

## **GS-40 - RESÍDUOS SÓLIDOS: PASSIVO AMBIENTAL E RECICLAGEM DE PNEUS**

**JOULIANA JORDAN NOHARA<sup>1</sup>**  
**CLÁUDIA ROSA ACEVEDO<sup>2</sup>**  
**BELY CLEMENTE CAMACHO PIRES<sup>3</sup>**  
**RENATO MUNIZ CORSINO<sup>4</sup>**

### **RESUMO**

A estratégia de desenvolvimento sustentável - que visa à criação, à manutenção e ao constante aperfeiçoamento, direcionados à conservação futura de um modelo econômico de crescimento apropriado, capaz de suprir as necessidades da população atual promovendo o seu bem-estar, sem comprometer as condições de desenvolvimento harmônico das gerações futuras, sua coesão social e a conservação das condições do meio ambiente - envolve um rol de medidas de cunho legal, político educacional, além de um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento atual e futuro. Gerado no escopo dessa afirmação, o presente trabalho tem como objetivo a discussão do impacto ambiental decorrente do descarte passado e atual de pneus no Brasil. A metodologia usada envolve três componentes básicos: (1) revisão bibliográfica no tocante à necessidade de conservação do meio ambiente; (2) revisão documental sobre a quantidade estimada do total de pneus descartados, seu impacto sobre o bem-estar e a saúde da população atual e futura no País e todas as formas conhecidas de reutilização desse material; e (3) revisão crítica da legislação pertinente ao assunto. Como conclusão, demonstramos a insuficiência da legislação atual, principalmente no que tange ao passivo ambiental representado pelo acúmulo de pneus na natureza e apontamos possíveis soluções para a questão. Enfatizamos que, no âmbito social, a reciclagem, além de proporcionar melhor qualidade de vida para a população brasileira, concorre para a geração de postos de trabalho, principalmente para as camadas sociais marginalizadas pelo advento e pela supremacia da sociedade do conhecimento.

**Palavras-chave:** Estratégias de desenvolvimento sustentável; Passivo ambiental; Reciclagem

### **ABSTRACT**

The sustainable development strategy - that aims at creation, maintenance and the constant improvement directed to future conservation of an appropriate economic growth model able to supply present population needs promoting their well-being without compromising future generation harmonic development, its social cohesion and the maintenance of the environment - it involves several actions, legal and political educational matrixes, besides, a production system that respect the obligation to preserve the ecological base of present and future development. Generated in this target the present project object is the discussion of environmental impact caused by present and past tires discard in Brazil. The methods involve three basic components: (1) bibliographical review due to the need of environmental conservation; (2) documental review about estimated quantity of tires discard, its impact over present and future population well-being and all the techniques known to reuse this material; and (3) Critical review of subject legislation. In conclusion, we demonstrated the present legislation insufficiency specially, considering passive environment represented by tire accumulation on nature and pointed out possible solutions to this matter. We emphasized that in social environment recycle not only provide better life quality but also concurs to generate work rank specially, to marginal class by the advent and supremacy of knowledge and society.

**Key-words:** Sustainable development strategies; passive environment; Recycling.

<sup>1</sup> Professora da UNINOVE e Coordenadora do curso de Administração de Empresas da Faculdade Cantareira

<sup>2</sup> Professora da UNINOVE

<sup>3</sup> Professora da Faculdade Cantareira

<sup>4</sup> Bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade Cantareira

## 1. INTRODUÇÃO

Sessenta e três anos separam o início de produção de pneus no Brasil da primeira resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (a Resolução 258/99 de CONAMA) sobre o destino dos pneus descartados (ou inservíveis). Nesse longo período sem legislação a respeito, segundo estimativas conservadoras da Associação Nacional da Indústria Pneumática (ANIP), o País acumulou mais de 100 milhões de pneus descartados espalhados por aterros, terrenos baldios, rios e lagos e quintais de residências. Existe uma imensa discrepância entre as estimativas de um órgão pertencente à própria indústria de pneumáticos, como o ANIP, e os cálculos de outras instituições. Segundo a estimativa de alguns órgãos de pesquisa, entre os quais podemos citar a Universiabrasil (2005), a produção de 900 milhões de pneus, desde o início de sua fabricação no Brasil e a ausência de legislação, indicam a presença de, no mínimo, 400 milhões de pneus descartados, ou seja, mais de dois pneus inservíveis por habitante no Brasil.

O passivo ambiental representado por esse acúmulo imenso de detritos sólidos, cuja quantificação carece de precisão, além dos problemas ambientais, resulta em ameaça séria à saúde da população expressa em vetores de doenças tropicais, tais como: dengue, malária, leptospirose e um gasto estatal incalculável com a conscientização da população (via mídia), com inseticidas, raticidas e mão-de-obra. Curiosamente, essas campanhas não são utilizadas para o recolhimento e a posterior reciclagem dos pneus.

Se uma das características fundamentais da estratégia de um desenvolvimento sustentável consiste na conservação das condições do meio ambiente, a problemática do tratamento do passivo ambiental representada pelo imenso acúmulo de pneus descartados, cujo destino não está completamente apreciado pela legislação brasileira, está em desacordo com a idéia de um desenvolvimento sustentável.

O objetivo deste trabalho é de examinar o assunto, apontar os benefícios ambientais e econômicos para a população carente e para os Governos decorrentes de medidas concretas para uma minimização substancial, ou mesmo para a eliminação desse grave problema ambiental. Esperamos, com isso, apontar alternativas para o reforço da legislação ambiental brasileira no tocante ao assunto.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia usada envolve três componentes básicos: (1) revisão bibliográfica no tocante à necessidade de conservação do meio ambiente; (2) revisão documental sobre a quantidade estimada do total de pneus descartados, seu impacto sobre o bem-estar e a saúde da população atual e futura no País e todas as formas conhecidas de reutilização desse material; e por fim (3) revisão crítica da legislação pertinente ao assunto.

