

UTILIZAÇÃO DE PNEUS INSERVÍVEIS NA COMPOSIÇÃO DA MASSA ASFÁLTICA

Eliane Fátima Strapazzon Beduschi, Universidade do Oeste de Santa Catarina
elianefsb@hotmail.com
Orientador: Prof^o. MSc. Ricardo Zanchett

RESUMO

O pneu possui papel fundamental e insubstituível em nossa vida diária, tanto no transporte de passageiros quanto no de cargas. Entretanto, quando se tornam inservíveis, acarretam uma série de problemas sanitários e ambientais. Uma maneira de corrigir este problema é a adição de borracha triturada em misturas asfálticas que, além de ecologicamente correto, melhora o desempenho dos pavimentos, retarda o aparecimento de trincas e diminui os custos operacionais. Nesse sentido, este trabalho objetiva apresentar a tecnologia de Asfalto Borracha que vem sendo aplicada no Brasil e procura esclarecer o seu desenvolvimento, suas vantagens ante o asfalto tradicional, e demais detalhes julgados relevantes.

Palavras chave: Meio Ambiente. Reutilização de pneus. Pavimentação rodoviária.

1 INTRODUÇÃO

Realizou-se o presente estudo sobre a utilização do pneu inservível na composição da massa asfáltica. O mundo inteiro enfrenta o mesmo problema quanto ao descarte de pneus inutilizável, os mesmos acabam se acumulando nas encostas das rodovias, rios, terrenos baldios e diversos lugares. Esse descontrole na eliminação do pneu acaba degradando o Meio Ambiente e causando também problemas para a sociedade como a proliferação do Mosquito da Dengue. O pneu possui papel fundamental e insubstituível em nossa vida diária, tanto no transporte de passageiros quanto no de cargas, e isso acaba gerando um acúmulo enorme de pneus que precisam ter um destino adequado.

Uma maneira de corrigir este problema é a adição de borracha triturada em misturas asfálticas que, além de ecologicamente correto, melhora o desempenho dos pavimentos e diminui os custos operacionais.

O presente estudo possibilitou identificar e conhecer o processo que permite utilizar matérias que representam um problema socioambiental, transformando-se numa oportunidade de geração de trabalho e renda. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo conhecer as diferentes alternativas para os pneus inservíveis e avaliar a viabilidade de utilização do pneu descartado e os resíduos do processo de reforma na composição de massa asfáltica.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA

Todo pneu, em algum momento, se transformará em um resíduo potencialmente danoso à saúde pública e ao meio ambiente. Para acabar com isto, uma solução à sua destinação final deverá ser adotada (BERTOLLO, et. al., 2000).

As recauchutagens e reciclagens têm sido propostas que buscam amenizar os danos causados à natureza, por quase 40 milhões de pneus descartados anualmente só no Brasil. Pesquisas do Instituto Brasileiro de Produção Sustentável (2005), demonstram que uma forma de reaproveitamento viável e econômico será a utilização de produto adquirido a partir da reciclagem como componente de asfalto que, além de melhor qualidade ainda reduz os custos podendo ser uma solução para as desgastadas estradas brasileiras.

De acordo com Silva (2007) a mistura do asfalto com a borracha não é uma tecnologia nova, têm aproximadamente 40 anos de vida. Foi desenvolvida no Arizona, Estados Unidos, por um técnico chamado Charles Mac'Dowell, que registrou sua patente depois de 10 anos de experiências, estudos e análises experimentais. Nesse processo o pneu é reciclado e triturado, dando origem à borracha granulada, sendo necessário haver a fusão entre os dois materiais, ou seja, dar origem a um terceiro produto, que não é nem o primeiro, nem o segundo, consistindo numa tecnologia altamente avançada, embora tenha 40 anos de idade.

Ainda conforme Silva (2007) o asfalto que se usa para fazer a mistura asfáltica é chamado de CAP (cimento asfáltico de petróleo) exercendo a função de ligante, pois, quem suporta as cargas é a pedra (brita), mas é preciso envolver a pedra, e é por isto que se usa o CAP. O ligante não agüenta muito bem as cargas e envelhece com o tempo. Quando fabricado, apresenta tonalidade negra e vai ficando cinza até chegar ao cinza bem claro, e quanto mais velho, vai ficando mais duro e quebradiço.

