Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Dezembro de 2018

ASFALTO-ECOLÓGICO: DESÁFIOS E SOLUÇÕES

[1]Wolfram Mozart; [2]Arnon Roberto Rihs

Resumo

Asfalto-ecológico ou asfalto de borracha éobtido a partir da combinação entre o pó de borracha de pneus velhos e ligantes asfáltico. O asfalto-ecológicoe considerado umadas alternativas entre desenvolvimento e preservação ambiental. Este trabalho objetiva por meio de pesquisas bibliográficas o estudo da incorporação de borracha de pneu em ligantes asfálticos com isso apresentar os problemas e soluções envolvidos nesta tecnologia. Entretanto, há muitas dúvidas sobre a utilização desta tecnologia, sobre viabilidade e sustentabilidade, características estas que consequentemente sendo empregadas de maneira adequada proporcionariam uma melhoria da pavimentação de nossas estradas e ruas das cidades, tornando-as de melhor qualidade, mais seguras, além de proporcionar mobilidade sem agredir o meio ambiente.

Palavras-chave: asfalto-ecológico; sustentabilidade; viabilidade.

Abstract

Asphalt-ecological or rubber asphalt is obtained from the combination between the rubber powder of old tires and asphalt binders. The asphalt-ecological is considered one of the alternatives between development and environmental preservation. This work aims to study the incorporation of tire rubber in asphalt binders with the aim of presenting the problems and solutions involved in this technology. However, there are many doubts about the use of this technology, about viability and sustainability, characteristics that consequently being employed in an appropriate way would improve the pavement of our highways and city streets, making them better quality, safer, mobility without harming the environment.

Keywords: asphalt-ecological; sustainability; viability.

[1] Acadêmico do quarto período de Engenharia civil FUPACTO – E-mail: jrrepresentacoesro@gmail.com

[2] Professor Adjunto do curso de Engenharia civil FUPACTO – E-mail: profarnon@gmail.com

1 Introdução

Num país de estradas esburacadas e com 78% de suas rodovias sem nenhuma pavimentação, a demanda de obras de asfaltamento é urgente, o Brasil também é um multiplicador de pneus velhos descartados sem nenhum controle,um pneu leva em média 600 anos para decompor, o que gera um grave problema ambiental. (TRIGUEIRO, 2012)

Para asfalto de má qualidade e pneu velho, a provável solução para esses dois problemas crônicos pode estar na tecnologia que transforma pneu velho em asfalto novo de excelente qualidade. Nessa tecnologia, o problema vira solução; portanto este trabalho objetiva discutir a incorporação de borracha de pneu em ligantes asfálticos assim como apresentar os problemas e soluções envolvidos nesta tecnologia.

Sabemos que as rodovias exercem papel fundamental no transporte das riquezas de um país, e desua grande importância econômica no desenvolvimento de uma nação,entre tantos, podemos apontar o escoamento do agronegócio, o turismo entre outros que sustentam a balança comercial favorável do país. Assim, uma malha rodoviária de qualidade é primordial para que isso aconteça com louvor. Melhor ainda se pudéssemos ter rodovias de qualidade, com efeitos menos nocivos ao ambiente. Isso não é impossível, percebemos que basta buscar tecnologias mais limpas e capazes de solucionar o problema da malha viária brasileira e a degradação do meio ambiente.