### **3. DA NECESSIDADE DE CONSERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE AO CAMINHO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Em seu sentido mais amplo, a estratégia de desenvolvimento sustentável visa à promoção da harmonia entre os seres humanos e a natureza. A década de 1960 marca o início do interesse dos economistas pelo tema ambiental. O extraordinário crescimento econômico do pós-guerra, principalmente nos países do hemisfério norte, levantou questões sobre a sua continuidade e o seu impacto ambiental. Os modelos de crescimento econômico de Hartwick, (1977), Solow (1978) e Dasgupta e Heal (1979), ao analisar a otimização intertemporal do uso dos recursos naturais dependiam de hipóteses pouco realistas sobre a essencialidade e a substituição dos recursos naturais.

“Obviamente esta abordagem... , carece de realismo sobre a produtividade dos sistemas naturais. A capacidade de geração de serviços dos ecossistemas depende da manutenção de certos componentes ecossistêmicos, tais como, população e cadeia alimentar, dentro de limites específicos. Uma vez vencidos estes limites o sistema poderá entrar em colapso e sua produtividade torna-se nula”, conclui Seroa da Motta, em (1997).

Contudo, até os anos 1970, a preocupação básica, quando havia, resumia-se no crescimento econômico e populacional e a sua relação com os recursos finitos. Ainda em 1949, em Lake Success, nos EUA, é realizada uma

Conferência patrocinada pela ONU sobre a Conservação e Utilização de Recursos (UNSCCUR).

No entanto, ao lado das indagações dos economistas, havia problemas ambientais criados pela incessante busca de aumento da produtividade. A ‘revolução verde’ – que consistia na monocultura dependente de agrotóxicos e de adubos inorgânicos, mas prometia terminar rapidamente com a insuficiência de alimentos – havia começado a mostrar suas raízes negras. Um dos marcos da bibliografia sobre o tema é a publicação do livro "*Silent Spring*" (Primavera Silenciosa), de Rachel Carsten, nos anos 1960, no qual a autora chama a atenção para as conseqüências danosas para o meio ambiente e para a humanidade devidas ao uso de agrotóxicos.

Diversos autores, entre os quais podemos mencionar Schumacher, E.F., Georgescu-Roegen, N., Hardin, G. e Daly, H. abordam questões sócioambientais decorrentes da atividade econômica. As obras desses autores, escritas nos anos 1960 e no início dos 1970, que tratam da problemática ambiental, são reunidas no livro "*Toward a steady-state economy*", organizado por Daly (1973).

Um grupo informal de cientistas, denominado *Clube de Roma*, solicita a cientistas de *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) uma análise de cenários alternativos a respeito do futuro da humanidade, partindo de dados sobre a produção da época, o crescimento populacional e o consumo de matéria-prima e alimentos, considerando os resíduos

industriais e domésticos. A análise dos dados e as projeções inquietantes são publicados na obra “*The limits to growth*” de Meadows, H. D. *et al.* (1972).

Neste último ano, em Estocolmo, a ONU promove a Conferência das Nações Unidas sobre o meio Ambiente Humano (CNUMAH). Na ocasião, a industrialização acelerada da Europa havia provocado a intensificação das chuvas ácidas na Escandinávia, que causava inúmeros problemas ambientais e morte das florestas (LÁZARO DA SILVA FILHO; DINATO, 2003, p. 2).

Essa conferência e os seus desdobramentos têm vários marcos, entre os quais podemos citar: a existência de um meio ambiente sadio e equilibrado como um direito fundamental dos indivíduos, o fim da idéia de um crescimento econômico sem restrições ambientais e a passagem do debate ambiental local para global. Para os países em desenvolvimento, as taxas de crescimento econômico pareciam mais importantes do que a preocupação ambiental. Essa desviaria recursos escassos, aumentando o preço dos bens e reduzindo os índices de crescimento, com eles o combate à miséria, ao analfabetismo e a outros problemas mais prementes para essas economias.

Chegou-se a um compromisso, expresso no Princípio 21 da Declaração de Estocolmo, que reconhece o direito soberano dos Estados de explorar seus próprios recursos, de acordo com a sua política ambiental, desde que arquem com a responsabilidade de assegurar que as atividades na

sua jurisdição ou sob seu controle não prejudiquem o meio ambiente de outros Estados ou de zonas situadas fora dos limites da jurisdição nacional.

A Conferência de Estocolmo, além da institucionalização internacional da proteção ao meio ambiente, com a criação do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas, resultou nas seguintes mudanças no plano intelectual:

- a)** alguns autores, considerando a relevância do meio ambiente, a finitude dos recursos e as possibilidades de sua substituição – anteriormente tidas como infinitas – atentam para a mudança do paradigma social dominante, com visão antropocêntrica e crescimento econômico ilimitado, e para o surgimento de um ‘novo paradigma sócioambiental’ (DALY, 1973).
  
- b)** para outros, a ênfase no meio ambiente indicaria o nascimento de um ‘novo paradigma ambiental’ (PIRAGES *at al.*, 1974, CATTON JR, *at al.*, 1978), denominado, mais tarde, de o “novo paradigma ecológico’(DUNLAP, 1980).

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, ao produzir um relatório, conhecido como o relatório Bruntland WCED (1987), incorpora, definitivamente, a idéia

de uma estratégia de desenvolvimento que visa à criação, à manutenção e ao constante aperfeiçoamento, direcionados à conservação futura de um modelo econômico de crescimento apropriado, capaz de suprir as necessidades da população atual, promovendo o seu bem-estar, sem comprometer as condições de desenvolvimento harmônico das gerações futuras, sua coesão social e a conservação das condições do meio ambiente. Ou seja, um desenvolvimento econômico sustentável.

Essa postura envolve um rol de medidas de cunho legal, político educacional, além de um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento atual e futuro da humanidade como um todo. Como nota Seroa da Motta (1997), o próprio título do relatório “*Our common future*” já indica uma nova qualificação para os esforços de desenvolvimento, com significativas implicações econômicas e políticas.

A soberania nacional, do Princípio 21 da Declaração de Estocolmo, cede o lugar à preocupação ambiental em escala global. Os desdobramentos posteriores, tais como a Agenda 21 — fruto fundamental da Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Brasil, em 1992 (Rio-92) e promovida pelas Nações Unidas —, incorporam, definitivamente, a idéia do desenvolvimento sustentável tornando-a indispensável às agendas políticas nacionais.