Segundo informações obtidas junto à empresa da Greca Asfaltos, verificou-se que todo asfalto tem uma vida útil determinada. Uma estrada não é construída para durar 50 anos. Ela é feita para durar cerca de 10 anos, porque existe o processo natural de envelhecimento do ligante asfáltico, que é um produto perecível. Mas quando se funde a borracha com o asfalto, sua vida útil passa a ser de 25 a 30 anos.

Utilizando-se desta técnica, além do aumento na durabilidade, o custo de pavimentação é diminuído e se reduz pela metade a espessura do asfalto que está sendo aplicado, a brita que vai utilizar, energia elétrica, o transporte da massa e a compactação. Essa redução proporciona um ganho considerável nesta tecnologia ecologicamente correta. Estima-se que cada quilômetro pavimentado com asfalto-borracha consome, em média, 500 pneus. Ainda conforme informações da Greca Asfaltos, esse número pode chegar a mil.

Identificou-se ainda que, a utilização da massa asfálticas permite uma redução do nível de ruído provocado pelo tráfego, sem alterar as condições de frenagem quando o asfalto está molhado, ou seja, apresenta as mesmas condições para frenagem de um pavimento asfáltico convencional seco, conforme informações repassadas pela empresa Greca Asfaltos.

Existe ainda, alternativa ecologicamente correta que podem ajudar no grande acúmulo de pneus sem destinação adequada: contenção de erosão do solo, combustível de forno para produção de cimento, cal, papel, e celulose, pisos industriais, solas de sapatos, tapetes de automóveis, equipamentos para *playground*, limitação de territórios em esportes, rampas para deficientes físicos, essas são apenas algumas das tantas maneiras que pode ser utilizado o pneu inservível.

No entanto, algumas dessas alternativas são provisórias, não dando uma solução definitiva para o grande acúmulo de pneus inservíveis.

Assim sendo e considerando os benefícios econômicos e ecológicos para a redução do volume e para reutilização ou reciclagem, elaborou-se o presente estudo quando dá utilização de pneus inservíveis na composição da massa asfáltica. Diante destas constatações, o estudo proposto procurou responder ao seguinte problema: como avaliar a utilização dos pneus inservíveis na composição de massa asfáltica?

1.2 JUSTIFICATIVA TEÓRICO-EMPÍRICA

A região enfrenta um grande problema quanto à destinação adequada de pneus descartados. No Brasil se tem um elevado consumo de pneus no transporte de cargas, pois ainda é o modal mais utilizado, segundo o Detran/SC, a frota de caminhões em fevereiro de 2010 é de 116.983 veículos e toda a frota do Estado de Santa Catarina é de 3.207.659 em circulação em fevereiro de 2010, isso vai representar um descarte de 30% dos pneus utilizados nessa frota, gerando um grande acúmulo de pneus inservíveis, que necessitam de um destino ambientalmente correto.

Desta forma, este estudo fornecerá subsídios quanto o aproveitamento que reverterá em ganhos econômicos, principalmente ambientais e também como referência para futuros estudos na área.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade de reutilização do pneu inservível na composição da massa asfáltica.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral da presente pesquisa, será necessário contemplar os seguintes objetivos específicos:

- Conhecer o processo de utilização de pneus inservíveis na composição da massa asfáltica;
- Apresentar as vantagens ecológicas e sociais do asfalto borracha;
- Apresentar a viabilidade técnica, mercadológica e econômica da utilização dos pneus inservíveis na composição da massa asfáltica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste item será apresentada a fundamentação teórica que trata da logística reversa dos pneus inservíveis.

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é a área da logística que trata, genericamente, do fluxo físico de produtos, embalagens ou outros materiais, desde o ponto de consumo até ao local de origem.

Segundo Leite (2003, p. 16) a logística reversa pode ser definida como:

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

Grisi et al. (2003) referenda vários autores que têm buscado caracterizar a logística reversa e sua abrangência nas empresas. Murphy e Poist (1989 apud GRISI et al., 2003) dão uma abordagem funcional e definem a logística reversa como a movimentação de produtos do consumidor em direção ao produtor, na cadeia de distribuição. Stock (2001, apud GRISI et al. 2003), amplia essa definição afirmando que a logística reversa faz referência ao papel da logística no retorno dos produtos oriundos de devolução, redução no consumo de materiais e de energia elétrica, reciclagem, substituição, reutilização de materiais, tratamento de resíduos, conserto, reforma ou remanufatura, sob a ótica da engenharia.

