

Utilização da borracha na pavimentação asfáltica, associado a sustentabilidade ambiental

*Fernando da Costa Barros
Thiago Pastre Pereira*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.84.8

RESUMO

Hoje, a reciclagem de resíduos industriais é uma condição necessária para proteger o meio ambiente, reduzindo o custo de produção e o consumo de energia de materiais e componentes de construção. Resíduos de pneus descartados no meio ambiente podem causar sérios problemas ambientais e, devido à sua natureza química, esses resíduos levam em média 600 anos para se decompor na natureza. Portanto, o manuseio adequado dos pneus pode evitar danos à natureza e à saúde pública. O reaproveitamento da borracha de resíduos de pneus para a geração de novas estradas, o chamado asfalto de borracha, é a solução para esse problema. Este trabalho propõe um estudo bibliográfico com o objetivo de compreender o uso da borracha na pavimentação asfáltica voltada para a sustentabilidade ambiental, melhorando a flexibilidade e tornando a mistura mais resistente ao envelhecimento, deformação, trincas e ainda a reutilização de pneus trazendo condições melhores ao meio ambiente. Além disso a compreensão relacionada ao impacto ambiental causada pelo descarte inadequado de pneus inservíveis que produz transtornos à qualidade de vida, à saúde, e a natureza, e outros procedimentos que tragam vantagens ecológicas, ambientais e sociais, proporcionando uma destinação adequada para os pneus inservíveis.

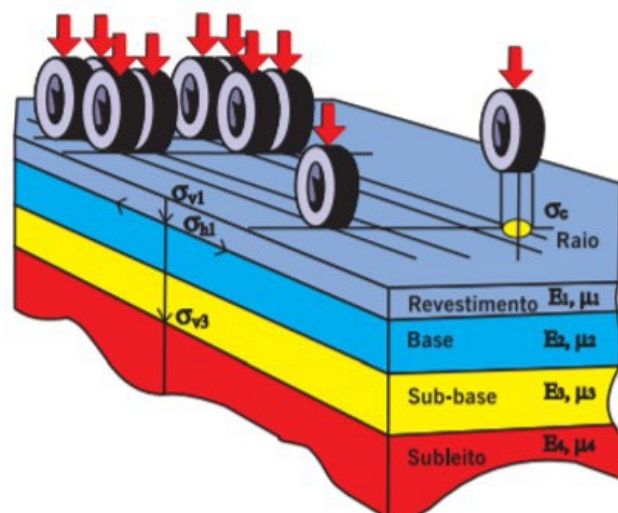
Palavras-chave: borracha. pavimentação. asfáltica. sustentabilidade. ambiental. bibliográfica.

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

O procedimento de pavimentação asfáltica é um dos mais importantes quando falamos em infraestrutura das cidades e transporte viário. Entretanto, devido ao crescente fluxo de veículos no Brasil, nas últimas décadas, a pavimentação asfáltica passou a empregar novos componentes capazes de fazer com que tenha maior resistência e durabilidade para circulação de veículos. (Exati, 2020)

O Pavimento pode ser denominado como uma estrutura composta por múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (Bariani Bernucci et. al., 2008)

Imagem 1- Ilustração do sistema de camadas de um pavimento e tensões solicitantes.



Fonte: Albernaz, 1997.

De modo geral, podemos classificar o pavimento rodoviário tradicional em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Entretanto, com os avanços tecnológicos da engenharia de materiais, a pavimentação asfáltica passou a ter novos componentes, capazes de agregar durabilidade e aumentar a resistência. (EXATI,2020)

Mais recentemente há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento Portland (ou simplesmente concreto-cimento) e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento. Para Bariani Bernucci et. al. (2008) os pavimentos podem ser classificados como:

Os pavimentos de concreto-cimento são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland. Nesses pavimentos a espessura é fixada em função da resistência à flexão das placas de concreto e das resistências das camadas subjacentes. Os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos. É formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito (BARIANI BERNUCCI ET. AL.,2008, P.9).

