



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III-020 - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL E PROPOSTAS PARA DESTINAÇÃO FINAL DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA - ES

Wagner Bissa Lima

Tecnólogo em Saneamento Ambiental – CEFETES, Graduando do curso de Oceanografia – UFES.

Renato Correa Gomes

Tecnólogo em Saneamento Ambiental – CEFETES, Graduando do curso de Oceanografia – UFES.

Márcia Lima Regina Pereira Lima ⁽¹⁾

Engenheira Civil pela UFES, Mestre em Engenharia Ambiental pela UFES, Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo (CEFETES).

Endereço ⁽¹⁾: Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo, Av. Vitória, 1729, Jucutuquara – Vitória (ES), CEP: 29.040-333 – Tel.: (27) 3331-2237



E-mail marcialima@cefetes.br

RESUMO

Este trabalho apresenta um diagnóstico da situação atual do gerenciamento dos pneus inservíveis gerados no município de Vitória (ES). Para tanto, foi realizado, inicialmente, um levantamento dos estabelecimentos comerciais que atuam no ramo de pneumáticos, verificando a existência de 71 estabelecimentos ligados às atividades de borracharia, recauchutagem e revenda no município. Após esta etapa de identificação, seguiu-se a fase das entrevistas, com o auxílio de um questionário, para obtenção dos dados (informações). Dentre as informações obtidas, constatou-se que cerca de 84% dos entrevistados não conhecem a Resolução CONAMA 258/99 e que a maior parte dos estabelecimentos consideram os pneus lixo comum, descartando-os juntamente com o material que é coletado pela prefeitura. Para a apresentação de alternativas de disposições finais dos pneus inservíveis realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica, afim de levantar outras alternativas àquela que é atualmente utilizada, ou seja, disposição em aterro sanitário, que fossem adequadas à realidade do município.

PALAVRAS-CHAVE: Pneus, pneus inservíveis, Resolução 258/99, CONAMA

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a crescente quantidade de resíduos de borracha, gerados por pneus, tem resultado em um grave problema ambiental. Cerca de 32 milhões de pneus são atualmente produzidos no Brasil e é estimado que 10 a 15 milhões de unidades são descartadas por ano (Segre e Joekes, 2000).

O volume sempre crescente de resíduos de borracha em aterros provenientes da disposição de pneus usados tem gerado um sério problema ambiental. Como os pneus não se biodegradam prontamente, existe um interesse renovado no desenvolvimento de alternativas de disposição. Esse interesse se baseia em estudos, como o realizado por Liu et al., (1998), que concluíram que a borracha reciclada derivada de pneus inservíveis é um material reciclável seguro.

Além do problema relativo ao espaço, a disposição do pneu num aterro pode representar a perda de uma fonte de

matéria-prima barata, pois o pneu inservível pode ser utilizado de diversas formas. Este trabalho se baseia na Resolução 258/99 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece que até o fim do ano 2002, os fabricantes devem recolher ou eliminar pelo menos 25% dos pneus descartados pela população e até 2004 esse percentual deve alcançar 100%.

Nas últimas décadas, o que se viu em todo o mundo foi o rápido crescimento populacional e a utilização dos recursos naturais de maneira insustentável. Quase ninguém está disposto a deixar de consumir bens materiais para frear a degradação ambiental gerada pela busca de matéria prima.

Um dos bens de consumo que traz agregado em todo o seu processo, desde a obtenção da matéria prima até a sua disposição final, um grande passivo ambiental é o automóvel. Sonho de consumo da maioria da população gera vários desconfortos ambientais como: geração de ruído, descarga de gases na atmosfera devido à queima do combustível e a geração de uma variedade enorme de resíduos ao longo de sua vida útil, sendo um dos mais problemático o pneu.

O desenvolvimento de métodos ambientalmente aceitáveis de disposição de pneus é um dos maiores desafios que especialistas de gerenciamento de resíduos sólidos enfrentam atualmente, sendo motivo de grandes debates e discussões em vários países, já que causam impactos ambientais de várias formas, nos diferentes estágios de sua existência, incluindo produção, consumo e como resíduo sólido.

Devido ao aumento do número de veículos, a "montanha" de pneus usados tem crescido dramaticamente durante as últimas décadas. Sendo assim, a crescente quantidade de resíduos de borrachas, gerados por pneus, tem resultado em um problema ambiental mundial, pois não se biodegradam prontamente e causam vários desconfortos (Segre et al., 2002).

Sabe-se que a quantidade de pneus usados, inservíveis ou não, que são gerados em um determinado local é diretamente proporcional a fatores tais como a população, o parque automotivo, o nível de renda, entre outras variáveis. Segundo Garmendia (2001), em países desenvolvidos gera-se anualmente o equivalente a 1 pneu por habitante, ou seja, 1 pneu/hab./ano.