Rogers e Tibben-Lembke (1998) definem a logística reversa como um processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados, incluindo todo o fluxo de informação do ponto de consumo ao ponto de origem e com o objetivo de recuperar valor ou efetuar o descarte de forma adequada.

Para a Reverse Logistics Executive Council (2005), as atividades da logística reversa incluem processar a mercadoria retornada por razões como dano, sazonalidade, reposição, *recall*, excesso de inventário; reciclagem de embalagem e

reuso de *containers*; recondicionar, remanufaturar ou reformar produtos; dar disposição a equipamentos obsoletos; elaborar programas para materiais perigosos e ainda recuperação de ativos.

Segundo Dornier (2000), a logística reversa implica um processo de integração funcional, melhorando a gestão dos fluxos de materiais e informações. As responsabilidades da gestão das operações e da logística atuam na coordenação dos fluxos físicos relacionados à produção, distribuição ou serviços pós-vendas e se expandem englobando funções adicionais, como pesquisa, desenvolvimento e marketing no projeto e gestão dos fluxos.

De acordo com Lacerda (2002), a questão ambiental nas organizações vem ganhando importância crescente desde a década de 70, quando os consumidores desenvolveram maior consciência ambiental e passaram a cobrar postura similar das indústrias de bens de consumo ou serviços. A relevância do tema foi se acentuando no início da década de 80, mas somente a partir da década de 90 cresceu a preocupação sobre os impactos ambientais causados por materiais e produtos, que no seu pós-uso são depositados de forma inadequada na natureza. O escopo e a escala das atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens têm aumentado consideravelmente nos últimos anos.

Segundo Leite (2003, p. 206), os canais reversos de distribuição podem ser divididos em pós venda e pós-consumo. Para o autor a logística reversa de pós-venda, é definida como a

[...] específica área de atuação da logística reversa que se ocupa do planejamento, da operação e do controle do fluxo físico e das informações logísticas correspondentes de bens de pós-venda, sem uso ou com pouco uso, que por diferentes motivos retornam aos diferentes elos da cadeia de distribuição direta, que constituem uma parte dos canais reversos pelos quais fluem esses produtos. Esses produtos retornam por vários motivos, sejam eles comerciais, por erro no momento da emissão do pedido, garantia, defeitos de fabricação, de funcionamento ou até por danos causados no transporte.

Segundo Leite (2003), para falar em logística reversa de pós-consumo é preciso antes falar em ciclo de vida ou vida útil de um produto, uma vez que a vida útil de um bem é entendida como o tempo decorrido desde a sua produção original até o momento em que o primeiro possuidor se desembaraça dele. Desse modo, temos um bem de pós-consumo quando a vida útil do produto chega ao fim.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA DOS PNEUS INSERVÍVEIS

De acordo com o RLEC (*Reverse Logistics Executive Council*, 2008) as tarefas da logística reversa incluem:

- processar a mercadoria retornada por razões como dano, sazonalidade, reposição, *recall* ou excesso de inventário;

- reciclar materiais de embalagens e reusar contêineres;
- recondicionar, remanufaturar e reformar produtos;
- dar disposição a equipamentos obsoletos;
- tratar materiais perigosos;
- permitir recuperação de ativos.

Muitas empresas já buscam a logística reversa como um diferencial e para tanto vêm atuando cada vez mais nas atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens. Lacerda (2003) argumenta que alguns dos motivos para que isso aconteça são:

- as questões ambientais, com uma nova legislação ambiental que responsabiliza a empresa por todo ciclo de vida de seus produtos, principalmente no que diz respeito ao seu destino após a entrega aos clientes e ao impacto que estes produzem no meio ambiente; além disso, com o aumento da consciência ecológica dos consumidores que procuram produtos de empresas que estejam preocupadas em reduzir os impactos negativos de sua atividade ao meio ambiente, com uma visão ecologicamente correta;
- a concorrência cada vez mais acirrada, fazendo com que as empresas busquem formas de diferenciação por serviço. Uma boa política de logística reversa mostra aos clientes o quão mais liberal a empresa pode ser quando se trata de questões de retorno de produtos, já que existem possibilidades de obtenção de produtos danificados e as leis de defesa dos consumidores garantem o direito de devolução ou troca de produtos com problemas;
- a redução de custos pela adoção da logística reversa, podendo trazer consideráveis retornos para as empresas. Economias com a utilização de embalagens retornáveis ou com o reaproveitamento de materiais para produção têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas. Além disto, os esforços em desenvolvimento e melhorias nos processos de logística reversa podem produzir também retornos consideráveis, que justificam os investimentos realizados.

2.3 MEIO AMBIENTE E IMPACTO AMBIENTAL

A política nacional do meio ambiente, Lei 6.938, de 31.08.81 – art. 3º, I, expressa: “meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

Segundo Kraemer (2004), a idéia de meio ambiente para as organizações é simplesmente o suporte físico que fornece a empresa os recursos necessários para desenvolver sua atividade produtiva e o receptor de resíduos que se geram.

A relação entre organização e o meio possivelmente está em avaliar o grau de desequilíbrio provocado pelas ações das organizações. Estas alterações provocadas pelas empresas podem ser enquadradas como impacto ambiental.

Juridicamente, impacto ambiental é definido pela Resolução nº. 001 de 1986 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 1º, considerando qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afete: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais.

A principal questão envolvendo o impacto ambiental, possivelmente está em avaliar o grau de alteração desencadeado pela presença das empresas. Se o meio não foi capaz de absorver as ações, ou, quais as conseqüências destas ações ao restante do meio. Que atitudes serão necessárias para reverter, melhorar o cenário ao qual a empresa está impactando.

É oportuno salientar a existência de dois conceitos apresentados por Ormond (2006), que indica os tipos de modificações no ambiente atribuídas ao homem, as quais podem ser negativas ou positivas. Sendo modificações causadoras de danos, destruição, degradação, são denominadas de impacto ambiental negativo. Contudo, é possível também, desenvolver ações para melhorar a situação, o cenário, regenerando áreas ou funções ambientais degradadas, assim indicando impacto ambiental positivo por meio da gestão ambiental contínua.

Para melhorar a condição ambiental as organizações buscam desenvolver programas que tratam especificamente destes elementos. Um dos objetivos da gestão ambiental é de organizar e alocar recursos da empresa para compor um processo que se integre de forma coerente e permanente com o meio ambiente. Ela pretende minimizar os efeitos da ação da empresa, os impactos que possivelmente possam atingir negativamente o meio ambiente.

2.4 PROCESSO DE UTILIZAÇÃO DO PNEU

O pneu após a utilização se torna um produto inservível de grande problema ambiental. Uma maneira ambientalmente correta é a adição do pó de borracha na construção da massa asfáltica.

Segundo informações obtidas no site <http://www.patenteonline.com.br>; o processo de produção de pó de borracha é através de um conjunto de equipamentos e moinhos montados em circuito fechado e equipamento utilizado para moer partículas de borracha em pó de borracha. O pó de borracha que utiliza como matéria prima o granulado de borracha originária de pneus inservíveis ou retalhos de peças de borracha prensadas; O processo compreende um circuito fechado de equipamentos, sendo um moinho circular rotativo utilizado para triturar e moer a matéria prima, uma peneira vibratória aberta que pré separa os grãos de dimensional não aceito, fazendo-os voltar ao moinho através de condutor por rosca para novo processo de trituração até que se obtenha a granulometria ideal que passará ao equipamento

seguinte, qual seja, a uma peneira rotativa fechada aplicada como separadora automática e equipada com malhas iguais ou distintas entre si para separação de classificações adequadas. A etapa seguinte consiste na transformação físico-química do pó de borracha em borracha regenerada ou com até 65% de características da borracha original, passando a ser utilizada como matéria-prima para a fabricação de peças de borracha novamente vulcanizada ou para ser adicionada na construção da massa asfáltica.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo buscou conhecer os diferentes fins dados aos pneus inservíveis e em especial ao processo de adição do pó de borracha na construção da massa asfáltica.

