

RENATA TATIANA DE SOUZA

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS
USADOS E INSERVÍVEIS E SEUS IMPACTOS
AMBIENTAIS QUANDO DESCARTADOS
INADEQUADAMENTE.**

ESTUDO DE CASO: DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTES

São Paulo

2009

RENATA TATIANA DE SOUZA

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS
USADOS E INSERVÍVEIS E SEUS IMPACTOS
AMBIENTAIS QUANDO DESCARTADOS
INADEQUADAMENTE.**

ESTUDO DE CASO: DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTES

Monografia apresentada no curso de Tecnologia em Logística com ênfase em transporte na FATEC ZL como requerido parcial para obter o Título de Tecnólogo em Logística com ênfase em Transporte

Orientador: Prof. Paulo Sales

São Paulo

2009



CENTRO TECNOLÓGICO DA ZONA LESTE
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA ZONA LESTE

RENATA TATIANA DE SOUZA

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS
USADOS E INSERVÍVEIS E SEUS IMPACTOS
AMBIENTAIS QUANDO DESCARTADOS
INADEQUADAMENTE.**

ESTUDO DE CASO: DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTES

Monografia apresentada no curso de Tecnologia em Logística com ênfase em transporte na FATEC ZL como requerido parcial para obter o Título de Tecnólogo em Logística com ênfase em Transporte.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Paulo Sales

Faculdade de Tecnologia da Zona Leste

Profa. Mestre Georgete Ferrari Prioli

Faculdade de Tecnologia da Zona Leste

Lourdes Teles Cardoso de Sousa

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo especialista em qualidade e produtividade pela Fundação Vanzolini.

São Paulo, ____ de _____ de 2009.

À minha mãe, companhia de todas as horas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares que me apoiaram durante este percurso, com todo o apoio material e principalmente emocional ao qual precisei.

Aos amigos e colegas que durante esta caminhada me ensinaram, me ajudaram e estiveram presentes sempre que foi necessário, com atos palavras e ensinamentos que levarei comigo para sempre.

Obrigada aos professores, que ao longo dessa jornada me fizeram ampliar os horizontes e me fazer enxergar um mundo repleto de possibilidades que surgia a cada novo aprendizado.

Aos membros da organização em que trabalho que com dicas e conselhos me ajudavam a galgar mais um degrau, rumo ao meu objetivo.

Agradeço ao meu orientados que, mesmo com todos os contratemplos, soube me conduzir no final desta etapa.

Enfim, meu Muito Obrigada à todos os personagens desse capítulo da minha história. Saibam que as lembranças e aprendizados que trago de vocês serão carregados em minha vida acadêmica e principalmente nas trilhas de minha estrada.

Mais uma vez: Muito Obrigada.

"A vida não é um corredor reto e tranqüilo que nós percorremos livres e sem empecilhos, mas um labirinto de passagens, pelas quais nós devemos procurar nosso caminho, perdidos e confusos, de vez em quando presos em um beco sem saída."

A.J. Cronin

RESUMO

O crescimento da indústria de transportes rodoviários e conseqüentemente da venda de veículos para realizar a prestação desses serviços, faz com que seja gerada uma demanda cada vez maior de pneus.

Sendo descartados inadequadamente, os pneus, tornam-se extremamente prejudiciais ao meio ambiente e à sociedade.

A logística reversa dos pneus usados e inservíveis entra como fator determinante para que os descartes sejam realizados de forma correta e simples e seja aderido pelos consumidores deste tipo de material.

Palavras Chave: Logística reversa, pneus, meio ambiente.

ABSTRACT

The growth of road transport industry and therefore the sale of vehicles to undertake the provision of such services, makes it generated an increasing demand for tires.

Being discarded improperly, the tires, it is extremely harmful to the environment and society.

The reverse logistics of used tires and useless enter as a determining factor for the disposal are carried out correctly and simple and is accepted by consumers of such material.

Palavras Chave: reverse logistics, tires, environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Negro de Fumo	22
Figura 2 - Partes de um pneu.....	25
Figura 3 - Misturadora Banbury.....	26
Figura 4 – Calandra.....	29
Figura 5 - Pneu Diagonal.....	29
Figura 6 - Pneu Radial.....	30
Figura 7 - Pneu sem câmara.....	31
Figura 8 - Desgaste de pneus ocasionado por pressão interna inadequada.....	32
Figura 9 - Queima de pneus.....	36
Figura 10 - Cadeia de reutilização dos pneus.....	39
Figura 11 - Processo de Recapagem.....	42
Figura 12 - Asfalto enriquecido com pneu.....	43
Figura 13 - Pneus antes do processo de trituração.....	44
Figura 14 - Organizações da União Européia.....	53
Figura 15 - Fluxo da Valorpneu.....	55
Figura 16 - Destino dos pneus usados, gerados em 2007.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Grafias da palavra pneu em diversos idiomas.....	18
Quadro 2 - Evolução Histórica do Pneu.	20
Quadro 3 - Quantidade de Matéria-prima para produção de um pneu de passeio...21	
Quadro 4 - Índice de velocidade Máxima.....	33
Quadro 5 - Carga Máxima admitida por pneu.....	34
Quadro 6 -Proporção de pneus à serem Descartados, conforme CONAMA258/99..48	
Quadro 7 - Multas aplicadas pelo IBAMA.....	49
Quadro 8 - Ecovalor praticado em 2007.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.2 Objetivo	13
1.3 Metodologia	14
2 LOGÍSTICA REVERSA.....	15
3 O PNEU	17
3.1 História do pneu	18
3.2 Matéria-prima	20
3.2.1 A borracha	21
3.2.2 O negro de fumo	22
3.3 Processo de Fabricação.....	23
3.4 Partes de um Pneu	25
3.5 Produção dos Componentes de um pneu.....	26
3.6 Inspeção Final.....	27
3.7 Tipos de pneus.....	28
3.7.1 Pneus Radiais e Pneus Diagonais	28
3.7.2 Pneus com câmara e pneus sem câmara	30
3.8 Manutenção dos pneus	31
4 O PNEU E O MEIO AMBIENTE.....	35
5 REUTILIZAÇÃO DE PNEUS	38
5.1 Recauchutagem.....	39
5.2. Remoldagem.....	41
5.3 Recapagem.....	41
5.4 Enriquecimento do asfalto	42
5.5 Co-processamento energético.....	44
5.7 Processo de pirólise	45
5.8 Outras Utilizações	46
6 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE OS PNEUS.....	47
7 TRATAMENTO INTERNACIONAL DOS PNEUS USADOS	52
7.1 Valorpneu.	54
8 ESTUDO DE CASO: FLUXO DOS PNEUS EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTE ..	57
8.1 Política e Objetivos.....	58
8.2 - Logística dos pneus	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	62
ANEXOS.....	65

1. INTRODUÇÃO

Desde o século XIX, o pneu tecnicamente conhecido como pneumático, se faz presente na história da humanidade, devido aos benefícios proporcionados no deslocamento de veículos que possuem rodas, tendo como principal matéria-prima a borracha, que chega a representar 48% da massa de um pneu destinado à veículos leves. O pneu é essencial para o funcionamento de veículos automotores e bicicletas (RESENDE, 2004).

Junto à borracha utilizada para a confecção de um pneu são adicionados elementos químicos, que dificultam o processo de reutilização do pneu no meio ambiente, gerando passivos ambientais. (RESENDE, 2004).

O descarte do pneu de forma inapropriada desencadeia uma série de fatores maléficos ao meio ambiente e conseqüentemente à sociedade. A prática é extremamente corriqueira principalmente em grandes centros urbanos que não cresceram de forma planejada e ordenada, nestes locais por falta de infra-estrutura ou de instruções à população os pneus são jogados em lixões, aterros, lagos, rios e córregos, causando impactos negativos ao meio ambiente, tais como contaminação do solo, através de liberação de substâncias tóxicas, enchentes e em alguns casos doenças como por exemplo a dengue.

Devido aos impactos que o passivo de pneus gera no meio ambiente e também visando preservar a matéria-prima utilizada para a confecção do mesmo é de extrema importância que haja uma utilização consciente do pneu, através do consumo apropriado e da prática da reciclagem. É importante também que todo e qualquer descarte de pneu seja realizado de forma correta e apropriada por todos os seus consumidores.

Processos como o de recapagem, recauchutagem e de remoldagem, são processos de reciclagem, que visam prolongar a vida útil dos pneus, que ainda não estão classificados como inservíveis.

Para que o processo de reciclagem ou de descarte do pneus, seja aderido é necessário um processo de logística reversa bem estruturado, que facilite o descarte dos pneus pela população e principalmente para empresas como as de transporte rodoviário, que são grandes consumidoras de pneus.

Com um processo de logística reversa eficiente, haverá uma participação maior dos consumidores de pneus, conseqüentemente haverá a preservação da matéria-prima, diminuição do descarte inadequado, economia para determinadas indústrias, além de preservação do meio ambiente.

1.1 Justificativa

Com a crescente demanda por veículos automotores, torna-se necessário o estudo da logística reversa de destinação dos pneus inservíveis, à fim de minimizar os impactos causados pelo seu descarte inadequado no meio ambiente.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar a logística reversa de pneus usados e inservíveis, e as etapas do processo, desde a fabricação dos pneus, abordando seus métodos e componentes de fabricação, bem como os cuidados necessários para prolongar a vida útil do material em questão e quais as destinações ambientalmente corretas para um pneus que não tenha mais condições

de utilização, sendo explanado as formas de reutilização e também os impactos gerados pela não destinação correta do pneus.

1.3 Metodologia

Para realização deste trabalho será utilizada a metodologia de estudo de caso em uma empresa de transporte de cargas. E ainda será utilizada a metodologia de pesquisa bibliográfica para revisão de literatura pertinente ao tema.