Para Medina (1997) os revestimentos asfálticos são constituídos por associação de agregados e materiais asfálticos como forma de ligamento da malha, podendo ser de duas maneiras, podendo ser aplicado por penetração ou por mistura. Por penetração refere-se aos executados através de uma ou mais aplicações de material asfáltico e de idêntico número de operações de espalhamento e compressão de camadas de agregados com granulometrias apropriadas. No revestimento por mistura, o agregado é pré-envolvido com o material asfáltico, antes da compressão. (MEDINA, 1997)

Uma ótima opção que tem sido testada atualmente é o asfalto borracha, feito a partir do extrato de pneus reciclados com outros materiais. Além de acabar com o excesso desses objetos no ambiente, a borracha garante um bom desempenho, mais durável e com maior conservação, se comparado com a tipo de pavimentação atual, adotado no Brasil.

ASFALTO BORRACHA

O uso dos asfalto-borracha ou asfalto-ecológico de pneus inservíveis em revestimentos de asfalto em pavimentos tem sido empregado há algumas décadas na América Latina. No Brasil já vem sendo usada frequentemente pela engenharia segundo a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP). O asfalto de borracha é um ligante asfáltico em que há a inserção do polímero BMP (Borracha moída de pneu) na composição de CAP (Cimento asfáltico de petróleo) é efetuada a quente, sob condições controladas, onde o teor da borracha varia de 15 % a 25% em relação ao peso total da mistura, diluente e alguns aditivos especiais. Essa borracha é proveniente de pneus inservíveis que seriam descartados na natureza. Além de dar destino aos pneus inservíveis de uma forma ecológica, o uso da borracha moída de pneus melhora muito as propriedades e o desempenho do revestimento asfáltico

Imagem 2 - Asfalto borracha



Fonte: Greca asfalto, 2020.

Para Medina (1997), o pavimento e o subleito estão sujeitos a uma solicitação dinâmica provenientes de cargas de diferentes intensidades e variadas frequências ao longo do dia que impacta diretamente a camada de aderência do solo.

Vantagens

A pavimentação com asfalto-borracha varia em média de 30% mais cara do que o asfalto comum, mas traz muitos benefícios, vida útil nas estradas, diminui o nível de ruídos causados pelos veículos e evita derrapagens na chuva. (LIEDI *et al*, 2006)

- Melhora as condições de saúde, meio ambiente e segurança (SMS).
- Diminui a emissão de poluentes.
- Gera menor propagação de trincas.
- Prorroga os intervalos entre as intervenções na pista.
- Provoca menos ruído.
- Reduz o spray causado pelos pneus dos veículos em dias de chuva.
- O pó borracha proveniente de pneus reciclados garante maior flexibilidade e resistência.
- Melhoria na aderência entre o pneu e o pavimento, diminuindo assim o risco de acidentes.
- Entre outros.

Desvantagem

O asfalto borracha apesar de ser uma das fontes de recursos renováveis ele tem seus pontos negativos que causa alguns malefícios a natureza. (LIEDI *et al*, 2006)

- Maior dificuldade operacional e executiva: necessidade de equipamentos especiais, trabalho com temperaturas mais elevadas

- Estocagem, que exige recirculação constante do asfalto-borracha
- Controle tecnológico e de qualidade eficiente, principalmente no fornecimento do asfalto borracha

Aplicação do asfalto borracha

O asfalto borracho é obtido como resíduo da destilação do petróleo bruto disperso em água, gerando uma emulsão asfáltica, um cimento utilizado para emulsor de uma mistura, como: pedra, concreto, metal, esses agregantes gera uma característica de coesão, insolubilidade e isolamento térmico e acústico.

Vários serviços de pavimentação têm sido aplicados o ligante asfalto borracho, onde não fica restrito às atividades de reabilitação, sendo utilizado em tratamento superficial, transição entre pavimento existente, camada de reforço e revestimento de concreto asfáltico. O asfalto borracho torna-se viável economicamente, se levamos em conta sua durabilidade maior.

Ligante Asfáltico

É um ligante betuminoso que é gerado pela destilação do petróleo e que tem a propriedade de ser um adesivo, impermeável à água e pouco reativo.

