



**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Uso do Diagrama de Ishikawa na Avaliação de Impactos  
Causados no Processo de Recauchutagem de Pneus.**

*Adriana Faxina*

**TCC-EP-01-2011**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

**Uso do Diagrama de Ishikawa na Avaliação de Impactos  
Causados no Processo de Recauchutagem de Pneus.**

*Adriana Faxina*

**TCC-EP-01-2011**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof.<sup>(a)</sup>: Márcia Fernanda Pappa

**Maringá - Paraná  
2011**

## EPÍGRAFE

“O instante mágico do dia ajuda-nos a mudar, faz-nos ir em busca dos nossos sonhos. Vamos sofrer, vamos ter momentos difíceis, vamos enfrentar muitas desilusões. Mas tudo isso é passageiro e não deixa marcas. E, no futuro, poderemos olhar para trás com orgulho e fé.”  
(Paulo Coelho).

## **RESUMO**

Em busca de um ambiente saudável para as futuras gerações, observa-se a necessidade da preservação ambiental, e estudos vem sendo realizados cada vez mais para que se encontrem soluções econômicas, sociais e ecológicas viáveis para a minimização do impacto ambiental. Um grande passivo ambiental que vêm se agravando através dos tempos é o descarte de pneus usados, os quais levam muito tempo para se decompor na natureza, uma vez que sua composição é derivada do petróleo, fonte de energia não renovável. Em busca de um gerenciamento adequado no processo produtivo visando a redução de custos, impactos ambientais e otimização da produção, além de apontar falhas e alternativas a fim de reduzir os resíduos gerados no processo, aborda-se o uso das ferramentas da qualidade no processo. O presente trabalho mostra o processo produtivo de uma empresa de recauchutagem de pneus, bem como alternativas de descarte da borracha por meio de uma visita técnica, com registros fotográficos e questionamento aos funcionários, verificando que o processo pode ser melhorado com levantamentos de dados apropriados ao respectivo processo.

**PALAVRAS-CHAVE: borracha, recauchutagem de pneus, ferramentas da qualidade, qualidade no processo produtivo.**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>viii</b>
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 JUSTIFICATIVA .....	1
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Geral.....	3
1.3.2 Específico.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Gestão Ambiental e Resíduos de Pneus.....	4
2.2 Legislação Aplicável.....	5
2.3 Tecnologias de Reaproveitamento de Pneus.....	7
2.3.1 Recauchutagem de Pneus.....	9
2.4 Qualidade.....	10
2.4.1 Fases da Qualidade.....	11
2.4.2 Ferramentas Estatísticas da Qualidade .....	12
2.4.2.1 Ciclo PDCA.....	12
2.4.2.2 Diagrama de Ishikawa (Espinha de Peixe).....	13
2.4.2.3 Histograma.....	14
2.4.2.4 Gráfico de Pareto.....	15
2.4.2.5 Diagrama de Correlação.....	17
2.4.2.6 Gráfico de Controle.....	17
2.4.2.7 Folhas de Verificação (ou Check List).....	18
3 METODOLOGIA PROPOSTA.....	20
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
4.1 Descrição do Processo.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
5.1 Fluxograma.....	28
5.2 Diagnóstico dos Impactos Ambientais (Espinha de Peixe).....	29
5.3 Resultados Obtidos com a Pesquisa.....	29
5.3.1 Identificação e Descrição das Áreas de Risco.....	29
5.3.2 Evidência e Descrição dos Impactos (Efeitos).....	30
5.3.3 Descrição Técnicas que Potencializam os Impactos Ambientais.....	31
5.3.4 Abrangência dos Impactos.....	33
5.3.5 Aspectos Ambientais, Físicos, Sociais, Legais.....	33
5.3.6 Seleção dos Impactos a Serem Tratados ou Minimizados.....	33
5.3.7 Seleção dos Itens de Verificação.....	34
5.4 Sugestões.....	34
5.4.1 Ações para o Ajustamento.....	34
5.4.2 Cronograma de Execução.....	35
5.4.3 Locais de Execução.....	35
5.4.4 Justificativa das Ações Programadas.....	35
5.4.5 Identificação dos Setores e Pessoas.....	35
5.4.6 Método de Trabalho.....	35
5.4.7 Definição dos Recursos Necessários.....	36
5.4.8 Orçamento Financeiro.....	36

5.4.9 Demonstração Custo Benefício das Ações Programadas.....	36
5.4.10 Fontes de Financiamento.....	36
5.5 Planilhas de Controle.....	36
6 CONCLUSÃO.....	38
REFERENCIAS.....	39
APÊNDICE.....	41

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUTURA DO PNEU .....	5
FIGURA 2: CICLO PDCA .....	13
FIGURA 3: DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	14
FIGURA 4: GRÁFICO HISTOGRAMA.....	15
FIGURA 5: GRAFICO DE PARETO .....	16
FIGURA 6: DIAGRAMA DE CORRELAÇÃO.....	17
FIGURA 7: GRÁFICO DE CONTROLE PARA PROCESSO FORA DE CONTROLE .....	18
FIGURA 8 E 09: RECEPÇÃO DOS PNEUS .....	22
FIGURA 10: DESMONTAGEM DOS PNEUS .....	22
FIGURA 11: EXAME DOS PNEUS.....	23
FIGURA 12: PRÉ LIMPEZA DO PNEU.....	23
FIGURA 13 E 14: RASPAGEM DOS PNEUS.....	23
FIGURA 15: ESCARIAÇÃO DAS CARÇAÇAS.....	24
FIGURA 16: APLICAÇÃO DE COLA NAS CARÇAÇAS.....	24
FIGURA 17: COLAGEM.....	24
FIGURA 18: CALAFETAÇÃO.....	25
FIGURA 19: MONTAGEM DO PNEU PARA AUTOCLAVAGEM.....	25
FIGURA 20: AUTOCLAVE .....	25
FIGURA 21: CÂMARA DE PINTURA .....	26
FIGURA 22: INSPEÇÃO FINAL .....	26
FIGURA 23: EXPEDIÇÃO.....	27
FIGURA 24: FLUXOGRAMA.....	28
FIGURA 25: ESPINHA DE PEIXE .....	29
FIGURA 26: PRÉ LIMPEZA.....	31
FIGURA 27 E 28: RASPAGEM DO PNEU .....	31
FIGURA 29: RESÍDUO DA COLAGEM .....	32
FIGURA 30 E 31: CÂMARA DE PINTURA E RESÍDUO DE TINTA .....	32
FIGURA 32: INEFICIÊNCIA DO EXAUSTOR.....	32

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

SEMA	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PDCA	Planejamento (Plan), Execução (Do), Verificação (Check), Ação (Act).
TQC	Total Quality Control (Controle da Qualidade Total)
EPI	Equipamento de Proteção Individual

# 1 INTRODUÇÃO

Na sociedade, o objetivo das empresas é a obtenção de lucro para a sobrevivência no mercado. A geração do mesmo é dada por alguns fatores como a economia de materiais, energia, funcionários, garantia de venda e qualidade do produto para conquistar e manter clientes.

Em decorrência da implantação de leis e maior cobrança por parte das autoridades, as empresas vêm a cada dia, se conscientizando e buscando novas formas de melhoria no processo produtivo de modo a minimizar os impactos causados na natureza.

Um ramo importante deste segmento é o que se relaciona aos pneus (mais precisamente à borracha que é o seu componente principal), e possui uma degradação muito lenta na natureza, pois, ainda não se sabe ao certo quanto tempo a borracha demora para se decompor.

Segundo Motta (2008) (apud ECHIMENCO, 2001). Em 1999 o Brasil possuía um passivo de 100 milhões de pneus inservíveis abandonados no meio ambiente. Enquanto que no ano de 2006 na União Européia, o descarte de pneus triturados em aterros sanitários foi na ordem de 80 milhões. O acúmulo deste tipo material acarreta sérios danos ambientais devido a descartes inadequados, sendo assim, uma alternativa para prolongar a vida útil do pneu é a recauchutagem.

No processo da recauchutagem é feita a reforma de um pneu usado, repondo e vulcanizando a camada superior de borracha da banda de rodagem e possui um custo menor que a fabricação de um pneu novo, processo o qual também é gerador de resíduos de borracha, tinta e partículas sólidas.

Visando a minimização de resíduos do processo de recauchutagem o objetivo do presente trabalho é o estudo do processo produtivo da indústria de recauchutagem de pneus, onde se verificará todos os pontos geradores de resíduos com sugestões para a melhoria do processo.

## 1.1 Justificativa

Uma das razões para a sobrevivência de uma empresa é a qualidade do produto oferecido bem como a do processo de fabricação, pois a cada dia mais a sociedade busca e cobra novas

alternativas de redução de impactos ambientais em virtude da legislação cada vez mais exigente.

Essa preocupação deve-se evidenciar a cada dia, pois a preservação dos recursos naturais é quem garantirá a condições melhores de vida a população, com relação à saúde, bem estar e desenvolvimento humano.