Note-se que o conceito não envolve apenas o impacto da atividade econômica no meio ambiente, mas abrange, fundamentalmente, os seus desdobramentos em relação à qualidade de vida, ao bem-estar da sociedade e à coesão social. Sua aplicação exige medidas de integração entre o poder público e a iniciativa privada. A busca do desenvolvimento sustentável não é tarefa fácil, visto que demanda: um sistema político que possa assegurar a participação efetiva dos cidadãos no processo decisório; um sistema econômico capaz de gerar excedentes e know-how técnico em bases confiáveis e constantes; um sistema social que possa resolver as tensões causadas por um desenvolvimento não - equilibrado; um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento; um sistema tecnológico que busque, constantemente, novas soluções; um sistema administrativo flexível e capaz de auto corrigir-se.

Na visão de Cunha (2003), a busca de sustentabilidade ecológica é uma dimensão fundamental, mas não a única, e a sustentabilidade econômica que lhe oferece suporte se dá num contexto desafiador de integração econômica e de crescente perda de autonomia decisória da cada país.

#### **4. PASSIVO AMBIENTAL**

As atividades econômicas e seus efeitos sobre o meio ambiente são assuntos de deliberações no plano nacional e internacional. Para evitar,

compensar ou minimizar os impactos ambientais negativos, as atividades econômicas potencialmente nocivas ao meio ambiente são contempladas com legislação específica, disciplinadora de procedimentos tecnológicos e operacionais, capazes de reduzir ou mesmo de eliminar os danos ambientais provenientes da atividade fabril.

Enquanto a legislação contempla de maneira mais ampla as atividades atuais – processos e produtos – que possam agredir o meio ambiente e a conservação da qualidade de vida presente e futura, há certa discrepância em relação ao passivo ambiental já acumulado. Normas legais, recomendações e propostas, ainda sem regulamentação, estão, paulatinamente, sendo implementadas no sentido da efetiva responsabilidade e das obrigações quanto à restauração de danos ao ambiente. Nessa diretriz, o passivo ambiental vem se incorporando como um instrumento de gestão. Mas o que é passivo ambiental?

De acordo com o IBRACON (1995, p. 5), “O Passivo Ambiental pode ser conceituado como toda a agressão que se praticou/pratica contra o meio ambiente e consiste no valor de investimento necessário para reabilitá-lo, bem como multas e indenizações em potencial”.

Para Moreira M. S., Instrutora do Instituto de Desenvolvimento Gerencial (INDG), o Passivo ambiental pode ser definido como: “conjunto de obrigações, contraídas de forma voluntária ou involuntária, que exigem a adoção de ações de controle, preservação e recuperação ambiental”. De acordo com Ribeiro (1995), o Passivo Ambiental resulta em sacrifício de benefícios econômicos que devem ser assumidos para a recuperação e a

THESIS, São Paulo, ano I, v .3 , p. 21-57, 2º Semestre, 2005.

proteção do meio ambiente, decorrente de uma conduta inadequada em relação às questões ambientais.

De forma bastante simples, são danos causados ao ambiente por empresas no decorrer da sua atividade de produção e de comercialização que, de acordo com a legislação atual, devem ser parte integrante da responsabilidade social das empresas que os originaram e originam.

#### **4.1 Classificação de Passivo Ambiental e Resíduos Sólidos**

O Passivo Ambiental pode ser classificado de várias formas, a que adotamos neste trabalho está de acordo com dois aspectos:

administrativos e físicos. Os pneus, pela sua quantidade e pelos danos potenciais ao ambiente e ao bem-estar social, são mencionados nominalmente entre os vinte e um itens que compõem o passivo ambiental. Obviamente, esse fato, tomado por si só, indica a relevância da questão a ser abordada.

No que tange aos aspectos administrativos que versam sobre estudos técnicos, registros, relatórios ambientais, pendências de infrações, multas e penalidades, ou resultados de auditorias ambientais há um longo caminho a percorrer. Como já notamos, não há sequer registros confiáveis no Brasil, sobre a quantidade de pneus descartados no meio ambiente.

Os pneus descartados constituem resíduos ambientais. Resíduo é o resultado de processos de diversas atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e, ainda, da varrição pública. Os resíduos apresentam-se nos estados: sólido, gasoso e líquido. A norma NBR 9.896 de 1993 define resíduo como material cujo proprietário ou produtor não mais considera com valor suficiente para conservá-lo. Os pneus são considerados resíduos sólidos industriais.

Segundo as normas da ABNT, resíduos sólidos industriais são todos os resíduos no estado sólido ou semi-sólido resultante das atividades industriais, incluindo lodos e determinados líquidos, cujas características tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou que exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis.

#### **4.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos Industriais**

Segundo a ABNT NBR 10.004/97, os resíduos sólidos industriais são classificados da seguinte forma:

- **Classe 1 - Resíduos Perigosos:** são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas

características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

- **Classe 2 - Resíduos Não-inertes:** são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São, basicamente, os resíduos com as características do lixo doméstico.
- **Classe 3 - Resíduos Inertes:** são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isso significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos desses resíduos são recicláveis. Tais resíduos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo ou se degradam muito lentamente. Além dos pneus, essa classificação abarca os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações etc.

## **5. A Problemática dos Pneus Inservíveis e a sua Destinação Final Adequada**

Mesmo classificados no grupo de resíduos inertes – os que, em tese, representariam menor grau de periculosidade ambiental – os pneus começam a ocupar papel de destaque na discussão dos seus impactos reais sobre o meio ambiente e a sobre saúde pública. Os pneus contam com uma estrutura complexa que, ao envolver, basicamente, borracha, aço, tecido de náilon ou poliéster, dá-lhes características necessárias à segurança e desempenho. Contudo, os materiais de difícil decomposição não são biodegradáveis e a decomposição total dos pneus leva, aproximadamente, 600 anos. São, certamente, resíduos de difícil eliminação.

Seu volume e peso tornam o transporte e o armazenamento caros e difíceis. Quando compactados e enterrados inteiros tendem a voltar à sua forma original e retornam à superfície, causando uma movimentação no solo do aterro (GOMES *et al.*, 1993) e adicionais problemas com eventual combustão. Uma vez na superfície, tornam-se vetores de proliferação de insetos transmissores de doença tropicais – com destaque ao *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, doença endêmica no Brasil - e ambiente propício para proliferação de roedores que, entre inúmeras doenças, transmitem a leptospirose.