2 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é uma sub-área da logística. Relativamente recente vem a cada dia ganha mais importância nos processos das empresas. O tema esta em constante evolução e os conceitos e definições sobre o mesmo estão começando à ficar expressivos (LEITE, 2003).

Rogers e Tibben-Lembke (1999), apud Freire e Guedes (2006) caracterizam logística reversa como:

Logística Inversa é o processo de planejamento implementação e controle eficientes (inclusive em custos) de matérias-primas, materiais em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo para o ponto de origem para atender às necessidades de recuperação de valor e/ou obter o descarte correto/controlado.

Na definição defendida por Leite (2003), temos:

A logística reversa como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Para Rezende (2005), logística reversa, trata-se do processo inverso de materiais e informações, ou seja, o fluxo inicia-se no ponto de consumo tendo como destino seu ponto inicial, e abrange o planejamento, controle e todas as atividades relacionadas à resíduos, produtos acabados ou destinados à reciclagem.

A tendência é que a logística reversa torne-se cada vez mais presente no cotidiano das empresas, devido a crescente exposição do tema e de sua importância no âmbito econômico e ecológico nos processos logísticos e empresariais como um todo.

Conforme Lacerda (2002) é crescente a preocupação à cerca dos cuidados necessários com o meio ambiente, a tendência é que as empresas tornem-se responsáveis pelo ciclo de vida integral dos itens produzidos, este ciclo finda apenas com o re-aproveitamento ou descarte adequado dos itens produzidos, e para tal processo é necessário uma logística reversa bem estruturada.

A crescente tendência de participação no ciclo de vida integral dos produtos também é abordada por Leite (2003), através do ciclo “repare, reuse, recicle”, que retrata o advento de uma nova cultura, que torna as empresas responsáveis também pelo ciclo do descarte e do reparo dos produtos produzidos, inserindo a logística reversa para controle do ciclo.

3 O PNEU

A palavra pneu tem sua origem na Grécia antiga. Os gregos usavam o termo *pneuma* com os significados de sopro, vento ou ar. À partir desse termo nasceu *pneumatikós*, que queria dizer relativo ao sopro, ao ar, respiração (GOODYEAR,2009).

O termo começou ser utilizado, pelos romanos e assim, foi estendido às línguas latinas, como francês, italiano, espanhol e português, sendo que em 1895 em dicionários franceses a palavra, pneu, já estava conceituada com o significado atual: "revestimento de borracha inflado por ar comprimido, usado nas rodas de veículos" (GOODYEAR, 2009).

O quadro 1, mostra as diversas grafias da palavra pneu em diversos idiomas:

IDIOMA	GRAFIA
Inglês	Tire
Alemão	Reifen
Francês	Pneu
Italiano	Neumatico, Gomma
Espanhol	Pneumático
Holandês	Band
Polonês	Opona
Checo	Pneumatika
Finlandês	Rengas

Quadro 1. Grafias da palavra pneu em diversos idiomas
Fonte: GOODYEAR, 2009

Conforme Reciclanip (2009), pode-se conceituar o pneu como todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos automotores e bicicletas.

De acordo com Costa (2009), temos as seguintes funcionalidades para o pneu:

Os pneus além de contribuírem para o conforto do veículo, já que funcionam como uma almofada de ar sobre a qual este se apóia, tem de suportar esforços consideráveis quando o automóvel acelera, freia ou faz uma curva. Um pneu deverá ser suficientemente resistente aos choques mas também suficientemente flexível para os amortecer; corresponder com exatidão ao comando da direção sem deflexões causadas por irregularidades do pavimento; assegurar uma boa aderência na tração, aceleração, nas frenagens e ao fazer curvas; corresponder a todos esses requisitos em quaisquer condições atmosféricas e sobre todos os pavimentos, molhados ou secos, sem sobre aquecer. Deve também assegurar uma condução confortável, ser silencioso e Ter uma longa duração.

3.1 História do pneu

Desde sua origem no século XIX até o seu estado atual o pneus passou por diversas etapas, e é considerado um dos componentes imprescindíveis para o funcionamento dos veículos, sua história possui fatos curiosos, e seu desenvolvimento caminha junto com o da borracha, que é a matéria-prima mais abundante de sua composição. (ANIP, 2009)

Em 1834, o presidente dos Estados Unidos, Andrew Jackson, foi presenteado por uma alfaiataria, com um terno impermeabilizado com uma goma grudenta, a borracha. O terno foi utilizado numa cerimônia em um dia chuvoso, mantendo-se seco, porém alguns dias depois o terno foi inutilizado, pois a goma grudenta derreteu. (CONCEIÇÃO, 1990, p.17).

Na alfaiataria que confeccionou o terno que foi presenteado ao presidente, Andrew Jackson, trabalhava Charles Goodyear, que tinha como função solucionar a instabilidade da borracha quando exposta à variações de temperatura. (CONCEIÇÃO, 1990, p.17).

Após muitas tentativas frustradas e até mesmo uma prisão devido ao não pagamento das dívidas contraídas para pesquisa e desenvolvimento da borracha, Charles Goodyear, descobriu como fazer com que a borracha ganhasse forma regular e estável. (CONCEIÇÃO, 1990, p.17).

Charles Goodyear descobriu acidentalmente que a borracha cozida a altas temperaturas com enxofre, mantinha-se estável nas variações de temperatura, e à este processo deu-se o nome de vulcanização. (ANIP,2009).

As rodas anteriormente de madeira e ferro, ao serem revestidas com a borracha vulcanizada, ganhavam forma. A Borracha aumentou a segurança nas freadas e diminuiu as trepidações nos carros. (ANIP, 2009).

No quadro 2 abaixo, segue a evolução do pneu, após a descoberta de Goodyear:

ANO	RESPONSÁVEL	EVOLUÇÃO
1839	Charles Goodyear	Descoberta da Vulcanização.
1845	Edouard e André Michelin	Primeira patente de pneus para automóveis.
1847	Robert W Thompson	Colocou uma câmara cheia de ar dentro dos pneus de borracha maciça, e deu a eles a forma mais parecida com a que conhecemos hoje.
1888	Fabricantes de Pneus	Começa-se à ser utilizada apenas borracha natural, extraída da seringueira, para fabricação dos pneus.
1931	Dupont	Comercializou o primeiro elastômero – um tipo de borracha que não é produzida a partir das seringueiras, denominada Neoprene.

Quadro 2. Evolução Histórica do Pneu.

Fonte: Baseado de FRAGA 2009.

O pneu que é comercializado atualmente é uma mistura de diversos tipos de elastômeros, borracha sintética, que lhe conferem as características de durabilidade, estabilidade e confiabilidade necessárias. (FRAGA, 2009).

3.2 Matéria-prima

Para garantir que o pneu, possa cumprir com excelência sua função de rodar por milhares de quilômetros, nos mais variados tipos de estrada e de clima, são utilizadas algumas matérias-primas, que tem como finalidade garantir que o pneu rode com a estabilidade adequada (ANIP, 2009).

Por dentro os pneus possuem camadas alternadas de lona e borracha, esta pode ser natural ou sintética. (CONCEIÇÃO, 1990, p.20)

Outra matéria-prima utilizada de bastante destaque na composição do pneu é o Negro de fumo que é obtido principalmente pela queima de petróleo em fornos especiais e é usado nas composições para proporcionar resistência à borracha. (RESENDE, 2004).

Além da borracha e do negro de fumo, existem outras matérias-primas que fazem parte da estrutura do pneu, como fibras-orgânicas - nylon e poliéster - arames de aço, derivados de petróleo e outros produtos químicos. No quadro 3, segue o tipo de matéria-prima, e a quantidade existente em porcentagem para fabricação de um pneu para veículo de passeio:

MATERIAL	PORCENTAGEM (%)
Borracha Sintética	27%
Borracha Natural	14%
Negro de Fumo	28%
Derivados de Petróleo e Produtos Químicos	17%
Material Metálico (ou aço)	10%
Têxtil	4%

Quadro 3. Quantidade de Matéria-prima para produção de um pneu de passeio
 FONTE: RESENDE, 2004

Vale ressaltar que a porcentagem (%) de Matéria-Prima utilizada para fabricação de pneus destinados à veículos de carga é diferente, pois os pneus de automóveis são projetados para suportar altas velocidades, enquanto os pneus de carga são fabricados de acordo com o peso que deverão sustentar. (ANIP,2009).

3.2.1 A borracha

Conforme Recicloteca, (2009) a borracha natural é um polímero do isopreno, que é obtido da seiva da árvore Seringueira, de origem amazônica.

Sendo definida por Mucambo, (2009) a borracha é o produto sólido obtido pela coagulação de látices de determinados vegetais, sendo o principal a *Hevea Brasiliensis*, planta vulgarmente conhecida como seringueira e nativa da região Amazônica do Brasil.

Enquanto, Costa et al (2003, p. 125-126) definem a borracha como parte de um grupo de materiais industriais conhecidos como materiais de engenharia, que inclui também metais, fibras, concreto, madeira, plásticos e vidros.

A borracha natural fez-se presente na história do Brasil, entre à segunda metade do século XIX e início do século XX, trazendo riquezas e prosperidade para a região norte, sustentando assim um dos mais importantes ciclos de desenvolvimento do país. (MUCAMBO, 2009).

Este ciclo de desenvolvimento da borracha no Brasil foi interrompido após a seringueira começar à ser cultivada na Àsia, com grande êxito e menores custos. (MUCAMBO, 2009).

Com o passar do tempo a borracha foi sendo cada vez mais estudada, até que criou-se na Alemanha a tecnologia para fabricá-la artificialmente à partir do petróleo, sendo criado os elastômeros. (RECICLOTECA, 2009).

Após a descoberta dos elastômeros, foram desenvolvidas uma ampla variedade de borrachas sintéticas, que são utilizadas em indústrias diversas, como a: automobilística, calçadista, construção civil e outras. Os elastômeros mais consumidos são: o SBR e o BR's, que são justamente os empregados para a produção de pneus. (MUCAMBO, 2009).