Além de proporcionar redução de custo para a empresa, ou até mesmo geração de renda com a venda dos resíduos, a responsabilidade ambiental traz uma imagem positiva para a empresa no mercado, agregando valor ao seu produto e divulgando melhor a sua marca.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

A indústria da recauchutagem de pneus surgiu como alternativa para prolongar a vida útil do pneu inservível, além de geração de empregos e renda, o custo de um pneu recauchutado é menor comparado ao pneu novo.

Embora traga benefícios, a indústria também se torna geradora de resíduos e causadora de impacto ambiental por trabalhar com uma matéria prima que não se decompõe na natureza, a borracha.

A fim de se melhorar e otimizar a produtividade da empresa, um dos fatores primordiais é evitar desperdícios e economizar matéria prima, conseqüentemente haverá redução na quantidade de resíduos gerados.

Logo, será realizada uma visita à uma empresa de recauchutagem de pneus na região de Maringá, a fim de verificar os setores de recepção, inspeção, escariação, colagem, pintura, armazenamento de matérias primas e produtos acabados, identificando os pontos geradores de resíduos e sugerindo ações para que os mesmos sejam minimizados e que tenham um descarte adequado.

## **Objetivos**

### **1.3.1 - Geral**

Analisar o processo produtivo de Recauchutagem de pneus a fim de minimizar o impacto ambiental causado nesta atividade.

### **1.3.2 - Específico**

- Visitar uma empresa de recauchutagem de pneus na região de Maringá;
- Acompanhar o processo produtivo para verificação de perdas;
- Conversar com a gerência e funcionários, e, se possível registrar com imagens o processo produtivo;
- Elaborar o fluxograma de processo produtivo para verificar a sequência do processo e determinar os pontos causadores de impacto ambiental;
- Verificar os pontos geradores de resíduos e sugerir formas ou alternativas para seu respectivo reaproveitamento;
- Verificar as condições de trabalho dos funcionários com relação aos equipamentos de proteção individual e nível de satisfação, com a aplicação de questionário;
- Sugerir ações para corrigir as falhas no processo de recauchutagem por meio de uma planilha no software excel;
- Elaborar planilhas de verificação a fim de determinar falhas no processo, a fim de analisar se podem ou não serem evitadas.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 – Gestão Ambiental e Resíduos De Pneus.**

A gestão ambiental é a busca permanente da qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho de qualquer organização (DALMOLIN e PEZENTI, 2003).

Ela faz parte da gestão empresarial, a qual está inserida em uma política de qualidade que destaca o desenvolvimento sustentável onde o consumidor passa a se conscientizar em relação à manutenção de um meio ambiente saudável (ROVERE, et al., 2001).

Também de acordo com Rovere et al. (2001, p. 5), a transformação do ambiente por parte do setor produtivo acontece em três momentos, o cumprimento das exigências legais e normativas, integração de uma função gerencial de controle de poluição, implementação da gestão ambiental, com ênfase na prevenção dos acidentes de degradação ambiental.

Um segmento de grande importância que causa degradação ambiental são os pneus fabricados a partir da borracha, que substituiu as rodas de madeiras e de ferro das carroças, trazendo inúmeros benefícios como a agilidade, rapidez e conforto nas viagens. Além de ser mais resistente e durável, a borracha absorve melhor o impacto das rodas com o solo, o que tornou o transporte muito mais prático e confortável (CANTO, 1995).

O pneu é constituído basicamente de uma mistura de elastômeros com a adição do negro de fumo, o qual confere à borracha resistência mecânica e também à ação de raios ultra-violeta, durabilidade e desempenho, a mistura é espalmada num molde de vulcanização à temperatura entre 120°C-160°C, um fio de aço é embutido no talão que se ajusta no aro da roda. No pneu tipo radial, uma manta de nylon reforça a carcaça e a mistura de borracha com elastômeros é espalmada com uma malha de arame e aço entrelaçadas nas camadas superiores (CANTO, 1995).

A estrutura do pneu está apresentada na Figura 01, bem como a descrição de sua composição química.



**Figura 01: Estrutura do pneu**

**Fonte: RODRIGUES, Kit Resíduos Desperdício Zero, 2006 pg 7.**

Em altas velocidades, o atrito dos pneus com o asfalto é muito grande, causando seu aquecimento. Esse aquecimento além de causar desgaste faz com o que o oxigênio do ar reaja com a borracha, tornando-a quebradiça. Então enchem-se os pneus com  $N_2$  (gás nitrogênio) puro (e não com ar que é uma mistura de 78% de  $N_2$  e 22% de  $O_2$  (gás oxigênio), pois este não reage com a borracha a temperaturas altas. Para conter também este aquecimento excessivo, há a presença de uma substância derivada do petróleo chamada “Negro de Fumo”. Essa substância é suspeita de carcinogenicidade (CANTO, 1995).

## 2.2 Legislação Aplicável

Inúmeras leis dizem respeito a preservação e cuidados com o meio ambiente. A Constituição Federal em seu art. 255 diz:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 2010, p.164).

A aplicabilidade de programas de minimização de resíduos está prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, na esfera Federal, onde no artigo 33, especifica melhor o assunto abordado no presente trabalho sobre a problemática dos pneus, a lei 12.305 de 02/08/2010, a qual dispõe:

“Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

...

III - pneus;”

Também na esfera Federal, a Resolução 258/99 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) trata sobre DESTINAÇÃO DOS PNEUS em seu Art. 3 item IV trata:

“a partir de 1º de janeiro de 2005: a) para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus novos importados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis; b) para cada três pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a quatro pneus inservíveis. Parágrafo único. O disposto neste artigo não se aplica aos pneumáticos exportados ou aos que equipam veículos exportados pelo País.”

E em seu Artigo 9º a resolução diz:

“Art.9º A partir da data de publicação desta Resolução fica proibida a destinação final inadequada de pneumáticos inservíveis, tais como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto.”

Na legislação do Estado do Paraná, a lei 12.493/99 dispõe sobre os princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, em seu art. 11 especificamente sobre pneus:

“Art. 11. As empresas fabricantes e/ou importadoras de pneus são responsáveis pela coleta e reciclagem dos produtos inservíveis, obedecidas as condições e critérios estabelecidos pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP.”

### 2.3 - Tecnologias De Reaproveitamento De Pneus

Visando o cumprimento da legislação, precisa-se a cada dia buscar novas soluções para o problema do descarte inadequado de resíduos de borracha. A Reciclagem antes de tentar reduzir ou reutilizar significa contribuir para a perpetuação da geração dos resíduos, e, segundo Andrietta (2002), as tecnologias mais comuns são:

**Regeneração:** O material regenerado não tem as mesmas propriedades da borracha crua original, a borracha é separada dos outros componentes e degradada, o arame e a malha de aço são recuperados como sucata de ferro, o tecido de nylon é recuperado e utilizado como reforço em embalagens de papelão. A borracha regenerada de pneus pode ser empregada na fabricação de artefatos como tapetes, pisos para indústrias, quadras esportivas, sinalizadores de trânsito (cones), rodízios para móveis e carrinhos, saltos e solados de sapatos, rodo doméstico, buchas para eixos de caminhão, revestimento de tanques de combustíveis e como aditivo em peças de plástico, aumentando-lhes a elasticidade, embora segundo Motta (2008 p. 178) não é possível produzir pneus a partir do produto obtido, pois a borracha regenerada gera um material com características que não são equiparáveis à borracha virgem, e; portanto a reciclagem do pneu não ocorre (ANDRIETTA, 2002).

**Reciclagem Energética:** o pneu pode ser utilizado como fonte de energia através da sua queima. A conversão de pneus em energia preserva recursos naturais, já que faz uso da energia armazenada nos pneu usa base de petróleo. Além disso, os pneus armazenam teores de cinzas menores que o carvão. Os pneus podem ser queimados inteiros ou triturados.

Queimar pneus inteiros acarreta maior custo com transporte e armazenamento, porém diminui custo com a trituração. A utilização de pneu triturado permite a queima em conjunto com outras fontes de combustíveis (carvão ou biomassa), chegando a 10% de substituição (ANDRIETTA, 2002).

**Pirólise:** é o processo através da qual ocorre degradação térmica com ausência de oxigênio, que permite a extração de óleo e gás para serem utilizados como combustível em processos industriais. O óleo obtido após condensação e decantação é usado na indústria química, e como substituto do petróleo em indústria petroquímica.

O gás combustível por excelência, é consumido dentro da própria indústria. Uma vez gerado aquece a caldeira, onde ocorre a pirólise. Um exemplo da utilização da pirólise como combustível tem sido a Petrobras em São Mateus do Sul - Pr. A Petrobrás, através da Petrosix, desenvolveu a tecnologia que permite incorporar os pneus velhos ao xisto betuminoso

(mineral com baixo teor de óleo, entre 7% a 11%), para produção de combustível, sendo além de rentável, ecologicamente correto (ANDRIETTA, 2002).