A Resolução 258 de Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), desde a sua publicação, proibiu a destinação final inadequada de pneus inservíveis, tais como a disposição em aterros sanitários, mar, rios, lagos ou riachos, terrenos baldios ou alagadiços, e queima a céu aberto. Contudo, devido aos surtos endêmicos de dengue no País, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente autorizou a disposição de pneus descartados em aterros sanitários, desde que devidamente retalhados ou triturados e previamente misturados com resíduos domiciliares, de forma a garantir a estabilidade dos aterros.

A decisão foi adotada em conjunto com a Secretaria Estadual da Saúde, por meio da **Resolução SMA/SS 1** e apresenta, entre as justificativas, a necessidade de se adotar medidas urgentes para "a salvaguarda da vida e da saúde da população e de se estabelecer normas para a destinação final ambientalmente adequada de pneus em aterros sanitários" (PT, 2004).

A retaliação e a trituração de pneus é um processo dispendioso que, embora minimize o volume ocupado, não resolve a questão da ocupação do espaço, pois a quantidade de pneus inservíveis gerados, nos centros urbanos, na atualidade, é muito grande. Além disso, muitas empresas preferem descartar os pneus inteiros em terrenos baldios, rios, e de maneira clandestina nos aterros.

Se descartados em pilhas a céu aberto, além dos problemas citados acima, os pneus apresentam alto risco de incêndio e de contaminação da água.

“... nos EUA, em 23 de setembro de 1999, um depósito de pneus, com 7 milhões de carcaças estocadas, localizado na Cidade de Stanislaus, no Estado da Califórnia, pegou fogo. Esse incêndio, que ficou descontrolado, lançou uma quantidade enorme de enxofre na atmosfera, causando um prejuízo irreversível para a qualidade do ar na região”. PT (2004, p. 2.).

Pela diversidade de compostos que são liberados na sua combustão, e por liberarem um material oleoso, derivado de petróleo, que escorrendo para os corpos de água superficiais ou para os aquíferos subterrâneos, pode contaminar a água, tornando-a imprópria para o consumo (IPT, 2000) a disposição dos pneus em pilhas e depósitos, obviamente, não é uma solução.

Embora os graves impactos ambientais decorrentes da existência de pneus descartados sejam amplamente conhecidos, não há dados confiáveis sobre a sua quantidade no País. A quantificação, tendo em vista o território continental do Brasil, a quantidade de pneus produzidos, a sua presença em residências, rios, açudes e em praticamente todos os locais imagináveis, seria um trabalho hercúleo.

Existem esparsas pesquisas, porém de grande importância, como de Bertollo *et al.* (2000), que levantou a quantidade de pneus



descartados nas maiores cidades do Estado de São Paulo. A conclusão foi que, na época, havia um descarte de 6 milhões de pneus no Estado de São Paulo. Os autores destacam que o descarte clandestino, em locais de difícil acesso, deve ter contribuído para a subestimação do número real.

## **6. RECICLAGEM DE PNEUS**

Cada pneu médio, quando queimado, libera cerca de 10 litros de óleo no solo que escorre até atingir o lençol freático, contaminando a água do subsolo. Ao serem estocados em aterros sanitários, por apresentarem baixa compressibilidade, reduzem a vida útil dos aterros. Os pneus descartados absorvem os gases liberados pela decomposição do resto dos resíduos, incham e estouram, podendo provocar a combustão espontânea, pelo meio da qual liberariam enxofre, carbono e outros poluentes altamente tóxicos. A situação piora ao se pensar que a combustão envolverá outros resíduos presentes nos aterros, com composição desconhecida, o que, certamente, agravará o problema.

O caso dos pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente em logradouros públicos, ou terrenos baldios, lixões, estoques a céu aberto, beiras de estradas e rios, entre outros locais abertos, requer uma atenção especial. Esses resíduos sólidos, decididamente, representam sério risco ao meio ambiente e à saúde pública.

Essas considerações nos levam a concluir que há uma grande diferença entre destinação final ambientalmente adequada e o tratamento dos resíduos. O recolhimento e a destinação final adequada para os pneus, dado o imenso período de decomposição e os danos potenciais conhecidos atualmente, assim como os danos ambientais desconhecidos ainda - não resolvem de maneira definitiva o problema desse passivo ambiental.

Existem várias alternativas para tratamento dos resíduos sólidos, dos quais abordaremos os mais utilizados para os pneumáticos inservíveis. Antes de apresentarmos as alternativas, podemos conceituar a reciclagem como um procedimento que trata de transformar os resíduos em matéria-prima, gerando economias no processo industrial, ou seja, consiste no reaproveitamento dos resíduos.

A reciclagem, em certos casos, tais como: países com insuficiência de matéria-prima, produtos específicos etc. Constitui que, certamente, uma fonte mais barata de matéria-prima. Infelizmente, não é em todos os casos a reciclagem leva ao barateamento da matéria-prima. Às vezes, a necessidade da reciclagem, ditada pelas considerações de impacto ambiental, demanda incentivos. Os incentivos, fundamentalmente em países em vias de desenvolvimento, muitas vezes, são vistos como desvio de recursos imprescindíveis para o desenvolvimento econômico, o combate à pobreza, a redução de verbas para educação e saúde etc.

Por um lado, a consciência gerada no bojo de uma sociedade preocupada com o desenvolvimento sustentável permite a destinação de recursos para reciclagem, nos casos em que o processo não resulta em

economias para a indústria. Por outro, o desenvolvimento tecnológico, voltado ao assunto, cria processos cada vez mais econômicos e seguros para a prática de reciclagem dos resíduos. As empresas de pneus estão investindo muito em novos produtos com menores proporções de ingredientes tóxicos e menores custos de reciclagem. Em função das normas ambientais cada vez mais rígidas e do grande custo com a logística reversa exigido a principal preocupação da indústria de pneumáticos passou a ser com o meio ambiente.

### **6.1 Alternativas de Reaproveitamento de Pneus Inservíveis**

Pesquisas têm sido realizadas, buscando o desenvolvimento de novas tecnologias para reutilizar pneus inservíveis, seja na sua forma inteira ou como borracha reciclada ou como combustível na geração de energia. A recauchutagem e a geração de energia pela queima foram às primeiras formas de reutilização de pneus. Com o avanço tecnológico, surgiram novas aplicações como a mistura com asfalto, considerada no exterior como uma das principais soluções para a disposição dos milhões de pneus descartados anualmente.

