubrificantes são citados por Sohn (2007) e CEMPRE (2013):

- No solo: por não ser biodegradável leva dezenas de anos para desaparecer do ambiente e, quando vaza ou é jogado no solo, mata a vegetação e os microrganismos, destruindo o húmus, causando infertilidade da

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO



- área que pode se tornar uma fonte de vapores de hidrocarbonetos;
- Na água: pode atingir o lençol freático, inutilizando os poços da região de entorno: diminui a tensão superficial da água, inibe a fotossíntese e a respiração dos seres aeróbicos, comprometendo sua oxigenação, provocando danos à vida aquática e seres que dependem da água. Quando lançado no esgoto, o óleo lubrificante compromete o funcionamento das estações de tratamento de esgoto, chegando, em alguns casos, a causar a interrupção do funcionamento desse serviço essencial;
  - No ar: quando queimados, os óleos lubrificantes usados ou contaminados causam forte concentração de poluentes num raio de 2km, gerando grande quantidade de fuligem, produzindo precipitação de partículas que literalmente grudam na pele e penetram no sistema respiratório das pessoas.

Além da geração do óleo lubrificante usado durante as operações de troca, é comum surgirem outros resíduos contaminados como as embalagens nas quais são armazenados tais óleos. Segundo o SINDIPLAST (2007), a cada ano são produzidas cerca de 305 milhões de embalagens de óleo lubrificante distribuídas da seguinte maneira: 10 milhões para baldes e bombonas plásticas (80% dos quais são plásticos), 15 milhões para galões de 3 a 5 litros, 200 milhões para frascos plásticos de 1 litro e 80 milhões para frascos plásticos de meio litro. Desse total, 60% são de óleos automotivos e 40% são industriais. Essas embalagens são de polietileno de alta densidade (PEAD), um plástico rígido, inquebrável, impermeável, com resistência química e a baixas temperaturas, o que torna o descarte ainda mais preocupante.

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO



Neste contexto, considera-se de suma importância a descontaminação das embalagens dos óleos lubrificantes para proteção do meio ambiente, pois segundo a ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004), tais embalagens com óleo residual apresentam riscos de periculosidade à Saúde Pública e ao meio ambiente sendo classificados como resíduos perigosos.

Conforme a Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviço e Turismo (CNC) publicou em seu informativo em fevereiro de 2014, em dezembro de 2012 a então Ministra do Meio Ambiente, a Sra. Izabella Teixeira, assinou um acordo onde os empresários do ramo de óleos lubrificantes assumiram a responsabilidade de reciclar as embalagens diminuindo assim o descarte das mesmas como resíduo comum. As empresas então seriam monitoradas pelo Ministério do Meio Ambiente por um sistema online e as que não respeitassem o acordo seriam enquadradas na Lei de Crime Ambiental (BRASIL, 2012).

Segundo dados do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes (SINDICOM), são produzidos anualmente  $1.000.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$  de óleo lubrificante e a cada ano são produzidas cerca de  $25.100 \text{ t} \cdot \text{ano}^{-1}$  de embalagens plásticas usadas no Brasil, nesse contexto diversas empresas se especializaram no ramo de descontaminação, e não só as descontaminam como também as reciclam, como é o caso da empresa ALEIXO E FERREIRA HIDROJATEAMENTO - BH HIDRO, localizada no município de Betim/MG, que terá seu processo de descontaminação como objeto de estudo desta pesquisa.

Para Oliveira (2008) a gestão de embalagens plásticas contaminadas com óleo lubrificante é considerada difícil, pois são necessários cuidados especiais quanto ao seu destino final, além de conter resíduos oleosos que dificultam e tornam o processo de reciclagem mais oneroso. Tal processo de descontaminação apresenta várias etapas, envolvendo custos, insumos, mão-de-obra e demanda tempo, assim como todo processo produtivo e atualmente para se tornarem mais competitivas as empresas visam melhoria em seus processos eliminando desperdícios sem alterar a qualidade do





serviço ou produto final. Nesse processo, muitas têm recorrido às filosofias de gestão e gerenciamento de processos como a filosofia *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, em que se identificam e eliminam os desperdícios no processo produtivo.

