



## **O PRODUTO PNEU E SUA RECICLABILIDADE: RESÍDUO SÓLIDO NÃO CONVENCIONAL**

**João Eduardo Prudêncio Tinoco**  
**Programa de Mestrado em Gestão de Negócios**  
**Universidade Católica de Santos**  
[tinocojoao@uol.com.br](mailto:tinocojoao@uol.com.br)

Dissertação de Mestrado em Gestão de Negócios, Programa de Mestrado em Gestão de Negócios, Universidade Católica de Santos - UNISANTOS, Novembro de 2008, de autoria de Aguinaldo Salvador Mulha.

O objetivo desta resenha foi o de explicitar e evidenciar aspectos centrais da Dissertação de Mestrado apresentada por Aguinaldo Salvador Mulha, ao Programa de Mestrado em Gestão de Negócios da Universidade Católica de Santos. O autor pesquisou a relação do produto pneu com o meio ambiente avaliando as conseqüências nas fases de consumo, contextualizando a análise do produto massificado quanto ao potencial de reciclabilidade e geração de negócios, emprego e renda da atividade de reciclagem após o seu descarte. Evidenciou a necessidade de a coletividade envolver-se em ações de gestão coletiva, visando minimizar aspectos dos impactos negativos no desenvolvimento humano e a recuperação do meio ambiente degradado. Em sua pesquisa propôs alternativas que favorecessem a conservação da vida e do meio ambiente, através da consciência sobre a reutilização do lixo, referencialmente aos pneus.

A dissertação compôs-se em cinco capítulos. No introdutório especificou o tema, sua relevância e a situação do problema, bem como os objetivos, a metodologia e os pressupostos

teóricos e empíricos. A metodologia utilizada foi a de pesquisa exploratória, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, visualizando com profundidade os aspectos relacionados aos pneus, sua vida útil, modos de descarte, reciclagem e impactos ambientais, no contexto da sustentabilidade. Para agregar esclarecimentos aos aspectos de consumo em especial, o autor desenvolveu uma reflexão através de simulação matemática demonstrando o impacto gerado de seu consumo. Ademais, comentou o avanço da legislação ambiental brasileira, no que concerne às necessidades de adequação entre o volume de pneus produzidos e importados e a destinação final dos mesmos. Expressou que a Resolução CONAMA 258/99 mesmo questionada por muitos países através da OMC, é legitimada pela comunidade internacional. Inferiu a necessidade de se perceber o novo produto e o produto advindo do reutilizável ou reciclável com uma real destinação final amparada por aspectos ambientais e socialmente compatíveis com as necessidades da comunidade de seu entorno e da manutenção da empresa fabricante. Explicitou em decorrência da pesquisa empreendida que a atividade de reciclagem, nos aspectos concernentes à reciclagem de pneus denota uma importância empreendedora e econômica, além disso, fornece bases para a formatação de estratégias de desenvolvimento humano, como meio de conquistar maior comprometimento às metas das empresas fabricantes combinadas com a sustentabilidade e respeito ao meio ambiente e à responsabilidade social e ambiental.

O segundo capítulo intitulado “O pneu como resíduo não convencional e a oportunidade da reciclagem” tratou da abordagem teórica que fundamentou a pesquisa, em que conceituou o tema sob a ótica de diferentes autores, citando dentre esses: (ALMEIDA, 2002), (ANDRIETTA, 2003), (ANTONIUS, 1999), (BERTOLLO et al, 2000), (BLUMENTHAL, 1993), (CAMPUS, 2002), (CIMINO e ZANTA, 2005), (DALL’STELLA, et al, 2006), (DIERKES, 2006), (EPELBAUM, 2006), (GOMES, 2007), (GORNI, 2003), (LA FUENTE, 2005), (LAGO, 2001), (LEITE e SERRA, 2005), (MARTINS e RIBEIRO, 1995), (MULHA, TINOCO e CARDOSO, 2006), (MULHA e TINOCO, 2007), (ODA, 2002), (PIRELLI, 2005), (SACHS, 1986 e 2005), (SERRA e LEITE, 2005), (TINOCO e KRAEMER, 2004)).

Observou a evolução histórica e enfocou o pneu na sua amplitude.

Esse capítulo que descreveu fundamentação teórica está dividido em cinco seções. Na primeira especificou o objetivo da pesquisa, ou seja, a abordagem do pneu na sua amplitude. Na segunda comentou a relação entre o desenvolvimento do pneu e os resíduos resultantes deste processo. Em seguida, investigou o desenvolvimento do pneu como resíduo sólido não

convencional, senda que na quarta seção contextualizou os aspectos da reciclagem como atividade e a reciclagem do produto pneu e finalizando, a quinta seção particularizou as características da descartabilidade dos bens de consumo.