As principais maneiras de reaproveitar os pneus usados são:

- **Pavimento para estradas** - pó gerado pela recauchutagem e os restos de pneus moídos podem ser misturados ao asfalto, aumentando sua elasticidade e durabilidade.

- **Contenção de erosão do solo** - Pneus inteiros associados a plantas de raízes grandes podem ser utilizados para ajudar na contenção da erosão do solo. (CAPPI, 2004).
- **Combustível de forno para produção de cimento, cal, papel e celulose** - Os pneus descartados são grandes geradores de energia, seu poder calorífico é de 12 mil a 16 mil BTUs por quilo, superior ao do carvão.
- **Pisos industriais, solas de sapato, tapetes de automóveis, tapetes para banheiros e borracha de vedação** - depois do processo de desvulcanização e adição de óleos aromáticos resulta uma pasta, que pode ser usada para produzir tais produtos, entre outros.
- **Equipamentos para playground** - obstáculos ou balança, em baixo dos brinquedos ou nas madeiras para amenizar as quedas e evitar acidentes.
- **Esportes** - Usados em corridas de cavalos, ou eventos que necessitem de uma limitação do território a percorrer, ou como amortecedores de acidentes, são bem visíveis nas corridas de automóveis.
- **Sinalização rodoviária e pára-choques de carros** - a postes para sinalização rodoviária e pára-choques, diminuem os gastos com manutenção.

- **Compostagem** - o pneu não pode ser transformado em adubo, mas sua borracha cortada em pedaços de 5cm pode servir para aeração de compostos orgânicos.
- **Reprodução de animais marinhos** - o utilizados como estruturas de recifes artificiais no mar para criar ambiente adequado para reprodução de animais marinhos, na construção de quebra-mares.

São propostas de baixo custo que utilizam um número razoável de pneus e envolvem ações relativamente simples de corte e amarração. Entretanto, a maioria dessas alternativas resulta em soluções finitas e saturáveis em curto prazo, mas que podem contribuir de maneira significativa na diminuição do passivo ambiental.

A reciclagem de pneus envolve um ciclo que compreende a coleta, transporte, trituração e separação de seus componentes (borracha, aço e nylon), transformando sucatas em matérias-primas que serão direcionadas ao mercado. Obtém-se borracha pulverizada ou granulada para diversas aplicações: utilização em misturas asfálticas, em revestimentos de quadras e em pistas de esportes, fabricação de tapetes automotivos, de adesivos etc. Quanto menor a granulometria desejada, maior o custo envolvido no processo de trituração, o que pode inviabilizar o desenvolvimento de alguns mercados potenciais.

A reciclagem pode ser mecânica, química ou energética, conforme descrito abaixo, com seus respectivos exemplos:

- mecânica (adição como carga e no asfalto);
- química (recauchutagem, regeneração e pirólise);
- energética (obtenção de energia, co-processamento).

Anterior a trituração propriamente dita, o pneu é cortado em pedaços menores e, então, é moído. A sua moagem requer um equipamento de porte, conseqüentemente implica um grande gasto de energia.

Todos os processos de reciclagem envolvem moagem prévia dos pneus, cujo gasto de energia é um impacto negativo nesse processo.

### **6.1.1 Co-processamento**

O Co-processamento é a técnica de destruição térmica a alta temperatura em fornos de fabricação de clínquer, principal matéria-prima do cimento. Alguns resíduos possuem um poder calorífico alto, assim é mais coerente fazer a sua destruição com a recuperação de seu potencial calorífico. Dessa forma, surgiu o conceito de co-processamento, no qual, ao mesmo tempo em que ocorre a destruição do resíduo, existe também o aproveitamento térmico.

A utilização de pneus pós-consumo, inteiros e (ou) processados, como fonte alternativa de combustível é uma opção que tem gerado muita

THESIS, São Paulo, ano I, v .3 , p. 21-57, 2º Semestre, 2005.

controvérsia, principalmente nos países europeus e nos Estados Unidos onde essa prática é comum. Uma das razões se deve aos elevados investimentos em equipamentos (filtros e fornos) para monitoramento contínuo das emissões atmosféricas.

Na indústria de cimento, o uso de combustíveis alternativos vem sendo muito difundido, pois no processo de produção do clínquer (matéria-prima do cimento) existe a necessidade de fornecimento de grande quantidade de calor para que as temperaturas de chama fiquem em torno de 1800 e 2000° C, assim, as matérias-primas alcançam 1450° C, necessários para a formação do cimento.

Os pneus são excelentes fontes de energia, principalmente quando utilizados como combustíveis secundários. As condições favoráveis para sua queima são: alta temperatura, elevado tempo de residência, ambiente alcalino para neutralização do enxofre e a incorporação das cinzas geradas ao clínquer. Além disso, devido ao alto poder calorífico do pneu, cerca de 10.182 kcal/kg, seu co-processamento contribui para a diminuição do consumo de combustíveis não renováveis. (Pneus inservíveis, 2003).

No Brasil, as empresas fabricantes de pneumáticos apostam no co-processamento de pneus em fornos para a produção de clínquer, como uma das melhores alternativa para equacionar o problema desses resíduos no País.

Dependendo da composição elementar da borracha, na queima de pneus, há liberação substancial de gases tóxicos, tais como: de óxidos de

enxofre, ácido sulfídrico ( $H_2S$ ), óxidos de nitrogênio e ácidos de halogênio e outros.

A emissão de dióxido de enxofre na atmosfera causa dificuldades de respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças cardiovasculares e, ao reagir com a água e diversos outros compostos químicos presentes no ar, forma neblina química e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), um dos agentes da chuva ácida. O ácido sulfúrico é levado pelo vento a grandes distâncias das fontes, causando danos ambientais em grandes áreas. Chuvas ácidas além de danificarem acidificam lagoas, rios, florestas e a terra, causando a morte de peixes, árvores e plantas, prédios e monumentos.

Os limites de emissões impostos pela legislação ambiental estão se tornando cada vez mais rígidos, devido às exigências crescentes da sociedade, refletidas nas normas e resoluções dos órgãos de controle ambiental.