O *Lean Manufacturing* surgiu na Toyota Motor Company após a Segunda Guerra Mundial desenvolvida pelo chefe de produção Taiichi Ohno (1912 – 1990). De acordo com Melton (2005) a filosofia *Lean Manufacturing* consiste em reduzir as 7 variáveis (espera, defeito, transporte, movimentação, excesso de estoque, excesso de produção e super/mau processamento) identificadas por Taiichi Ohno (1912-1990). O desenvolvimento do *Lean Manufacturing* ou Sistema Toyota de produção de acordo com Ghinato (1995) possui como pilares ferramentas que asseguram a melhor forma de especificar valor, alinhando na melhor sequência as ações que agregam valor e realizando as atividades sem interrupção desnecessária. É uma filosofia que busca reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega por meio da eliminação de desperdícios. O *Lean Manufacturing* baseia-se em princípios importantes e desafiadores. É baseado na constante contribuição de pessoas que atuam na empresa, Maxwell et al. (1998), Rothenberg et al. (2001) e Simpon e Power (2005) dão ênfase a importância do envolvimento dos funcionários, seja para intervir no processo para evitar falhas ou para se comprometer e propor melhorias relacionadas ao melhor uso e conservação de insumos.

- Não é um projeto e sim um modo de trabalhar;
- Requer métodos, instrumentos, padrões e rigor em sua aplicação;
- Conduz a realização de um sistema visível e transparente;
- É eficaz, já que visa o essencial.

Para implantar o *Lean Manufacturing* nas empresas é preciso disseminar uma nova cultura voltada à redução de perdas e desperdícios e desenvolver projetos de melhoria que proporcionem retorno financeiro para as empresas participantes. Womack e Jones (1996) criaram cinco princípios para serem utilizados por uma organização para implementação do “pensamento enxuto”.

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO



Inicialmente, é preciso reconhecer que, apenas uma pequena fração do tempo total e esforço dispensado para produzir um produto ou prestar um serviço, realmente agregam valor para o cliente. Portanto, é fundamental definir claramente o valor de um produto ou serviço específico da perspectiva do cliente, de forma que todas as atividades sem valor possam ser eliminadas. Após a identificação dos valores é preciso checar quais recursos serão necessários em cada fase do projeto para que o fluxo de valores aconteça sem interrupções. A seguir dividir o processo em atividades pequenas e mais fáceis de gerenciar. Logo após, envolver o cliente no processo de modo que ele defina as necessidades e prioridades e por último desenvolver pessoas com capacidade de decisão, que tenham responsabilidades, promovendo a melhoria contínua através da boa comunicação clara. A aplicação do *Lean Manufacturing* conta com o constante comprometimento da alta administração, pois como se trabalha com uma mudança de cultura, as barreiras são grandes, porém quando o empresário começa a enxergar os resultados, a nova cultura começa a ser interiorizada.

Face ao exposto, esse trabalho propõe-se a estudar a seguinte questão: Como melhorar o processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes aplicando os conceitos de *Lean Manufacturing*?

## 2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse estudo pautou-se na revisão bibliográfica sobre o tema, no programa governamental “Jogue Limpo” que estabelece diretrizes para destinação das embalagens de óleos lubrificantes pós-consumo juntamente com o Termo de Compromisso firmado entre o programa e o estado de Minas Gerais e no próprio processo de descontaminação de embalagens de lubrificantes existente na empresa BH Hidro. Por se tratar de um processo realizado em uma empresa específica o tipo de pesquisa utilizado foi o estudo de caso. Segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados.

Stake (2000), por sua vez, identifica três modalidades de estudo de caso: intrínseco, instrumental e coletivo. Sendo intrínseco aquele em que o caso constitui o próprio objeto da pesquisa.

Neste sentido, a pesquisa foi dividida em 4 etapas:

- Na primeira houve uma visita à empresa BH Hidro com a finalidade de conhecer e analisar todo o processo de descontaminação de embalagens de óleos lubrificantes. O processo foi fotografado e foram ouvidos os funcionários envolvidos em cada etapa do processo assim como o responsável pela empresa.
- Na segunda etapa, com base no referencial teórico e os princípios do Lean Manufacturing foram avaliados possíveis ajustes no processo de descontaminação.
- Na terceira etapa foram identificados os impactos positivos que os possíveis ajustes trarão para o processo e para o meio ambiente.
- E na quarta etapa foram mensurados e apresentados os resultados de acordo com os dados coletados, por meio de gráficos, tabelas e figuras.