3.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O estudo foi abordado de forma qualitativa e descrita o presente estudo será abordado.

Segundo Richardson (1989), os estudos qualitativos descrevem com maior complexidade e profundidade um determinado problema.

Já de acordo com Raupp e Beuren (2004) no estudo descritivo, descrever significa identificar, relatar, comparar, entre outros.

3.3 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

Os dados coletados foram obtidos junto à empresa Greca Asfaltos, com sede na cidade de Araucária – PR.

Além disso, utilizou-se a pesquisas bibliográfica ou de fonte secundária que segundo Colauto e Beuren (2004, p.135) utilizam, fundamentalmente, contribuições já publicadas sobre o tema estudado”. São considerados documentos de fontes secundárias as teses, dissertações, monografias, artigos de anais, artigos eletrônicos, publicações avulsas, livros, revistas, os boletins de jornais.

3.4 TÉCNICA DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Segundo Colauto e Beuren (2004, p.136) analisar dados “significa trabalhar com todo o material obtido durante o processo de investigação, ou seja, com os relatos de observação, as transcrições de entrevistas, as informações dos documentos e outros dados disponíveis”.

Assim sendo, utilizou-se todos os elementos observados quanto à visita a empresa e na pesquisa bibliográfica que possibilitaram atingir os objetivos propostos.

4 RESULTADOS DO ESTUDO

Os elementos do resultado do estudo foram divididos em quatro partes, iniciando pelas vantagens ecológicas e sociais do asfalto borracha, seguindo de uma análise técnica, econômica e financeira e mercadológica.

4.1 VANTAGENS ECOLÓGICAS E SOCIAIS DO ASFALTO BORRACHA

O reaproveitamento de pneus inservíveis se constitui em todo o mundo em um desafio muito difícil, dadas as suas peculiaridades de durabilidade (em torno de 600 anos), quantidade, volume e peso, principalmente a dificuldade em dar um destino ecologicamente correto e economicamente viável (MORELHA JR.; GRECA, 2003).

Segunda a empresa Greca Asfaltos, com a adição da borracha moída do pneu na composição do asfalto, podemos citar alguns benefícios ecológicos e sociais gerados:

- a) Surgimento e fortalecimento de empresas especializadas – a oportunidade de criação de novas empresas e fortalecimento das existentes no ramo de reciclagem de pneus para a comercialização para as que produzem asfalto borracha;
- b) Criação de novos empregos - diretos nas empresas recicladoras e indiretos ligados no recolhimento do pneu inservível, além de criar novas fontes de tributos o que beneficia o setor público e em contrapartida toda a população;
- c) Redução de locais para a proliferação de insetos - prejudiciais à saúde a até letais ao ser humano, além de um alto custo aos cofres públicos para manter um programa de combate ao mosquito da dengue, além de reduzir a poluição visual causada pelo descarte de pneus em locais impróprios;
- d) Diminuição de alagamentos em dias de intensa chuva - menor obstrução em rios, lagos, causados pelo indevido descarte de pneus;
- e) Diminuição dos riscos de incêndios - menor deposição de pneus, sob qualquer formato em aterros sanitários e depósitos, reduz do risco de incêndios incontroláveis;

- f) 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 que será alcançada na vida útil de nossas estradas. Não esquecendo que o petróleo, e por conseqüência o asfalto, é uma fonte não renovável de energia.

4.2 ANÁLISE TÉCNICA

A análise técnica descrita a seguir busca uma alternativa técnica/econômica viável para a pavimentação de vias urbanas e rodoviárias.

O Brasil possui uma demanda muito grande de implantação e recapeamento de vias e corredores de tráfego. O estado de Santa Catarina é dos estados que mais necessita de revestimentos asfálticos de alto desempenho, às rodovias federais e estaduais apresenta sinuosidade, aclives e declives, sendo que retas planas são a menor porção, contribuindo para elevar ainda mais os acidentes com vítimas fatais.

Segundo informação da 8ª Superintendência da Polícia Rodoviária Federal - SC, o estado de Santa Catarina está em 3º lugar no ranking de acidentes com vítimas fatais, são 618 mortos no ano de 2009, representando 7,7 %, perdendo apenas para Minas Gerais e Bahia.