**Composição Asfáltica:** Para a chamada composição asfáltica, utiliza-se partículas de pó de borracha, com dimensão até 5 mm e umidade máxima de 2%, para serem misturadas ao asfalto na proporção de 1 a 3% em peso. A mistura da borracha ao asfalto aumenta a elasticidade e retarda o processo de trincamento das pistas. Apesar de ser 25% mais caro do que o asfalto comum, o “asfalto ecológico” dura 40% mais e retira de circulação cerca de 1.000 pneus para cada quilometro construído (ANDRIETTA, 2002).

**Reutilização:** Existem vários processos de reutilização, com produção em menor escala, quando comparados com métodos de reciclagem. Como exemplo, tem-se:

- Os pneus inteiros inservíveis são reutilizados como muros de arrimo, produtos artesanais ou na drenagem de gases em aterro sanitários.
- Pneus servem para conter a erosão no solo .
- Na construção e implantação de quebra mares, tecnologia de baixo custo e facilmente adaptável, protegem portos e marinas dos efeitos das mares .
- Possibilitam estabilização de dunas existentes.
- Podem ser reutilizados em fabricação de vasos de flores, cadeiras, etc.
- Aproveitamento das bandas de rolamento para fazer mourões de cercas (ANDRIETTA, 2002).

**Reciclagem:** Para a grande maioria dos processos de reciclagem, há necessidade de reduzir o tamanho das partículas da borracha, além de separar a borracha das partes de nylon.

Para os processos de reutilização e reciclagem em larga escala, é necessário que se faça a coleta pneus com implantação de uma logística para a coleta e entrega de pneus, e essa tem sido uma das principais dificuldades encontradas (ANDRIETTA, 2002).

Segundo Motta (2008, p. 173), o processo de reforma dos pneus só é repetido uma única vez para pneus de automóveis de passeio, e até três vezes para caminhões de carga. Há muitos tipos de reciclagem e reaproveitamento de pneus, e de acordo com Guadagnin et al (2005) cita-se:

**Recauchutagem:** é adicionada nova camada de borracha aos pneus “carecas” ou sem friso, aumentando a vida útil do pneu em 40% e economizando 90% de energia e matéria-prima em relação à produção de pneus novos e atinge 70% da frota de transporte de carga e passageiros;

**Pavimento para estradas:** o pó gerado na raspagem do pneu no processo da recauchutagem e os restos de pneus moídos podem ser misturados ao asfalto aumentando sua elasticidade (MOTTA, 2008);

Com relação ao reaproveitamento de pneus inservíveis, uma tonelada de pneu gera 110 kg de aço, 523 Kg de óleo, 324 Kg de negro de fumo, 44 Kg de gás e cada pneu contém a energia de 9,4 L de petróleo (RODRIGUES, 2006).

### **2.3.1 – Recauchutagem De Pneus**

O Brasil gera 35 milhões de toneladas por ano de pneus inservíveis, ficando atrás apenas dos EUA que geram 285 milhões e na frente do Canadá com 30 milhões, ao passo que a Europa gera apenas 2 milhões de toneladas/ano. No Brasil, somente 10% dos pneus são reciclados, consomem cerca de 70% da produção de borracha e fazem parte de 0,5% do lixo urbano (CANTO, 1995).

O Brasil, de acordo com Dalmolin e Pazenti (2003, p.10), ocupa o segundo lugar no ranking mundial de recauchutagem de pneus, o que lhe confere uma posição vantajosa junto a vários países na luta pela conservação ambiental. Essa técnica permite que o recauchutador, seguindo as recomendações das normas para atividade, adicione novas camadas de borracha nos pneus velhos, aumentando, dessa forma, a vida útil do pneu em 100% e proporcionando uma economia de cerca de 80% de energia e matéria-prima em relação à produção de pneus novos.

Apesar do processo de recauchutagem ser uma solução para o reaproveitamento do pneu inservível, em algum momento (no processo de recauchutagem ou após o uso) todo pneu se transformará em resíduo, uma solução para a correta destinação deve ser adotada, buscando desenvolvimento de novas tecnologias de reutilização por meio de pesquisas quer seja na forma inteira, como borracha reciclada, ou como combustível na geração de energia (DALMOLIN e PAZENTI, 2003).

Estudos tem sido realizados para a incorporação de resíduos de borracha à massa asfáltica, medida, segundo Oliveira (2007 p. 6) aumenta em mais do que o dobro a durabilidade do

asfalto. Os fabricantes, prometem ainda outros benefícios, como uma maior aderência e a redução sensível dos ruídos de atrito. O custo deste asfalto é em torno de 30% acima do convencional, mas segundo seus fabricantes, vale o investimento, pois a durabilidade chega a durar até três vezes mais, dependendo das condições climáticas e da carga de tráfego nas rodovias.

Embora o pneu não contenha metais tóxicos (um produto inerte), seu descarte merece cuidados, pois o tempo de decomposição é indeterminado, em aterros sanitários, os pneus absorvem os gases que são liberados pela decomposição dos outros resíduos, inchando e podendo até estourar, o que prejudica a cobertura dos aterros. Além disso o material tem baixa compressibilidade, o que contribui com a redução da vida útil dos aterros. Já quando este material é disposto em terrenos a céu aberto, ocorre o problema do acúmulo de água proliferando vetores causadores de doenças, e a liberação de óleo pela queima do pneu que podem contaminar o lençol freático, além da emissão de gases tóxicos (ODA; Fernandes Júnior, 2001 apud MOTTA, 2008)

## **2.4- Qualidade**

Na indústria de recauchutagem de pneus, assim como qualquer outro ramo de atividade, deve-se obedecer alguns padrões e normas para que a mesma funcione corretamente. Um desses padrões é o conceito de qualidade, que segundo Paladini (2004, p. 13) são todos os requisitos que os produtos e serviços devem ter para satisfazer as necessidades, preferências ou conveniência dos clientes.

A qualidade de um produto ou de um serviço prestado é aquele que atende de forma acessível, confiável e segura e no tempo certo e nas necessidades dos clientes, segundo o autor:

“O verdadeiro critério da boa qualidade é a preferência do consumidor. É isto que garantirá a sobrevivência de sua empresa: a preferência do consumidor pelo seu produto em relação ao seu concorrente, hoje e no futuro.” (CAMPOS, 1992, p. 2).

Slack (2002, p. 70) afirma que o objetivo da qualidade “é fazer certo as coisas”, e o termo ‘fazer certo’ tem aplicações diferentes a cada tipo de operação, produtos e serviços de qualidade refletem na satisfação do consumidor, adquirindo novamente o produto ou retornando ao ambiente prestador de serviços. As operações também devem satisfazer o cliente interno, isto é os colaboradores envolvidos na produção.

Uma maneira de “fazer certo as coisas” é utilizando ferramentas que auxiliam na tomada de decisão, Werkema (1995, p. 1) aborda a estatística como uma ciência que trata da coleta, processamento e disposição dos dados facilitando as conclusões a respeito do processo, onde a qualidade depende do controle estatístico, o qual é analisado por meio de ferramentas, as chamadas sete ferramentas da qualidade, a estratificação, a folha de verificação, o gráfico de Pareto, o diagrama de causa e efeito, o histograma, o diagrama de dispersão, e o gráfico de controle.

Essas ferramentas, de acordo com Shiba (1997, p. 16), foram desenvolvidas, padronizadas empregadas e validadas em cada estágio da qualidade, e foram sendo modificadas a medida que as corporações e os clientes mudavam de acordo com a economia e competitividade do mercado.

Um conceito de competitividade no mercado e sobrevivência da empresa se baseia em alguns aspectos importantes como necessidades dos clientes através de métodos mais sofisticados, saber como implantar através de pesquisa, novos produtos juntamente com a aceitação dos mesmos no mercado. Saber buscar novos processos a fim de minimizar custos e aumentar a produtividade, saber gerenciar sistemas administrativos que são responsáveis pela produtividade, saber negociar com os clientes, entre outros (CAMPOS, 1992).

Segundo Shiba (1997, p. 8), o padrão de qualidade de um produto é atendido pela sua adequação, o mesmo é submetido à uma inspeção ao qual a característica é definida.

#### **2.4.1 - Fases Da Qualidade**

No processo da qualidade são citadas palavras chaves que são de extrema importância como: planejamento, execução, verificação e atuação. Esse conjunto de palavras compõe o ciclo PDCA de melhoria contínua. A fase do planejamento consiste em estabelecer as metas sobre os itens de controle bem como a maneira para se atingir as metas propostas. Já a fase da execução é a execução propriamente dita das tarefas listadas no planejamento. A fase da verificação é quando a partir dos dados coletados na execução compara-se o resultado alcançado pela meta planejada. Por último a fase da atuação corretiva é a etapa na qual serão feitas as correções definitivas para que o problema não ocorra novamente. Neste aspecto o ciclo PDCA é utilizado nas melhorias do nível de controle (CAMPOS, 1992, p. 29).

Para se melhorar o processo de qualidade, Shiba (1997, p.19) cita sete etapas para um diagnóstico gerencial de melhoria, são elas: selecionar o tema, coletar os dados para análise,

analisar as causas, planejar e implementar a solução, avaliar os efeitos, padronizar a solução e refletir sobre o processo.