Para avaliar o processo de descontaminação, foi utilizada a Análise de Fluxo de Valor (VSM), uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*. A análise se iniciou com o levantamento dos dados do processo de descontaminação e reciclagem. Foram levantados os tempos para realização de cada operação, desde o fornecedor de matéria prima, até o cliente final, seguindo o método do VSM, em que o principal objetivo é mensurar/avaliar o que agrega e o que não agrega valor ao processo de transformação do produto. Dessa forma foi possível identificar os problemas e traçar um plano de ação para solucioná-los.

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO



### 3. RESULTADOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO DE EMBALAGENS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES

As atividades produtivas da empresa estudada são: limpeza, corte e sucateamento de tanques de combustíveis, desentupimento em geral, sucção de fossa, tratamento de efluentes domésticos e efluentes industriais e oleosos, descontaminação de plásticos e reforma e sucateamento de tanques de combustíveis e embalagens de óleos lubrificantes. Porém, o presente estudo limitou-se às atividades da descontaminação de embalagens plásticas de óleos lubrificantes.

O processo é dividido em 08 etapas: coleta, armazenamento, segregação de cores, corte, limpeza química, tratamento dos efluentes, reuso da água e a embalagem descontaminada.

A coleta das embalagens é feita em postos de combustíveis, transportadoras, frotistas de veículos, ônibus, caminhões e tratores, oficinas e trocas de óleo, indústria metalúrgica, mineração, postos de combustíveis, indústria de autopeças, lava-jatos e indústria em geral utilizando-se tambores de tampa removível fornecidos pelo empreendimento com o sistema de troca. Na coleta por tambores e/ou caçambas especiais cheios são fornecidos reservatórios vazios com a devida identificação.

As embalagens de óleo são armazenadas em reservatório com ponto de captação do óleo residual contidos nos frascos. O óleo coletado é armazenado em tambores de 200 litros para venda aos refinadores de lubrificantes usados. As embalagens são selecionadas por cores sendo direcionadas em seguida para área de limpeza e trituração. Durante a operação, na situação de cores diferenciadas as embalagens são armazenadas em tambores limpos próximo a área de trituração. Após segregação de cores, as

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





embalagens são direcionadas para reservatório de fibra de vidro dotado de tubulação de ½” em PVC com micro furos em toda sua extensão com solução de desengraxante biodegradável para remoção do óleo remanescente do processo de escorrimento. As dimensões desse reservatório proporcionam geração de microbolhas para agitação de todo o sistema por borbulhamento e ação mecânica durante o uso do desengraxante biodegradável.

A solução de desengraxante saturada é direcionada através de tubulação específica para a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI que a empresa já possui, devidamente licenciada. Após tratamento do efluente o mesmo será direcionado para o reuso na operação de limpeza química. Após a descontaminação das embalagens, estas serão armazenadas em *big bags* fornecidas pelos recicladores de plástico para posterior coleta e venda. Na figura 3 é possível a visualização do fluxo de atividades do processo de descontaminação de embalagens de óleos lubrificantes atualmente realizado na empresa BH Hidro.

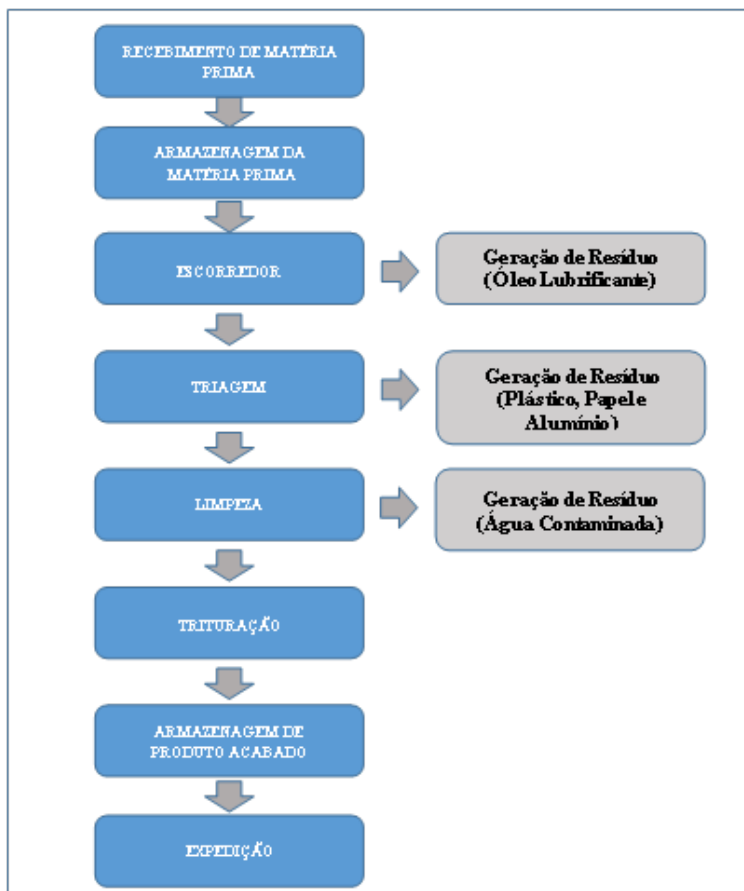
REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO



Figura 3 – Fluxo de atividades do processo de descontaminação de embalagens plásticas de óleo lubrificante na BH Hidro



Fonte: Elaborado pelos autores



### 3.1.1. COLETA DA MATÉRIA PRIMA

A empresa BH Hidro, dispõe de um caminhão tipo “Sider” adaptado para o transporte de tambores com capacidade de armazenamento de 200 litros cada. O caminhão transporta 36 tambores por viagem, contendo 50 embalagens de 1 litro. Em cada viagem, são transportadas cerca de 1800 embalagens para reciclagem. A empresa possui uma cartela de fornecedores de matéria prima e uma rota de coleta pré-estabelecida, obedecendo a distância e o volume a ser transportado, objetivando minimizar os custos logísticos. Cada fornecedor é responsável pela destinação das embalagens por isso para a BH Hidro recebe um valor monetário por tambor coletado.

### 3.1.2. RECEBIMENTO DA MATÉRIA PRIMA

O Caminhão chega à empresa BH Hidro e os tambores são descarregados utilizando uma empilhadeira que os acondicionam em local devidamente determinado onde se inicia o processo de descontaminação e reciclagem.

### 3.1.3. ESCORREDOR

No primeiro passo do processo de descontaminação as embalagens são deixadas em um escorredor para o resíduo de óleo existente escorra. O processo de escorrimento dura 24 horas e atualmente a empresa possui 02 escorredores com capacidade de escorrer 100 embalagens de 1 litro. Assim, a capacidade diária da empresa é de escorrer 200 embalagens.

Figura 5 – Operação de escorrimento do resíduo do óleo



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.1.4. TRIAGEM

Nesta etapa do processo, as embalagens são separadas por cores (branco, vermelho, verde, preto, etc). Quanto mais próximo da cor branca, mais rentável. Também são retirados os rótulos (plástico e papel), o alumínio dos lacres e as tampas, quando as cores forem diferentes do restante da embalagem. O tempo de triagem a cada retirada do escorredor é de 20 minutos, sendo necessários 40 minutos para separação de 200 embalagens.

### 3.1.5. LIMPEZA

Após serem separadas, as embalagens plásticas são colocadas em uma máquina que realiza a limpeza, utilizando detergente e desengraxante. Nessa etapa a água contaminada é direcionada para a ETE – Estação de Tratamento de Efluentes.

Cada ciclo de lavagem somado a etapa de trituração tem duração de 15 minutos e a capacidade do equipamento é de 50 embalagens por ciclo de limpeza.



Figura 6 – Operação de Limpeza e Trituração



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.1.6. TRITURAÇÃO

Nesta etapa, as embalagens são trituradas de acordo com a gramatura exigida pelo cliente. Deste processo resulta o produto final para reciclagem conforme mostrado na figura 06.

### 3.1.7. ARMAZENAGEM DE PRODUTO ACABADO

As embalagens plásticas trituradas e descontaminadas são armazenadas em Big Bag's conforme figura 7.