Com isso percebe-se hoje que os ligantes asfálticos convencionais não apresentam um desempenho adequado. O alto volume de tráfego, o excesso de carga por eixo, as temperaturas ambientes elevadas e a falta de manutenção contribuem para que os pavimentos apresentem, de forma acelerada, defeitos como deformação permanente nas trilhas de roda e trincamento por fadiga.

Sendo assim, obras recentemente especificadas com o uso de ligantes convencionais não conseguem atingir as expectativas de vida projetada, criando problema oneroso e de difícil solução para a administração pública, além do desgaste político provocado.

É necessário investir em misturas asfálticas mais resistentes e duráveis e em tecnologias novas que aumentem a durabilidade das nossas rodovias e vias urbanas. A adoção de misturas asfálticas especiais com ligantes modificados é uma alternativa bastante interessante já com um histórico nacional representativo.

A tecnologia de modificação de ligantes asfálticos pela adição de borracha moída de pneus surge como destaque, pois além de proporcionar um excelente desempenho físico e reológico ao ligante, incorpora em seu escopo um apelo ecológico de grande relevância, resolvendo um dos maiores problemas ambientais existentes hoje no planeta, ou seja, o descarte clandestino de pneus inservíveis. Como exemplo, para recapear um quilômetro de pista com espessura de 5 cm de CBUQ, a Greca Asfaltos utiliza aproximadamente 1.000 pneus inservíveis.

4.3 ANÁLISE ECONÔMICA E FINANCEIRA

Conforme dados da empresa Greca Asfaltos, a seguir, é apresentada de maneira sucinta, a avaliação econômico-financeira de uma obra com Asfalto Borracha.

A análise de custo de uma obra de restauração de 30 km de extensão em que o projeto especifica a aplicação de uma camada de concreto asfáltico com ligante CAP-50/70 de 5 cm de espessura. Alternativamente, apresenta – se também, o orçamento de um revestimento com Asfalto Borracha com redução de espessura de 30%, ou seja, com 3,5 cm de reforço.

Portanto, para 30 km, se obtém as seguintes quantidades de massa asfáltica:

Considerando que a produção da usina de asfalto seja de 9.000 toneladas por mês, teremos 3 meses para aplicar o CBUQ com asfalto convencional e aproximadamente 2 meses para o Asfalto Borracha (no caso da redução de 30%). Implica dizer que se economiza um mês de custo fixo das instalações industriais e da mão-de-obra necessária para a aplicação do revestimento.

Premissas adotadas:

- o preço do CAP-50/70 é de R\$1.150,00/tonelada;
- da mesma forma, o preço do Asfalto Borracha é de R\$1.550,00/tonelada;
- os preços acima são sem frete; e,
- o teor de ligante da mistura asfáltica com CAP-50/70 considerado é de 5,0% e o teor de ligante da mesma mistura com Asfalto Borracha é de 5,5%. Considera-se, então, o aumento de teor do ligante Asfalto Borracha na mistura asfáltica já que este é muito mais viscoso que o ligante convencional.
- os preços por tonelada que remuneram todos os insumos e a aplicação da massa na pista, de forma expedita, são os seguintes:

Observa-se, portanto, um preço de execução de Asfalto Borracha em torno de 15% mais caro que o preço de execução de CBUQ convencional. Essa majoração remunera os custos para elevar as temperaturas de usinagem da mistura asfáltica e para aumentar a eficiência na compactação do revestimento.

Considerando os dados já mencionados, segue abaixo a descrição dos custos de execução dos revestimentos de CBUQ com cada tipo de asfalto:

CBUQ com CAP 50/70 – Asfalto Convencional	R\$ 200,00 por tonelada
CBUQ com Asfalto Borracha	R\$ 230,00 por tonelada

Quadro 1 – Custo de execução

Fonte: dados da pesquisa

Revestimento em CBUQ convencional:	Revestimento em CBUQ com Asfalto Borracha com redução de 30%:
30.000 m X 7,00 m X 0,05 m X 2,5 t/m ³ = 26.250 toneladas de massa asfáltica de CBUQ normal	30.000 m X 7,00 m X 0,035 m X 2,5 t/m ³ = 18.375 toneladas de massa asfáltica de CBUQ com Asfalto Borracha

Quadro 2 – Quantidade de Revestimento

Fonte: dados da pesquisa.

