

USO DA BORRACHA DE PNEUS NA PAVIMENTAÇÃO: COMO UMA ALTERNATIVA VIÁVEL NAS RUAS DE PORTO VELHO/RO

Deixe um comentário / Caderno de Engenharias / Por Revista F&T

USE OF TIRE RUBBER IN PAVEMENT AS A VIABLE ALTERNATIVE IN THE STREETS OF PORTO VELHO/RO



10.5281/zenodo.6525754

Autores:

Patrício Alves Brustolon*

Vaníus Paiva**

RESUMO

O presente artigo visou estudar sobre o uso da borracha de pneus na pavimentação como uma alternativa viável nas ruas de Porto Velho, cujo objetivo é verificar as vantagens do asfalto borracha em comparação com asfalto convencional. Uma vez que o uso da borracha de pneus na pavimentação é uma alternativa viável nas ruas de Porto Velho-RO, pois tem capacidade de suporte mais favorável, maior durabilidade da estrutura, e vantagem de uma redução de custo bem maior comparado com o asfalto convencional, tendo custo-benefício mais barato, além dos benefícios proporcionados aos usuários, maior conforto e qualidade de rolamento. Portanto, para solução da problemática será apresentado um estudo comparativo entre a aplicação do asfalto convencional ao asfalto borracha, com base em levantamentos, através de pesquisa, livros e sites especializados; que mostram uma alternativa que possa melhor atender às suas necessidades, mostrando a vantagem por utilização do asfalto borracha e quanto são os benefícios na sua utilização do revestimento.

Palavras-chave: Alternativa viável. Borracha de Pneus. Pavimentação.

ABSTRACT

This article aimed to study the use of tire rubber in paving as a viable alternative on the streets of Porto Velho. whose asphalt is safe as advantages of rubber asphalt compared to conventional.

Since the use of tire rubber in paving is a viable alternative on the streets of Porto Velho-RO, as it has a more favorable bearing capacity, greater durability of the structure, and the advantage of cost reduction compared to asphalt, having cheaper cost-benefit, in addition to the benefits provided to users, greater comfort and bearing quality. Therefore, the solution to the problem will be presented to a comparative study between the application of conventional asphalt to rubber asphalt, based on surveys, through research, books and specialized websites; which shows an alternative that can better meet the use of asphalt and that is better for the use of asphalt and the benefits of using the coating.

Keywords: viable alternative. Tire Rubber. Paving

1 INTRODUÇÃO

O pavimento em pneu de borracha é constituído por múltiplas camadas, ou seja, revestimento, base, sub-base, subleito e reforço de subleito. Sua função é suportar o tráfego e colaborar para a segurança e economia no transporte de pessoas e mercadorias. Sendo assim, esse tipo de revestimento asfáltico é de suma importância no aspecto econômico e ambiental, tendo em vista que possui baixo custo e possui fatores ecológicos.

Diante disso, quais as vantagens do asfalto borracha em comparação com asfalto convencional? Por meio de estudo comparativo entre o asfalto convencional (CBUQ) e o asfalto borracha (AB) será possível mostrar as vantagens e desvantagem em relação ao custo-benefício. Logo a qualidade do revestimento é bastante influenciada pelos materiais utilizados.

O asfalto borracha derivado de pneus tem uma boa vantagem em relação ao asfalto convencional, que mostra ter sua resistência e durabilidade bem superior fazendo com que o usuário desfrute de uma rodovia com mais qualidade e segurança.

A modificação do asfalto convencional por meio da agregação da borracha derivada de pneus possibilita contribuir para um desempenho melhor do asfalto, e contribuir com o meio ambiente, proporcionando um descarte correto dos pneus.

Nesse sentido, o objetivo geral é apresentar comparativo entre o asfalto borracha em relação ao asfalto convencional comparando as suas características em relação a durabilidade, viabilidade, custo-benefício, execução, aplicação e manutenção.

Já os objetivos específicos são: analisar as vantagens de aproveitamento da borracha oriunda da reciclagem de pneus inservíveis na confecção do asfalto borracha; verificar a viabilidade econômica da aplicação do asfalto borracha na pavimentação e recuperação de pavimentos rodoviários e vias urbanas de Porto Velho/RO; identificar a capacidade de durabilidade e resistência do asfalto borracha nos pavimentos flexíveis.

A escolha do tema do presente estudo está atrelada ao uso da borracha de pneus na pavimentação como uma alternativa viável nas ruas de Porto Velho-RO, pois tem capacidade de suporte mais favorável, maior durabilidade da estrutura, e vantagem de uma redução de custo bem maior comparado com o asfalto convencional, tendo custo-benefício mais barato, além dos benefícios proporcionados aos usuários, maior conforto e qualidade de rolamento.