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO



Figura 7 – Big Bag's onde são armazenadas as embalagens trituradas



Fonte: Elaborado pelo autor

REALIZAÇÃO



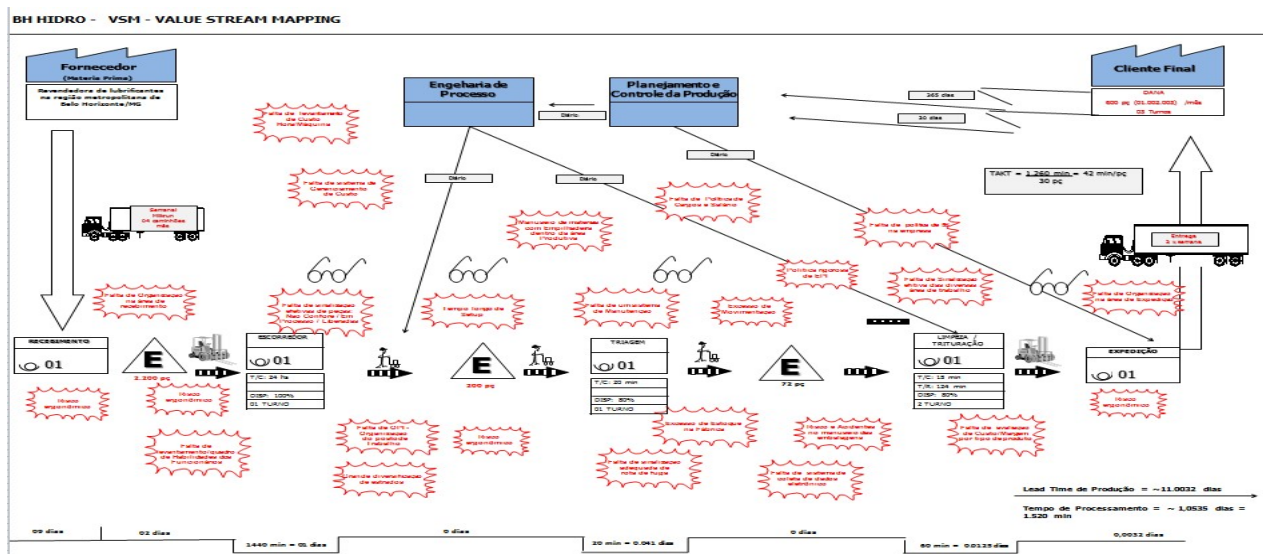
CORREALIZAÇÃO





### 3.2. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO

Para avaliar o processo de descontaminação, foi utilizada a Análise de Fluxo de Valor (VSM), uma das ferramentas do Lean Manufacturing.



REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES



De acordo com Rachid *et al.* (2006) o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta simples, utilizada para atingir os objetivos da filosofia do *Lean Manufacturing*. O VSM permite a visualização atual de toda a cadeia produtiva e seus desperdícios dentro dos fluxos de material, pessoas e informação, para posteriormente eliminá-los.

O mapeamento consiste em um ciclo que tem início quando são identificados os valores do cliente. A ideia é baseada no *Kaizen*, método da melhoria contínua, onde sempre há pontos de aperfeiçoamento e redução de desperdícios. Como vantagens da implantação do Mapeamento do Fluxo de Valor, podem ser citadas:

- Ajuda a identificar as fontes de desperdício;
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você possa discuti-las;
- Junta conceitos e técnicas enxutas;
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

Em todas as etapas do processo de reciclagem foram identificadas oportunidades de melhoria conforme Quadro 5:

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO



Quadro 5 – Processo de Descontaminação: Etapas versus Oportunidades

Etapas	Oportunidades
Recebimento	Falta de organização da área (5S)
	Excesso de material de outras áreas da empresa
	Risco ergonômico para os funcionários
	Falta de sinalização
	Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários
	Falta de Sinalização efetiva da área de trabalho
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI Alto índice de NVA do operador
Escorredor	Equipamento gargalo do processo produtivo
	Falta de organização da área (5S)
	Elevado tempo de processamento
	Falta OPT – Organização do Posto de trabalho
	Risco ergonômico
	Falta de Sinalização efetiva da área de trabalho
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI Falta Gestão a vista Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários
Triagem	Excesso de movimentação
	Inspeção pouco eficiente
	Desbalanceamento das operações
	Falta identificação dos materiais
	Falta de organização da área (5S)
	Falta OPT – Organização do Posto de trabalho
	Risco ergonômico
	Falta de Sinalização efetiva da área de trabalho
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI Falta Gestão a vista Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários

Continua...



Quadro 5 – Processo de Descontaminação: Etapas versus Oportunidades.

Conclusão.