Segundo Ariyadejwanich (2002), mais de 330 milhões de pneus inservíveis são descartados por ano em todo mundo. Só em 2001, a União Européia produziu cerca de 2.600.000 toneladas de pneus (Mastral et al., 2002). O Japão gera cerca de um milhão de toneladas de pneus inservíveis anualmente (Fukumori et al., 2002). Já nos Estados Unidos da América (EUA), segundo a Agência de Proteção Ambiental "Environmental Protection Agency" (EPA) cerca de 279 milhões de pneus de automóveis, caminhões e de outro veículos são descartados todos os anos, sendo adicionados aos estimados 2 ~ 3 bilhões de pneus estocados atualmente no país (Jang et al., 1998). Somente no Brasil, cerca de 32 milhões de pneus são produzidos atualmente e é estimado que 10 a 15 milhões de unidades são descartadas por ano (Segre; Joekes, 2000).

O tema pneu inservível já se tornou assunto primordial nos órgãos ambientais de vários países da Europa e da América do Norte. No Brasil as discussões sobre o tema ainda são escassas, a legislação, como tantas outras, não é cumprida na íntegra, o que gera um desconforto ambiental para toda a população, inclusive para aqueles que sequer possuem um veículo automotor.

Os pneus inservíveis são resíduos produzidos em grandes quantidades. Mesmo em cidades como Vitória, relativamente pequena quando comparada com outras capitais, observa-se uma gama enorme de pneus descartados mensalmente. Apesar de, para a população em geral, não aparentar um risco imediato, deve-se levar em conta a não biodegradabilidade deste produto e os problemas que o acúmulo em grandes proporções ocasiona.

Este trabalho tem como objetivo propor um gerenciamento para disposição final adequada dos pneus inservíveis descartados no município de Vitória (ES) baseado em levantamento bibliográfico das alternativas adotadas no mundo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta de se realizar um diagnóstico da situação atual e propor alternativas de destinação final adequada para os pneus, tem como município alvo a cidade de Vitória, capital do Espírito Santo, pertencente à Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), juntamente com os municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana e Vila Velha.

A metodologia utilizada foi semelhante àquela realizada no trabalho de Costa et al. (2000), o qual identificou o universo de estabelecimentos existentes, com base no Cadastro Imobiliário do município de Londrina (PR), utilizando amostragem de escolha sistemática e deliberada. No presente trabalho, foi realizado um censo, ao invés de uma

amostragem, sendo que a cidade de Vitória apresentou facilidades por ser geograficamente pequena (89 km²), ser dividida em setores (regiões administrativas) e poder contar com um suporte logístico à pesquisa por parte da Prefeitura Municipal de Vitória (PMV).

Para facilitar a identificação dos pontos pesquisados, foi adotada a divisão efetuada pela PMV, que considera o município dividido em sete regiões administrativas. Essa divisão foi realizada no intuito de auxiliar na gestão da cidade. A fase do diagnóstico se desenvolveu em duas etapas, ou seja, etapa 1 e etapa 2, e em seguida foram apresentadas alternativas para uma disposição final adequada dos pneus inservíveis.

Etapa 1: Identificação dos pontos a serem pesquisados

Na identificação do universo de estabelecimentos existentes que atuam no ramo de pneumáticos em Vitória, os pesquisadores percorreram todas as regiões levantando as localizações desses estabelecimentos e marcando-as em mapas, já que o cadastro imobiliário da PMV se encontrava desatualizado. O método utilizado para esse levantamento foi a observação visual, sendo identificado somente os estabelecimentos que trabalham preferencialmente com pneus de carro de passeio.

Os mapas utilizados na identificação foram fornecidos pelo Centro de Documentação e Informações Técnicas das Secretarias Municipais de Meio Ambiente (SEMMAM) e de Serviços Urbanos (SEMURB) da PMV, contendo as regiões administrativas, em escala de 1:4000, apresentando tanto a toponímia das vias e dos bairros quanto os limites dos bairros e das regiões administrativas.

Etapa 2: Obtenção dos dados

Após a etapa de identificação, seguiu-se a fase das entrevistas, que foram realizadas na primeira quinzena do mês de fevereiro de 2003, em horário comercial, utilizando um questionário que continha perguntas para obter as seguintes informações:

- Tipo de estabelecimento (borracharia, revendedora, recauchutadora, etc.);
- Periodicidade de descarte;
- Quantificação e caracterização (tipo de pneu) dos resíduos;
- Conhecimento, por parte do gerador, sobre a legislação CONAMA 258/99;
- Destinação final adotada.

Apresentação de alternativas de disposição final adequada dos resíduos

Para a apresentação de alternativas de disposições finais dos pneus inservíveis realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica, afim de levantar outras alternativas àquela que é atualmente utilizada, ou seja, disposição em aterro sanitário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Etapa 1: Identificação dos pontos a serem pesquisados

Nesta etapa foram identificados um total de 71 estabelecimentos ligados às atividades de borracharia, recauchutagem e revenda de pneumáticos. No Quadro 1, encontra-se apresentado o número de estabelecimentos, divididos por categoria (borracharia e revendedora) e a Figura 1, o percentual por região.