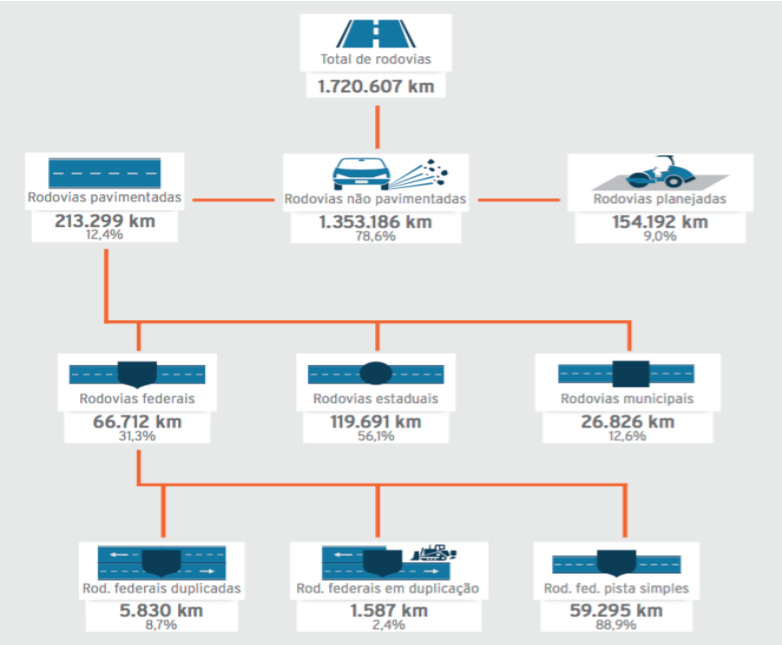
Etimologicamente, o termo sustentabilidade deriva de sustentável, “que pode sustentar-se”. Em termos ecológicos, veio a significar a consciência de que os recursos naturais são finitos e que se deve aproveitar ao máximo o que foi retirado como mateira prima, preservando e reutilizando-o. Trata-se de um movimento novo quando comparado ao da revolução industrial, que ocorreu a partir do século XVIII, acelerou-se no século XIX e criou raízes em diversas classes sociais e nações, pelo qual o que vem da natureza deve ser crescentemente explorado para enriquecer o homem.

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, revisando publicações do período de 2010 a 2017. Esta pesquisa tem por objetivo citar as características, vantagens e desvantagens, tanto econômicas, como ambiental e social do asfalto-borracha, e é classificada quanto aos fins como descritiva e de abordagem qualitativa.

2 Crise viária brasileira

O Brasil possui 1,720 milhão de quilômetros de estrada noano passado, dos quais apenas 12,4%(213.543 km) são pavimentadas,o restante da malha se divide em estradasnão pavimentadas (78,5%) ou planejadas (9,1%), um número muito pequeno e relação a outros países. A malha ficou estagnada nos últimos nove anos, já que a extensão de rodovias pavimentada sedesenvolveram somente 0,5% nesse período, ou apenas 962 quilômetros em relação aos 212.491 km de 2009. A proporção de estradas asfaltadas no total da malha se manteve os mesmo 12,4% anteriores. As rodovias federais e os principais trechos das rodovias estaduais possuem problemas no estado geral de conservação das pistas em 61,8% da extensão percorrida. Os problemas no asfalto atingem 50% dos trechos, com pavimentação péssima em 2,8% dos casos e ruim em 13,2%. (CNT, 2017)

Nota: Atualizada de acordo com o SNV de 2017, utilizado como base para a Pesquisa de 2018.



Fonte:CNT

Enquanto a malha permanece estagnada e sem a devida melhoria e manutenção, a frota de veículos aumenta a cada ano, sendo registradosno País, um crescimento de 63,6% entre 2009 e 2017, passando de 59,361 milhões para 98,201 milhões.

O asfalto de borracha contribui apenas com oito mil km dessa insignificante estatística. A malha viária brasileira está em calamidade pública há vários anos, com estradas totalmente degradadas pela ação do tempo e por tráfego intenso, principalmente por caminhões e carretas, havendo necessidade de intervenção urgente na melhoria das estradas e nos produtos tecnológicos usados, proporcionando qualidade e desempenho.(CNT, 2017)

Atualmente o Brasil conta com uma imensa quantidade de veículos transitando a todo instante nas estradas, dentre essa quantidade há muitos veículos de grande porte, pesados, como

caminhões, ônibus e carretas, que por sua vez são os que mais degradam a malha asfáltica no país devido ao porte e ao peso. Quando se trata de veículos de grande porte, logo nos remete a danificação acelerada do asfalto, por isso as rodovias precisam ser constantemente reformadas, pois grande parte do asfalto brasileiro é de péssima qualidade.

3 Asfalto-ecológico

Quando Charles Goodyer, nas primeiras décadas do século XIX, deixou cair enxofre e borracha sobre o fogo e percebeu que esta adquiria uma consistência mais solida, estava dando os primeiros passos para o desenvolvimento do processo de vulcanização(adição, a altas temperaturas, do elemento enxofre) da borracha. Entre os aproveitamentos desta nova tecnologia nas décadas subsequentes, os pneus tornou-se para a indústria automobilística a forma ideal, que ate nos dias atuais, a única de contato de seus modelos com o solo.