Etapas	Oportunidades
Limpeza/ Trituração	Falta de avaliação de Custo/Margem
	Faltam insumos para Limpeza
	Máquina com acesso difícil
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI
	Operadores com alto tempo de ociosidade
	Falta Gestão a vista
Produto acabado	Falta o levantamento do quadro de habilidades dos funcionários
	Falta de embalagem
	Falta de organização da área (5S)
	Falta OPT – Organização do Posto de trabalho
	Falta Gestão a vista
	Risco de acidentes - Falta uso de EPI

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3. OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Para Ohno (1997), o tempo é um recurso valioso e limitado, que se administrado de forma adequada é capaz de trazer efeitos significativos ao processo. Qualquer perda de tempo deve ser eliminada. No quadro 6, seguem as informações dos tempos (minutos/dias) coletados através da utilização da ferramenta VSM nas etapas do processo de descontaminação de embalagens plásticas da empresa BH Hidro:



Quadro 6 – Etapas versus Tempo

<b>Etapas</b>	<b>Tempo de Atravessamento</b>	<b>Tempo de Processamento</b>
Recebimento	11 dias	-
Escorredor	0 dia	01 dia = 24 hs
Triagem	0 dia	20 min = 0.041 dias
Limpeza/Trituração	0 dia	60 min = 0.0125 dias
Produto acabado	0,0032 dias	
<b>Tempo Total</b>	<b>11,0032 dias</b>	<b>1,0535 dias</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao analisar a Tabela 6 concluímos que o principal gargalo do processo de descontaminação evidenciado foi na etapa do escorredor, pois é necessário um tempo ciclo de 24 horas. Cada carregamento recebido na empresa com 1.800 embalagens plásticas necessita de 11,0032 dias para ser reciclado. O tempo de processamento para reciclar um lote de 200 embalagens é de 1,0535 dias.

A capacidade instalada para triagem por dia é de 4.800 embalagens, porém somente processa 200. A máquina que faz a limpeza e a trituração das embalagens tem capacidade diária de processar 6.400 embalagens por dia, porém processa apenas 200. O processo que leva hoje 11 dias para transformar 1.800 embalagens em produto reciclado, pode ser totalmente realizado em menos de 01 dia.

Tenório (2014) aponta que produtos plásticos de pós-consumo para serem aptos ao uso como matéria prima secundária devem possuir um gerenciamento adequado, para garantir a qualidade dos novos produtos sem que haja problemas como a contaminação, buscando atender às demandas de seu mercado consumidor.



Os resíduos gerados na troca de óleo lubrificantes são vários e cada um precisa ser gerenciado corretamente. O Quadro 7 apresenta um resumo de como proceder com os tipos de resíduos gerados nesse processo enfatizando as embalagens plásticas que são o foco dessa pesquisa:

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





Quadro 2. Gerenciamento dos resíduos gerados na troca de óleo lubrificante

Resíduo	Coleta e armazenamento temporário	Destinação adequada
<b>Óleos lubrificantes usados ou contaminados</b>	Acondicionado em bombonas, latões, tambores ou tanques sobre bacia de contenção e local adequado	Entrega para coletor autorizado
<b>Embalagens usadas de óleo lubrificante</b>	Escoamento do óleo lubrificante restante na embalagem; Acondicionamento separado em bombonas ou latões específicos sobre bacia de contenção em locais de piso impermeável, ventilado e longe de fontes de ignição e pressão; As tampas dos frascos não devem ser descartadas para que sejam reutilizadas nos frascos	Reciclagem (se possível); Aterro licenciado de resíduos perigosos (caso não haja alternativa de tratamento)
<b>Filtros de óleo usados</b>	Acondicionamento em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos
<b>Serragem ou areia com óleo lubrificante</b>	Acondicionamento em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos
<b>Fluído de limpeza de ferramentas sujas com óleo lubrificante</b>	Acondicionamento separado em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos ou empresa licenciada de tratamento de efluentes líquidos
<b>Águas contaminadas com óleos lubrificantes</b>	Separação do óleo da água através de centrifugação ou caixa de separação água/óleo	Água: reuso nos sistemas de limpeza; Óleo lubrificante: coletor autorizado; outros resíduos oleosos: aterro licenciado de resíduos perigosos.
<b>Outros resíduos oleosos / misturas de óleo com combustíveis, solventes ou outras substâncias</b>	Acondicionamento separado em embalagem identificada e armazenagem temporária em local adequado	Aterro licenciado de resíduos perigosos

Fonte: Elaborado a partir da NBR 12.232/92 e adaptado de Castro (2010).