Grandezas	Cálculo	Unidade	Tipo de Asfalto	
			CAP 50/70	Asfalto Borracha
Quantidade de massa asfáltica de CBUQ produzida		Ton	26,250	18,375
Custo de Usinagem/Aplicação por ton. de CBUQ aplicado		R\$/Ton	200,00	230,00
Quantidade de massa x custo de usinagem/aplicação	AxB	R\$	5.250.000,00	4.226.250,00
Teor de asfalto		% em peso	5,00	5,50
Custo do Asfalto por tonelada		R\$/Ton	1.150,00	1.550,00
Custo Asfalto no CBUQ	AxCxE	R\$	1.509.375,00	1.566.468,75
Custo Total da Obra	C + F	R\$	6.759.375,00	5.792.718,75

Quadro 3 – Custo: Asfalto Convencional X Asfalto Borracha

Fonte: dados da pesquisa

A redução de custo quando se utiliza o revestimento de CBUQ com Asfalto-Borracha, dada em porcentagem pelo cálculo:

$$\% \text{Redução de Custo} = (6.759.375,00 - 5.792.718,75) \times 100 / (6.759.375,00) =$$

É mostrada no quadro a seguir:

Redução de Custo do CBUQ com Asfalto-Borracha em substituição ao CAP 50/70	R\$	966.656,25
	%	14,3

Quadro 4 – Custo Asfalto Borracha

Fonte: dados da pesquisa.

Diante do exposto, se conclui que a utilização de revestimento com Asfalto Borracha permite uma redução no custo da obra de aproximadamente 14%. Reduções de espessura de menor monta, como 20% ou 25%, também permitirão uma redução importante no custo da obra.

4.4 ANÁLISE MERCADOLÓGICA

Segundo o Conselho Nacional do Meio ambiente, foi publicado no dia 1º de outubro no Diário Oficial da União, a Resolução nº. 416 que dá destinação ambientalmente adequada aos pneus inservíveis.

Com a nova norma os municípios com mais de cem mil habitantes, poderão contar, pelo menos, com um ponto de coleta implementado pelos fabricantes e importadores de pneus novos, que terão até um ano para adotarem os procedimentos.

Os municípios onde não houver ponto de coleta serão atendidos por esses fabricantes e importadores que serão obrigados a divulgar, por meio de um plano de gerenciamento de coleta, armazenamento e destinação de pneus usados (PGP), aos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama).

Outra novidade é que para cada pneu comercializado, as empresas fabricantes ou importadoras de pneus terão que dar destinação adequada a um pneu inservível. Com base nisso, a reciclagem do pneu está iniciando um grande nicho comercial, gerando emprego e renda para a sociedade.

Segundo a empresa Greca Asfatos, para se construir 1 km de pista com 4,0 cm de Concreto Betunoso Usinado a Quente (mistura materiais pétreos + pó de borracha) se consome 1.000 pneus inservíveis. E nesse contexto, já existem no mercado muitas empresas no mercado produzindo e fornecendo pó de borracha e algumas delas se encarregam pela captação dos pneus.

Segundo informações obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama), desde o dia 31 de março de 2010, as empresas importadoras e fabricantes de pneus novos com peso unitário superior a 2 kg terão 30 dias para comprovar, por meio de relatórios específicos no site do Ibama, a destinação adequada de pneus inservíveis. Os relatórios deverão ser preenchidos trimestralmente.

De acordo com a Instrução Normativa nº.01/2010, os casos de importação como, por exemplo, admissão temporária, retorno de mercadorias e exportação temporária, são dispensados da obrigatoriedade. Importações realizadas por pessoa física onde o total importado seja igual ou inferior a quatro unidades por ano de pneus novos, e o peso de cada pneu não ultrapasse 40 kg, também são dispensados da regulamentação.

O objetivo da medida é dar uma destinação adequada aos pneus inservíveis e evitar que eles sejam jogados em rios e lagos, provocando assoreamento, ou que, abandonados, sirvam de abrigo para vetores de doenças, como a dengue. Somente no ano de 2009 foram fabricados 53,8 milhões e importados 21,8 milhões de pneus novos.