Agora, quase dois séculos depois, estima-se em centenas de milhões o número de carcaças de pneus velhos descartados anualmente. Só no Brasil, são mais de 30 milhões de pneus inservíveis por ano. Nos Estados Unidos, estima-se que esse númerochegue a aproximadamente 200 milhões. Como somente uma pequena parcela é reaproveitada, os resíduos sólidos ou são utilizados como combustível ou descartado na natureza, assim tornou-se uma questão ecológica de difícil resolução.

A borracha, uma das principais matérias da engenharia moderna essencial na engenharia, o asfalto-borracha pode parecer novidade em pavimentação, mas não é, nos Estados Unidos é usado ha mais de 40 anos, criado em 1960 pelo norte-americano Charles MacDonald, o asfalto-borracha cobre hoje aproximadamente 70% da malha rodoviária do Arizona. Também está presente nos Estados da Califórnia, Florida e Texas. Fora dos Estados Unidos, a tecnologia pode ser vista da África do Sul e em Portugal, além do Brasil

Borracha de Pneu



Fonte:Divulgação/Dana

No Brasil só começou a ser visto por volta do ano de 2000, depois que a patente que protegia a tecnologia venceu. Foi o iníciopara que o pó extraído do pneu se tornasse praticável. O material e caracterizado por mistura descontinua com ligante asfáltico modificado por borracha triturada de pneus e compactado a quente. Quanto maior o teor de borracha aplicado, mais eficiente o pavimento. São vários métodos que varia de 5% a 20% de pó de borracha.(MAZZANETTO, 2011)

Segundo Mazzanetto, para realizar a pavimentação de 1 km a Ecovias(asfalto ecológico) , reutilizam-se em media 600 pneus e a Univias (consórcio) utiliza cerca de 1000 pneus, que são utilizados em forma de pó incorporados a outros materiais necessários para a construção do asfalto-borracha. Esse pó de pneus é proveniente de empresas especializadas, que são responsáveis por coletar esses pneus, transforma-los em pó e vender para as empresas que fazem a utilização desse subproduto. Essas empresas fazem com que o material se torne útil novamente, como matéria prima na indústria da borracha.Ao ser quimicamente adicionado ao cimento asfáltico e petróleo, o composto resultante dessa extração da ao asfalto as características que pertenciam ao pneu, como capacidade de não perder as características funcionais por causa da variação de temperatura ou intempéries, e as vantagens de aumentar a estabilidade e prolongar a vida útil do pavimento.

Medidas já estão sendo adotadas no cenário nacional e outras poderão ser adotadas a curto prazo , por exemplo: o asfalto borracha apesar de ser pouco utilizado no Brasil, o seu uso já está sendo utilizado por algumas concessionárias em estradas privatizadas pelo governo, outra medida seria as entidades públicas, em suas licitações exigir o fornecimento desse produto, já que em laudos técnicos que demostrem que o custa vai ser revertido no futuro em uma durabilidade maior. Esse laudo precisa ser elaborado por um responsável técnico com experiência na área (um engenheiro cível ou técnico em pavimentação) e deve ser trazer todas as características da composição do produto no memorial descritivo, nos projetos básicos ou executivos. É preciso citar padrões mínimos, espessuras, tipos de matérias que poderão ser usados, composição mínima, ideal ou máxima do produto final. E esse quadro, só poderá se reverter, com a iniciativa do governo, para mudar essa estática, e aumentar a quantidade vias asfaltadas no Brasil e com qualidade mínima aceitável.

3.1 Produção

Quando estamos trafegando em asfalto de qualidade e estruturado nos referimos a ele, como um tapete, é assim que e descrito o asfalto, seja em uma estrada, rodovia,nas pistas das cidades e aeroportos. A qualidade do produto(asfalto) influenciam diretamente no conforto

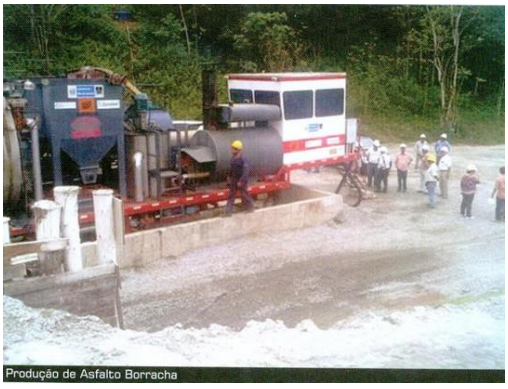
dos usuários, mas as propriedades, deste item não estão ligadas apenas a comodidade, como também a segurança. Estradas, avenidas e pistas, quando construídas com um material de qualidade, garantem estabilidade e aderência aos pneus, quesito fundamental para evitar acidentes e consequente preservando a vida dos usuários daquela malha rodoviária.