Devido à relevância dessa tecnologia, foi estabelecida a Resolução CONAMA 264, de 26 de agosto de 1999, para tratar de aspectos referentes ao licenciamento ambiental para o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer, na fabricação de cimento. Essa resolução estabelece os limites máximos de emissões atmosféricas, quando são utilizados resíduos.



### **6.1.2 Pirólise de pneus com xisto – PETROBRÁS**

Desde 1998, em sua unidade de São Mateus do Sul-PR, onde há anos explora o xisto betuminoso, a PETROBRÁS instalou uma usina de reprocessamento conjunto de xisto e pneus descartados para a produção de óleo e gás combustíveis, por meio de tecnologia desenvolvida pela própria empresa, e reconhecida mundialmente.

Os pneus são cortados em pedaços, misturados ao xisto e a mistura é levada a um reator cilíndrico vertical (retorta), para ser aquecida a, aproximadamente, 500°C. Sob alta temperatura, o mineral libera matéria orgânica em forma de óleo e gás. Em seguida, o xisto e a borracha passam por resfriamento, resultando na condensação dos vapores de óleo na forma de gotículas, que então constituem o óleo pesado. Depois de retirado o óleo pesado, os gases de xisto passam por outro processo de limpeza para produção do óleo leve. O restante é encaminhado para outra unidade, onde são obtidos o gás combustível e o gás liquefeito (GLP), além da recuperação do enxofre. O que sobrou da mistura do pneu com o xisto é então levada para as cavas da mina e recoberto por uma camada de argila e solo vegetal, permitindo a recuperação do meio ambiente. O arame de aço é reciclado para a indústria siderúrgica.

Uma iniciativa da Petrobrás no Paraná, no entanto, sinaliza uma solução para o problema. Cerca de 12 mil pneus, picotados, são processados por dia. Do processamento, é possível extrair óleo e, com tratamento, até fertilizantes para serem usados na agricultura.

A meta da Petrobras é incrementar o serviço. De acordo com o consultor Waldir Martignoni, responsável pelo empreendimento, estuda-se processar os pneus em duas unidades, o que permitiria alcançar entre 20 a 30 mil por dia. “Graças à experiência, não há mais pneus velhos nas cercanias de Curitiba. As coletas dos pneus já estão sendo feitas em outros estados, como o Rio Grande do Sul e Santa Catarina”, diz Waldir Martignoni.

Martignoni afirma que o negócio não é lucrativo para a empresa, pois o processamento é oneroso. No entanto, vê vantagens ambientais que justificam o procedimento. "A dengue é um claro exemplo. As águas que se acumulam nos pneus são um perigo do ponto de vista da saúde pública. Sem contar que esse pneu velho, processado, pode se tornar pneu de novo. Com isso, há economia de matéria-prima", ressalta.

Se o processamento ainda não traz lucro para a estatal, agrada a catadores de lixo. Ainda de acordo com Martignoni, para cada pneu resgatado e encaminhado às empresas, o catador ganha R\$ 0,50. “Para ganhar o mesmo catando latas, o trabalhador tem de levar quilos e mais quilos. O pneu velho, antes abandonado, está sendo visto com bons olhos”, afirma.

### **6.1.3 Pirólise de pneus SVEDALA/METSO (Andrietta, 2003)**

Com larga experiência na pirólise de diversos materiais, a empresa, de origem sueca, mas sediada no USA (desde 2001, fundida com a METSO

MINERALS), começou a desenvolver intensa pesquisa com a reciclagem de pneus. Primeiro em laboratório, depois numa usina piloto. Chegou, finalmente, aos resultados objetivados, iniciando, depois, a construção de usinas comerciais, com capacidade de processar 50 a 200 toneladas diárias de pneus. O processo completo pode ser resumidamente descrito:

- os pneus são triturados em partículas, não maiores que 50 mm, e um alimentador introduz o material num forno horizontal rotativo - o reator pirolítico - onde é feita, termicamente, a separação dos componentes básicos dos pneus: carbono, óleo, aço e gás;
- o forno descarrega os sólidos num separador que, separa o carbono do aço;
- o carbono (carvão) é resfriado, passa por outra separação magnética para retirar pequenas partículas de aço, é moído e classificado para venda, como negro de fumo;
- o fluxo de gás é captado do forno para um condensador, onde gás e óleo são separados;
- o óleo é bombeado para tanques de armazenamento, para ser vendido como combustível e/ou reaproveitado na própria usina;
- o gás pode receber dois tratamentos e feita a alternativas:
  - a) queimado numa câmara de combustão secundária,

resfriado, lavado, retirada de partículas sólidas em filtros de mangas e liberado na atmosfera; ou b) comprimido, purificado e aplicado numa turbina a gás para gerar energia elétrica para a própria usina e venda do excedente; parte do gás, assim tratado, pode ser usada como fonte energética para o forno de pirólise ou, ainda, para gerar vapor.

A produção típica de uma usina que processa 100 t/dia de pneus é de 28 t de carvão, 12 t de aço, 22 t de óleo e 30 t de gás não condensável. Dos materiais básicos de um pneu, apenas não se aproveitam o tecido de nylon, consumido na pirólise, e parte dos aditivos, representando cerca de 8% do pneu, pequena parte sólida e a maior parte em gases condensados. A instalação da planta é compacta, toda encapsulada, e o processo é considerado “limpo”.

#### **6.1.4 Asfalto ecológico ou asfalto de borracha**

A borracha introduzida no asfalto não é apenas um produto a mais, inerte, colocado apenas para recheio, na realidade, a borracha melhora a qualidade do asfalto. A pesquisa transformou-se em uma realidade tecnológica de melhoria dos asfaltos, uma realidade ecológica, por proporcionar uma destinação adequada aos pneus inservíveis e uma realidade econômica, pois a reciclagem do pneu cria um nicho comercial

responsável pela geração de emprego e renda para a sociedade e para o Estado.

O Asfalto Ecológico é uma atividade comercial que amplia o horizonte da vida útil das ruas e rodovias, pois aumenta a durabilidade. A modificação dos asfaltos convencionais por meio de aditivos especiais vem sendo feito no Brasil desde 1995. Os asfaltos modificados, notadamente por polímeros e borracha moída de pneus, visam incrementar o desempenho dos ligantes tradicionais com relação a algumas características importantes do ponto de vista do comportamento mecânico das misturas asfálticas.