3.2.2 O negro de fumo

De acordo com Montenegro e Pan (1998), O negro de fumo, também conhecido como negro de Carbono é obtido à partir da combustão incompleta de derivados de petróleo e se apresenta na forma de pó preto, conforme figura 1.



Figura 1. Negro de Fumo
Fonte: MONTENEGRO e PAN (1998).

Segundo Melbar Produtos,(2009) o negro de fumo é constituído por partículas finamente divididas, que são obtidas por decomposição térmica (pirólise) ou combustão parcial de hidrocarbonetos gasosos ou líquidos.

A indústria de pneus absorve aproximadamente 70% da produção de negro de fumo. Nos pneus, o negro de fumo é utilizado para conceder à borracha

maior resistência à tração e à abrasão além de proteger contra a degradação provocada por raios ultravioleta. (MONTENEGRO e PAN,1998).

Conforme, Montenegro e Pan (1998), o negro de fumo não é prejudicial à saúde, porém no processo de sua fabricação é gerado o CO₂, que é um dos gases causadores do efeito estufa.

3.3 Processo de Fabricação

A produção e construção do pneu passam por vários processos, que devem ser muito bem estruturados para garantir que o pneu tenha o desempenho esperado e proporcione total segurança a seus usuários (ANIP, 2009).

Cada etapa do processo de fabricação do pneu é controlada e segue especificações técnicas pré-determinadas pelo INMETRO. (ANIP, 2009).

As técnicas e especificações devem ser seguidas rigidamente para garantir que aspectos como: segurança, uniformidade de peso e geometria, simetria, controle de compostos de borracha, grau de vulcanização, repetibilidade do processo e rastreabilidade estejam totalmente compatíveis com as regulamentações existentes. (ANIP, 2009).

Vulcanização é um dos processos mais importantes da fabricação de um pneu. A palavra vulcanização é uma palavra derivada da mitologia romana, sendo Vulcanus o deus romano do fogo e também representante do elemento enxofre, elemento presente nas erupções vulcânicas, daí a relação com o processo de vulcanização, que necessita de enxofre e altas temperaturas para ocorrer. (REVISTA MINAS FAZ CIÊNCIA, 2002)

Conforme sbrt, (2009) Vulcanização é o processo que fornece resistência à borracha. Este processo é realizado com o aquecimento da borracha, juntamente com enxofre e agentes aceleradores e ativadores.

Resende (2004), define vulcanização como o aquecimento da borracha e do negro de fumo, numa temperatura de 120 à 170 graus Celsius, sendo adicionados à estes componentes o enxofre, compostos de zinco e outros aceleradores de processo.

A descoberta da vulcanização é atribuída a Charles Goodyear, nos Estados Unidos, e também a Thomas Hancock, na Inglaterra. Ambos desenvolveram patentes em 1840. (COSTA et al. 2003, p. 125-126).

Com a vulcanização, a borracha fica invulnerável à variações climáticas, porém, os vulcanizados realizados à partir das formulações de Goodyear e Hancock, apresentavam coloração intensa, indesejada migração do enxofre para a superfície (afloramento) e exibiam muito pouca resistência ao envelhecimento, pois era realizada com enxofre em ausência de aceleradores. (COSTA et al. 2003, p. 125-126).

O passo mais importante com relação à química da vulcanização ocorreu com a descoberta dos aceleradores orgânicos, em 1900. Além de aumentarem a velocidade de vulcanização, esses aditivos trouxeram vantagens como a redução do afloramento de enxofre e a maior resistência ao envelhecimento. Vulcanizados transparentes ou coloridos puderam ser preparados. Negro de fumo e outras cargas foram incorporados na mistura para melhorar as propriedades físicas do produto final. (COSTA et al. 2003, p. 125-126).

3.4 Partes de um Pneu

Conforme Fapeming (2003) apud Resende (2004), o pneu é basicamente formado por quatro partes principais:

Carcaça – parte interna do pneu, responsável por reter a pressão causada pelo ar e sustentar o peso do veículo. Possui lonas de poliéster, aço ou nylon.

Talão – serve para acoplar o pneu ao aro. Possui uma forma de anel e é constituído de arames de aço, recobertos por borracha.

Flancos – parte lateral do pneu e tem a função de proteger a carcaça. É constituída de borracha com alto grau de elasticidade.

Banda de rolagem - parte que entra em contato com o solo. Os desenhos formados nessa parte são chamados de esculturas. Possuem partes cheias e partes vazias e servem para otimizar a aderência com a superfície. É feita com compostos de borracha altamente resistentes ao desgaste.

Abaixo figura 2, com as indicações das principais partes de um pneu.

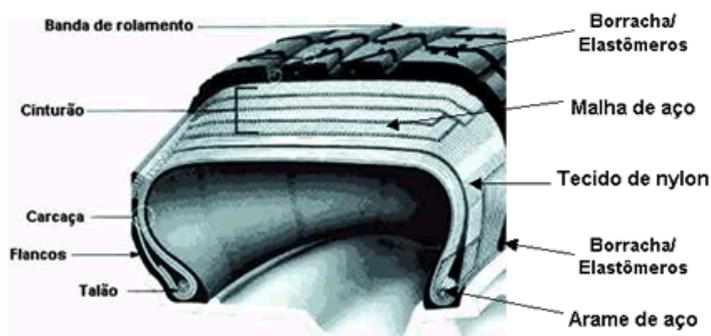


Figura 2. Partes de um pneu
Fonte: ANDRIETA, 2002.

Existem ainda outras partes que compõem o pneu, segue relação, conforme Goodyear (2009):

Costados - são as zonas de flexão do pneu, ou seja, as laterais.
Ombro - é a área localizada na parte superior do costado que se liga banda de rodagem.
Liner - é uma fina camada de borracha na parte interna do pneu, que mantém o ar dentro dele.
Raias - são as fileiras circunferências da banda de rodagem, que entram em contato direto com o solo.
Sulcos - são os canais circunferências entre as raias da banda de rodagem e são essenciais para a tração, o controle direcional e as propriedades de esfriamento.

3.5 Produção dos Componentes de um pneu

A primeira fase da fabricação é a preparação do composto, formado por vários tipos de borrachas natural e sintética, negro de fumo, pigmentos químicos, que são colocados em uma misturadora Banbury, figura 3. (REVISTA CAMINHONEIRO, 2009).



Figura 3. Misturadora Banbury
Fonte: GOODYEAR, 2009

Depois do composto pronto, é realizada a produção dos componentes, Banda de rodagem, parede lateral, talão, lonas de corpo, lonas estabilizadoras e estanques, cada componente é produzido simultaneamente em departamentos diferentes, e ao final do processo serão reunidos para compor o pneu (REVISTA CAMINHONEIRO, 2009).

A banda de rodagem e a parede lateral são feitas pelo processo de extrusão. Uma máquina chamada extrusora, espécie de rosca, vai girando, aquecendo e empurrando o composto para uma forma, na qual os componentes tomam seus formatos finais. (REVISTA CAMINHONEIRO, 2009).

As lonas de corpo e a lâmina de estanque são formadas na calandra, ilustrada na figura 4. Nela existem três ou mais rolos cilíndricos que produzem as lâminas de borracha. Essas lâminas se juntam a tecidos de poliéster, nylon (também utilizado como reforço), formando as lonas de corpo. Na formação das lonas estabilizadoras, vários fios de aço recebem a camada de borracha e formam uma fita com largura determinada. Estas fitas são cortadas em ângulos, concluindo a produção do componente. É importante diferenciar uma lona da outra: as lonas de corpo são aquelas formadas por poliéster e nylon, as lonas estabilizadoras são formadas por fios de aço e o estanque é formado apenas por borracha. (REVISTA CAMINHONEIRO, 2009).



Figura 4. Calandra

Fonte: GOODYEAR, 2009.

3.6 Inspeção Final

Depois do processo de vulcanização são realizados ensaios com amostras dos pneus prontos, onde é testado, por exemplo, a fadiga, durabilidade,

resistência, dimensional, alta velocidade e de velocidade sob carga. Os pneus também passam por um balanceamento, um teste conhecido como variação de forças e exame de raios-X. (ANIP, 2009).

Por último, o pneu passa pela inspeção final, onde são efetuados todos os testes para sua liberação, garantindo a confiabilidade no seu desempenho, até ser armazenado para ser distribuído, chegando às mãos do consumidor. (ANIP, 2009).

3.7 Tipos de pneus

Existem pneus de diferentes tamanhos e de capacidades diversas para atender à diversificados mercados. (REVISTA BRASILEIRA DO AÇO, 2009)

Os pneus podem variar quanto ao seu tamanho, quanto ao desenho de sua banda de rolagem, que varia conforme as superfícies à que são destinados, pode existir variação também quanto ao tipo de borracha sintética utilizada no composto do pneus. (COSTA, 2009).

3.7.1 Pneus Radiais e Pneus Diagonais

A disposição da carcaça do pneu o divide entre radial e diagonal, conforme PIRELLI, 2009, o pneu diagonal, também chamado convencional, possui uma carcaça formada por lonas têxteis cruzadas uma em relação outra.

Os pneus diagonais apresentam menos aço em sua estrutura, estando este presente apenas no talão do pneus diagonal. (REVISTA BRASILEIRA DO AÇO, 2009).

Na figura 5 é possível verificar a estrutura interna do pneu diagonal.

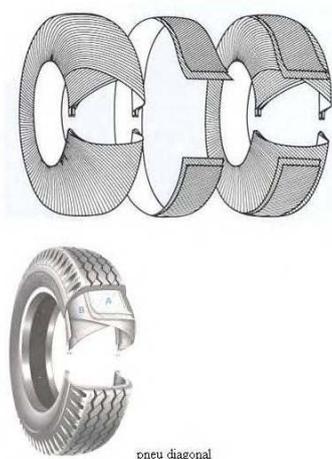


Figura 5. Pneu Diagonal

Fonte: PIRELLI, 2009.