Uma das maiores curiosidades dos usuários, se faz,ao como é realizada a produção de asfalto. Imediatamente após ser esfriado, o petróleo é transportadopara as refinarias onde são colocados em tanques específicos para dar origem ao diversos derivados como a gasolina, diesel e o asfalto. Todo este processo acontece de acordo coma temperatura, e é conhecido como destilação fracionada. Conforme a temperatura aumenta, vão surgindo os subprodutos, com pontos de ebulição completamente diferentes, densidades diferentes e pesos diferentes. O asfalto e uma das frações mais pesadas do petróleo com um ponto de ebulição 600ºC.

São diversos os tipos de asfalto e as especificidades de cada um,dependem dos componentes presentes em sua composição, que serão relacionados de acordo com a necessidade de cada terreno a ser asfaltado e afinalidade da obra. Por exemplo, uma rodovia movimentada que recebe diariamente centenas de caminhões precisa de uma pavimentação mais resistente do que a de uma rua residencial. A composição padrão na produção de asfalto e a mistura de betume, areia, pó de pedra ebritas, que e dispensada nas ruas e assentadas por compressores, este padrão e regulamentado pela ABEDA – Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto.

Para a produção do asfalto-borracha, o pneu é moído pelo processo de granulometria fina para se transforma em pó de borracha. A melhor alternativa são os pneus de caminhões já que o mesmo possuiuma média de 30% a 33% de borracha natural, já enquanto os de automóveis menores possuem uma média menor, entre 16% a 20% de borracha natural.(NETO, 2017)

Produção de asfalto borracha.



Fonte:Sinicesp

Usando o asfalto padrão e com um processo de alto cisalhamento em alta temperatura, as propriedades da borracha passam para o ligante asfáltico. O composto resultante deste processo já pode ser chamado de asfalto-borracha ou asfalto ecológico, mas ainda faltam algumas etapas até sai aplicação final, esse composto e encaminhando a usina de asfalto onde será acrescido de matérias sendo eles, brita pedriscos e pó de pedra, esta etapa é feita em altas temperaturas 180ºC, porem algumas aplicações chegam até a 90ºC.(NETO, 2017)

Processo de mistura estocável do asfalto borracha.



Fonte:Sinicesp

3.2Aplicação

Pelo modelo convencional, só é possível adicionar 5% de pó de borracha; já pela aplicação in loco, conseguisse aplicar até 20%, o que gera um revestimento com altíssimo índice de coeficiente de atrito, garantindo melhor aderência dos veículos à pista e níveis de ruído expressivamente menores às estradas. Entretanto, para produzir o pavimento com a tecnologia "in situ field blend" é necessário que a usina de asfalto esteja próxima ao trecho da obra, para que evite a vulcanização da borracha que, quando aplicada em grande volume, ocorre quatro horas após ela ser misturada com o asfalto quente. O sistema também prescinde de infraestrutura específica, de equipe especializada e de um rígido controle tecnológico.(NETO, 2017)

O uso do asfalto-borracha ou asfalto-ecológico vem se tornando mais frequente no Brasil e nos demais países da América Latina. Segundo a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP),

No Brasil o estado do Rio de Janeiro foi o pioneiro na utilização do asfalto-borracha, na rodovia RJ -122. A estrada, que liga Cachoeiras de Macacu a Guapimirim, tem a tecnologia "in situ field blend", que melhora em muito as propriedades e o desempenho do revestimento asfáltico, aumentando em cerca de 60% a vida útil do pavimento. Além disso, o conceito é bastante sustentável, uma vez que foram utilizados cerca de 420.000 pneus reciclados para cobrir os 35 quilômetros de estrada. (NETO, 2017)