5 CONCLUSÃO

Constatou-se que além do inegável benefício ecológico, a destinação adequada dos pneus inservíveis contribui para a diminuição da proliferação do mosquito da dengue, pois os pneus abandonados em terrenos baldios ou armazenados à espera de destinação final tendem a acumular água no seu interior e representam um criadouro potencial do mosquito "Aedes aegypti", cujas larvas proliferam na água parada.

Observou-se que outro ponto importante da utilização do pneu inservível na composição da massa asfáltica é o surgimento e fortalecimento de empresas especializadas na reciclagem de pneus, pois a reciclagem do pneu cria um nicho comercial responsável pela geração de emprego e renda para a sociedade e para o Estado. Por outro lado, o estado não deve com isso diminuir a cobrança das empresas fabricantes de pneus, para que as mesmas cubram com as suas obrigações de dar destinação adequada aos pneus inservíveis.

Por meio dos dados coletados constatou-se que a fabricação do asfalto com a adição do pó de borracha aumenta a durabilidade em até cinco vezes mais do que os pavimentos com asfaltos convencionais, exigindo menos manutenção, a reflexão de trincas é reduzida consideravelmente, oferece uma excelente aderência dos pneus ao pavimento, reduz os ruídos provocados pelo tráfego entre outros benefícios.

Visto a necessidade de compatibilizar o asfalto convencional para receber a modificação, por meio da adição de determinados aditivos e o custo industrial da modificação podem onerar o custo do asfalto borracha em relação ao preço do asfalto convencional em curto prazo. Mas este custo a mais é plenamente justificável perante o seu benefício.

Finalmente espera-se que os resultados apresentados nesse estudo possam fazer com que a sociedade se conscientize do elevado custo ambiental da destinação inadequada dos pneus inservíveis, acelerando ainda mais a implantação de projetos de asfaltos com a adição de pó de borracha, ajudando a solucionar os graves problemas causados pela disposição inadequada destes pneus usados.

REFERÊNCIAS

ASFALTO borracha: A alternativa ecológica para reutilização de pneus usados. Disponível em: <<http://www.universia.com.br>>. Acesso em: 11 nov. 2009.

BERTOLLO, S. A. M; JÚNIOR, J. K. F; VILLAVERDE, R. B; FILHO, D. M. Pavimentação asfáltica: uma alternativa para a reutilização de pneus usados. **Revista Limpeza Pública**, n. 54. Associação Brasileira de Limpeza Pública – ABPL, 2000.

COLAUTO, Romualdo Douglas. BEUREN, Ilse Maria. Coleta, Análise e Interpretação dos Dados. In. BEUREN, Ilse Maria (Org). **Como elaborar trabalhos**

monográficos em contabilidade: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 10 nov. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 11 jan. 2010.

DORNIER, P. **Logística e operações globais**. São Paulo: Atlas, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GRECA ASFALTOS. Disponível em: <<http://www.grecaasfaltos.com.br>>. Acesso em 11 nov. 2009.

GRISI, C. C. et al. Logística reversa. In. SEMINÁRIO EM ADMINISTRAÇÃO, 6, 2003, São Paulo.

LACERDA, L. **Logística reversa:** uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: COPPEAD, 2002. Disponível em: <http://www.centrodelogistica.org/new/fs-public.htm>. Acesso em: 08 fev. 2010.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa:** Meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

Processo de produção de pó de borracha através de um conjunto de equipamentos e moinhos montados em circuito fechado e equipamento utilizado para moer partículas de borracha em pó de borracha. Disponível em: <<http://www.patenteonline.com.br>>. Acesso em: 03 maio 2010.

RAUPP, Fabiano Maury. BEUREN, Ilse Maria. Caracterização da Pesquisa em Contabilidade. In. BEUREN, Ilse Maria (Org). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade:** teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

REVERSE LOGISTICS EXECUTIVE COUNCIL. **What is reverse logistic?** Disponível em: <<http://www.rlec.org/glossary.htm>>. Acesso em: 24 fev. 2010.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social:** métodos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R, S. **Going backwards:** reverse logistics, trends and practices. Reno: Center for Logistics Management, 1999.

STOCK, James. Reverse Logistics in the Supply Chain, **Revista Transport & Logistics**, 2001, p. 44.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa na educação. São Paulo: Atlas, 1987.