No terceiro capítulo denominado de “A responsabilidade legal do produto pneu pós-consumo” descreveu alguns aspectos da legislação e o meio ambiente, mais especificamente, quanto à percepção dos resíduos e em especial ao resíduo pneu.

No capítulo que se seguiu o quarto, que é o cerne da dissertação, denominado de “Refletindo a responsabilidade ambiental no consumo do produto pneu” abordou a relação do pneumático com o meio ambiente, desde a sua concepção até o descarte final ou sua reutilização ou reciclagem, seja ela química ou mecânica. Esse capítulo está itemizado em quatro itens, sendo que no primeiro contextualizou a relação homem natureza e o entendimento do necessário equilíbrio entre o desenvolvimento humano e o meio ambiente assim como o também necessário desequilíbrio dinâmico que sustenta a vida. Em seguida no item 2 explicitou a relação do produto pneu em sua fase de consumo; no item 3 apresentou uma simulação matemática sobre o seu impacto ambiental e, no quarto item contextualizou aspectos do desenvolvimento da contabilidade ambiental relacionado à reciclagem.

Numa análise pormenorizada do capítulo 4 destacou que a sustentabilidade das atividades e da vida na terra passa, irremediavelmente pelo consumo e descarte consciente dos bens e o desenvolvimento de produtos que permitam a reutilização de seus compostos com a transformação dos processos, minimizando a utilização de recursos naturais e, por consequência os impactos ao meio ambiente. Evidenciou que a quantidade dos chamados VRLs (Veículos Rodoviários Leves) – os automóveis, caminhões leves, utilitários esportes e minivans - atingiu em 2000 uma grandeza próxima de 700 milhões de veículos e deverá chegar a 1,3 bilhões em 2030, conforme WBCSD, 2004.

Estimou que os veículos de passeio representassem 20% e os pesados 30% dessas cifras.. Em 1992 uma geração de pneus, denominados “ecológicos”, possibilitou uma diminuição do consumo entre 3% e 8% sendo que os pneus “ecológicos” atuais podem chegar a até 9% de redução em consumo, em relação aos convencionais. (PROJETO MOBILIDADE SUSTENTÁVEL - WBCSD, 2004; CIMINO, 2004; ANDRIETTA, 2003). Os pneus além de tornarem a dirigibilidade mais confortável devem manter a segurança da condução do veículo nas variações de umidade e temperatura e diversidade dos pavimentos

Comentou que um pneu de automóvel de passeio possui uma vida útil, nas condições das vias brasileiras em torno de seis anos, em termos de durabilidade quilométrica duram em média 85000 quilômetros e conforme documento técnico da Empresa Pirelli do Brasil, em condições ótimas de pavimento, calibragem, carga e utilização podem chegar a 100.000 quilômetros. (disponível em [www.pirellibrasil.com.br](http://www.pirellibrasil.com.br)).

A manutenção do alinhamento e balanceamento a cada 10.000 quilômetros em média e a calibragem com nitrogênio, que pressurizado tende a manter um equilíbrio térmico interno dos pneus promovem um ganho bastante satisfatório na vida útil dos pneus.

Nas últimas quatro décadas as melhorias no processo de produção contribuíram para que os pneus duplicassem sua vida útil. A aceleração e desaceleração brusca do automóvel, sem contar as condições das estradas, fazem a taxa de aproveitamento de um pneu diminuir consideravelmente. Um pneu de caminhão ou de ônibus, por exemplo, pode chegar a 300.000 quilômetros de durabilidade.

Evidenciou que todo pneu em movimento gera atrito com o piso ao qual está mantendo contato. Este atrito produz um desgaste que é percebido na forma de particulados de borracha de pneu. Essas partículas ficam em suspensão no ar, misturando-se a outros particulados colaborando para o aumento da poluição do ar no entorno de sua utilização.

Por ser um produto massificado e de grande relevância à logística, a fabricação de pneumáticos é bastante organizada e seu desenvolvimento, projeto e produção seguem exigentes códigos e normas internacionais.

A classificação de desempenho dos pneus no que se refere ao desgaste, tração e resistência à temperatura seguem um padrão internacional definido pelo Departamento de Transportes dos EUA (DOT) e possui a denominação de UTQGS. (DALL' STELLA et al, 2006)

Ao tornar-se inservível o pneu de automóvel, que em média pesa 8 quilos, perdeu 40% de seu peso o que para um veículo de passeio equivale a 3,2 kg aproximadamente. Nos veículos de carga onde um pneu pode chegar a 80 kgs, a perda de peso transformada em particulados em suspensão durante uma vida útil de até 300.000 quilômetros, chegaria a 32 kgs.