Conforme Michelin, 2009, os pneus diagonais, tem como característica, um desgaste mais rápido, conseqüentemente, menor quilometragem e um aquecimento muito grande devido à má condução de calor do material têxtil.

No pneu radial, os fios da carcaça estão dispostos em arcos perpendiculares ao plano de rodagem e orientados em direção ao centro do pneu. A estabilidade no piso é obtida através de uma cinta composta de lonas de aço sobrepostas. (Brasil Tiries, 2009).

A figura 6, mostra como é feita a sobreposição dos componentes que formam a carcaça do pneu radial.

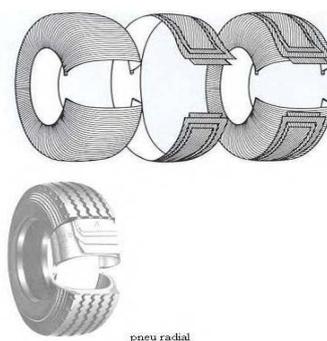


Figura 6. Pneu Radial
Fonte: PIRELLI, 2009.

Michellin, 2009, defini o pneu radial como um pneu com desgaste mais lento, ocasionando assim um aumento na quilometragem e baixo nível de aquecimento, uma vez que o aço é um excelente condutor de calor.

Segundo o sítio eletrônico Brasil Tiries, 2009, o pneu radial tem por vantagens: maior durabilidade; melhor aderência; maior eficiência nas freadas e acelerações e economia de combustível.

Os pneus radiais atualmente têm a maior participação no mercado, pois apesar de mais caros, apresentam maior resistência e eficiência que os pneus diagonais. (RESENDE, 2004).

3.7.2 *Pneus com câmara e pneus sem câmara*

A diferença entre os pneus com e sem câmara de ar reside no fato dos primeiros apresentarem uma câmara de ar independente, de borracha, enquanto nos últimos o ar é armazenado no próprio pneu. (COSTA, 2009).

Conforme Pirelli, 2009, os pneus sem câmara em seu interior, têm acoplado o liner, um tipo de borracha especial que garante a retenção do ar.

Os pneus sem câmara são considerados mais vantajosos por serem mais fáceis de desmontar e montar e por eliminarem o ar mais lentamente quando perfurados. (BRASIL TIRIES, 2009).



Figura 7. Pneu sem câmara
Fonte: PIRELLI, 2009.

Ainda conforme o sítio eletrônico Brasil Tiries, 2009, os pneus sem câmara permitem tapar, temporariamente os furos sem remover a roda, mediante a obturação destes com um tampão especial (taco) de borracha, o que acaba facilitando a manutenção desse tipo de pneu, em caso de furos em sua banda de rolagem.

3.8 Manutenção dos pneus

A manutenção constante e correta dos pneus é uma atividade que deve ser realizada constantemente por questões de segurança. A manutenção preventiva e constante prolonga a vida útil dos pneus e conseqüentemente a preservação do meio ambiente. (BRASIL TIRIES, 2009)

A pressão interna dos pneus devem ser checadas regularmente, preferencialmente com os pneus frios, ou seja, os pneus devem ter percorrido pouca ou nenhuma distância para que a medição seja realizada. (PIRELLI, 2009).

A pressão incorreta nos pneus gera um impacto direto em sua banda de rolagem, no caso de pressão alta haverá desgaste apenas na parte central da banda de rolagem, o inverso ocorrerá se a pressão interna dos pneus estiver abaixo do indicado pelo fabricante do veículo, a parte central perderá contato com o solo, ocasionando o desgaste apenas das laterais da banda da rolagem. (BRASIL TIRIES, 2009).



Figura 8. Desgaste de pneus ocasionado por pressão interna inadequada.
Fonte: BRASIL TIRIES, 2009.

Para aumentar o desempenho e a vida útil dos pneus, é necessário fazer o rodízio entre os pneus dianteiros e traseiros, os pesos e impactos sofridos pelos pneus dianteiros são diferentes dos sofridos pelos pneus traseiros, e esta diferença resulta em desgastes desiguais, realizando o rodízio das posições dos pneus esses desgastes acabam sendo igualados para todos os pneus usados nos veículos. (BRASIL TIRIES, 2009).

Após a realização do rodízio dos pneus deve ser realizado o balanceamento das rodas, este procedimento deve ser realizado para que o peso de

todas as rodas dos veículos sejam idênticos, o balanceamento também deve ser feito após a colocação de pneus novos. (BRASIL TIRIES, 2009).

O alinhamento das rodas, também é outra manutenção que se não realizada provoca o desgaste desigual dos pneus, comprometendo a segurança dos usuários e aumentando o consumo de combustível, cada veículo tem uma especificação própria para alinhamento das rodas. (BRASIL TIRIES,2009).

Os pneus possuem em seu flanco códigos e inscrições que indicam informações sobre o pneu, e uma das indicações informa sobre a velocidade máxima que pode ser percorrida pelo pneu e outra indicação refere-se ao índice de carga do pneu. Conforme, Pirelli, 2009, estes códigos devem ser cumpridos para um melhor desempenho do pneu.

No quadro 4, consta a equivalência da velocidade máxima conforme código que é informado no flanco dos pneus.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
F	80 km/h	N	140 km/h	H	210 km/h
G	90 km/h	Q	160 km/h	V	240 km/h
J	100 km/h	R	170 km/h	W	270 km/h
K	110 km/h	S	180 km/h	Y	300 km/h
L	120 km/h	T	190 km/h	ZR	acima de 240 km/h
M	130 km/h	U	200 km/h		

Quadro 4. Índice de velocidade Máxima
Fonte: BRASIL TIRIES, 2009

No quadro 5, é informado o índice informado no flanco do pneu e seu respectivo peso máximo suportado.

ÍNDICE DE CARGA	Kg/PNEU	ÍNDICE DE CARGA	Kg/PNEU	ÍNDICE DE CARGA	Kg/PNEU
80	450	96	710	111	1090
81	462	97	730	112	1120
82	475	98	750	113	1150
83	487	99	775	114	1180
84	500	100	800	115	1215
85	515	101	825	116	1250
86	530	102	850	117	1285
87	545	103	875	118	1320
88	560	104	900	119	1360
89	580	105	925	120	1400
90	600	106	950		
91	615	107	975		
92	630	108	1000		
94	670	109	1030		
95	690	110	1060		

Quadro 5. Carga Máxima admitida por pneu
 Fonte: BRASIL TIRIES, 2009

4 O PNEU E O MEIO AMBIENTE

Os pneus usados ou inservíveis, quando descartados inadequadamente geram impactos ambientais e risco à saúde pública, pois se tornam ambiente propício à disseminação de doenças como a dengue e a febre amarela. (REVISTA MINAS FAZ CIÊNCIA, 2002).

Como um fim adequado, entenda se o reaproveitamento dos pneus nas variadas formas possíveis, contribuindo para evitar a degradação da natureza e a proliferação de vetores de doenças como a dengue e a febre amarela. (SUGIMOTO, 2004).

O formato dos pneus potencializa-o à se tornar um hospedeiro de roedores e mosquitos, sendo os primeiros responsáveis por doenças como a leptospirose. Já os mosquitos, podem significar o aumento expressivo das doenças por eles transmitidas, dentre elas a febre amarela, malária e a dengue. (TEIXEIRA, 2007 apud LEONEL, 2007).

Através de levantamentos realizados em 2003 o Ministério da Saúde, constatou que em 1240 municípios analisados, em 284 os pneus foram apontados como o principal foco do mosquito transmissor da Dengue, em 491 municípios o segundo principal foco e o terceiro em 465 municípios.

Muitas vezes os pneus são jogados em córregos, lagos ou rios, o que provoca a diminuição da calha desses locais que conseqüentemente ficam mais passíveis a enchentes, causando inundações à vias e residências próximas, além das doenças eminentes a este tipo de situação. (TEIXEIRA, 2007 apud LEONEL, 2007).

De acordo com Teixeira (2004) apud Sugimoto, (2004) o pneu não se decompõe naturalmente. Quando depositado em aterros, as camadas de ar pressionam até que aflore à superfície. Quando queimado, libera gases poluentes.

A queima de pneus sem nenhum tipo de tratamento ou filtro da fumaça emitida que libera substâncias altamente tóxicas, que podem representar riscos de mortalidade prematura, deterioração das funções pulmonares, problemas do coração, depressão do sistema nervoso e central. (MATTOS, 2006).

A borracha vulcanizada, quando queimada em céu aberto, contamina o meio ambiente com carbono, enxofre e outros poluentes. (REVISTA MINAS FAZ CIÊNCIA, 2002).



Figura 9. Queima de pneus
Fonte: ASFALTO.

A queima dos pneus também representa uma ameaça de contaminação ao solo e aos lençóis freáticos, uma vez que os produtos químicos tóxicos e os metais pesados liberados pelo pneu em sua combustão, podem durar até 100 anos no meio ambiente (MATTOS, 2006).

Segundo Miranda, 2006, um pneu, devido à borracha vulcanizada, que não se degrada facilmente, pode demorar até 600 anos para se decompor totalmente.

5 REUTILIZAÇÃO DE PNEUS

Segundo Conceição, (1990) a idéia de recuperar pneus usados é tão antiga quanto à invenção dos pneus, porém o avanço deu se apenas durante o período da segunda guerra mundial, devido a dificuldade de obtenção de matéria-prima para a confecção de novos pneus.

A utilização consciente do pneu assim como a sua correta destinação ao final da vida útil deve ser seguida por toda a população e organizações, pois desta maneira, a saúde pública e o meio ambiente são preservados, além da economia das matérias-primas utilizadas para a confecção de pneus.