Quadro 1 - Número de borracharias e revendedoras por regional

Regional	Borracharia	Revendedora*
Regional I	2	-
Regional II	6	-
Regional III	6	15
Regional IV	7	4
Regional V	5	8
Regional VI	8	3
Regional VII	7	-
Total	41	30

Nota:(*) Incluem as que trabalham com serviços de recauchutagem e borracharia.

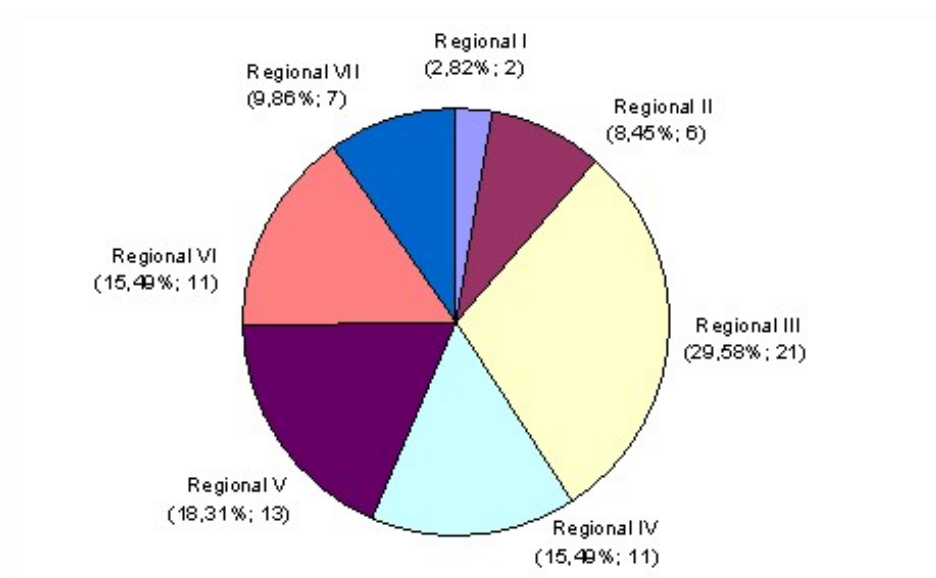


FIGURA 1 - Apresentação das regionais com os seus respectivos percentuais e números de estabelecimentos

Etapa 2: Obtenção dos dados

- Tipo e quantidade de estabelecimento que trabalham com pneumáticos

Durante a aplicação do questionário foram encontradas algumas dificuldades como estabelecimentos fechados, informações incompletas e não aceitação da pesquisa por parte dos entrevistados.

Após a aplicação do questionário nos pontos identificados, agrupou-se cada estabelecimento por tipo de serviço realizado (Figura 2). Esta divisão é útil para se ter uma relação de quantidade de resíduos gerados por tipo de estabelecimento.

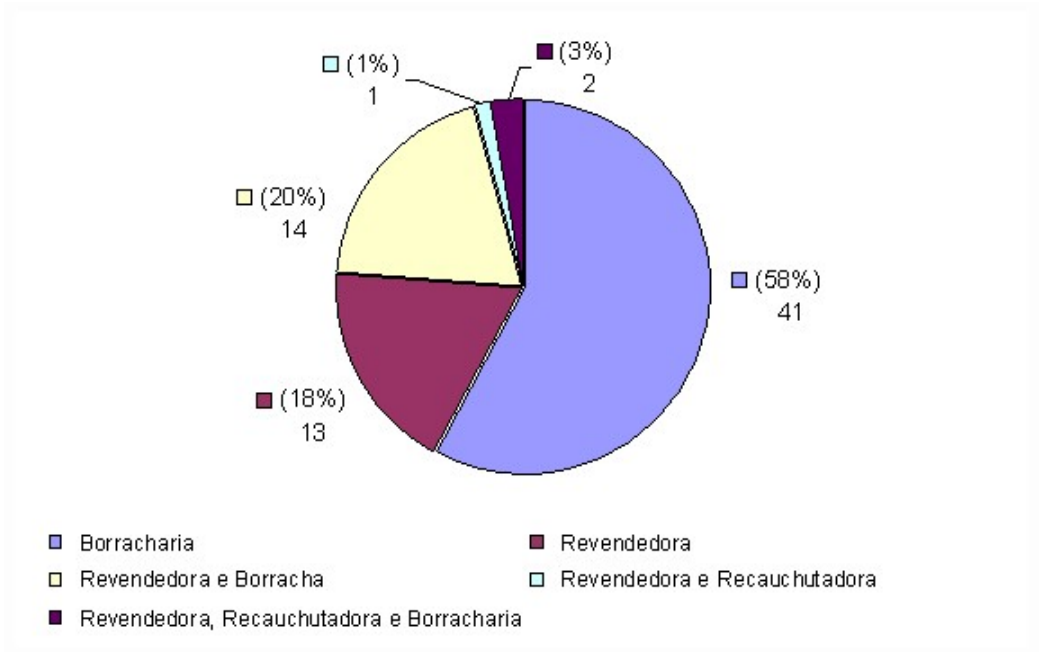


FIGURA 2 - Porcentagem e quantidade dos estabelecimentos que trabalham com pneumáticos no município de Vitória, dividido por categoria

- Conhecimento da resolução CONAMA 258/99 por parte dos profissionais que trabalham com pneumáticos

Foi possível avaliar, também, através do questionário, se as pessoas que trabalham com pneumáticos conheciam a legislação CONAMA 258/99.