4 Problemas e Soluções

Esse tipo de pavimentação é cerca de 20% a 30% mais oneroso no orçamento final , devido à logística de produção que inclui coleta, transporte e transformação do pneu em pó de borracha, por outro lado o asfalto de borracha tem maior durabilidade e qualidade, aumento da vida útil do pavimento, diminuição do envelhecimento e oxidação do ligante asfáltico, o asfalto de borracha tem um desempenho melhor do que o tradicional em rodovias de trafego de veículos pesados, que proporciona uma menor quantidade de intervenções, ou seja, a durabilidade compensa o custo, proporcionando no investimento a meio prazo, um investimento bem menor.(TRIGUEIRO, 2012)

Os custos da execução e manutenção seguem abaixo:

Execução do Asfalto

Execução	Valor em R$ / m^2
Execução de pavimento em asfalto convencional com preparo de base:	46,66
Execução de pavimento em asfalto-borracha com preparo de base:	77,22

Fonte: **SANCHES;GRANDINI;JUNIOR, (2012).**

Manutenção do Asfalto

Manutenção	Valor em R$ /m^2
Manutenção do asfalto-borracha	6,73
Manutenção do asfalto convencional	47,11

Fonte: **SANCHES;GRANDINI;JUNIOR, (2012).**

Custo de execução X Custo de manutenção

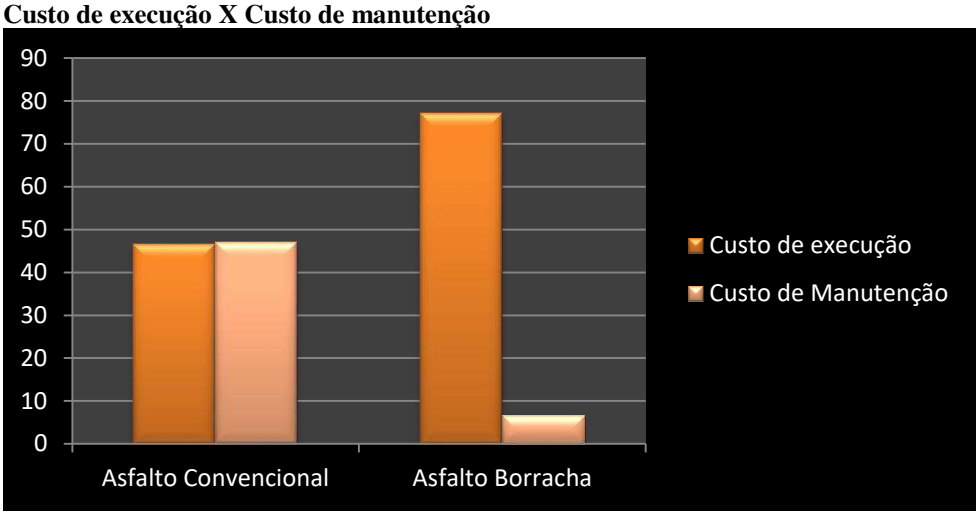


Figura 5: Custo de execução e Custo de manutenção- Avaliação da Viabilidade Financeira de Projetos com Utilização do Asfalto-Borracha m Relação ao Asfalto Convencional
Fonte: SANCHES;GRANDINI;JUNIOR, (2012).

Comparando somente os valores de manutenção, fica clara a diferença entre o reparo do Asfalto convencional(CAP-50/70) e o Asfalto de borracha(AB8). Contudo, para se ter um valor confiável de comparação foi necessário somar os dois custos, de manutenção e execução. Sendo assim:

Execução + Manutenção

Tipo de Asfalto		Total em R$ / m^2
AB8	77,22 + 6,73	83,95
CAP-50/70	47,11 + 46,66	93,77

Fonte: **SANCHES;GRANDINI;JUNIOR, (2012).**

Neste contexto, utiliza-se a logística reversa (LR), que pode ser conceituada como o processo de planejar, implementar e controlar de modo eficiente, o fluxo de materiais desde sua origem ate o consumo, como produto final, atendendo satisfatoriamente aos usuários do produto, englobando ainda seu fluxo reverso, isto e, desde o usuário final ou outro estágio anterior até um descarte adequado, novo consumo ou reaproveitamento.