Desta forma, o estudo foi realizado pelo meio de análise comparativa entre o asfalto convencional com o asfalto modificado de borracha, colhendo informações comparativas em relações as suas diferenças, e, com isso, buscar elaborar um estudo bibliográfico que tem o propósito de levantar um conhecimento que possa estar à disposição sobre teoria, com o propósito de comparar e dar uma explicação do material a ser estudado.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Para o autor Balbo¹, “a pavimentação deve propiciar uma pista confortável e segura, com estruturas e materiais capazes de suportar esforços decorrentes da ação do tráfego combinados com as condições climáticas, a baixo custo”, ou seja, buscando, sempre que possível, o aproveitamento de materiais locais para as obras, garantindo um bom desempenho em termos de custos operacionais e de manutenção ao longo dos anos de serviço desta infraestrutura social.

O pneu tem papel indispensável e imprescindível na vida diária, seja no transporte de cargas ou de passageiros. Contudo, quando não se pode mais utilizá-los, se acarretam uma gama de problemas sanitários e ambientais. Uma forma de correção destes problemas é a incorporação de borracha advinda de pneus em revestimentos asfálticos, prática recentemente incorporada no Brasil, mencionado por Neto².

Sendo assim, nos pavimentos, o ligante asfáltico pode ser exposto a uma alta variabilidade de temperatura e de cargas, resistindo assim de forma considerável às deformidades quando submetido a cargas no decorrer de um período de tempo determinado.

2.1 Reciclagem de pneus inservíveis na confecção do asfalto borracha

Acerca do problema encontrado em relação ao meio ambiente que busca uma solução ao que se refere a fabricação de novos pneus, com a descoberta, a demanda pela borracha cresceu rapidamente, sobretudo no que se refere à fabricação de pneus.

No Brasil, são produzidos cerca de 61 milhões de pneus por ano. Diante desse cenário, várias consequências negativas surgiram com a demanda de pneus, tais como o descarte em locais inadequados, com aumento da proliferação de mosquitos e, conseqüentemente, das doenças por eles

*transmitidas como, por exemplo, chikungunya, dengue, febre amarela, e zika; tornando assim um grande problema à saúde pública*³.

Com a produção elevada e uso de pneus o descarte desses materiais é um grande desafio para as empresas e órgãos públicos, uma vez que sua permanência na natureza é um dos principais fatores responsáveis pela poluição. Ademais, a resistência de um pneu “pode chegar a 600 anos, para decompor no meio ambiente, situação agravada pela presença de substâncias tóxicas que, uma vez liberadas no meio ambiente, podem contaminar os solos e o lençol freático”⁴.

De acordo com a resolução do CONAMA N°416/09 sobre o processo de coleta e destinação dos pneus inservíveis:

Art. 11. Com o objetivo de aprimorar o processo de coleta e destinação dos pneus inservíveis em todo o país, os fabricantes e importadores de pneus novos devem:

I – divulgar amplamente a localização dos pontos de coleta e das centrais de armazenamento de pneus inservíveis;

II – incentivar os consumidores a entregar os pneus usados nos pontos de coleta e nas centrais de armazenamento ou pontos de comercialização;

III – promover estudos e pesquisas para o desenvolvimento das técnicas de reutilização e reciclagem, bem como da cadeia de coleta e destinação adequada e segura de pneus inservíveis; e