O Quadro 2 apresenta a situação sobre o conhecimento dessa resolução pelos estabelecimentos. Apenas 50 do total de 71 responderam a esta questão. A categoria que apresentou maior número de estabelecimentos com informações sobre a Resolução CONAMA 258/99 foram a revendedoras. A Figura 3 ilustra a porcentagem dos estabelecimentos visitados que não tinham conhecimento da legislação vigente sobre destinação final de pneumáticos.

Quadro 2 - Conhecimento sobre a legislação CONAMA 258/99

Estabelecimentos	Não	Sim
Borracharia	23	-
Revendedora	7	5
Revendedora e Borracharia	10	2
Revendedora e Recauchutadora	-	1
Revendedora, Recauchutadora e Borracharia	2	-
Total	42	8

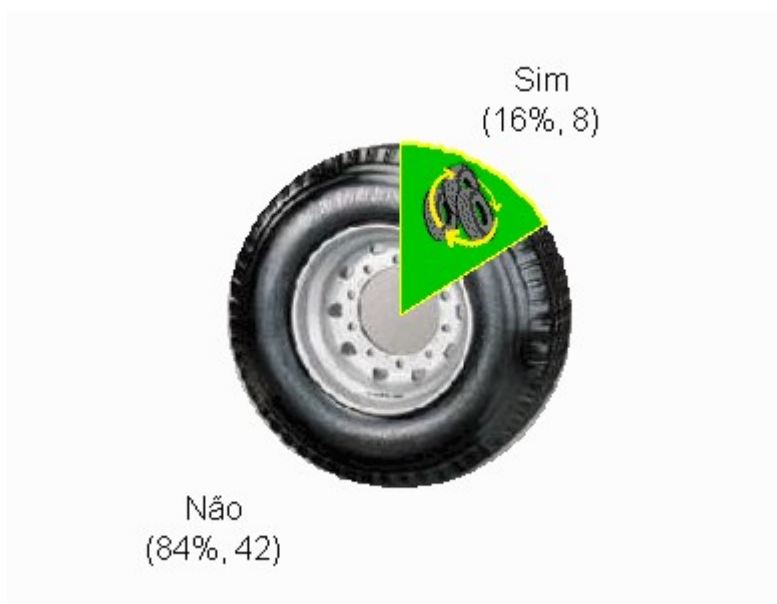


FIGURA 3 - Estabelecimentos que responderam se havia ou não conhecimento sobre a legislação CONAMA 258/99

- Destinação final dos pneus

Os dados de destinação final serão apresentados em relação ao local de destino que cada estabelecimento encaminha seus pneus inservíveis. A Figura 4 mostra que os estabelecimentos podem encaminhar seus pneus velhos tanto a destinos únicos (como lixo, recauchutadora e venda), quanto a destinos múltiplos (mais de uma destinação).

No caso da destinação única, o encaminhamento como lixo comum foi o destino predominante na pesquisa, com o total de 18 estabelecimentos. Mesmo não sendo recolhidos pelos caminhões de coleta de lixo domiciliar, segundo a SEMURB, uma pequena parte desses pneus estava ainda chegando à Usina de Lixo de Vitória, nestes casos, eles eram encaminhados para o aterro sanitário da Empresa Marca Ambiental, localizado na cidade de Cariacica (pertencente à Região Metropolitana da Grande Vitória).

No aterro sanitário, os pneus eram separados dos resíduos convencionais e disponibilizados para servirem de meio fio para o sistema viário do aterro, fato que irá absorver uma quantidade pequena de pneus inservíveis.

No atributo de destinação múltipla, a associação entre venda/outras, foi a resposta dominante, 5 estabelecimentos. Dados referentes à quantidade não serão apresentados devido ao grau de subjetividade que cada estabelecimento teve ao responder a essa questão.