O re-aproveitamento e a reforma de pneus é de extrema valia para a sociedade, porém, muitas vezes os pneus são descartados inadequadamente devido a fatores como: o espaço que ocupa, a dificuldade em manuseá-lo e o baixo valor comercial do item, após utilizado, fatores estes que não ocorrem, por exemplo com as garrafas pets e latinhas de alumínio. (TEIXEIRA, 2007 apud LEONEL, 2007).

O processo de re-utilização de pneus usados e inservíveis tem um custo alto, o pneu deve ser cortado e triturado com o propósito de separar e permitir a recuperação dos materiais usados na confecção inicial do pneu. (BERTOLLO, et al 2005).

A figura 10, mostra a cadeia de reutilização dos pneus e suas principais destinações.

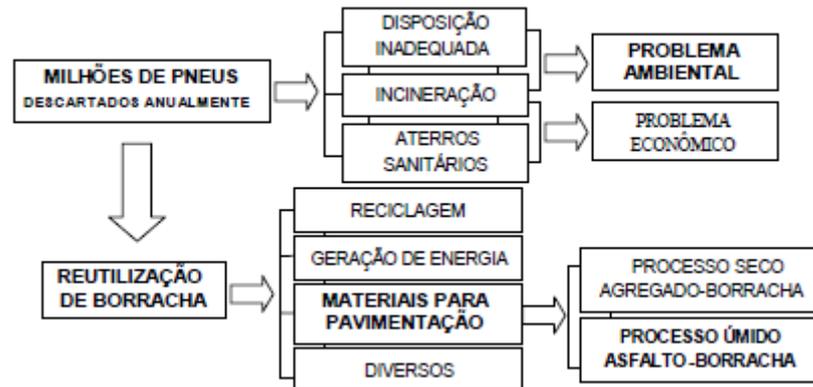


Figura 10. Cadeia de reutilização dos pneus
 Fonte: ARAÚJO e SILVA, 2005.

O pneu é classificado com nomenclatura diferenciada, dependendo do seu estado de vida útil. Seguem definições, conforme mencionadas na resolução CONAMA 258/99:

Pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma.

Pneu ou pneumático reformado: todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua vida útil de rodagem em meios de transporte, tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem.

Pneu ou pneumático inservível: aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional.

5.1 Recauchutagem

Os pneus são um dos itens de maior custo de uso nos veículos, atrás apenas do custo gerado pelo consumo de combustível. Para diminuir este custo e conseqüentemente preservar matéria-prima e o meio ambiente, os processos de re-uso foram desenvolvidos, sendo a recauchutagem um dos processos mais difundidos. (RESENDE, 2004).

O processo de recauchutagem conforme Araujo e Silva, 2005, consiste em reformar o pneu, através da substituição de sua banda de rodagem e dos seus ombros.

Para que o processo de recauchutagem tenha êxito é necessário, que a estrutura geral do pneu, não apresente cortes ou deformações e a banda de rodagem deve apresentar os sulcos e saliências que permitem a aderência do pneu ao solo (RESENDE, 2004).

Conforme Recicloteca, (2009) um pneu recauchutado, pode prolongar a vida útil do pneu em até 40% e economiza 80% dos recursos utilizados para confecção de um pneu novo, ou seja, a recauchutagem economiza energia e matéria-prima, que seriam utilizados para a confecção de pneus novos.

De acordo com Resende (2004), a recauchutagem de pneus é largamente utilizada em pneus destinados à frotas de transporte de carga, isso se deve ao fator econômico, uma vez que o preço dos pneus destinados à veículos de carga são relativamente altos, um pneu recauchutado custa em torno de um terço de um pneu novo.

Já nos pneus de passeios, a reforma não se mostra tão vantajosa em termos de economia financeira, pois ainda conforme Resende (2004), um pneu reformado de automóvel pode custar até 60% do valor de um pneu novo.

A recauchutagem é uma prática adotada em cerca de 70% da frota de transporte de cargas e passageiros no Brasil. (SUGIMOTO, 2004).

5.2. Remoldagem

Os pneus remoldados, também conhecidos como remold, são pneus cuja carcaça são originadas de pneus usados, assim como os pneus recauchutados.

A semelhança entre pneus recauchutados e romoldados, é apenas a carcaça que são herdadas de pneus usados, pois os processos para confecção dos dois produtos são diferenciados. (ABIP,2009)

Os pneus remoldados são produzidos à partir de carcaça de pneus importados, devido à melhor conservação de sua carcaça, e tem como conceito, a seguinte frase: "pneu novo de novo", esse conceito se deve pelo fato de que pneus remoldados não possuem nenhum tipo de emenda. (ABIP, 2009).

O processo para remoldagem de um pneu, consiste em substituir integralmente a banda de rolagem, os ombros e toda a superfície dos flancos dos pneus(ABIP, 2009).

Ao final do processo de remoldagem, o pneu remoldado estará reconstruído de talão a talão, com as características essenciais de um pneus novo e promovendo uma economia de 20 litros de petróleo em comparação à produção de um pneus novo de automóvel. (ABIP, 2009).

5.3 Recapagem

O processo mais simples de reutilização de pneus é o de recapagem. Enquanto o processo de recauchutagem reconstitui a banda de rolagem e os ombros dos pneus e o processo de remoldagem substitui integralmente a banda de rolagem, ombros e toda a superfície dos flancos dos pneus, a recapagem

é o processo cujo único item reconstituído é a banda de rolagem, conforme figura 11.



FIGURA 11. Processo de Recapagem
Fonte: MICHELLIN, 2009.

Conforme o sítio eletrônico Trato Pneus, o processo de recapagem baseia-se na reconstrução do pneu, utilizando-se de 1/5 da matéria-prima que seria necessária para a constituição de um novo pneu.

5.4 Enriquecimento do asfalto

Uma das maneiras mais promissoras de reutilização de pneus inservíveis é a incorporação da borracha dos pneus em ligantes asfálticos, para enriquecimento do asfalto.

O processo de enriquecimento do asfalto, envolve a incorporação da borracha de pneus inservíveis, sendo que conforme COMPAM, 2009, a borracha pode ser incorporada em pedaços ou em pó.

Para a preparação da mistura asfáltica, existem dois processos diferentes, conforme Araújo e Silva, 2005:

Nas misturas asfálticas, existem basicamente dois processos de incorporação dos pneus, o processo úmido e o seco. No processo úmido (wet process) são adicionadas partículas finas de borracha ao cimento asfáltico, produzindo um novo tipo de ligante denominado "asfaltoborracha". Já no processo seco (dry process), partículas maiores de borracha substituem parte dos agregados do asfalto. Por isto, há a formação de um produto com características bem distintas, que é denominado de "concreto asfáltico modificado com adição de borracha".

Conforme Oliveira e Castro (2007), o asfalto que em sua composição contém a borracha re-aproveitada de pneus usados, possui um valor de venda cerca de 30% acima do convencional, este valor pode ser considerado como um investimento, pois esse tipo de asfalto além de ajudar à combater o passível de pneus no meio ambiente, tem uma durabilidade maior se comparado com o asfalto convencional.

De acordo com Oliveira e Castro (2007), a adição de pneus no pavimento pode até dobrar a vida útil da estrada, devido as propriedades de elasticidade que a borracha proporciona nas mudanças de temperatura.



Figura 12. Asfalto enriquecido com pneu.
Fonte: VALORPNEU, 2009

Dentre as vantagens devido a incorporação de borracha de pneus usados no pavimento, Oda e Junior (2001), destaca: a redução do envelhecimento do asfalto, aumento de flexibilidade, resistência maior às deformações causadas pelos pneus e maior resistência à variações de temperatura. O processo em questão, não é utilizado com frequência nas estradas brasileiras.

5.5 Co-processamento energético

Os pneus inservíveis podem ser utilizados como combustível alternativo no lugar do carvão. Os pneus são picados e queimados em fornos fechados, onde a borracha sofrerá combustão total e a fumaça tóxica, preta e de forte odor que poluiria o ar, caso o pneu fosse queimado à céu aberto, é filtrada para que a poluição ao meio ambiente não aconteça. (REVISTA MINAS FAZ CIÊNCIA, 2002).



Figura 13 : Pneu antes do processo de Trituração
Fonte: Reciclanip, 2009.

Os principais consumidores de pneus destinados aos fornos industriais como fonte de energia são as indústrias de papel e celulose e as fábricas

de cal e cimento, trata-se de uma alternativa rentável de reaproveitamento, uma vez que cada pneu contém a energia de 9,4 litros de petróleo. (ODA E JUNIOR, 2001).

A utilização de pneus em fornos industriais ou caldeiras proporciona uma diminuição no passivo de pneus no meio ambiente, além de poupar recursos naturais não renováveis como o carvão e petróleo, devido ao seu alto poder calorífico. (ARAÚJO E SILVA, 2005).

5.7 Processo de pirólise

O processo de pirólise pode ser genericamente definido como sendo o de decomposição química por calor na ausência de oxigênio. (RESENDE, 2004).

Conforme Andrietta (2002) a pirólise é o processo de reciclagem de pneus considerado mundialmente como o mais eficaz, para a reciclagem integral dos pneus, este processo chega a aproveitar cerca de 90% dos componentes de um pneu, além de ser um processo que não polui o meio ambiente com nenhum tipo de resíduo.

Existem métodos diferenciados para a reciclagem de pneus através da pirólise, sendo que no Brasil este processo foi adotado pela Petrobrás, e é realizado em uma usina de re-processamento instalada no estado do Paraná, cuja pirólise é realizada com xisto, um tipo de rocha metamórfica encontrada na região sul, tendo como objetivo a obtenção de gás combustível e gás Liquefeito (GLP). (RESENDE, 2004).