Além do gerenciamento correto dos resíduos gerados é recomendável que os trabalhadores envolvidos nos processos utilizem equipamentos de proteção individual evitando assim contato direto com o óleo e os demais resíduos. Segundo Oliveira (2008), a gestão de embalagens plásticas contaminadas com óleo lubrificante é considerada difícil, porque necessitam de cuidados especiais quanto à sua destinação, por conter resíduos oleosos que dificultam e tornam mais oneroso o processo de reciclagem.

De acordo com Magalhães (2011), a revalorização de um produto ou material usado é um dos objetivos da logística reversa, principalmente porque reduz a agressão ao meio ambiente, evitando que os resíduos sólidos sejam lançados diretamente ao meio ambiente.

Para Leite (2003), a logística reversa é dividida em dois aspectos: a de pós-consumo e a de pós-venda. A logística reversa de pós-consumo é constituída pelo fluxo reverso de uma parte dos produtos ou matérias que foram originados do descarte após o término da sua utilização, que podem retornar ao ciclo produtivo, sendo recicladas ou reutilizadas. Enquanto que a logística reversa pós-venda é formada pelas diferentes possibilidades de retorno de uma parcela de produtos com pouca ou nenhuma utilização.

Conforme verificado por Castro (2011) a aplicação da logística reversa no gerenciamento de resíduos sólidos é um diferencial para as empresas, principalmente no reaproveitamento dos resíduos sólidos, o que evita desperdícios e gera emprego e renda para a sociedade a partir do desenvolvimento de projetos sociais.

O óleo lubrificante, devido ao seu grau de contaminação, requer especificações adequadas de infraestrutura logística para seu gerenciamento de acordo com o CONAMA 362/05 (BRASIL, 2005).

A Lei 12.305/10 (BRASIL, 2010) no seu art. 33, inciso IV, é enfática quanto à questão da obrigatoriedade da estruturação e implantação de um sistema de logística reversa para óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens. Ressaltando ainda a

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





importância da reciclagem como uma medida necessária para assegurar a operacionalização desse sistema.

A Resolução CONAMA nº 362/2005 enfatiza especialmente a responsabilidade compartilhada dos atores da cadeia produtiva e de consumo. Os atores e suas respectivas responsabilidades são:

- **Produtores e Importadores:** Pessoas jurídicas que introduzem o óleo lubrificante acabado no mercado e possuem a obrigação legal de custear sua coleta e informar aos consumidores as obrigações que estes têm e os riscos ambientais decorrentes do eventual descarte ilegal do resíduo.
- **Revendedores:** Pessoas jurídicas que comercializam óleo lubrificante acabado no atacado e no varejo que, dentre outras obrigações, devem receber dos geradores o óleo lubrificante usado.
- **Geradores:** Pessoas físicas ou jurídicas que, em função do uso de lubrificantes, geram o óleo lubrificante usado e tem obrigação de entregar este resíduo perigoso ao ponto de recolhimento.
- **Coletores:** Pessoas jurídicas devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente e autorizadas pela ANP para realizar a atividade de coleta.
- **Rerefinadores:** Pessoas jurídicas devidamente autorizadas pela ANP e licenciada por órgão ambiental competente para a atividade de rerefino, que têm por obrigação remover os contaminantes do resíduo perigoso e produzir óleo lubrificante básico.

Segundo Castro (2011), a cadeia de destinação do óleo lubrificante pode ser compreendida a partir do seu fluxo físico, iniciado na produção gerada pelas refinadoras. Os iniciantes da cadeia são fornecedores dos óleos básicos, repassados para os fornecedores do óleo lubrificante acabado, que realizam o aditivamento de substâncias químicas, visando a atender às

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO



especificações de uso de acordo com sua destinação. Em seguida, o óleo acabado é enviado para o mercado para ser vendido por distribuidoras ou mesmo no varejo. No fluxo reverso, passa primeiro pelos consumidores, repassados pelos coletores autorizados ou não autorizados, com destino final para o rerrefino e outros fins.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa realizada, percebeu-se que melhorias no sistema de produção poderão gerar benefícios diretos e indiretos para a empresa com práticas de gestão ambiental, especialmente no que tange a redução dos desperdícios. Cada vez mais as organizações se preocupam, não apenas com o desempenho operacional e financeiro, mas também, com os aspectos ambientais de sua produção.