Realizou uma simulação matemática com referência ao desgaste dos pneus na SP 160, Rodovia dos Imigrantes e os reflexos na Serra do Mar. Destacou que essa rodovia teve sua primeira pista construída na década de 1970. Na época foi considerada uma obra importante

pela sua magnitude, arrojo e necessidade, pois seria uma ligação mais rápida e segura entre a cidade de São Paulo e o Litoral.

Apesar de não ser autorizada a descida de veículos pesados, melhorou o transporte de cargas entre o planalto e o porto de Santos, maior porto da América Latina, uma vez que a pista de subida da Rodovia Anchieta teria o tráfego de automóvel reduzido. No início do mês de setembro de 1998 iniciou-se a construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes sob a responsabilidade da Concessionária Ecovias, administradora de diversas rodovias da Baixada Santista entre elas o sistema Anchieta – Imigrantes.

A pista descendente da Rodovia dos Imigrantes impressiona não só pelo investimento de 300 milhões de dólares, mas também pelas soluções de engenharia e ambientais uma vez que seria construída encravada na Mata Atlântica, considerada pelos ambientalistas como a 2ª floresta mais ameaçada do mundo.

A nova pista conta com aproximadamente 21 quilômetros de extensão no trecho de serra possui três túneis e seis viadutos. A escolha das tecnologias construtivas foi fundamental para a preservação do meio-ambiente, mas contribuíram também para otimizar o tempo da obra. Três tecnologias distintas foram utilizadas sendo elas a dos ‘balanços sucessivos’, a de ‘ponte empurrada’ e a de ‘vigas lançadas’ o que proporcionou a entrega da obra 4 meses antes do previsto, segundo apontou.

Quanto à construção dos túneis foi montada uma estação de tratamento de esgoto para tratar a água e equilibrar o pH, de forma que não provocasse assoreamento dos mananciais e riachos da Serra do Mar. Um processo de filtragem de ciclo fechado foi também utilizado para tratar a água das limpezas das betoneiras.

Esses e outros aspectos de gestão ambiental fizeram com que a Rodovia dos Imigrantes fosse a 1ª Rodovia do mundo a ser certificada pela ISO 14000 e ganhassem outros prêmios de reconhecimento a sua forma construtiva de impacto ambiental bastante minimizado por ações planejadas e controladas

Com esses atributos o empreendimento tornou-se um marco positivo na questão ambiental, porém quando analisada pelo aspecto da utilização pelo usuário e conseqüentemente o desgaste de pneus de seus veículos, algumas observações quanto a seus efeitos no meio ambiente e em especial à mata Atlântica são pertinentes.

A rodovia possui uma pista moderna, bastante segura e monitorada, tendo inclinação média de 6%. Todo o trecho dos seus 21 quilômetros de serra possui piso praticamente feito

em concreto e a exigência do tráfego em velocidade máxima de 80 Km/h na descida e 100 km/h em boa parte dos trechos da pista ascendente que normalmente é liberada para a subida de veículos pesados

Essas características construtivas e exigências legais fazem com que o processo de desgaste dos pneus seja acelerado, diminuindo a sua vida útil e conseqüentemente aumentando o volume de resíduos. Estes particulados de borracha com seus compostos são levados para os mananciais e ribeirões ali existentes, transportados pela chuva que é constante nesta região, justamente por ser um trecho da serra do mar.

Evidentemente não somente os resíduos dos pneumáticos são pela chuva levados, mas também outros resíduos como óleo lubrificante, componentes plásticos que se soltam e outros tantos, segundo explicitou.

A liberação da pista ascendente aos veículos pesados combinada com a permissão de velocidade máxima de 100 km/h provoca constantes frenagens, pois os veículos pesados são em grande quantidade e por serem pesados são naturalmente lentos na subida.

A incompatibilidade de suas velocidades com a dos veículos leves ou mesmos outros caminhões vazios e ônibus que por ali trafegam em velocidades maiores, provoca tensão entre os motoristas no momento em que se aglomeram e conseqüentemente frenagens bruscas.

Já na pista descendente, mesmo com a sinalização existente determinando a descida da serra com o automóvel engrenado, seus motoristas não o fazem e assim a utilização do freio, principalmente pelos veículos que trafegam mais pesados, também é uma constante.

Desta forma a relação entre os resíduos originados do desgaste dos pneus é maior em função do uso constante dos freios e do piso ao qual o pneu está em contato.