O ligante asfalto-borracha é uma adição da borracha moída ao ligante asfáltico, em um tanque de reação, sob temperaturas entre 175 e 200°C. O teor de borracha normalmente utilizado no asfalto borracha é de 15% a 20% em peso. O teor varia em função das características que se deseja obter no ligante modificado final.

Após o período de reação, o produto obtido fica armazenado em outro tanque, que deve conter um sistema mecânico de agitação constante, a fim de manter a mistura dispersa, de forma a evitar a deposição das partículas, que não reagiram parcial ou completamente, com o ligante asfáltico.

Imagem 3 - Processo do ligante asfáltico.

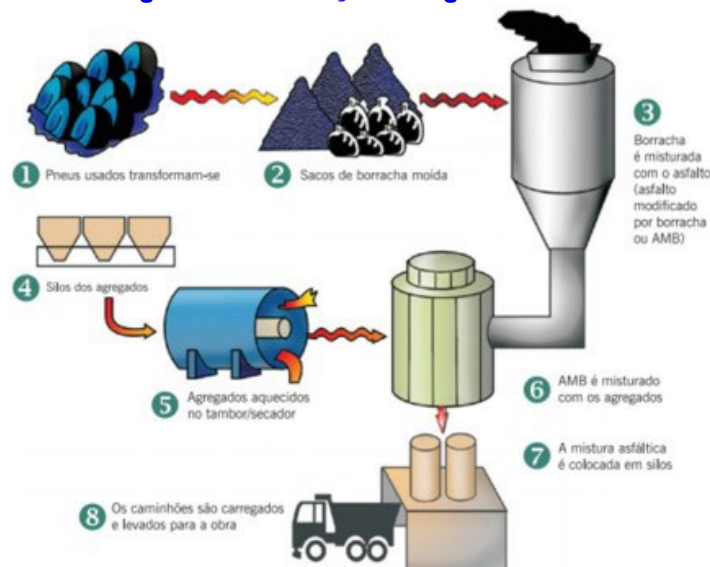


Fonte: Educadores dia a dia, 2010.

Equipamento utilizados na fabricação do ligante asfáltico

- Fornos de aquecimento do material betuminoso: aquece e mantém dentro dos limites especificados de temperatura;
- Equipamento de secagem e aquecimento de agregado: elimina a umidade do mesmo, de aquecê-lo e mantê-lo dentro dos limites especificados de temperatura;
- Moedor ou triturador de borracha.
- Tambores magnéticos: separa os metais que constituem os pneus.
- Termômetro para o controle de temperatura do material betuminoso e do agregado;
- Equipamento misturador capaz de efetuar uma mistura homogênea e intimamente ligada, entre o agregado mineral, a borracha moída e o material betuminoso;
- Silos para armazenagem dos agregados minerais e da borracha moída.
- Tanques para armazenagem de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP).
- Tanques térmicos para armazenagem da mistura já pronta.

Imagem 4 - Fabricação do ligante asfáltico.



Fonte: Monografia Brasil Escola, 2018

No entanto, para que se obtenham resultados melhores entre o asfalto e o ligante de borracha usam-se um óleo de expansão para diminuir sua viscosidade, caso as temperaturas não sejam monitoradas, futuras patologias podem aparecer e uma diminuição na vida útil do asfalto borracha.

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Destinação da borracha

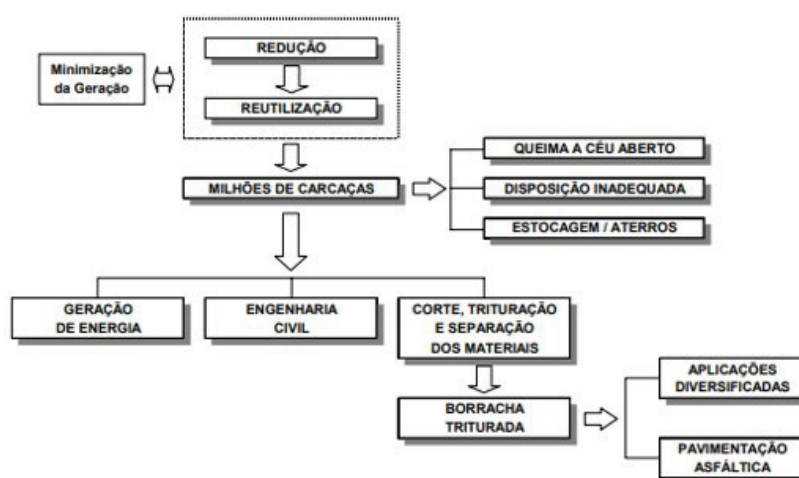
A disposição final dos pneus requer que seja feita de maneira adequada, não sendo viável ser feito em aterros sanitários, pois os mesmos apresentam baixa compressibilidade e uma