Para iniciar o processo de reciclagem, os pneus devem ser cortados e misturados ao xisto, essa mistura é aquecida em temperaturas próximas aos

500°C, quando estão sob altas temperaturas liberam matéria orgânica em forma de óleo e gás. (ANDRIETTA, 2002).

5.8 Outras Utilizações

Existem diversas maneiras de re-aproveitar os pneus usados ou inservíveis, Teixeira (2004) apud Sugimoto (2004), cita algumas das finalidades:

De pneus triturados e da borracha regenerada com a adição de produtos químicos, obtêm-se pastas e resíduos que servem para a produção, por exemplo, de tapetes de automóveis, artefatos de vedação e amortecimento, solados de sapatos, pisos industriais e argamassas para construção. Pneus inteiros são amarrados para a contenção de encostas, canalização de córregos, drenagem de gases em aterros sanitários e simulação de recifes em benefício da indústria pesqueira.

6 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE OS PNEUS

Em 1999, foi publicada a resolução do CONAMA, Conselho Nacional do meio Ambiente, na qual foi introduzido o princípio da responsabilidade do produtor e do importador pela destinação final ambientalmente adequada de pneus, tendo como base para a quantidade de destinação o volume de pneus fabricados ou importados no mercado doméstico. (MOTTA, 2008).

Na resolução nº 258/99 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o governo federal determina que fabricantes e importadores dêem um fim ambientalmente adequado aos pneus. (SUGIMOTO, 2004).

Entende-se por destinação ambientalmente adequada qualquer procedimento ou técnica, devidamente licenciada pelos órgãos ambientais competentes, nos quais pneumáticos inservíveis inteiros ou pré-processados são descaracterizados, por meios físicos ou químicos, podendo ou não ocorrer reciclagem dos elementos originais ou de seu conteúdo energético. A simples transformação dos pneumáticos inservíveis em retalhos, lascas ou cavacos de borracha não é considerada destinação ambientalmente adequada dos mesmos. (MIRANDA, 2006.)

A Resolução 258/99 baseou-se no princípio da responsabilidade pós-consumo, cujo um dos princípios de embasamento é o Poluidor-Pagador, em que o responsável pela atividade produtiva deve obrigar-se pelo ciclo total de seus produtos e internalizar os custos ambientais. (MIRANDA, 2006).

Outro princípio, à ser citado é o do “berço ao túmulo”, que conforme Hackbart e Lima (1999), apud Araújo e Silva (2005), prega que os fabricantes devem ser responsáveis pelo produto do início ao fim do ciclo da vida útil.

Abaixo segue tabela com a determinação de quantidade de pneus à serem descartados, conforme determinação da resolução CONAMA 258/99.

CONAMA 258/99	
Data	Destinação Final
A partir de 1º de janeiro de 2002:	Para cada quatro pneus novos fabricados no País ou pneus importados, novos ou reformados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;
A partir de 1º de janeiro de 2003:	Para cada dois pneus novos fabricados no País ou pneus importados, novos ou reformados, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível;
A partir de 1º de janeiro de 2004:	a) para cada um pneu novo fabricado no País ou pneu novo importado, inclusive aqueles que acompanham os veículos importados, as empresas fabricantes e as importadoras deverão dar destinação final a um pneu inservível; b) para cada quatro pneus reformados importados, de qualquer tipo, as empresas importadoras deverão dar destinação final a cinco pneus inservíveis;
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.

Quadro 6. Proporção de pneus à serem Descartados, conforme resolução 258/99
Fonte. MIRANDA, 2006.

Para garantir que a resolução 258/99 seja cumprida o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) instituiu a Instrução Normativa nº08 de 15 de Maio de 2002, onde todos os destinadores de pneus inservíveis, devem estar inscritos no Cadastro Técnico Federal (CTF), e através de relatórios de Atividades, devem comprovar a destinação e gerenciamento ambientalmente correto dos pneus inservíveis.

Nos relatórios de atividades expedidos para atender a instrução Normativa, deve conter declarações para cada tipo de pneus produzido ou importado, e também deve estar informado o nome do destinador dos pneus inservíveis.

Em 2005, oito empresas fabricantes foram multadas pelo Ibama por não darem destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis, referente ao ano de 2004. O valor total das multas chegou a R\$ 20.543.895,00. O quadro 7, detalha os valores das multas aplicadas pelo IBAMA. (MATOS, 2006).

Multas Ibama x Multinacionais dos pneus				Multa
Site do Ibama:			Equivalente	Valor
www.ibama.gov.br/novo_ibama/paginas/materia.php?id_ano=2779			Em pneus de	por
Empresa	Toneladas	Valor	Automóveis	Pneu
Pirelli	108.480,48	R\$ 6.508.828,80	21.696.096	R\$ 0,30
Goodyear	101.163,21	R\$ 6.069.792,60	20.232.642	R\$ 0,30
Bridgestone / Firestone	71.180,20	R\$ 4.270.812,00	14.236.040	R\$ 0,30
Michelin	56.489,01	R\$ 3.389.340,60	11.297.802	R\$ 0,30
Industrial Levorin S.A.	30,20	R\$ 1.812,00	6.040	R\$ 0,30
Maggion Pneus Ltda.	2.305,99	R\$ 138.359,40	461.198	R\$ 0,30
Rinaldi S.A.	2.197,01	R\$ 131.820,60	439.402	R\$ 0,30
Souza Pinto borracha	110,43	R\$ 33.129,00	22.086	R\$ 0,30
Total	341.956,53	R\$ 20.543.895,00	68.391.306	R\$ 0,30

Quadro 7. Multas aplicadas pelo IBAMA.

Fonte: IBAMA, 2009.

Outras legislações à respeito da destinação dos pneus surgiram. No estado de São Paulo foi instituída a Resolução conjunta SMA/SS1, de 05 de março de 2002, a qual determina que os pneus inservíveis sejam triturados ou retalhados, antes da destinação à aterros sanitários paulistas, para evitar o acúmulo de líquidos no interior do pneu. (CETESB, 2009).

A lei nº13.316, de 01 de fevereiro de 2002, instituiu que fabricantes, importadores, distribuidores e pontos de venda de pneus devem possuir uma sistemática para correta destinação dos pneus inservíveis.

No Brasil, existem legislações proibitivas à importação de pneus usados. Geralmente estes pneus após processos de recuperação passam à ser pneus reformados. No entanto esses pneus reformados possuem um ciclo de vida reduzido em comparação aos pneus novos, gerando assim um maior passivo ambiental de pneus. (MIRANDA, 2006).

As legislações proibitivas à importação de pneus, baseiam se na Convenção da Basileia, que disciplina o movimento transfronteiriço de resíduos perigosos, estabelecendo instrumentos que permitam ao país importador não receber resíduos os quais entenda não dispor de condições para gerenciar adequadamente do ponto de vista ambiental. (MIRANDA, 2006).

Existem jurisprudência, que reconhecem a validade dos atos normativos exercidos no Brasil, conforme mencionado por Miranda, 2006:

CONSTITUCIONAL – MANDADO DE SEGURANÇA – PNEUS USADOS – IMPORTAÇÃO – VEDAÇÃO – ATOS NORMATIVOS – CONSTITUCIONALIDADE – I - As Portarias DECEX 08/91 e SECEX 08/2000, bem como as Resoluções CONAMA 23/96 e 235/98 vedam, expressamente, a importação de pneus usados. II - Conforme entendimento jurisprudencial de nossos Tribunais, inclusive da Suprema Corte, afiguram-se constitucionais os atos normativos em referência, que contêm a proibição da importação desses bens. III - Apelação e remessa oficial providas. (TRF 1ª R. – AMS 200338000227140 – MG – 6ª T. – Rel. Juiz Fed. Conv. Moacir Ferreira Ramos – DJU 20.09.2004 – p. 39)

ADMINISTRATIVO. IMPORTAÇÃO DE PNEUS USADOS. PORTARIA DO DECEX. PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE. VEDAÇÃO DA IMPORTAÇÃO. AGRAVO PROVIDO. 1. A RESOLUÇÃO 23 DE 12 DE DEZEMBRO DE 1996, DO CONAMA CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, EDITADA COM AMPARO NAS LEIS NºS 6938/81, 8028/90, 8490/92, PELO DECRETO 99274/90 E, AINDA, NOS TERMOS DA CONVENÇÃO DE BASILÉIA, ESTABELECE NO SEU ARTIGO 4º, VERBIS: " OS RESÍDUOS INERTES - CLASSE III NÃO ESTÃO SUJEITOS A RESTRIÇÕES DE IMPORTAÇÃO, À EXCEÇÃO DOS PNEUMÁTICOS USADOS CUJA IMPORTAÇÃO É PROIBIDA". 2. AS CARÇAÇAS EM TELA SERVIÃO DE MATÉRIA-PRIMA PARA PNEUS, QUE, NÃO SENDO NOVOS, POSSUEM VIDA ÚTIL REDUZIDA, E EM POUCO TEMPO SERÃO TRANSFORMADOS EM DEJETOS DE DIFÍCIL DECOMPOSIÇÃO, COM A CONSEQÜENTE POLUIÇÃO (TRF 5ª - Região - Agravo de Instrumento – 36145 – Proc. 200105000191274 UF: CE - J. 22/08/2002 – Rel. Desembargador Federal Frederico Pinto de Azevedo).

Desde 1991 a importação desse produto é proibida no Brasil. No entanto, liminares judiciais permitiram que, entre 1990 e 2004, mais de 34 milhões de pneus reformados entrassem no país. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006).