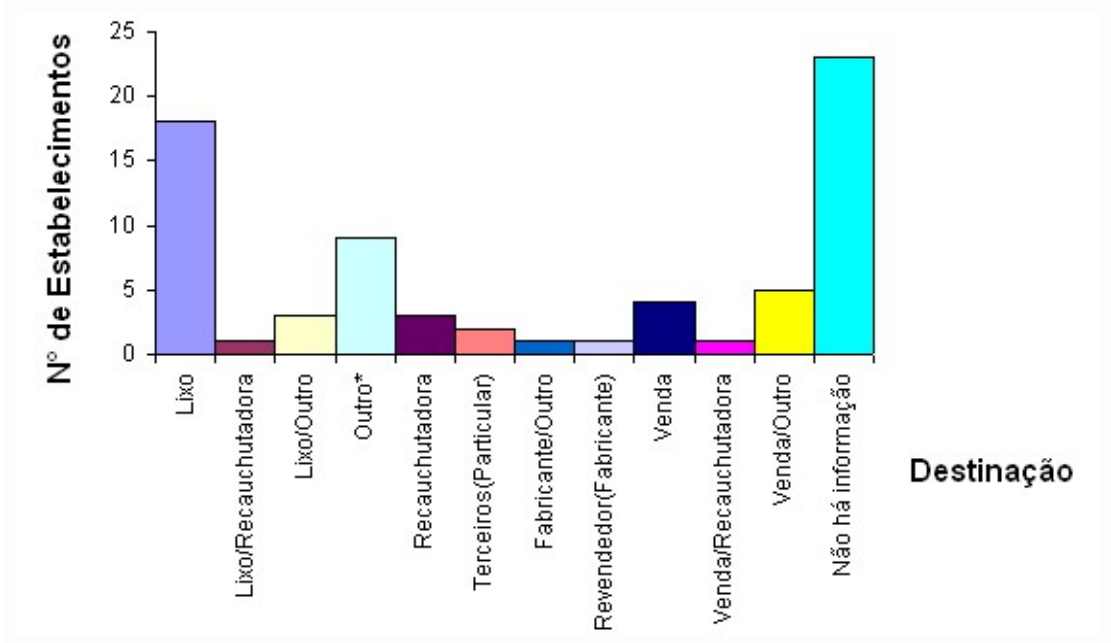


FIGURA 4 - Gráfico referente à destinação dos pneus no município de Vitória

Nota (*): Foi atribuída à categoria "outro" os pneus que são entregues a um caminhão que passa periodicamente nos estabelecimentos. Este caminhão provavelmente os recolhe para submetê-los ao processo de recauchutagem.

A Figura 5 mostra que a maioria dos estabelecimentos descarta pelo menos uma parte dos pneus usados como lixo comum, ou seja, deixam sobre as calçadas para serem recolhidos pelo sistema de coleta pública.

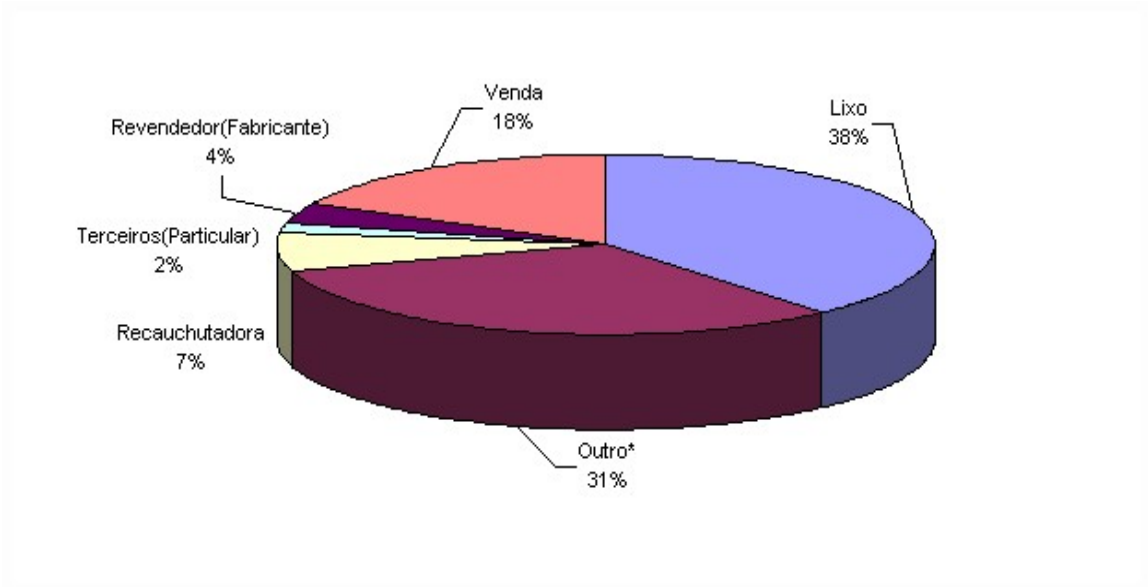


FIGURA 5 - Destinação dos pneus usados na cidade de Vitória

Somente dois estabelecimentos disseram que os pneus retornam ao fabricante, porém estes estabelecimentos não disponibilizaram nenhum registro que comprovasse este fato.

Foi constatado que as borracharias apesar de executarem vários serviços que utilizam pneumáticos geram uma quantidade relativamente pequena de pneus inservíveis quando comparadas aos revendedores que, ao venderem os pneus novos, ficam com os desgastados ou inservíveis, gerando portanto a maior parte desses resíduos.

Além dos 7% dos pneus que têm como destino "recauchutadora", os pneus que tiveram como classificação de destino "venda" (18%) e "outro" (31%), segundo os entrevistados, também seriam encaminhados para empresas de recauchutagem. Dessa forma, 56% dos pneus inservíveis que saem dos estabelecimentos seguem para as empresas de recauchutagem, localizadas nas cidades vizinhas à Vitória. Este fato pode revelar que grande parte dos pneus inservíveis gerados em Vitória são "exportados" para outras cidades da RMGV, transferindo o problema simplesmente de um lugar para outro.