degradação muito lenta. Quando feito o descarte contaminação do solo, liberando substâncias tóxicas, causando enchentes e de forma inadequada acarreta impactos negativos ao meio ambiente, tais como doenças.

A Resolução CONAMA nº 416/2009, no art. 1º, fala que os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2 kg, ficam obrigados a coletar e dar a destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional.

A destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis como procedimentos técnicos, onde os pneus são descaracterizados, seus elementos constituintes são reaproveitados, reciclados ou processados por outras técnicas admitidas pelos órgãos ambientais, deve-se observar a legislação de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Imagem 5 - Destino final dos pneus inservíveis



Fonte: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002

Desafio da Reciclagem

A reciclagem é a recuperação, reprocessamento ou reutilização de materiais descartados à disposição final.

Pneus inservíveis são pneus que apresentam danos irreparáveis e precisam ser descartados de forma adequada, para evitar impactos ambientais. Porém existem algumas formas de recuperar um pneu, sendo:

- **Recapagem:** processo em que o pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem;
- **Recauchutagem:** processo em que o pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem e dos ombros;
- **Remoldagem:** processo em que o pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem, ombros e toda a superfície de seus flancos.

Como o pneu não é constituído apenas de borracha, é necessário um processo para separar a borracha dos outros componentes (metais, tecidos e etc.). Então, os metais são recuperados como sucata de ferro, e o tecido de nylon é recuperado para utilizar como reforço em

embalagens de papelão.

Contaminação do Meio Ambiente

Quando faz a queima de pneus, além das emissões atmosféricas, pode gerar resíduos líquidos e sólidos, contaminando o solo e os recursos hídricos. Além disso, a queima gera subprodutos, como o óleo pirolítico e as cinzas, ambas são de grandes riscos para o meio ambiente.

A Resolução CONAMA nº 416, no Art. 15, diz que é vedada a disposição final de pneus no meio ambiente, tais como o abandono ou lançamento em corpos de água, terrenos baldios ou alagadiços, a disposição em aterros sanitários e a queima a céu aberto.

Imagem 6 - Pneus descartados em locais indevidos



Fonte: Jornal Gazeta São Mateus, 2018.

Quando são jogados em córregos ou rios, os pneus podem provocar enchentes, inundações, além das doenças eminentes. Os pneus podem reter gases em seu interior, fazendo com que eles vão para a superfície do aterro quebrando a camada de cobertura. Ao trincar a camada, os resíduos ficam expostos, atraindo insetos roedores, permitindo que os gases saiam sem o devido controle.

A queima dos pneus em céu aberto, contamina o ar com uma fumaça muito tóxica composta de carbono e dióxido de enxofre, além de poluir o solo com o óleo que é infiltrado e também contaminando o lençol freático. Os pneus não devem ser descartados em aterros sanitários, pois geram grande volume e dificultam o recobrimento e a compactação.

Imagem 7 - Queima de pneus em céu aberto



Fonte: Blog 2 Engenheiros, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi apresentado anteriormente, o pneu no meio ambiente é um grande problema pois pode causar a degradação da área, sem contar o acúmulo de água pode causar a proliferação de mosquitos transmissores de doença.

Por esse motivo a utilização do asfalto borracha, é muito interessante e viável ao meio ambiente pois o mesmo é mais resistente e apesar de seu custo elevado para a produção traz mais benefícios que o asfalto comum, diminui ruídos, tem mais resistência quanto às fissuras entre outros que foi mostrado acima.