Esse incremento de performance é desejável, tendo em vista o aumento das cargas transportadas, em número de veículos e em peso, as variações climáticas no nosso País, principalmente do ponto de vista de altas temperaturas ambientes e, também, devido à heterogeneidade dos asfaltos convencionais em termos de sua procedência.

Todos os aspectos acima citados contribuem para que a modificação dos asfaltos seja uma necessidade para determinadas situações de tráfego e clima. Essa melhoria proporcionada pelos polímeros, inclusive a borracha moída de pneus contribui para um melhor desempenho à fadiga, uma maior resistência à deformação permanente e a trincas térmicas. A incorporação de borracha de pneus inservíveis em revestimentos asfálticos de pavimentos rodoviários e urbanos têm sido empregada há algumas décadas no exterior. Podemos citar aplicações importantes no Canadá,

Portugal, Austrália e nos Estados Unidos. Pesquisas e aplicações de inúmeras técnicas utilizando asfalto borracha são uma realidade incontestável nos estados americanos do Arizona, Califórnia e Flórida.

### **6.1.5 Vantagens ecológicas e sociais**

Podemos observar melhorias na modificação do asfalto tradicional com a adição da borracha moída de pneus e citaremos alguns benefícios gerados no processo: surgimento e fortalecimento de empresas especializadas na reciclagem de pneus para convertê-los em asfalto borracha; benefícios diretos ao setor público pela criação de novas fontes de tributos a ingressar no erário público e adicionalmente, serão criados novos empregos diretos, nas empresas recicladoras, e indiretos, ligados ao processo de angariação e movimentação de pneus inservíveis; maior inibição aos focos de criação de insetos prejudiciais à saúde e até letais ao ser humano; redução da poluição visual causada pelo descarte de pneus em locais impróprios; diminuição do assoreamento de rios, lagos e baías, causados, em parte, pelo indevido descarte de pneus; diminuição do número de pneus usados em depósitos, com a conseqüente redução do risco de incêndios incontroláveis e a não deposição de pneus, sob qualquer formato, em aterros sanitários; Redução da demanda de petróleo, asfalto, por dois motivos: pela substituição de parte do asfalto por borracha moída de pneus e, também, pela maior durabilidade, alcançada na vida útil de nossas estradas. Não se pode esquecer que o petróleo e, por conseqüência, o asfalto, é fonte não renovável de energia.

### **6.1.6 Regeneração da Borracha**

A regeneração da borracha envolve sua separação em estado vulcanizado dos demais componentes, e a sua digestão com vapor e produtos químicos, cujo produto é refinado em moinhos até a obtenção de uma manta uniforme, ou ainda extrudado para obtenção de material granulado. A regeneração é feita por vários processos degradativos - alcalino, ácido, mecânico e vapor superaquecido. Na regeneração, os resíduos passam por modificações que os tornam mais plásticos e aptos a receber nova vulcanização, mas não têm as mesmas propriedades da borracha crua original sendo, geralmente, misturado a ela para a fabricação de artefatos. No processo de regeneração, utilizado para pneus, a borracha é separada dos outros componentes, o arame e a malha de aço são recuperados como sucata de ferro e o tecido de nylon também é recuperado.

Destina-se a produtos como tapetes, protetores, solados, saltos de botas, borracha para rodinhos, percintas para fabricação de móveis estofados e outros produtos em menor escala. A utilização de solventes nos processos citados é uma das considerações importantes na avaliação dos impactos ambientais, pois causa impacto negativo à saúde do trabalhador e ao meio ambiente, Quando inalados, os vapores são irritantes e depressores do sistema nervoso central e seus efeitos vão desde dor-de-cabeça, vertigens, náuseas, tontura, confusão, falta de coordenação, inconsciência, edema pulmonar, até o coma e a morte, em exposições severas. O contato com a

pele causa o ressecamento, podendo provocar irritações e dermatites. O contato com os olhos poderá causar irritação e inflamação.

Vapores do produto reduzem a concentração do oxigênio no ar, tornando o ambiente asfixiante e extremamente explosivo e tóxico. e à junção de produto água, resultante do combate ao fogo, são prejudiciais à flora e à fauna. Parte do produto derramado na água evaporará e parte será biodegradado. Altas concentrações inibem a biodegradação. A velocidade de biodegradação depende das condições climáticas, diluição e dos microorganismos presentes. O produto não é absorvido no sedimento nem, bioconcentrado em organismos aquáticos. O produto derramado sobre o solo poderá, em parte, ser evaporado, em parte, ser degradado biologicamente e, em parte, ser lixiviado e percolar contaminando o lençol freático.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No tocante aos pneumáticos inservíveis, não se conhece o número preciso do descarte de pneus no Brasil, nem do passivo ambiental representado por eles na natureza. Nem o setor privado, nem os órgãos governamentais contam de monitoramento sobre as formas de disposição final dos pneus descartados. Ao não dispor com dados confiáveis sobre o assunto, a sociedade brasileira não pode controlar plenamente a disposição final dos pneus descartados, os quais são imprescindíveis para estudos de



alternativas de reciclagem e reuso, assim como para o melhoramento da legislação atual.

Pode-se considerar modesta a estimativa apresentada pela ANIP de 100 milhões de pneus descartados no meio ambiente brasileiro. Levando-se em consideração que a indústria pneumática produz no País já, praticamente, 70 anos, dos quais agravados de fatos 63 não havia regulamentação sobre seu destino final, que a decomposição dos pneus leva, aproximadamente 600 anos, é razoável supor que a realidade seja bem mais grave. Entretanto, o artigo 3º da Resolução nº 258/99 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que regulamenta a coleta e destinação final de forma ambientalmente adequada dos pneumáticos inservíveis, cujo inciso III está transcrito abaixo, versa o seguinte:

*III - 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.*

O cumprimento legal, por si só duvidoso, inequivocamente, significa que, até 2005, não será tomada nenhuma medida legal para a minimização do passivo ambiental referente aos pneus existente no País.