Portanto, os pneus que não servem para recauchutagem ficam nessas cidades, diminuindo assim a quantidade de resíduos de pneus em Vitória. Esta complexidade, relacionada ao ciclo de recauchutagem de pneus, dificulta uma avaliação precisa do descarte de pneus através de levantamentos nos locais que trabalham com este tipo de material.

Em relação ao período de descarte foram identificadas cinco categorias. Sendo a maioria dos pneus descartados semanalmente, seguido pelo descarte diário (Figura 6).

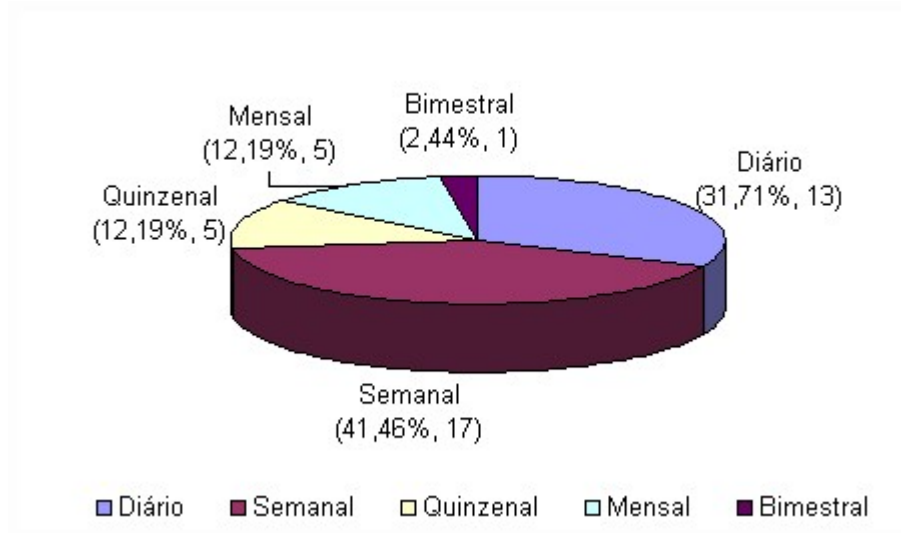


FIGURA 6 - Período de descarte, em termos de porcentagem e valor absoluto, realizado pelos estabelecimentos localizados em Vitória

Apresentação de alternativas de disposição final adequada dos resíduos

A situação geográfica de Vitória não permite a disposição desses resíduos em um local adequado de estocagem, pelo fato de ocupar extensas áreas, e a disposição em aterros sanitários como lixo comum não é permitida, pelo fato dos pneus poderem romper a camada de impermeabilização. Portanto as alternativas mais viáveis de disposição final adequada para o município de Vitória são:

Recifes artificiais e quebra-mares

Os recifes artificiais de pneus são construídos pelo empacotamento de pneus inservíveis e posteriormente o ancoramento desta estrutura em águas costeiras. Os pneus são materiais freqüentemente sugeridos para recifes artificiais e são usados com sucesso em muitas partes do mundo, particularmente popular no Pacífico Sul (Collins et al., 2002) e Austrália (Branden et al., apud Pickering, 1998).

A Figura 7 ilustra um recife de pneus construído em 1983, a 5 km a oeste de Glenelg (EUA), na profundidade de 18m. Com esse afundamento, os pneus serviram de suporte para a epibiotas, propiciando aumento na procriação de peixes. Atualmente a região serve de local para mergulho recreativo e turístico.



FIGURA 7 - Recifes artificiais de pneus, Glenelg (EUA)

Fonte: Glenelg Scuba Dive (2003).

Combustível

Combustível em indústrias de cimento (Cimento Paraíso e Nassau, por exemplo) e de produção de papel e polpa (Aracruz Celulose). Essas aplicações têm demonstrado a capacidade de extrair o valor energético dos pneus inservíveis de forma aceitável ambientalmente. (Wolsky; Gaines, 1981; Cecich et al., 1996; Jang et al., 1998), além disso, essa alternativa se mostra viável pela existência dessas indústrias em regiões adjacentes à Vitória;

As instalações para a combustão podem ser construídas ou modificadas para queima do pneu inteiro como fonte de combustível única ou a combustão com outros materiais (Cecich et al., 1996). Porém, também são praticados outros métodos para recuperação de energia como: incineração, gaseificação e pirólise.

Segundo Chang (1996), o co-processamento de derivados de pneus com carvão em caldeiras é um método potencialmente econômico para a disposição final de pneus inservíveis.