O pneu, na sua grande maioria é descartado de forma totalmente inadequada, são mais de 800 milhões inutilizados no mundo, deste total o Brasil contribui com 68 milhões, este produto leva cerca de 600 anos para decompor, podendo contribuir para proliferação de doenças e poluição dos rios e córregos. A cada quilometro de asfalto, são reaproveitados 2.000 pneus

inservíveis descartados, contribuindo para diminuição um problema ambiental de enormes proporções.(RICHETI, 2011)

A indústria da borracha é responsável por controlar a logística reversa dos pneus e destinar adequadamente todo tipo de material considerado inservível, isto é, incapacitado e inseguro para qualquer tipo de rodagem. Além de controlar, os fabricantes devem criar centrais de recepção do produto inservível, localizadas e instaladas de acordo com as normas ambientais vigentes, para armazenamento temporário e posterior destinação final ambientalmente segura e adequada. O não cumprimento do disposto na Resolução 258 do CONAMA, segundo o Artigo 12-P.535, implicara sanções estabelecidas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e no Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999. Qualquer negligencia com essa leis e considerada crime ambiental.

A incorporação de pneus inseríveis ao asfalto cumpre a sua finalidade de melhorar as propriedades do pavimento, aumentando a durabilidade e o desempenho, além de contribuir com o ambiente. As propriedades da borracha melhoram a qualidade do ligante asfáltico, proporcionando aumento da flexibilidade e tornam a mistura mais resistente ao envelhecimento e ao aparecimento de deformações e trincas. Outro fator, é o aumento da segurança do usuário na via a se comparar aquela com o uso do asfalto convencional. Ademais, propiciam vantagens ecológicas, ambientais e sociais, pela destinação adequada aos pneus descartados e inservíveis. Entretanto, a elevada temperatura na aplicação do asfalto e um fator de risco a saúde do trabalhador, além de causar mais poluição ao ambiente, por nele lanças gases tóxicos indesejáveis.

Problemas Ambientais



Fonte: autossustentável

Outro problema grave nas rodovias brasileiras é a condição e qualidade do asfalto, asfaltos esburacados ou irregulares, devido à durabilidade do material utilizado ser de curta vida útil, gerando inúmeros transtornos, como danos matérias e acidentes com vítimas fatais. A utilização do asfalto de borracha diminui o risco de acidente, em vários fatores, ele reduz a ocorrência de trincas precoce por fadiga, devido a maior resistência à tração, propiciada pela maior recuperação elástica dos asfaltos modificados, redução do filme de água na superfície do pavimento durante as chuvas (spray de água), reduzindo o risco de ocorrer hidroplanagem ou aquaplanagem, proporcionando boa aderência entre pneu e pavimento.

As grandes cidades sofrem com a poluição sonora, que aumenta a cada ano, uns dos fatores que contribuem com esse aumento, e o número cada vez maior de carros nos grandes centros urbanos, que produz ruídos com atrito dos pneus com o asfalto, essesruídos são reduzidos com a utilização do asfalto-ecológico que é um benefício importante nas travessias urbanas, proporcionando uma melhor qualidade de vida.

O pesquisador Jose Leomar, da USP de São Carlos, chama a atenção para o termo "asfalto ecológico" – amplamente usado e divulgado erroneamente, segundo ele, para se referir ao asfalto-borracha. Ele alega que quanto maior a temperatura de usinagem das misturas asfálticas, pior é a poluição atmosférica por produtos presentes nos asfaltos. A produção do asfalto-borracha exige maiores temperaturas para mistura da borracha com o asfalto convencional, gera mais poluição atmosférica. Em outras palavras, o asfalto borracha ajuda a minimizar o problema de disposição inadequada dos pneus, mas ser chamado de "asfalto-ecológico" foi uma jogada de marketing de algumas empresas. Quanto a polemica de que o asfalto-borracha é mais poluente do que o asfalto convencional, nos Estados Unidos, que é o grande utilizador dessa tecnologia, este problema e discussão está ultrapassado desde a década de 90 e o estado da Califórnia, por exemplo, que possui a vanguarda em muitos aspectos ambientais, como o catalisador para automóveis, entre outros, utiliza milhões de pneus por ano em asfalto-borracha, todas em usinas de asfalto, via de regra, possuem filtros que evitam que a fumaça do combustível e o pó de pedra sejam lançados na atmosfera e, para funcionarem, precisam de licença ambiental (ou seja, são fiscalizadoras pelo poder publico).