Como se pode ler no trecho citado abaixo, apenas a partir de 2005 os fabricantes dos pneus iniciarão o recolhimento do passivo ambiental

sobre o qual eles têm responsabilidade social. Ou terão responsabilidade legal sobre ele contudo, somente a partir de 2005:

*IV - 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;*

Caso se consiga um levantamento fidedigno de dados, poderia se calcular em quantos anos a sociedade brasileira conviverá com as danosas conseqüências dos pneus descartados na natureza. Mais ainda, como a resolução não se aplica aos veículos exportados, de acordo com o parágrafo único do artigo 3º da Resolução nº 258/99, mesmo o recolhimento dos 100 milhões de pneus descartados, presentes na natureza brasileira - de acordo com a estimativa ainda oficial dos produtores de pneumáticos ANIP, levarão aproximadamente, 25 anos. E isso se a resolução for cumprida.

Em compensação, os resultados da reciclagem são notáveis tanto no campo ambiental, quanto nos campos econômico e social. No aspecto econômico, a reciclagem contribui para a utilização mais racional dos recursos naturais e a reposição de recursos, quando passíveis de reaproveitamento. No âmbito social, a reciclagem não só proporciona melhor qualidade de vida para as pessoas, através de melhorias ambientais, como também na geração de postos de trabalhos e renda para as pessoas que

vivem nas camadas mais pobres da população. No meio ambiente, a reciclagem reduz substancialmente o acúmulo progressivo de resíduos sólidos, minimizando as agressões ao solo, ao ar e à água, entre outros tantos fatores positivos.

Os pneus estão sendo usados na indústria de asfalto, em forma de pó; na indústria cimenteira, como combustível e aditivo para cimento, no processo de pirólise, como é o caso da Petrobrás que obtém uma fonte de combustível dos pneus para mistura com xisto, na indústria do asfalto, entre outros usos. A presença de alternativas de reciclagem demanda o conhecimento sobre a quantidade e a localização desse passivo ambiental.

A responsabilidade com o meio ambiente pode ser considerada uma vantagem competitiva para as empresas. A imagem de empresa que preza um ambiente saudável, além da melhor aceitação por acionistas, consumidores, fornecedores e autoridades públicas, hoje tem relevância significativa na avaliação financeira da empresa e devido às exigências da sociedade brasileira e a internacional. O passivo ambiental, seja qual for a sua origem e natureza, vêm sendo um item muito utilizado atualmente em avaliações para fusões, aquisições e privatizações de empresas e a sua redução certamente reverterá em benefícios financeiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 10.004/97**. São Paulo: ABNT, 1997.

ANDRIETTA, Antonio. J. **Pneus e Meio Ambiente: Um Grande Problema Requer uma Grande Solução**, 2003. Disponível em: <http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com>. Acesso em: 02 jun. 2005.

BERTOLLO, S. A. et all. Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados. **Revista de Limpeza Pública**. ed. 54. pp. 23-30, 2000.

CARSTEN, R. **Der Stumme frühling**. Munchen: Biederstein, 1965.

CATTON JR, et all. Environmental Sociology: a new paradigm. **American Sociologist** 13: 41-49, 1978.

CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo, Cortez Editora, 1995. 429 p.

CUNHA, I. O jogo da sustentabilidade. In: Encontro Nacional de Gestão Ambiental e Meio Ambiente – EMGEMA, 7, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2003. p. 1-20. Meio digital.

DALY, H. (Ed.) **Toward a steady-state economy**. San Francisco: Freeman and Co., 1973.

DASGUPTA, P., HEAL, G. **Economic theory and exhaustible resources**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979.

THESIS, São Paulo, ano I, v .3 , p. 21-57, 2º Semestre, 2005.

DUNLAP, R. E. paradigmatic change in social science. From human exemption to an ecological paradigm. **American Behavioral Scientist**, 24: 5-14,1980.

GOMES, J. A.; Ogura, S. K. Tratamento e Reaproveitamento de Pneus usados. **Cetesb**: São Paulo, 1993.

GUILHARDES, de J.Jr. Contribuição do movimento ambientalista para o desenvolvimento da legislação brasileira do meio ambiente. **Anais... Ecolatina**, 2001. Disponível em:

[http://old.ecolatina.com.br/br/artigos/legisl\\_ambiental/legis\\_amb\\_02.asp](http://old.ecolatina.com.br/br/artigos/legisl_ambiental/legis_amb_02.asp).

Acesso em: 16 mar. 2005.

HARTWICK, J. Intergenerational equity and the investing of rents of exhaustible resources. **American Economic Review**, n. 66, p. 972-974, 1977.

IBRACON (1995, p. 5), Disponível em: ([www.ucb.br/apresenta/trabalho.ppt](http://www.ucb.br/apresenta/trabalho.ppt)). Acesso em: 18/02/2005.

IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: 2000.

SILVA FILHO, J. C. LÁZARO DA ; DINATO, M.R. Uma escala para a medição do novo paradigma ecológico. EMGEMA, 7, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2003. p. 1-20. Meio digital.

MEADOWS, H. D. et al. **The limits to growth**. Chicago: Signet, 1972.

MOREIRA, M. S. Instituto de Desenvolvimento Gerencial (INDG), Especialista em Sistemas de Gestão Ambiental. **Entrevista**. 12/08/2005.

THESIS, São Paulo, ano I, v .3 , p. 21-57, 2º Semestre, 2005.

PARTIDO DOS TRABALHADORES (PT). Gabinete da Liderança da Bancada Federal Assessoria Técnica. **A destinação final aos pneus - análise da Resolução n.º 258/99**. [s.l.]: CONAMA, 2004.

PIRAGES, D.C at all. **Social response to environmental imperatives**. San Francisco: Freeman, 1974.

RIBEIRO, M. A. Mineração e meio ambiente: problemas e perspectivas. Fundação JP: **Análise e Conjuntura**. Belo Horizonte, 15 (7-8): 3-19, set./out., 1995.

SATO, M.; SANTOS, J. E. **Agenda 21 em sinopse**. São Carlos, 1996. 41 p. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.

SEROA DA MOTTA, Ronaldo. **Desafios ambientais da economia brasileira**. São Paulo: IPEA 1997. (Texto para discussão, 509)

SOLOW, R. M. Intergenerational equity and exhaustible resources. **Review of Economic Studies**, n.41, p. 29-45, 1978.

WCED. **Our common future**. United Nations, The World Commission on Environment and Development, 1987 (The Brundtland Report).