Partindo da premissa que a eficiência ambiental é alcançada a partir do uso racional e equilibrado de materiais e recursos naturais, que dependerão das decisões operacionais e dos processos que visem à prevenção da poluição e que o *Lean Manufacturing* consiste na redução de desperdícios no processo produtivo, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de otimização do processo de descontaminação das embalagens plásticas de óleos lubrificantes na empresa BH HIDRO, visando a contribuição de preservação do meio ambiente e a maior competitividade da empresa no mercado.

No entanto, um fator de destaque é o envolvimento dos dirigentes das empresas em buscar e promover a melhoria contínua nos seus processos de manufatura e serviços, pois o custo de se produzir no Brasil é 23% maior que nos Estados Unidos da América, conforme dados do Boston Consulting Group (2014).

Cabe aos empreendedores diante desse fato buscarem as inovações e trabalharem nas eliminações das perdas e dos desperdícios como alternativa na busca da lucratividade.

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004 - Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

CANCHUMANI, Giancarlo Alfonso Lovón. **Óleos Lubrificantes Usados: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no Brasil**. 2013. 143 f. Dissertação (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CASTRO, Marcos Daniel Gomes. **Caracterização do processo de reciclagem do óleo lubrificante usado em postos de combustíveis e identificação de desafios frente à política nacional de resíduos sólidos**. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2011.

CEMPRE. **Cempre entrega plano de reciclagem de embalagens à ministra do Meio Ambiente**. Disponível em: <cempre.org.br >. Acesso em: 05 junho 2016.

COURTOIS, Alain.; PILLET, Maurice.; MARTIN-BONNEFOUS, Chantal. **Gestão da Produção: Para uma gestão industrial ágil, criativa e cooperante**. Lisboa: Lidel, 2007.

DURET, Daniel; PILLET, Maurice. **Qualidade na Produção. Da ISO 9000 aos Seis Sigma**. Lisboa: Lidel, 2009.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção - mais do que simplesmente Just in Time. In: **Revista Produção**, São Paulo, v. 5, n.2, p. 169-189, 1995.

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





LEAN INSTITUTE BRASIL. **Artigos**. Apresenta diversos artigos produzidos periodicamente por grandes especialistas com reflexões sobre o universo lean. Disponível em:< <http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 13 junho 2016.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa- Meio Ambiente e Competitividade**. 1. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LIKER, JEFFREY K. **THE TOYOTA WAY:14 MANAGEMENT PRINCIPLES FROM THE WORLD'S GREATEST MANUFACTURER**. NEW YORK: MCGRAW-HILL, 2004.

MAGALHÃES, Ana Paula Souza. **Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca: processo de escolha pelo Método de Análise Hierárquica**. 2011. 281 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Sistema de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

MARTINS H.M.; NASCENTES A.L.; GUIMARÃES M.J.O.C.; CAMPOS J.C. Gerenciamento de embalagens de lubrificantes pós-consumo – Uma análise crítica. **Revista Teccen**, Rio de Janeiro, 06 março 2015. Disponível em:  
<[http://www.uss.br/pages/revistas/revistateccen/V6N12015/pdf/002-Gerenciamento\\_de\\_embalagens\\_de\\_lubrificantes.pdf](http://www.uss.br/pages/revistas/revistateccen/V6N12015/pdf/002-Gerenciamento_de_embalagens_de_lubrificantes.pdf)>. Acesso em: 13 junho 2016.

SOHN, Hassan. **Guia Básico: Gerenciamento de Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados**. São Paulo: Senai, 2007.

TENÓRIO, F. A. Redes De Logística Reversa: Um Estudo Do Canal Reverso De Reciclagem Na Indústria Do Plástico. **Race – Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, Santa Catarina, v. 13, n. 1, p. 353-382, 2014.

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO





VIVEIROS, Mariana. Cerca de 28 mil litros de óleo poluem SP por ano. **Folha Online**, São Paulo, 06 agosto 2000. Disponível em: <  
<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u6713.shl>>.  
Acesso em: 05 junho 2016.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookmam, 2001.

REALIZAÇÃO



CORREALIZAÇÃO