A regulamentação da importação de pneus usados tem impacto direto na disputa pelo mercado consumidor doméstico das empresas produtoras de pneus novos e das reformadoras, as primeiras são favoráveis à proibição devido ao aumento do passivo de pneus no meio ambiente, já os importadores alegam que tal medida é apenas para defender o mercado dos pneus reformados. (MOTTA, 2008)

No ano de 2000 a portaria 8 da SECEX proibiu a concessão de licenças para a importação de pneus reformados e usados, como bem de consumo ou matéria-prima, porém esta portaria teve que ser alterada em 2002, para permitir a importação desse tipo de pneus provenientes do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), onde por consequência os pneus podem ser importados de outros países. (MOTTA, 2008).

As empresas reformadoras de pneus, alegam a necessidade dos pneus serem importados devido à melhor condição das estradas europeias, o que faz com que a carcaça do pneu seja mantida em bom estado, garantindo uma melhor qualidade aos seus produtos. (MOTTA, 2008).

7 TRATAMENTO INTERNACIONAL DOS PNEUS USADOS

Segundo Bertollo et al (2000), a questão da tratativa adequada dos pneus usados e inservíveis ganha cada vez mais visibilidade no âmbito internacional.

Nos Estados Unidos por exemplo, desde 1991 vigora a Lei sobre Eficiência de transporte intermodal de superfície que obrigou os departamentos de transportes Estaduas (DOTs) à estudarem em parceria com a Agência de Proteção Ambiental (EPA) uma forma de utilizar pneus na construção de pavimentos asfálticos. (ODA e JUNIOR, 2001).

Na união europeia (UE), desde 16 de julho de 2006, os pneus inservíveis não podem ser depositados em aterros sanitários, mesmo que estejam fragmentados, esta medida foi adotada pela legislação da UE, por meio da norma técnica Diretiva sobre Aterros 1993/31/CE. (Mattos, 2006).

A União Europeia possui larga experiência de destinação de pneus e empresas infiltradas na cadeia produtiva com o intuito de garantir a destinação de pneus em seu respectivo país. Na figura 14, consta as principais empresas do setor na UE.



Bélgica
<http://www.recytyre.be/>



Finlândia
<http://www.rengaskierratys.com/fi/>



França
<http://www.aliapur.com/modules/movie/scenes/home/>



Grécia
<http://www.ecoelastika.gr/>



Itália
<http://www.ecopneus.it/>



Holanda
<http://www.recybem.nl/>



Noruega
<http://www.dekkretur.no/>



Eslováquia
<http://www.recfond.sk/>



Espanha
<http://www.signus.es/>



Polónia
<http://www.utyliczacjaopon.pl/>



Portugal
<http://www.valorpneu.pt/>



Roménia
<http://www.ecoanvelope.ro/>



Suécia
<http://www.svdab.se/>



Hungria
<http://www.magusz.hu/>

Figura 14. Organizações da União Européia.
 Fonte: VALORPNEU, 2009

7.1 Valorpneu.

A Valorpneu é uma sociedade de Portugal, sem fins lucrativos, constituída no dia 27 de Fevereiro de 2002, que tem como objetivo gerenciar o Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados (SGPU). (VALORPNEU, 2009).

O Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados (SGPU), é um sistema de processos e responsabilidades que tem por objetivo a destinação correta de pneus usados e inservíveis. Tal sistema é financiado pela cobrança de uma taxa, denominada de EcoValor.

A taxa referente ao Ecovalor é discriminada na Nota fiscal de compra do pneu, os valores são definidos conforme categoria do pneu, segue quadro 8 com o Ecovalor praticado em 2007.

Categoria	Ecovalor (em Euro / por pneu)
Comercial	1,44
Pesado	7,18
Moto (até 50 cc.)	0,11
Moto (> 50cc.)	0,56

Quadro 8. Ecovalor praticado em 2007
Fonte: Adaptada de VALORPNEU, 2007.

Após serem utilizados os pneus devem ser destinados pelos distribuidores e consumidores de pneus à um dos pontos de armazenagem, denominados pela Valorpneu como Ponto de Recolha, de onde os pneus são transportados com destino ao re-aproveitamento.

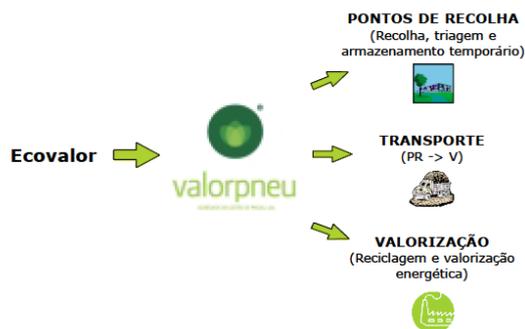


Figura 15. Fluxo da Valorpneu
Fonte: VALORPNEU

Os pneus usados expedidos pelos Pontos de Recolha podem seguir quatro destinos: reutilização, recauchutagem, reciclagem e valorização energética.

Conforme dados da Valorpneu no ano de 2007, foram colocados no mercado português um total de 83.722 toneladas de pneus novos, tendo-se gerado 93.747 toneladas de pneus usados. A diferença observada diz respeito em grande parte aos pneus recauchutados, que são reutilizados várias vezes ao longo do seu ciclo de vida, gerando conseqüentemente várias vezes um pneu usado.

Em 2007 a Valorpneu recolheu 92.322 toneladas de pneus, este número se comparado com o total de pneus novos gerados no mesmo ano, equivale à cerca de 98,5% do total de pneus novos produzidos. Deste total a maioria da destinação dos pneus foi a reciclagem, conforme demonstrado na figura 16.

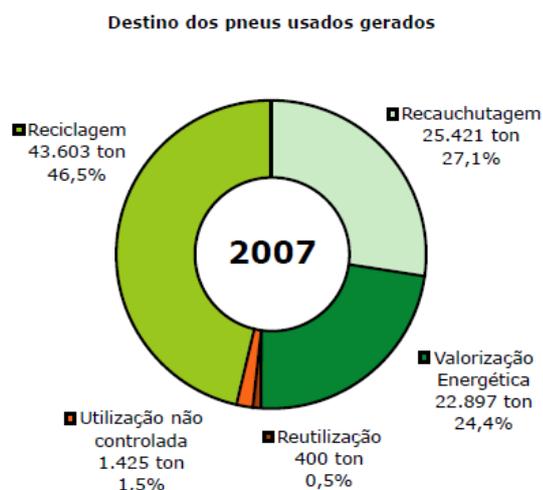


Figura 16. Destino dos pneus usados, gerados em 2007.

Fonte: VALORPNEU, 2007.

A Valorpneu foi uma das primeiras entidades gestoras de pneus usados a operar na Europa e tendo como base o ano de 2006, apresenta níveis de desempenho significativamente superiores à média europeia nos quesitos de quantidade de coletas, recauchutagem e reciclagem de pneus usados.

8 ESTUDO DE CASO: FLUXO DOS PNEUS EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTE

Visando analisar o fluxo de compra e da logística reversa dos pneus, veremos neste capítulo os sistemas de aquisição e descarte de pneus em uma empresa de transporte de encomendas expressas situada no município de Osasco no estado de São Paulo.

Há 20 anos no mercado de transportes, a empresa em questão é uma empresa de médio porte, regida por uma administração familiar.

Possui filiais próprias nas cidades de Campinas, Rio de Janeiro, Curitiba, Belo Horizonte e Porto Alegre, que são cidades estratégicas das regiões sul e sudeste do Brasil, regiões estas, onde estão concentradas a maioria dos envios realizados pela empresa.

A operação da empresa em questão consiste na coleta e entrega de envios porta-a-porta por todo o Brasil, sendo estes envios realizados por via aérea ou via rodoviário.

A definição da via de transporte que será utilizada para operacionalizar o envio da carga transportada é realizada com base no tipo de material, distância do destino final e do prazo solicitado pelo cliente. No caso de transportes via rodoviário, a transferência é realizada com empresas pré determinadas pela operação, com exceção das cargas originadas de São Paulo, com destino ao Rio de Janeiro, Curitiba e Campinas, ou vice-versa, pois este trecho, devido a demanda e proximidade é realizado com frota própria, diminuindo assim o custo e garantindo um serviço de qualidade assegurada aos clientes da empresa.

Os clientes mais expressivos da empresa em questão, são representantes da área financeira, como bancos e seguradoras, e também empresas de telecomunicações e varejo.

Os materiais transportados pela empresa são equipamentos eletrônicos, documentos e materiais promocionais, como banners. Estes materiais garantem à empresa, envios com pesos relativamente baixos. A média dos cinco primeiros meses da empresa é de novecentos e sete mil toneladas por mês para uma média de vinte e seis mil envios por mês, o que totaliza uma estimativa de 34kg por envio, esta estimativa proporciona a empresa uma maior flexibilidade na escolha dos veículos e no dimensionamento da equipe necessária para os processos de coleta e de entrega.

8.1 Política e Objetivos

Por ser uma empresa familiar que teve e tem seu crescimento contínuo, mas de forma gradativa, a empresa possui uma política de gestão integrada, que norteiam as atividades cotidianas da organização com base na responsabilidade social e ambiental.

Em sua política de gestão integrada, a valorização dos profissionais e a idoneidade com clientes e fornecedores se fazem presente através dos programas de incentivo aos estudos, do auxílio farmácia e nos processos de melhoria contínua em seus serviços e em suas negociações.

A preservação do meio ambiente também é fator presente na política da empresa que procura atender as legislações ambientais, diminuindo o uso de recursos naturais e a geração de poluição. Seus principais fatores de impactos

ambientais estão relacionados ao consumo de materiais altamente poluentes como combustíveis e pneus.

A questão ambiental é fator de extrema importância para esta empresa, pois além de fazer parte da política de gestão integrada, é a diretriz dos processos da certificação ISO 14001, que é um dos objetivos desta empresa.

A ISO 14001 é um sistema de gestão ambiental, que visa a diminuição dos impactos ambientais pelas organizações empresariais.

A política de gestão integrada da empresa somada à sua busca pela certificação ISO 14001, fez com que a empresa, adotasse algumas sistemáticas para utilização consciente dos recursos que utiliza.