A reciclagem e reutilização do material é de grande importância para a população brasileira, pois o material pode ser utilizado na produção de asfalto, onde alguns milhares de quilômetros pavimentados com asfalto borracha representa uma parcela da destinação da carcaça de pneus.

Sendo assim o intuito deste trabalho foi mostrar uma reciclagem para pneus que não servem mais para sua utilização primária, na pavimentação de estradas, que é uma tecnologia que vem sendo muito usada e evitando assim a poluição e a propagação de doenças por meio destes.

REFERÊNCIAS

AECweb. ASFALTO COM ADIÇÃO DE BORRACHA DE PNEUS INUTILIZADOS. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/asfaltoborracha-garante-vias-mais-seguras-e-duraveis/15935>. Acesso em: 20 jul 2021.

ALVES, Luan Correa de Macedo. ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA BORRACHA DE PNEUS INSERVÍVEIS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS NA CIDADE DE CARATINGA-MG. 2013 FIC. Disponível em: <http://dspace.doctum.edu.br:8080/bitstream/123456789/1182/1/MONOGRAFIA%20A%20FAZER%20%282%29%20-%20PDF.pdf>. Acesso em: 20 jul 2021.

BERNUCCI, LIEDI LÉGI BARIANI; MOTTA, LAURA MARIA GORETTI DA; CERATTI, JORGE AUGUSTO PEREIRA; SOARES, JORGE BARBOSA. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: FORMAÇÃO BÁSICA PARA ENGENHEIROS. [S.L: S.N.], 2008.

BLOG 2 ENGENHEIROS: Engenharia Ambiental e Divulgação Científica. Disponível em: <http://2engenheiros.com/2017/04/28/por-que-voce-nao-deve-queimar-pneus/>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRÁULIO Celso A. M., RINALDI Fábio Nunes. ASFALTO BORRACHA - MINIMIZANDO OS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO DESCARTE DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MEIO AMBIENTE. FACULDADE BRASILEIRA – UNIVIX. http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Biologia/monografias/2asfalto.pdf. Acesso em 20 jul 2021.

CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Disponível em: <http://www.limpezapublica.com.br/textos/Reciclagem%20de%20pneus.pdf>. Acesso em: 12 jul 2021.

Exati. Pavimentação asfáltica e o impacto nas cidades. Disponível em: < <https://blog.exati.com.br/pavimentacao-asfaltica/> > Acesso em 15 jul. 2021.

GRECA Asfalto. Disponível em: <https://www.grecaasfaltos.com.br/asfalto-borracha-ecoflex-asfalto-ecologico/>. Acesso em 20 jul 2021.

JESUS, Marcelo. Tecnologia avançada para aplicação de asfalto-borracha na construção de rodovias. Disponível em: <https://roadexpertsia.com/pt-br/experts/detalheArtigo/tecnologia-avancada-para-aplicacao-de-asfalto-borracha-na-construcao-de-rodovias>. Acesso em: 20 jul 2021.

JORNAL GAZETA SÃO MATEUS. Disponível em: <https://www.gazetasaomateus.com.br/as-principais-consequencias-do-descarte-de-pneus-no-meio-ambiente/>. Acesso em: 19 jul 2021.

LIEDI; BARIANI; BERNUCCI... [et al.]. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros, Rio de Janeiro: PETROBRAS: Abeda, 2006.

MEDINA, J., 1997, Mecânica dos Pavimentos. 1ª edição, 380 p. Rio de Janeiro-RJ, Editora UFRJ

MOURA, Rita Fortes. ASFALTO BORRACHA: VANTAGENS E DESVANTAGENS. Evento: Workshop: A economia de energia na pavimentação asfáltica. 14 de out 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/31110170/ASFALTO_BORRACHA_VANTAGENS_E_DESVANTAGENS. Acesso em: 18 jul 2021.

RESOLUÇÃO CONAMA 416, DE 30 DE SETEMBRO DE 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>. Acesso em: 12 jul 2021.