Apresentou metodologia e calculou indicadores ambientais de resíduos. Expressou que os resíduos estão sob a forma de materiais particulados que por sua vez espalham-se pela atmosfera do ambiente da rodovia e do seu entorno podendo também agregar-se a outros particulados. Ao chover são levados aos mananciais e ribeirões ou depositam-se na flora (caules, folhas, flores e frutos) e no solo da Serra do Mar, ao se alimentarem e beberem da água a saúde da fauna do ambiente também é comprometida.

No último capítulo o quinto destacou os pontos de maior destaque no desenvolvimento da pesquisa, especificando suas limitações e apresentou recomendações para futuras pesquisas. Destacou nas considerações finais e tendo por norte o escopo e os objetivos da pesquisa que a sustentabilidade dos sistemas independe da vontade humana, mas é



consequência de seu desejo e da sua capacidade de perceber a responsabilidade ética e social de suas atividades frente ao meio ambiente e à manutenção da vida.

### **Referências citadas no texto**

DIERKES, W – *Borracha Reciclada: Uma matéria prima de valor*. Vredestein Rubber Resources, Maastricht, Holanda, in Borracha Natural 2006.

EPELBAUM, M. *A influência da Gestão Ambiental na Competitividade e no Sucesso Empresarial*. Dissertação apresentada a Escola Politécnica da USP para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção. São Paulo, 2004.

GOMES, J. A.; Ogura, S. K. *Tratamento e Reaproveitamento de Pneus usados*. Cetesb: disponível em [www.cetesb.org.br](http://www.cetesb.org.br) - acessado em 15/08/2007

GORNI, A. A. *Aproveitamento de Plástico Pós-Consumo na Forma De Combustível para Altos-Fornos e Coqueiras*. Revista Plástico Industrial, pág. 84-100, vol. 13, nº 2, p. 125-129, ABPol – Associação Brasileira de Polímeros, São Carlos, 2003.

LA FUENTE, J. M. *Caracterização de arranjos de negócios na logística reversa de latas de alumínio e embalagens PET na Baixada Santista*, Dissertação de Mestrado – Unisantos \_ Universidade Católica de Santos – Programa de Mestrado em Gestão de Negócios, Santos, 2005.

LAGO, R.M.. *Reciclagem de Borracha Vulcanizada*, Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem – Sistema FIESP, Ano I, n. 3, jul/ago – 2001.

LEITE, C. A. G.; SERRA, N.. Gestión ambiental de neumáticos usados en Brasil: identificación del sistema de flujos y contribución a las políticas públicas de destino. In: INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION, CONGRESO Y EXPOSICIÓN MUNDIAL, 2005, Buenos Aires. Memórias.... Buenos Aires: ISWA, 2005. V. 1 CD.

MARTINS, E.; RIBEIRO, M.S (1995). A informação como instrumento de contribuição para contabilização do desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente. In: Boletim do Ibracon (208), ano XVII, setembro.

MULHA, A.S.; TINOCO, J.E.P.; CARDOSO, C.. *A Relação Entre os Resíduos Gerados Na Utilização do Pneu e o Meio Ambiente: Uma Reflexão Quanto à Sustentabilidade e o Custo Socioambiental*. XIII Congresso Brasileiro de Custos. Belo Horizonte, 2006.

MULHA, A.S.; TINOCO, J.E.P.; *A Sustentabilidade no Consumo dos Produtos Massificados Uma Reflexão Ao Consumo dos Pneus*. IX ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Curitiba, 2007.

ODA, S.. *Reutilização de pneus como alternativa para aumento da vida útil de aterros* (2002). Disponível em: [www.maringa.pr.gov.br](http://www.maringa.pr.gov.br). Acesso em: 26/08/2005.

PIRELLI DO BRASIL S. A. *Universidade do Pneu*. Disponível em: <http://www.pirellibrasil.com.br> . Acesso em: 08 jul. 2006.

SACHS, I. *Ecodesenvolvimento. Crescer sem destruir*. Ed. Vértice. São Paulo, 1986.

SACHS, I. *Desenvolvimento Incluyente, Sustentável, Sustentado*. Garamond Universitária, 2005.

SERRA, Neusa; LEITE, C.A.G. *Gestão ambiental de pneus inservíveis no Brasil: identificação de fluxos e contribuição para políticas públicas de destinação*. Disponível em:< <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/iswa2005/brasil2.pdf>.> Acesso em 20 de julho de 2008.

TINOCO, J.E.P.; KRAEMER, M.E.P. *Contabilidade e Gestão Ambiental*. São Paulo, Editora Atlas, 2004.

**Recebido em 09.05.2010. Aprovado em 07.09.2010.**