Outro modelo testado na prática de acordo com Paladini (2004, p.15), usualmente empregado no planejamento da qualidade envolve um esquema de atividades específicas, tais como a política da qualidade da empresa, diagnóstico, organização da administração, planejamento propriamente dito, implantação e avaliação.

Nestas etapas descritas pelo Paladini e diversos outros autores estão envolvidas as ferramentas da qualidade, tais como o ciclo PDCA, o diagrama causa-efeito também conhecido como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, o histograma, o gráfico de Pareto, o diagrama de correlação o gráfico de controle, e folhas de verificação (MIGUEL, 2001).

A aplicabilidade destas ferramentas é feita de acordo com análise e necessidade de cada processo produtivo (CAMPOS, 1992).

## **2.4.2- Ferramentas Estatísticas Da Qualidade**

### **2.4.2.1 - Ciclo PDCA**

De acordo com Campos (1992, p. 29), o ciclo PDCA de melhoria contínua é possivelmente o método mais importante do TQC (*Total Quality Control*), está representado na Figura 02 que mostra as 4 fases básicas de controle: PLAN, DO, CHECK, ACTION, as quais significam respectivamente planejar, executar, verificar e atuar corretivamente.

O conceito de melhoramento contínuo, segundo Slack (2002, p. 605) implica em um processo sem fim, com repetição das operações realizadas a fim de melhorar a produtividade. O ciclo tem início na fase do planejamento que envolve a análise da área a ser estudada, o segundo estágio é o fazer, implementando a ação desenvolvida, a seguir o estágio de checar, avaliando as soluções implementadas se correspondem à fase do planejamento e por último, agir, se a mudança estipulada foi ou não bem sucedida.

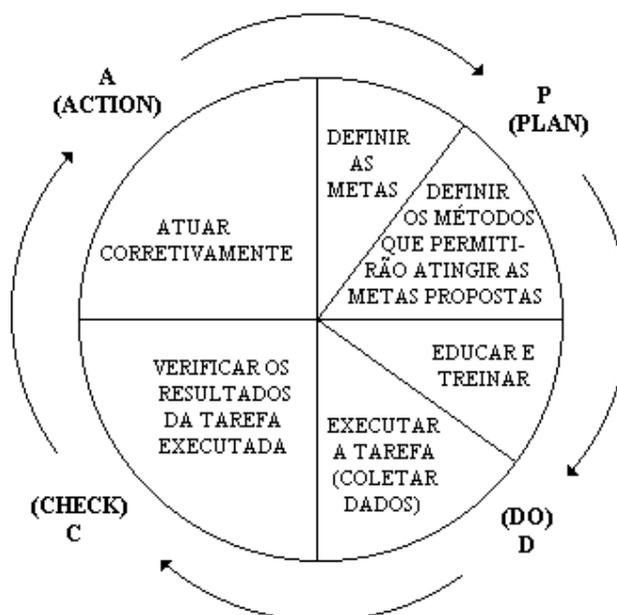


Figura 02: Ciclo PDCA, disponível em: <<http://gestaoindustrial.com/ferramentasdaqualidade.html>>.

Acesso em: 25 mar. 2011.

O TQC, de acordo com Werkema (1995, p. 9) (“...é um sistema gerencial baseado na participação de todos os setores e de todos os empregados de uma empresa, no estudo e na condução do Controle de Qualidade”).

De acordo com Ishikawa, K. (1989, 1993), apud WERKEMA (1995, p. 100), “praticar um bom controle da qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que seja mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”), por esta razão todo o sistema produtivo deve estar em sintonia.

#### 2.4.2.2 - Diagrama De Ishikawa (Espinha De Peixe)

O diagrama de espinha de peixe mostrado na Figura 03, de acordo com MIGUEL (2001, p. 140), consiste em um gráfico representando fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito), que pode ser elaborado seguindo alguns passos como identificação do problema, relato das possíveis causas, registro no diagrama, e Análise do diagrama a fim de identificar as causas verdadeiras e correção do problema.

Os passos para a realização de um diagrama causa-efeito segundo Vieira (1999, p.31) são:

- Identificar o problema a ser investigado;
- Escrever o problema dentro de um retângulo do lado direito de uma folha de papel;
- Escrever as causas primárias dentro dos retângulos em torno do eixo central;
- Escrever as respectivas causas secundárias na linha de ligação do eixo e causas principais;

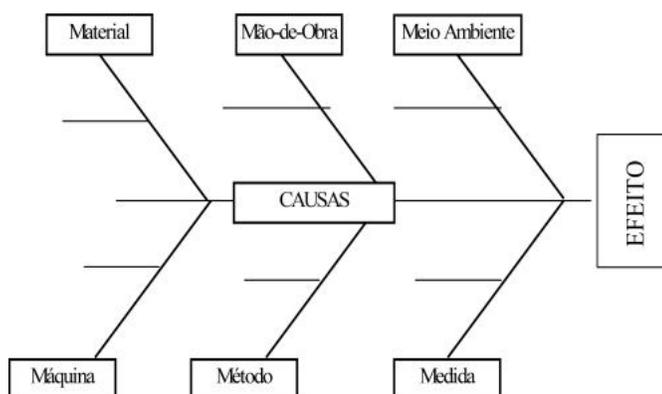


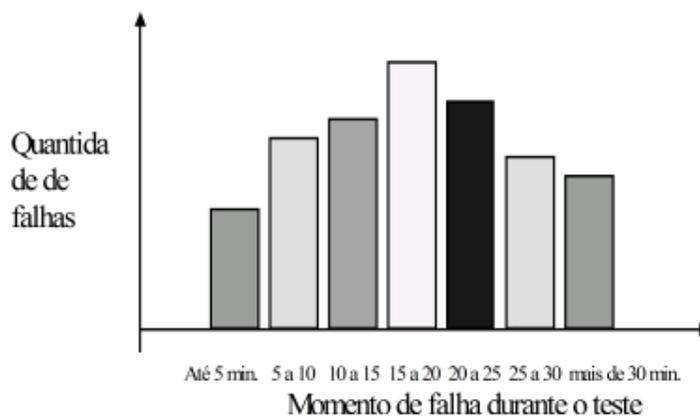
Figura 03: Diagrama de Ishikawa – fonte <<http://gestaoindustrial.com/ferramentasdaqualidade.html>>. Acesso em: 25 mar. 2011.

De acordo com Werkema (1995, p. 101), o diagrama causa-efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação que existe entre um processo e os fatores do processo que possam afetar o resultado do trabalho. A sua produção pode ser realizada através de um “*brainstorming*”, expressão conhecida como tempestade de idéias, um número maior de pessoas, gera um número maior de idéias que podem melhorar e otimizar o estudo realizado.

#### 2.4.2.3 - Histograma

O histograma representado na Figura 04 é uma ferramenta estatística, composto por um gráfico de barras, uma ferramenta estatística que fornece uma determinada classe de valores (MIGUEL, 2001).

O histograma é obtido de uma amostra e serve como base para uma decisão, permite conhecer a população de maneira objetiva em um rápido exame (KUME, 1993).



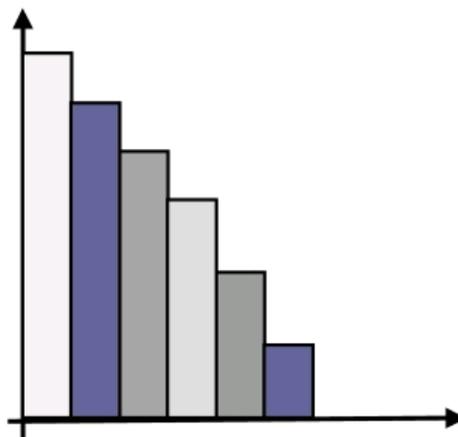
**Figura 04: Gráfico Histograma – fonte: <<http://gestaoindustrial.com/ferramentasdaqualidade.html>>.**

**Acesso em: 25 mar. 2011.**

A média dos dados localiza-se no centro do desenho, as frequências mais altas ficam no centro da figura, devem ser observados: a forma que deve ser assimétrica, a dispersão que deve ser pequena, a centralização que deve ser a média (VIEIRA, 1999).

#### **2.4.2.4 - Gráfico De Pareto**

O gráfico de pareto (ou curva ABC) (Figura 05) são organizações de dados conforme ordem de importância determinando as prioridades para a solução dos problemas, que podem ser defeitos ou não conformidades. O gráfico é composto por colunas e parâmetros envolvendo custos são analisados. O gráfico é dividido em regiões que são denominadas A: 20% problemas mais críticos, B: 50% dos problemas apresentam soluções viáveis e 20% críticos, C: problemas menos graves (MIGUEL, 2001, p. 143).



**Figura 05:** Gráfico de Pareto - fonte: <<http://gestaoindustrial.com/ferramentasdaqualidade.html>>. Acesso em: 25 mar. 2011.