5 Outras Aplicações da Borracha de Pneu

Cerca de 60% dos pneus reciclados no Brasil são usados na indústria de cimento, como combustível alternativo no lugar do carvão. O restante é utilizado para laminação – quando o pneu é cortado em fatias que são usadas para a produção de solados de sapatos e cintas – e em

artefatos de borracha, como amortecedores e tapetes automotivos, segundo dados da Anip (**Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos**). O Instituo Via Viva, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Publico, criou uma solução de concreto inovadora, que utiliza a borracha triturada de pneus velhos, com a adição da borracha em estruturas de concreto, esse concreto modificado é utilizado nas barreiras ao longo do asfalto, a borracha triturada de pneus velhos é capaz de diminuir as consequências causadas por acidentes de trânsitos. A técnica que levou três anos de pesquisa e recebeu investimentos de mais de R$ 800 mil, torna o concreto mais deformável e, por isso, garante melhor desempenho durante o impacto de veículos em barreiras rodoviárias que utilizam essa composição, com essa adição de borracha as barreiras deixam de ser blocos rígidos para se tornarem uma estrutura semi deformável. Assim, ao colidirno concreto, o veículo retorna para a pista com uma velocidade reduzida. Isso traz menos danos físicos e matérias. Testes verificam propriedades mecânicas como resistência a compressão, a tração e a deformação, esses testes feitos em parcerias com Universidades, Escolas Técnicas e Politécnicas, só foram possíveis graças as parcerias com o Departamento de Estradas e rodagem (DER). O concreto também pode ser utilizado na construção de contra piso de apartamentos e na pavimentação rodoviária ou urbana, dormentes, guias, contenção de encostas e esta sendo testado em calçadas.

6 Considerações finais

O desenvolvimento é um processo natural de evolução, que gera problemas e estudos de como diminuir seus impactos, e tende a se agravar com o passar dos anos. O Brasil por possuir uma malha viária com enormes proporções, e problemas específicos enraizados, de utilizar-se por meios baratos de construção de estradas, esses meios sem qualquer qualificação e estrutura, pondo em risco pessoas e o meio ambiente.

O asfalto de borracha pode não ser a solução definitiva para esses problemas, porém, com estudos de viabilidade e aperfeiçoamento de técnicas envolvidas, é capaz de reduzir drasticamente dois dos principais problemas do Brasil, o descarte dos pneus inutilizáveis e as condições de trafego das entradas, evitando degradação do meio ambiente e melhorando a mobilidade urbana.

Ao pensar na utilização desta tecnologia, não se deve contabilizar apenas os valores envolvidos em curto prazo, do ponto de vista econômico, a médio e longo prazo, a produção desse tipo de asfalto de borracha gera inúmeros benefícios devido ao fato de retirar da natureza

os pneus inservíveis que são descartados de forma incorreta e que podem causar prejuízo ao planeta, tem maior durabilidade e resistência, necessitando assim poucas manutenções e restaurações em logo prazo.Além de gerar economia do setor de transporte para produtores, caminhoneiros, pois estradas conservadas geram menos gastos com veículos de transporte e consequentemente um menor valor do frete das mercadorias, beneficiando a sociedade que consomem esses produtos.

Referencias

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE PNEUMÁTICOS - ANIP. - "Reciclagem de Pneus", ANIP, São Paulo (2015). Disponível em: <http://www.anip.com.br>.Acesso em: 15 out. 2018.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. - "Resolução nº 416, 20 de setembro de 2009". Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/>. Acesso em: 19 out. 2018.

BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 8, 2005, Águas de Lindóia. **Anuais do 8º Congresso Brasileiro de Polímeros**. Águas de Lindóia: ResearchGate, nov. 2005. 2p. P 1-2.

NETO, SILVRANO A. D. & FARIAS, MÁRCIO M. Modelagem da Viscosidade Absoluta dos Asfaltos-Borracha Usando Redes Neurais Artificiais. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 18, 2004, Florianópolis: p. 28-39.

ODA, S. Análise da Viabilidade Técnica da Utilização do Ligante Asfalto-Borracha em Obras de Pavimentação. São Carlos: Tese de Doutorado apresentada ao curso de Engenharia Civil – Área de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, 2000.

ODA, S.; NASCIMENTO, L. A. H.; EDEL, G. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3, 2005, Salvador. **Aplicação de Asfalto-Borracha na Bahia** Salvador: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP, out. 2005. 6p. p. 1-6.