Os principais poluentes produzidos durante a combustão dos pneus são as cinzas de fundo, cinzas volantes e óxidos de enxofre e nitrogênio. Entretanto, esse não é um grande problema quando os pneus são utilizados nas indústrias de cimento, sendo que as mesmas são, geralmente, equipadas com filtros que oferecem um excelente controle de material particulado. As cinzas volantes recuperadas pelos filtros são geralmente misturadas com as matérias-primas do cimento. A fração que não sofre combustão constitui uma escória com muito ferro, que é, também, uma das matérias-primas para a produção de cimento (Barlaz et al., 1993).

Utilização de tratamentos termais (incineração, gaseificação, pirólise, etc.)

Esses métodos de disposição parecem ser os mais avançados e significantes, sendo capazes de mitigar alguns dos problemas mais urgentes observados nesta área (Sharma et al., 1998). Porém, estas alternativas têm elevado custo financeiro, necessitando de construção de instalações especialmente planejadas para utilização dos resíduos ou a conversão das instalações existentes (Chang, 1996), além do fato da prática de incineração ser proibida no município de Vitória.

Incorporação à massa asfáltica

As construções que estão sujeitas ao efeito de impacto serão beneficiadas com o uso do concreto emborrachado, já que melhor absorve o choque. Esse tipo de concreto também pode ser utilizado em auto-estradas (como um sistema de absorção de impacto), em barreiras de som e em construções que requeiram absorção de onda de choque de terremoto (Topçu; Avcular, 1997).

As propriedades dos pavimentos podem ser melhoradas pela adição de borracha recuperada à massa asfáltica. Esse tipo de mistura tem uma performance melhor ou, pelo menos, igual à mistura normalmente usada. A mistura de pneus na massa asfáltica permite o uso de 18 a 26% de borracha. O asfalto contendo borracha de pneu tende a ser superior ao asfalto convencional no tocante à resistência a rachaduras e à aderência (Barlaz et al., 1993).

O aumento da durabilidade dessa mistura é particularmente importante pois ela leva à uma potencial diminuição dos custos de manutenção da estrada. Além disso, pequenas ou nenhuma mudanças nos equipamentos são necessárias para se trabalhar com essa mistura. Em relação à vida útil dessa mistura, a borracha recuperada adicionada a massa asfáltica dura duas ou três vezes mais do que pavimentos comuns.

No Brasil, mais precisamente na cidade de Porto Alegre (RS) a prefeitura local utiliza pó de pneus para a recuperação de asfalto. Desde março de 2002 essa técnica vem sendo utilizada experimentalmente, mas o intuito é empregá-la em grande escala, já que, de acordo com a concessionária responsável por três pólos de pedágio naquele estado, o asfalto que utiliza pó de pneu (cerca de 1% da composição da massa) é 25% mais barato por apresentar vida útil 50% maior que o convencional (Carvalho, 2002).

A Figura 8 ilustra duas extensões de uma rodovia perto de Haste, Arizona (EUA). Ambos os pavimentos foram colocados em 1990 e as fotos foram tiradas em 1998. Enquanto o pavimento convencional (imagem esquerda) se apresenta severamente rachado, o pavimento da imagem da direita (com a adição de borrachas de pneus) está em condições muito melhores.



FIGURA 8 - Aplicação de pó de pneus em pavimentação asfáltica

Fonte: Way (2003).

Contenção de Encostas

Uma outra alternativa é o uso de pneus na contenção de encostas, onde estes são amarrados e enterrados, parcial ou completamente, em encostas instáveis. Os custos da construção são reduzidos entre 50 e 75% quando comparados aos usos alternativos como rochas ou proteção de concreto (Jang et al., 1998).

No Brasil, a cidade do Rio de Janeiro vem desenvolvendo um projeto, numa parceria entre uma universidade de Ottawa (Canadá), uma brasileira (PUC/RIO) e uma associação de moradores, que propõe a utilização de tiras de pneus inservíveis como uma alternativa na construção de muros de contenção de encostas em áreas de risco, habitadas pela população carente, como mostra a Figura 9.

Essa utilização é bastante aplicável, já que a cidade de Vitória apresenta grande taxas de ocupação em regiões que apresentam riscos de deslizamentos.



FIGURA 9 - Fases da construção dos muros de contenção de encostas

Fonte: Medeiros (2003).

Produtos de borracha reciclada

Devido à natureza vulcanizada da borracha, os pneus usados não podem ser reusados diretamente no ciclo de produção. De fato, a vulcanização transforma o elastômero em uma substância sem fusão e insolúvel. Por estas razões, é necessário tratar a borracha com um processo de desvulcanização para regeneração e reuso como materiais virgens. Segundo Sharma et al. (1998), usando tecnologias apropriadas, o pneu usado é moído para obter um pó ou um material granular tendo uma granulometria específica. As diferentes tecnologias usadas para este propósito são: processos desvulcanizantes, moagem criogênica e moagem mecânica.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Baseado nas informações apresentadas nos resultados, conclui-se que:

- Há necessidade de se realizar uma campanha de esclarecimento junto aos envolvidos na atividade de pneumáticos sobre a resolução CONAMA 258/99;
- Há necessidade, também, de se realizar estudos similares ao presente trabalho nos demais municípios da região metropolitana, para uma gestão integrada dos resíduos (pneus);

Com relação às alternativas à disposição dos pneus inservíveis em aterros, recomenda-se:

- Criação, pela prefeitura local, de dispositivos, como por exemplo, a diminuição da carga tributária ou cláusulas em licitações, que ofereçam vantagens para aquelas empresas que utilizam os pneus inservíveis;
- Fomentar a criação de um sistema integrado que envolva os comerciantes e os órgãos públicos, a fim de se ter informações mais fidedignas sobre a quantidade e o destino dos pneus inservíveis descartados.
- Criação de um selo para premiar os geradores ambientalmente corretos, no intuito de informar a população sobre os estabelecimentos que promovem uma destinação final adequada.