Também dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos permitindo o estabelecimento de metas numéricas viáveis a serem alcançadas, se por exemplo cinquenta problemas forem diagnosticados, e cinco ou seis solucionados, a redução de perdas decorrentes de todos os problemas poderia estar entre 80 e 90%. (WERKEMA, 1995, p. 75).

Segundo Vieira (1999, p. 13), o gráfico de Pareto é um bom método de identificar perdas, no que consiste o primeiro passo para a qualidade. Os dados devem ser coletados e organizados em uma tabela.

Para esta coleta devem ser seguidos alguns passos:

- Determinar o tipo de perda;
- Especificar o aspecto de interesse do tipo de perda;
- Organizar em uma folha de verificação as categorias do aspecto que foi decidido investigar;
- Preencher a folha de verificação;
- Fazer as contagens e organizar as categorias por ordem crescente de frequência;
- Calcular as frequências (VIEIRA, 1999, p. 14).

#### 2.4.2.5 - Diagrama De Correlação

O diagrama de correlação (ou diagrama de dispersão), (Figura 06) também é um gráfico utilizado para investigar possível correlação entre duas variáveis, uma de entrada e outra de saída, aplicando após a regressão linear (MIGUEL, 2001, p. 145).

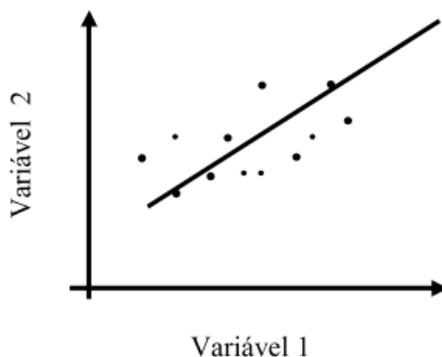


Figura 06: Diagrama de Correlação - fonte: <<http://gestaoindustrial.com/ferramentasdaqualidade.html>>.

Acesso em: 25 mar. 2011

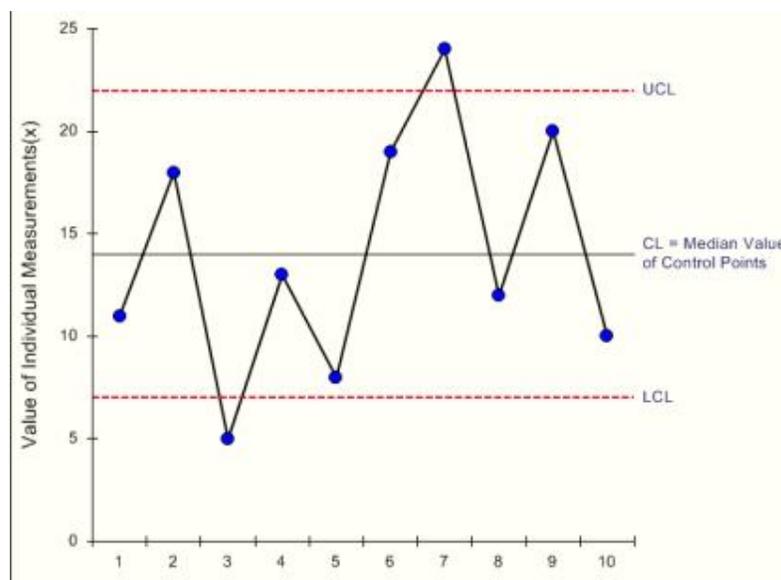
Para se fazer um diagrama de correlação, segundo Vieira (1999, p. 51), deve-se seguir os seguintes passos:

- coletar pelo menos 30 pares de dados das variáveis X e Y as quais pretende-se estudar;
- trocar um sistema de eixos cartesianos que representa uma variável em cada eixo;
- estabelecer escalas;
- escrever os nomes das variáveis nos respectivos eixos;
- fazer um ponto para representar cada par de variáveis dos valores X e Y;
- escrever o título e colocar legenda com data das coletas dos dados.

#### 2.4.2.6 - Gráfico De Controle

O gráfico de controle ou cartas de controle é um gráfico que representa e registra tendências de desempenho seqüencial e temporal de um processo, isto é ao longo do tempo (MIGUEL, 2001, p. 146).

De acordo com Kume (1993, p. 98), se todos os valores registrados estiverem dentro do limite, isto é, entre a linha inferior e a superior, então o sistema estará sob controle, se algum ponto estiver fora das linhas o sistema estará fora de controle como mostrado na Figura 07. Quando isso ocorre pode-se dizer que existem causas assinaláveis que devem ser eliminadas para controlar o processo.



**Figura 07: gráfico de controle para processo fora de controle – fonte:**  
 <<http://www.efetividade.net/2008/05/29/qualidade-hoje-desafios-iso-ferramentas-essenciais>> Acesso em:  
 27 mai 2011.

Segundo Vieira (1999, p. 38), o processo encontra-se sob controle quando os pontos do gráfico estão dentro dos limites de controle, e a disposição dos pontos dentro dos limites de controle é aleatório. Um ou mais pontos quando estão fora desse limite de controle indicam que o processo está ‘fora de controle’. Alguns fatores como periodicidade (subidas e decidas com intervalos regulares), tendência e deslocamento são padrões de comportamento não aleatório.

#### 2.4.2.7 - Folhas De Verificação (Ou Check List)

A folha de verificação, segundo Werkema (1995 p. 58), é uma ferramenta “...utilizada para organizar o processo de coleta e registro de dados...”, através de uma planilha bem elaborada pode-se examinar minuciosamente todo o objeto de estudo, os dados estarão dispostos de forma clara, concisa e de fácil entendimento pelo organizador do estudo. Para cada problema

ou objetivo são elaboradas folhas diferenciadas, por exemplo para classificação de itens, localização de defeitos, identificação de causas e defeitos.

Outra definição das folhas de verificação ou check list é que as mesmas consistem em um conjunto de dados que são coletados e registrados de maneira ordenada e uniforme, permitindo rápida interpretação dos resultados (MIGUEL, 2001, p. 147).

Segundo Kume (1993, p. 13) as folhas de verificação tem duas finalidades principais a de facilitar a coleta de dados e de organizar os dados simultaneamente à coleta para facilitar a consulta e análise posterior, podem ser elaboradas para distribuir o processo de produção, para identificar o item defeituoso, localizar os defeitos, as causas dos defeitos, entre outros.

De acordo com Vieira (1999, p. 2), as falhas de verificação são usadas para:

- levantar a proporção de itens não conformes;
- inspeção de atributos;
- estabelecer a localização de defeitos no produto final;
- levantar as causas dos defeitos;
- estudar a distribuição de uma variável;
- monitorar um processo de fabricação.

Uma das dificuldades de se implantar programas da qualidade se dá pelo falta de reconhecimento da importância de planejamento claro, estruturado e colocado efetivamente em prática, e quando ocorre uma falha na qualidade, as empresas não conseguem manter seus consumidores por muito tempo (PALADINI, 2004, p. 19).

### 3 METODOLOGIA PROPOSTA

Visando atingir aos objetivos propostos no presente trabalho que é analisar o processo produtivo de Recauchutagem de pneus a fim de minimizar o impacto ambiental causado nesta atividade, as etapas e atividades para o desenvolvimento da aplicação da ferramenta em questão serão as seguintes:

- Visitar uma empresa de recauchutagem de pneus na região de Maringá, agendando um horário com o gerente por contato telefônico,
- Acompanhar o processo produtivo para verificação de perdas acompanhada do gerente, o qual explicará todo o processo envolvido em cada etapa;
- Conversar com a gerência e funcionários, e, se possível registrar com imagens o processo produtivo;
- Elaborar o fluxograma de processo produtivo para verificar a sequência do processo e determinar os pontos causadores de impacto ambiental;
- Verificar os pontos geradores de resíduos e sugerir formas ou alternativas para seu respectivo reaproveitamento;
- Verificar as condições de trabalho dos funcionários com relação aos equipamentos de proteção individual e nível de satisfação, com a aplicação de um formulário
- Sugerir ações para corrigir as falhas no processo de recauchutagem por meio de uma planilha no Microsoft Office Excel;
- Elaborar planilhas de verificação a fim de determinar falhas no processo, a fim de analisar se podem ou não serem evitadas.

Os dados foram coletados por meio de explicações dos funcionários sobre o processo, fotos do processo produtivo e observações. Entrou-se em contato telefônico com o gerente da empresa, agendada a visita, e o mesmo acompanhou e explicou todo o processo. Em cada etapa os funcionários foram questionados a respeito do trabalho executado, e foram fotografados a fim de explicar melhor as fases da recauchutagem.

Foi realizado um questionário de satisfação, e entregue ao gerente para que fosse repassado aos funcionários, para que respondessem e fosse verificada a motivação dos mesmos com o trabalho, após a realização da visita, pois a empresa trabalha em turnos e os mesmos não podiam parar durante o expediente para responder ao questionário.

Foi feito um fluxograma do processo produtivo, através da visita realizada e das fotos do processo, a fim de entender melhor a sequência do processo.