RECICLANIP. - "Reciclanip Coletou e Destinou Mais de 114,5 Mil Toneladas de Pneus Inservíveis no 1º Trimestre de 2015", São Paulo (2015). Disponível em: <http://www.reciclanip.org.br/v3/releases/reciclanip-coletou-e-destinou-mais-de-1145-miltoneladas-de-pneus-inserviveis-no-1o-trimestre-de-2015/79/20150427/>. Acesso em: 15 out. 2018.

XVII Safety, Health and Environment World Congress.

DOI 10.14684/SHEWC.17.2017.66-71. © 2017 SHEWC. July 09-12, 2017, Vila Real, PORTUGAL. Acesso em: 15 Set 2018.

Neto, Dirceu Conheça o asfalto ecológico utilizado na BR-277 **Construção Mercado** nº191, p.50-51, 2017. Acesso em: 23 Ago. 2018.

ASFALTO BORRACHA: VANTAGENS E DESVANTAGENS. Prof. Dra. Rita Moura

https://www.academia.edu/31110170/ASFALTO_BORRACHA_VANTAGENS_E_DESVANTAGENS . Acesso em: 18 Set. 2018

INFRAESTRUTURA URBANA. PROJETOS, CUSTOS E CONSTRUÇÃO.

http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/11/asfalto-borracha-a-adicao-de-po-de-borracha-extraido-de-245173-1.aspx- Por Caroline Mazzanetto 2011 - Acesso em: 15 Set. 2018

Programa cidades e Soluções 17/09/2012 – Rede Globo -Por André Trigueiro – disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=8cyw2BWuxf0>Acesso em: 02 Set. 2018

Departamento Nacional de Transporte Terrestre (DNIT)
<http://www.transportes.gov.br> Acesso em: 03 Nov. 2018

Programa Brasil Caminhoneiro 2011 – Por Fernando Richeti<http://www.youtube/watch?v=v78wxqaj0> Acesso em: 05 Ago. 2018

Programa Auto Esporte – <http://www.g1.globo.com> Acesso em: 05 Ago. 2018

Imagem 1 disponível em
https://planetacaminhao.com.br/os-piores-trechos-rodoviarios-do-brasil/ Acesso em: 15 Ago. 2018

Imagem2 disponível em
https://dana.com.br/movendo/reciclagem-de-borracha-beneficia-sociedade/

Imagem 3 e 4disponível em
www.sinicesp.org.br/materias/2013/bt08a.htm

Imagem 5 disponível em
http://autossustentavel.com/2017/11/pneus-velhos-podem-se-transformar-em-asfalto-ecologico.html Acesso em: 10 Set. 2018

Soluções tecnológicas que utilizam a borracha vão do sapato ao asfalto
https://www.terra.com.br › Notícias › DINO Acesso em: 02 Nov. 2018

Asfalto Borracha - Uma Alternativa Ambiental para Pneus em Desuso - Álvaro Orsi & Cristiana Liebeld Simon

www.ufrgs.br/ensinodareportagem/meiob/asfaltob.html

Vantagens ambientais e econômicas no uso de borracha em asfalto - por Gabriela Di Giulio – Artigo. inovacao.scielo.br/pdf/inov/v3n3/a08v3n3.pdf: Acesso em: 05 Ago. 2018

ICESP (Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo) Do Pneu à Estrada – Benefícios da zação de borracha granulada em obras públicas – Por Luiz Felipe Carneiro Leão

www.sinicesp.org.br/materias/2013/bt08a.htm : Acesso em: 08 Ago. 2018

Asfalto-borracha garante vias mais seguras e duráveis – Por Gabriel Bonafé https://www.aecweb.com.br/.../asfaltoborracha-garante-vias-mais-seguras-e-duraveis_Acesso em: 06 Ago. 2018

As 10 piores estradas do Brasil – ttps://planetacaminhao.com.br/os-piores-trechos-rodoviarios-do-brasil/Acesso em: 05 Set. 2018

Pneus velhos podem se transformar em asfalto ecológico - 09-11-2017 de Leonardo Borges - **http://autossustentavel.com/2017/11/pneus-velhos-podem-se-transformar-em-asfalto-ecologico.html Acesso em: 19 Set. 2018**

Borracha: destinação correta - *Iniciativa reduz impacto ambiental, gera empregos e renda* - **https://dana.com.br/movendo/reciclagem-de-borracha-beneficia-sociedade/Acesso em: 15 Ago. 2018**