REFERÊNCIAS

1. ARIYADEJWANICH, P. et al. Preparation and characterization of mesoporous activated carbon from waste tires. **Carbon**. Thailand, v. 1, p. 1-8, 2002.
2. BARLAZ, M. A.; ELEAZER, W. E.; WHITTLE, D. J. Potential to use waste tires as supplemental fuel in pulp and paper mill boilers, cement kilns and road pavement. **Waste Management & Research**, USA, v. 11, p. 463-480, 1993.
3. BRASIL. Resolução CONAMA nº 258/99, de 26 de agosto de 1999. Estabelece que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, publicada no

- Diário Oficial da União no dia 2 dez. 1999.
4. CARVALHO, I. Capital testa asfalto feito com pó de pneu. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre, 27 nov. 2002. Disponível em: <<http://jcrs.uol.com.br/noticia.htm>>. Acesso em: 27 nov. 2002.
5. CECICH, V. et al. Use of shredded tires as lightweight backfill material for retaining structures. **Waste Management & Research**. U.S.A., v. 14, p. 433-451, 1996.
6. CHANG, Y..M. On pyrolysis of waste tires: degradation rate and product yields. **Resources, Conservation and Recycling**. Taiwan, v. 17, p. 125-139, 1996.
7. COLLINS, K. J. et al. Environmental impact assessment of scrap tyre artificial reef. **ICES Journal of Marine Science**. England, v. 59, p. 243-249, 2002.
8. COSTA, J. T. et al., Descarte de Pneus Usados em Londrina. **Revista Limpeza Pública**. Brasil, v. 54, 2000.
9. FUKUMORI, K. et al. Recycling technology of tire rubber. **JSAE Review**. Japan, v. 23, p. 259-264, 2002.
10. GARMENDIA, X. Situación de la gestión de NFU en Europa, España y en otros países. **Energia**. Informe. Mar./abr. 2001. Disponível em: <<http://www.energuia.com/es/bibliografia3.aspx?ID=1129>>. Acesso em 27 jun. 2003.
11. JANG, J.W. et. al. Discarded tire recycling practices in the United States, Japas and Korea. **Resources, Conservation and Recycling**, Japão, v. 22, p. 1-14, 1998.
12. LIU, H. S.; MEAD, J. L.; STACER, R. G. Environmental impacts of recycled rubber in light fill applications: Summary & Evaluation of existing literature. **Chelsea Center for Recycling and Economic Development**, U.S.A., p. 1-16, 1998.
13. MASTRAL, A. M. et al. Study of the viability of the process for hydrogen recovery from old tyre oils. **Fuel Processing Technology**. Spain, v. 75, p. 185-199, 2002.
14. MEDEIROS, L. **Construção de Muro de Contenção de Encostas com tiras de Pneus Usados**. Disponível em: <<http://www.puc-rio.br/sobrepuc/depto/servicosocial/nees/proj2.html>>. Acesso em 29 mai. 2003.
15. PICKERING, H. et al. Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: investigating the potential. **Marine Pollution Bulletin**. UK, v. 37, n. 8, p.505-514, 1998.
16. SEGRE, N.; JOEKES, L. Use of tire rubber particles as addition to cement paste. **Cement and Concrete Research**, Brazil, v. 30, p. 1421-1425, 2000
17. SEGRE, N.; MONTEIRO, P. J. M.; SPOSITO, G. Surface characterization of recycled tire rubber to be used in cement paste matrix. **Journal of Colloid and Interface Science**, USA, v. 248, p. 521-523, 2002.
18. SHARMA et al. Disposal of waste tyres for energy recovery and safe environment – review. **Energy Convers.** Great Britain., v. 39, n. 5/6, p. 551-528, 1998.
19. TOPÇU I. B.; AVCULAR N. Analysis of rubberized concrete as a composite material. **Cement and Concrete Research**. U.S.A., v. 27, p. 1135-1139, 1997.
20. WAY, G. **The Department Transportation of Arizona**. Disponível em: <http://home.snafu.de/kurtr/str/en_prod.html> . Acesso em: 29 mai. 2003.
21. WOLSKY, A. M.; GAINES, L. L. Discarded tires: A potencial source of hydrocarbons to displace petroleum. **Resources and Energy**, USA, v. 3, p. 195-206, 1981.