A partir dos dados coletados, foi feito um diagrama causa-efeito abrangendo as etapas do processo e destacando os pontos que geram maior impacto ambiental, e a partir destes, propor melhorias no processo a fim de reduzir as perdas no processo.

Foi feito um plano de ação com a ajuda da planilha excel, constando o mês de início, o departamento, data de término, observações, descrição das medidas a serem tomadas por setor da empresa constando cronogramas e sugestões para evitar desperdícios, melhorando assim, o processo produtivo.

Foram feitas planilhas de verificação para a inspeção dos pneus e funcionamento das máquinas e expedição.

## 4- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em uma empresa de recauchutagem de pneus, localizada na região de Maringá, de médio porte, a qual abrange uma área de 100 km na coleta e transporte de pneus para o processo.

### 4.1 – Descrição do Processo

Na empresa, visualizou-se que os pneus usados de caminhões e de utilitários chegam por meio de transporte da própria empresa ou os próprios caminhões que desejam recauchutar os pneus e estacionam no pátio (Figuras 8 e 9).

Recepção dos pneus:



**Figuras 08 e 09: Recepção dos pneus - Fonte: Adriana Faxina, 2011.**

No pátio, é retirada a roda do caminhão, na borracharia o pneu é desmontado e encaminhado para exame (Figura 10).



**Figura 10: Desmontagem dos pneus - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

Os pneus usados são identificados por funcionários e examinados internamente e externamente podendo ser condenados (se constatado defeitos graves, tipo problema no aro, na lona, lateral, bolhas, cortes profundos, etc.), (Figura 11);



**Figura 11: Exame dos pneus - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

O pneu aprovado vai para a raspagem lateral feita em máquinas (pré-limpeza) (Figura 12).



**Figura 12: Pré-limpeza do pneu - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

Em seguida, vai para o setor de raspagem completa (Figuras 13 e 14), neste setor é realizada a raspagem completa do pneu, a máquina retira excesso de borracha, eliminando até os sulcos, onde faz-se a medição da banda de rodagem que será colada posteriormente;



**Figuras 13 e 14: Raspagem dos pneus, Fonte: Adriana Faxina, 2011**

Na seqüência, realiza-se a escariação, da carcaça em caso de corte mais profundo, furos ou rasgos (Figura 15);



**Figura 15: Escariação das Carcaças - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

Aplica-se, em seguida, a cola na carcaça, com pistola pneumática (Figura 16) e na banda de rodagem já medida e cortada, aplica-se a cola com pincel, deixando-a secar por curto espaço de tempo (Figura 17);



**Figura 16: Aplicação de cola nas carcaças**



**Figura 17: Colagem**

**Fonte: Adriana Faxina, 2011**

Em seguida, a carcaça segue para calafetação (processo que preenche espaços vazios com borracha, evitando bolhas de ar, que podem aumentar e provocando o deslocamento da banda) (Figura 18);



**Figura 18: Calafetação - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

O pneu então é montado com câmara de ar comum e vestido em “envelopes de borracha” que são presos em rodas especiais para a autoclavagem. A pressão interna das câmaras são de 7Kg e a câmara externa produz um vácuo de 5Kg para fixação da banda na carcaça (Figura 19);



**Figura 19: Montagem do pneu para Autoclavagem - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

O pneu permanece dentro da autoclave por um período de 3h a uma temperatura de 110°C, na empresa há duas autoclaves com capacidade de 22 pneus e duas para 10 pneus (Figura 20).



**Figura 20: Autoclave - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

O pneu é retirado da autoclave, desmontado (retiradas as câmaras de ar externas e internas manualmente, bem como as rodas especiais);

Na sequência, realiza-se a pintura com tinta preta a base de água com pistola pneumática (Figura 21);



**Figura 21: Câmara de pintura - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

Realiza-se uma inspeção final a fim de encontrar defeitos (Figura 22);



**Figura 22: Inspeção final - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

O pneu segue para a expedição, se o caminhoneiro estiver aguardando o pneu vai para a borracharia para ser montado e colocado no caminhão (verificação in locu) (Figura 23);



**Figura 23: Expedição - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Utilizando as ferramentas da qualidade, construiu-se um fluxograma do processo produtivo (Figura 24), e um diagrama espinha de peixe (Figura 25) a fim de diagnosticar os pontos de maior impacto ambiental (geradores de resíduos). Trabalhando esses pontos a fim da minimização de resíduos gera economia no processo, evita desperdícios e reduz o volume de materiais a serem descartados.

No Fluxograma, as setas em vermelho indicam os setores que potencialmente causam impactos ambientais.

### 5.1 - Fluxograma:

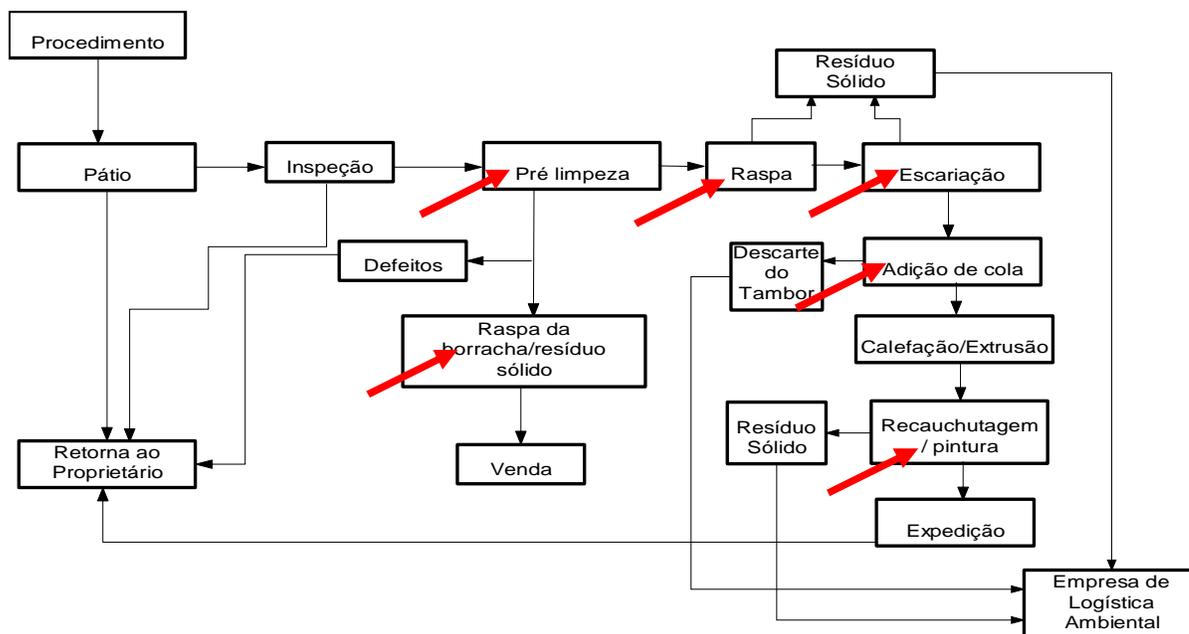


Figura 24 – Fluxograma  
Fonte: Adriana Faxina, 2011

## 5.2 DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS (Espinha de peixe)

Foi elaborado também um diagrama espinha de peixe (figura 25) a fim de diagnosticar as atividades de maior impacto ambiental (geradores de resíduos) e as atividades de menor ou sem impacto ambiental. Trabalhando esses pontos a fim da minimização de resíduos gera economia no processo, evita desperdícios e reduz o volume de materiais a serem descartados.

No Fluxograma, em vermelho indica atividades de maior impacto ambiental, em verde indica atividades de menor ou sem impacto ambiental.