Para controlar a emissão de CO₂, os veículos da frota própria da empresa são equipados com passímetros, que são itens que garantem que os veículos estão de acordo com as normas ambientais.

O setor onde são realizadas as lavagens dos veículos também recebem atenção especial, pois muitas vezes junto com a água da lavagem há também óleo veicular, então para evitar que o óleo seja enviado ao esgoto foi implantada uma caixa separadora de óleo.

Os pneus usados também recebem uma tratativa ambientalmente correta, conforme será abordado posteriormente.

8.2 - Logística dos pneus

Apenas na matriz a empresa possui em sua frota 55 veículos, para realizar as entregas e coletas, sendo 36 veículos utilitários, como Fiorinos, Kombis e vans, e o restante caminhões.

Em média os veículos tem a troca de pneus realizada a cada 40 mil quilômetros rodados. Por mês cada veículo anda em média 4 mil quilômetros, o que significa que a troca de pneus é realizada a cada 10 meses.

Quando é identificada a hora de trocar os pneus, o responsável pela manutenção dos veículos preenche um formulário interno denominado de manutenção de veículos. Este formulário é encaminhado ao supervisor operacional, que registra a solicitação ao departamento de compras.

O departamento de compras assim que recebe a necessidade do setor operacional, verifica a listagem de fornecedores capacitados e solicita a cotação da quantidade e do tipo de pneu solicitado.

Nesta empresa apenas cerca de 60% dos pneus adquiridos são reformados, esta opção garante à empresa uma economia de cerca de 60% por pneu substituído.

Os pneus já utilizados pela empresa, são armazenados, em local seco e coberto e posteriormente enviados em remessas para Curitiba, para uma empresa que possui um programa de destinação ambientalmente correta para os pneus.

O envio dos pneus à Curitiba tem custo praticamente zero para a empresa uma vez que é realizada com frota própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente preocupação com o meio ambiente, fez com que governos e autoridades percebessem os impactos gerados pelo descarte inadequado de pneus.

Legislações fazem com que os consumidores deste material tenham conhecimento sobre os impactos gerados por pneus descartados inadequadamente, mas a informação deve ser maior divulgada para criar a conscientização efetiva nas empresas e sociedade.

Houve um avanço no número de locais destinados ao recebimento de pneus usados e inservíveis, tornando assim a logística reversa de pneus mais acessível à empresas e a usuários.

As empresas adotando a sistemática de descarte ambientalmente correto dos pneus, preservam o meio ambiente e garante uma imagem ética perante a sociedade, além de existir possibilidade de redução de custos, no caso da utilização de pneus reformados.

REFERÊNCIAS

ABIP. Associação Brasileira da Indústria de Pneus Remoldados. Disponível em: <<http://www.abip.com.br>>. Acesso em: 29 abril 2009.

ANDRIETTA, Antonio José. **Pneus e o Meio Ambiente: Um grande problema requer uma grande solução**. Outubro 2002. Disponível em: <<http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br/recipneus.htm>>. Acesso em: 29 abril 2009.

ANIP. **Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos**. Disponível em: <<http://www.anip.com.br>>. Acesso em: 28 Abril 2009.

ARAÚJO, Felipe Costa; SILVA, Rogério José da. **Pneus inservíveis: análise das leis ambientais vigentes e processos de destinação final adequados**. Porto Alegre: ENGEPE, 2005. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1004_1123.pdf>. Acesso em: 29 abril 2009.

BERTOLLO, Sandra Aparecida Margarido; FERNANDES JUNIOR, José Leomar; VILLAVARDE, Romulo Barroso; FILHO, Delchi Migotto. **Pavimentação Asfáltica: Uma alternativa para a reutilização de pneus usados**. Janeiro 2000. Disponível em: <<http://www.lixo.com.br/index2>>. Acesso em: 02 maio 2009.

BRASIL TIRIES. **Saiba tudo sobre pneus**. Disponível em: <<http://www.braziltires.com.br/tudosobrepneus/pneus.html>> Acesso em: 29 abril 2009.

COMPAM. Comércio de papéis e aparas Mooca. **Reciclar pneus**. Disponível em: <http://www.compam.com.br/re_pneus.htm>. Acesso em: 29 abril 2009.

CONCEIÇÃO, Alfredo José Martins da. **A indústria de recauchutagem de pneus e suas implicações no transporte no Brasil**. São Paulo: FEA/PUC, 1990.

COSTA, Helson M. Da; VISCONTE, Leila L. Y; NUNES, Regina C. R; FURTADO, Cristina R. G. **Aspectos Históricos da Vulcanização**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.13, n. 2, p.125-129, 2003.

COSTA, P. G. **Pneus**. Disponível em: <<http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro>>. Acesso em: 28 de abril de 2009.

FRAGA, Luiz. Dicas: **Pneus**. Disponível em: <http://www.4x4ecia.com.br/ed_154/dicas>. Acesso em: 28 de Abril de 2009.

FREIRES, F., G., M.; GUEDES, A.,P.,S.. **A gestão do sistema logístico inverso para pneus-resíduo e sua relação com a eficácia e eficiência**. Fortaleza: ABEPRO, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450302_8736.pdf>. Acesso em: 15 abril de 2009.

GOODYEAR. **Pneus Goodyear - Site Oficial**. Disponível em: <<http://www.goodyear.com.br>>. Acesso em: 01 maio de 2009.

LACERDA, Leonardo. **Logística reversa - Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/site/index>>. Acesso em: 20 fevereiro de 2009.

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

LEONEL, Fernanda. **Pneus Inutilizados**. Junho 2007. Disponível em: <<http://www.acesa.com/cidade/meioambiente/pneus>>. Acesso em: 27 abril 2009.

MATTOS, Marluza. Pneu velho, problema novo. Junho 2006. Disponível em: <<http://www.terrazul.m2014.net>>. Acesso em: 29 abril 2009.

MELBAR PRODUTOS. **Negro-de-Fumo**. Disponível em: <<http://www.melbar.com.br/aplica4.htm>>. Acesso em: 22 de abril de 2009.

MICHELLIN. **Site Oficial**. Disponível em: <<http://www.michellin.com.br>>. Acesso em: 01 de maio de 2009.

MIRANDA, Marcos Paulo de Souza. Pneumáticos Inservíveis e Proteção do meio Ambiente: problemas e soluções. Maio 2006. Disponível em: <<http://www.buscalegis.ufsc.br/revistas/index.php/buscalegis/article/view/26766/26329>>. Acesso em: 30 abril 2009.

MONTENEGRO, Ricardo Sá P.; PAN, Simon Shi Koo. **Negro de Fumo**. Janeiro 2008. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/setorial/negro.pdf>>. Acesso em: 29 de Abril de 2009.

MOTTA, Flávia Gutierrez. **A cadeia de destinação dos pneus inservíveis - o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico**. Ambiente & Sociedade, v. XI, n.1, p. 167 -184, 2008. Disponível em: <http://www.infocentral.com.br/ambsoc/revistas/vol_011/nr_1/6_Finalizad_v11n1a00233.pdf>. Acesso em: 04 maio 2009.

MUCAMBO. **Um pouco da história da Borracha**. Disponível em: <<http://www.mucambo.com.br/novosite/institucional/historiadaborracha.pdf>>. Acesso em: 28 de abril de 2009.

ODA, Sandra; FERNANDES JUNIOR, José Leomar. **Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação**. Acta Scientiarum, v. 23, n. 6, p. 1589-1599, 2001. Disponível em: <www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewArticle/2804>. Acesso em: 29 abril 2009.

OLIVEIRA, Otávio José de; CASTRO, Rosani de. **Estudo da destinação e da reciclagem de pneus inservíveis no Brasil**. Foz do Iguaçu: UNESP, 2007. Disponível em: <www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650481_0291.pdf>. Acesso

em: 29 abril 2009.

PIRELLI. Pneus Pirelli - Site Oficial. Disponível em: <<http://www.pirelli.com.br>>.
Acesso em: 01 de maio de 2009.

RECICLANIP. Site Oficial. Disponível em: <<http://www.reciclanip.com.br>>. Acesso em: 01 maio de 2009.

RECICLOTECA. Centro de Informações sobre reciclagem e meio ambiente.
Borracha e o pneu. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/Default.asp>>.
Acesso em: 28 de abril de 2009.

RESENDE, E. **Canal de Distribuição Reverso na Reciclagem de Pneus: Estudo de Caso.** Rio de Janeiro: PUC, 2004. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0212208_04_postextual.pdf>. Acesso em: 20 abril de 2009.

REVISTA CAMINHONEIRO. Muitos anos pesquisando para o seu conforto.
Disponível: <
http://www.revistacaminhoneiro.com.br/2009/revista_caminhoneiro_edicao250> .
Acesso em: 05 abril 2009.

REVISTA MINAS FAZ CIÊNCIA. Reciclagem de Pneus. **Revista Minas Faz Ciência Nº 10** (mar a mai de 2002). Disponível em: < <http://revista.fapemig.br/materia>>. Acesso em: 04 maio 2009.

REVISTA BRASILEIRA DO AÇO. O giro do aço. Revista Brasileira do Aço - edição 68. Disponível em: < <HTTP://www.setorreciclagem.com.br/modules.php>>. Acesso em: 04 maio 2009.

REZENDE, A.C.S. **Entenda a Logística.** Log & MAN Logística, São Paulo, v.26, n.174, p.56-57, mar 2005.

SUGIMOTO, Luiz. **Tese propõe metodologia para descartes de pneus.** Jornal da Unicamp, 15 à 21 de março de 2004. Disponível em: < http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju244pag11.pdf>. Acesso em: 02 maio 2009.

SBRT. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: < <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrc6106.html>>. Acesso em: 29 abril 2009.

ANEXOS