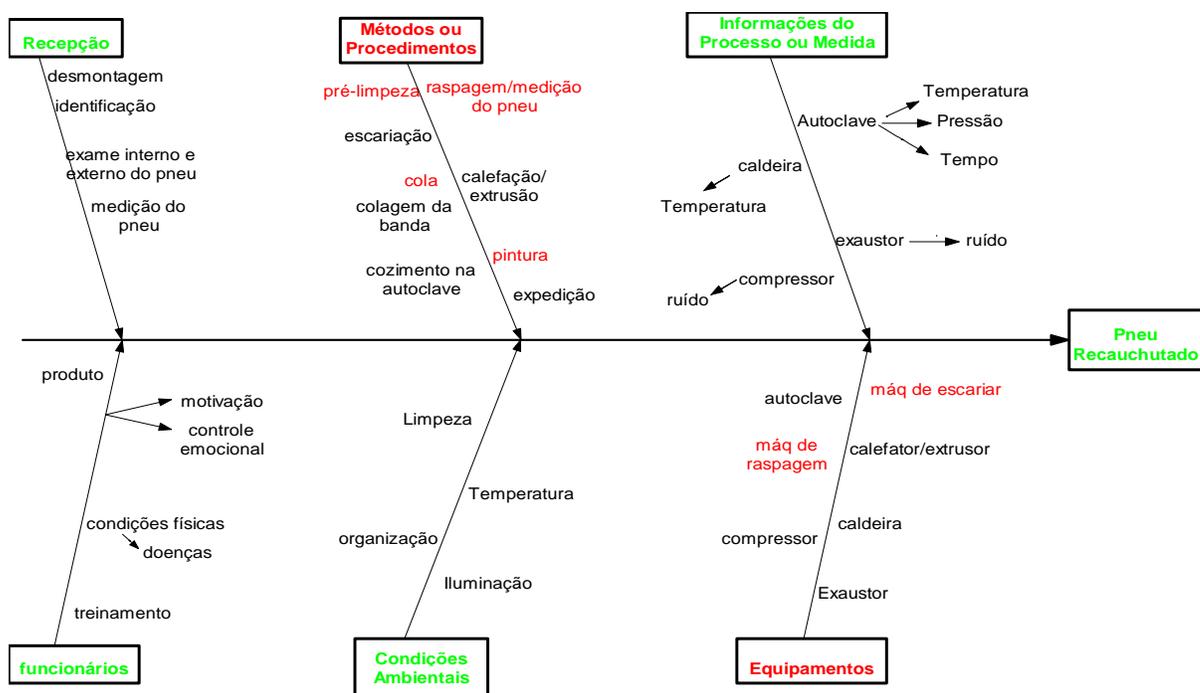


Figura 25: Espinha de peixe  
Fonte: Adriana Faxina, 2011

## 5.3 – Resultados obtidos com a pesquisa

### 5.3.1 – Identificação e descrição das áreas de riscos

Dentre as atividades e setores envolvidos no processo, os que apresentam risco para os funcionários estão descritos abaixo:

Raspagem/Escariação - onde há pó de borracha com presença de negro de fumo causando poluição do ar e intoxicação ao funcionário se trabalhar sem o equipamento de proteção adequado.

Caldeira - gera poluição do ar com a emissão de gases tóxicos (SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e NO<sub>2</sub>),

Colagem - há uso de cola específica para a fixação da banda de rodagem, e a mesma possui solventes tóxicos (xileno, tolueno e benzeno), podendo causar intoxicação aos funcionários, bem como poluição ambiental, caso ocorra acidentes como derramamento no piso que acaba sendo arrastado até a rede de esgoto na limpeza do piso.

Almoxarifado – há armazenagem de produtos químicos ao lado de pneus (cola, tinta preta, solventes), o que não é adequado, pois se ocorrer algum acidente com algumas destas matérias primas (vazamento) pode danificar o produto acabado.

### **5.3.2 - Evidência e descrição dos impactos (Efeitos)**

As máscaras de proteção podem não ser eficientes para filtragem do ar (negro de fumo) que devem ser para partículas pequenas e trocadas com certa periodicidade, além do odores do solvente, o qual deve ser utilizadas máscaras para vapores químicos no setor de colagem e pintura.

No setor de raspagem os funcionários não utilizam óculos de proteção e correm o risco de serem atingidos nos olhos por partículas de pó de borracha.

Foi verificado em um dos equipamentos que o exaustor não é eficiente, pois a espessura da mangueira é mais fina que os demais e apresenta-se e dobrada, resultando em um acúmulo de partículas de borracha no chão.

O Descarte dos resíduos de pintura é feito no lixo comum. O ideal seria fazer uma pesagem da quantidade de resíduo gerada e enviada mensalmente a empresa especializada para o descarte de resíduos com Licença Ambiental e certificação a fim de dar um destino adequado.

Os funcionários não utilizam bota de proteção com biqueira, expondo-se a risco de acidente de trabalho.

### 5.3.3. - Descrições técnicas que potencializam os impactos ambientais.



Neste momento, onde o pneu é lixado nas laterais, ao mesmo tempo o exaustor succiona o pó de borracha, e este pó fica armazenado em caixa coletora instalada no lado de fora da empresa (Figura 26).

**Figura 26: Pré-limpeza - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

No setor de raspagem completa do pneu, as raspas são succionadas por um exaustor, e armazenadas no exterior da empresa, onde são ensacadas e vendidas posteriormente (Figuras 27 e 28), os funcionários do setor não utilizam máscaras e óculos de segurança.



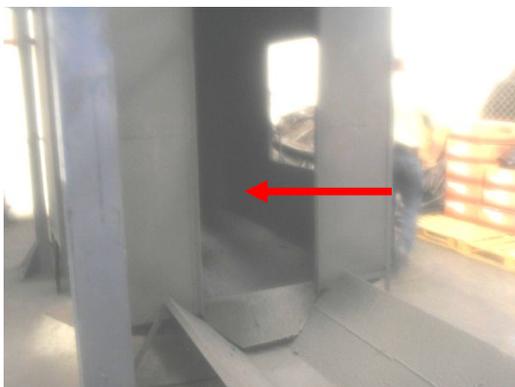
**Figuras 27 e 28: Raspagem do pneu - Fonte: Adriana Faxina, 2011**



Na aplicação de cola na carcaça evidencia-se o desperdício da mesma (Figura 29).

**Figura 29 - Resíduo da Colagem - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

Local onde realiza-se a pintura do pneu, resultando na tinta seca que é raspada e destinada ao lixo comum (Figuras 30 e 31).



**Figuras 30 e 31: Câmara de pintura e resíduo de tinta - Fonte: Adriana Faxina, 2011**



Acúmulo de raspa de borracha no chão, provavelmente em virtude de algum problema do equipamento (Figura 32).

**Figura 32 - Ineficiência do Exaustor - Fonte: Adriana Faxina, 2011**

### **5.3.4 Abrangência dos impactos ((meio físico (superficial e subterrâneo), biológico e socioeconômico)).**

Possível contaminação do solo, água e do ar. A contaminação do solo pode ser dada devido ao pó e aparas de borracha no processo, o qual é constituído de material não biodegradável, bem como o resíduo da tinta do processo que possui solventes químicos que ao entrarem em contato com o solo e água causarão contaminação. A utilização de produtos químicos na pintura e colagem podem ocasionar em problemas na água ao serem descartadas no piso durante o processo por descuido dos funcionários ou até mesmo acidentes (rachaduras nas embalagens). E a contaminação do ar se dá a emissão de gases na caldeira que não possui filtro de lavagem de gases, nem outros sistemas adicionais de purificação do ar emitido na atmosfera.

### **5.3.5 – Aspectos ambientais, físicos, sociais, legais**

Apesar dos solventes conterem contaminantes, por avaliações feitas no local, verificou-se que há baixos índice de odores durante o uso, o que não justifica o funcionário trabalhar sem o equipamento de proteção adequado (mascara para gases químicos), pois todo produto químico oferece riscos, e o contato prolongado, mesmo não sentindo odores no ar, pode ocasionar problemas de saúde.

Apesar do exaustor não ser eficiente na máquina que faz a raspagem da banda do pneu, o ar ambiente permanece relativamente limpo sem detecção visual, embora o mesmo não foi medido com equipamentos específicos para atestarem a qualidade do ar, logo não se justifica o não uso dos equipamentos de proteção adequados (máscaras para poeira e óculos de proteção para os olhos).

### **5.3.6 – Seleção dos impactos a serem tratados ou minimizados**

Poluição do solo – raspagem da tinta seca é jogada no lixo comum.

Propor empresas que descartam o resíduo em local adequado com o controle ambiental (licenças de operação e laudo de destino final)

### **5.3.7 – Seleção dos itens de verificação**

Exaustor – vaporização de contaminantes e poeira de borracha.

Deve ser verificado a eficiência do mesmo, fazendo manutenções preventivas e a troca da mangueira que possui um espessura mais fina que as demais, o que resultará em maior eficiência do equipamento, reduzindo tempo de trabalho de limpeza do pó de borracha no chão e reduzindo riscos de contaminação do ar por partículas de pó de borracha.

Controle com EPI. (toda a empresa deve oferecer o equipamento de proteção ao funcionário, bem como exigir o seu uso. Deve ser feito um controle com fichas e assinatura dos equipamentos fornecidos e periodicidade de troca para melhor controle.

## **5.4 – SUGESTÕES**

Foi Elaborado a Missão Empresa e a Política Ambiental para a empresa, pois nas visitas realizadas não observou-se placas nem foi comentado por parte dos funcionários se a mesma possuía ou não uma Missão e uma Política ambiental, logo segue-se:

Missão para a empresa YY:

- Oferecer serviços com qualidade sócio-ambiental para atender a satisfação do cliente.
- Ser reconhecida pelos clientes internos e externos como organização comprometida com a sustentabilidade sócio-ambiental.
- Manter seus funcionários capacitados e motivados para exercerem suas funções com segurança.

Elaboração de uma Política Ambiental:

Minimizar os impactos ambientais decorrentes do processo de produção, promovendo a satisfação dos clientes, funcionários e a comunidade.

### **5.4.1 – Ações para o Ajustamento:**

- Melhoria da eficiência do exaustor;
- Monitoramento dos EPIs, estabelecendo periodicidade de troca;

- Os Tambores que armazenam os produtos químicos deveriam ser suspensos em pallets ou estrados, de modo a não ficar em contato com o piso, devendo também construir um pequeno tanque de contenção, caso haja vazamentos.
- Elaborar planos de treinamentos, sensibilização e competência com os funcionários.

Resultados esperados:

Melhoria nas condições de trabalho;

Melhoria nas condições do ambiente de trabalho (mais limpo e sem odor);

Proteção da saúde do trabalhador;

#### **5.4.2 – Cronograma da execução (quando serão executadas as ações propostas):**

Início imediato, de acordo com disponibilidade financeira

#### **5.4.3 – Locais de execução (onde serão executadas as ações programadas)**

Na própria empresa.

#### **5.4.4 – Justificativas das ações programadas**

Melhoria da imagem sócio ambiental da empresa, minimização dos impactos causados no meio ambiente, aumentar a eficiência do processo, evitando desperdícios desnecessários.

#### **5.4.5 – Identificação dos setores e pessoas responsáveis pela execução**

Raspagem/pintura = Encarregado da Produção

#### **5.4.6 – Método de trabalho (como serão realizadas as propostas)**

EPI = contratar acessória (Técnico de Segurança do Trabalho).

Treinamento = contratar acessoria

Pallets = cotação em marcenaria

Resíduo de tinta = encaminhar para empresa de reciclagem, se não houver possibilidade encaminhar para incineração ou descarte adequado em empresa com licenciamento ambiental.

#### **5.4.7 – Definição dos recursos necessários (físicos, tecnológicos, humanos)**

Madeira

Pessoas para treinamento

#### **5.4.8 – Orçamento financeiro**

Sugestão para que se deixe em caixa cerca de R\$800,00 mensais para aquisição ou manutenção de equipamentos, coleta de resíduos por empresa especializada para minimizar a quantidade de resíduos que podem ocasionar impactos ambientais.

#### **4.4.9 – Demonstração Custo-Benefício das ações programadas**

Melhoria das condições de trabalho evitando doenças do funcionário, afastamentos ou faltas, aumentando sua produtividade na empresa.

#### **5.4.10 - Fontes de financiamento**

Em parceria com o fornecedor,

Recursos próprios da empresa,

Obs: A empresa terá grandes resultados com pequenos investimentos, melhorando sua imagem sócio ambiental.

### **5.5. PLANÍLIAS DE CONTROLE**

Foi elaborado um plano de ação para a empresa, que encontra-se no Apêndice, com as correções sugeridas, período de realização da atividade e responsabilidade do executor, conforme anexo.

Foi elaborado um questionário de satisfação para ser aplicados aos funcionários para analisar a questão da produtividade e nível de comprometimento com a empresa. Funcionários

motivados produzem mais e tem maior comprometimento com a qualidade do trabalho executado, conforme anexo.

Foram elaboradas planilhas de verificação, para a recepção dos pneus, para a expedição e para o funcionamento das máquinas, a fim de constatar a eficiência do processo. A quantidade de pneus recebidos e reformados, bem como as condições em que eles foram ‘descartados’ para o reprocesso, e também o índice de eficiência das máquinas utilizadas (se os defeitos apresentados são consequência do uso inadequado do operador, ou devido à falta de manutenção adequada).

No fim do processo, deve-se observar os tipos de falhas apresentados, que podem ser de várias finalidades, como colagem inadequada da banda, sendo portanto, falha do equipamento da raspagem inadequada, ou quantidade insuficiente de cola por parte do funcionário, podendo ser corrigida com treinamentos e qualificação, e manutenção das máquinas, ou se o defeito apresentado no fim do processo já estava presente e na inspeção de entrada não foi identificado tanto pelas condições da carcaça quanto da qualificação do funcionário.

## 6 CONCLUSÃO

As ferramentas da qualidade são muito úteis nas etapas de um processo produtivo, pois auxiliam na tomada de decisão para a economia de materiais, evitam desperdícios, economizam tempo e retrabalho.

Em virtude da empresa não fornecer dados de produção, não pode-se fazer o controle estatístico por meio de gráfico de pareto, diagrama de correlação, gráfico de controle, e histograma.

As planilhas de verificação elaboradas encontram-se nos anexos, mas infelizmente não se coletou dados por meio delas, pois a empresa não disponibilizou dados para a realização do trabalho.

Os questionários elaborados foram entregues à um funcionário do departamento administrativo para que fosse aplicado aos demais colegas quanto a satisfação cujo objetivo era identificar a motivação do funcionário ao trabalho na empresa, pois funcionário motivado realiza seu trabalho com maior eficiência e motivação.

Os questionários referentes à produção também foram entregues ao funcionário do setor administrativo para que encaminhasse aos responsáveis nos setores envolvidos (já que a empresa trabalha em turno e não ter acesso a todos os funcionários), mas somente um funcionário respondeu as perguntas quanto a satisfação, os outros questionários da produção também não foram aplicados, devido a falta de tempo dos funcionários em anotar os dados na ficha. Seria importante anotar todos os dados correspondentes à produção total da empresa, pois como ela trabalha em turnos, fazendo planilhas de horários determinados não apresentaria o resultado completo do sistema produtivo, logo não foi possível identificar a quantidade de defeitos apresentados durante o processo, bem como não se pode fazer uma análise da satisfação de trabalho quanto às condições que são ofertadas.

Observando o processo *in locu*, conclui-se que a empresa tem algumas mudanças para serem feitas, mas que no geral se preocupa em evitar desperdícios, esse pensamento faz parte da gerencia, e por meio disso consegue manter uma organização e seqüenciamento do processo.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIETTA, A. J. **Pneus e meio ambiente: um grande problema requer uma grande solução.** Out. 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipientes.htm>>. Acesso em: 05 mar. 2011
- BRASIL. Lei Federal 12.305 de 02/08/2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 29 mar. 2011.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição Da Republica Federativa Do Brasil.** Lex-Coleção de Legislação: 44 ed. atualizada e ampliada. Saraiva: colaboração de Pinto, A. L. T. Windt, M. C. V. S. e Céspedes L. São Paulo, S.P., 2010, 432p.
- CAMPOS V. F. **TQC Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês).** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992. 227p.
- CANTO E. L. **Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?** São Paulo: Editora Moderna, 6ª impressão, 1995. Coleção Polêmica, 85p.
- CONAMA resolução 258/99 – DESTINAÇÃO DOS PNEUS, publicada no DOU n 230 de 2 de dezembro de 1999, seção 1 pg.39.
- DALMOLIN, D. PEZENTI, J. L. **Análise da Destinação de Resíduos de Produção Considerando a Variável Ambiental: um Estudo de Caso em uma Recauchutadora de Pneus.** Unioeste, 2003, 14p.
- Efetividade. Disponível em: <<http://www.efetividade.net/2008/05/29/qualidade-hoje-desafios-iso-ferramentas-essenciais>>. Acesso em: 27 mai 2011.
- Gestão Industrial. Disponível em: <<http://gestaoindustrial.com/ferramentasdaqualidade.html>>. Acesso em: 25 mar. 2011.
- GUADAGNIN, M. R., CEHELLA, E. C., MARIANO, M. B., **Inventário das Fontes Geradoras de Pneus Inservíveis de Criciúma, SC. Base de Dados Para Gestão Ambiental e Funcionamento do Ecoponto.** VII simpósio internacional de qualidade ambiental, Porto Alegre 17 a 19 de maio de 2010. 13p.
- KUME H. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade.** São Paulo: Editora Gente, 1993. 245p.
- MIGUEL P. A. C. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas.** São Paulo: Artliber Editora, 2001. 263p.

MOTTA F. G. A Cadeia de Destinação dos Pneus Inservíveis – O Papel da Regulação e do Desenvolvimento Tecnológico. **Ambiente & Sociedade**, Campinas v. 11, n. 1, p. 167-184, jan.-jun. 2008.

OLIVEIRA, O. J., CASTRO, R., Estudo Da Destinação e da Reciclagem de Pneus Inservíveis no Brasil. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ENEGEP, Foz do Iguaçu. 2007, 09 a 11 de out. 9p.

PALADINI E. P. **Gestão da Qualidade Teoria e Prática**. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2004. 339p.

PARANÁ, Lei nº 12.493 de 22 de janeiro de 1999. **Assembléia Legislativa do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas>>. Acesso em: 31 mar. 2011.

RODRIGUES, L. S. R., **Kit Resíduos Desperdício Zero**. Governo do Estado do Paraná, SEMA, IAP, SUDHERSA, Programa da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2006. vol 8. p. 100 a 108.

ROVERE E. L. L. (coordenador) et al. **Manual de auditoria Ambiental**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001. 136p.

SHIBA S. GRAHAM A. WALDEN D. **TQM Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 409p.

SLACK N. CHAMBERS S. JOHNSTON R. **Administração da Produção**. 2 edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002. 747p.

VIEIRA S. **Estatística Para Qualidade – Como Avaliar Com Precisão A Qualidade Em Produtos E Serviços**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999. 198p.

WERKEMA M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento do Processo**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia, UFMG, 1995. 304p.

## APÊNDICE

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**