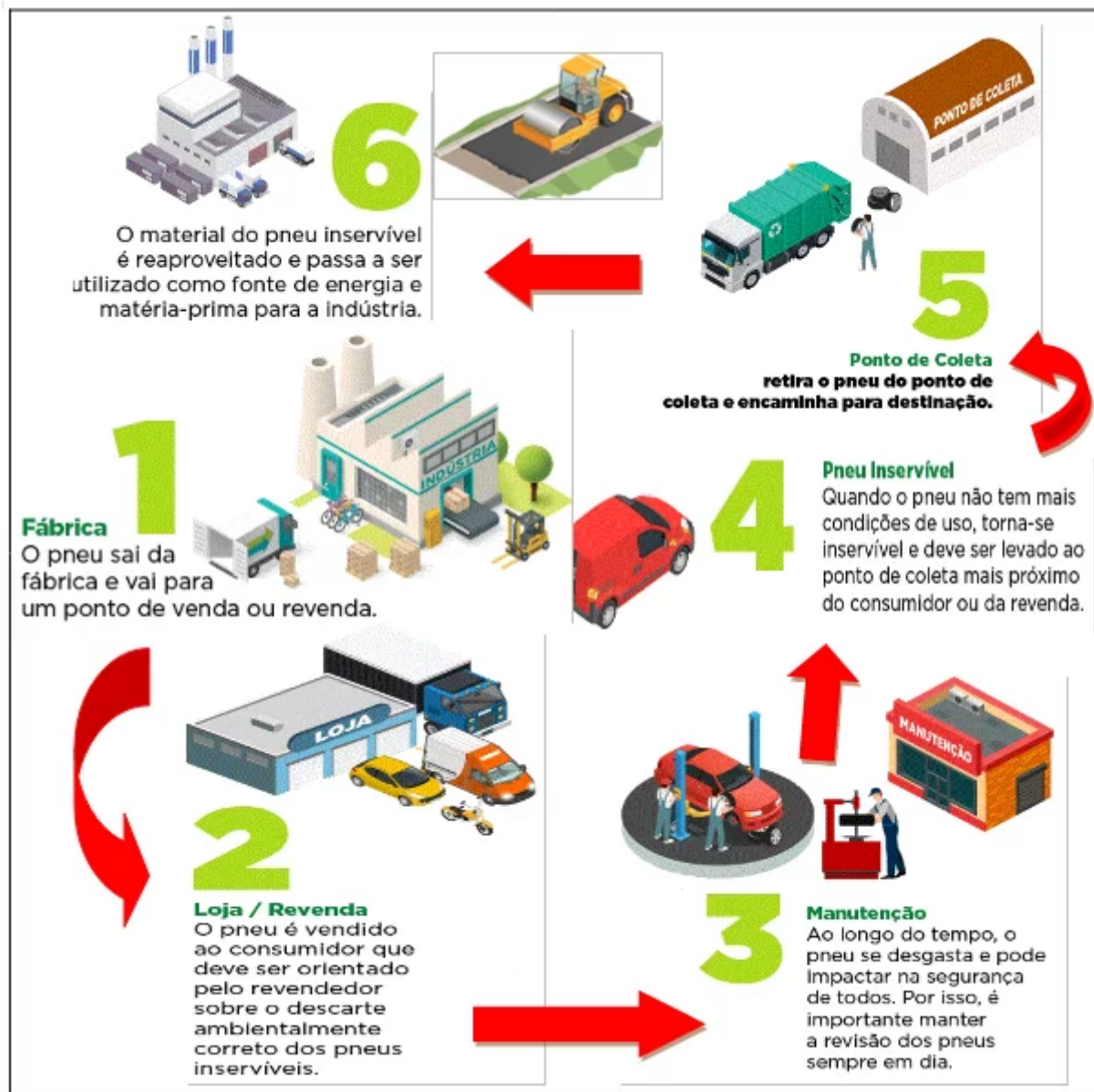
IV – desenvolver ações para a articulação dos diferentes agentes da cadeia de coleta e destinação adequada e segura de pneus inservíveis⁵.

Os asfaltos são materiais aglutinantes de cor escura, derivados do petróleo, que podem ser utilizados em várias aplicações, como por exemplo, em impermeabilizações de construções civis e, principalmente, em obras de pavimentação. O efeito preponderante do asfalto-borracha é o de aumentar a resistência à deformação e ao aparecimento de trincas por fadiga do pavimento, conforme entendimento dos autores Ana Paula, André, Lehi e Marcos.⁶

Para se reaproveitar os pneus inservíveis na pavimentação, o pneu deve passar por um processo de trituração e moagem, onde é realizada a separação do aço e do náilon, pois apenas a borracha em pó é misturada com o asfalto.

Vejamos a figura 01 que apresenta o ciclo de coleta e destinação correta do Pneu, idealizado pela RECICLANIP:

Figura 1 – Ciclo do Pneu



Fonte: RECICLANIP, 2020.⁷

Portanto, são de suma importância os pontos de coleta, pois é realizado o descarte de maneira correta. As empresas fabricantes de pneus junto a a prefeitura dos municípios coletores, seguindo de acordo com a resolução nº 416/09 do Conama poderão aplicar prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.

Além disso, todos os fatores de confecção do asfalto de borracha, são essenciais para a prevenção de poluição ao meio ambiente, gerando também a necessidade da reciclagem da borracha para que não tenha destinação inadequada.

2.2 O uso da borracha de pneus na pavimentação

O uso da borracha de pneus na pavimentação é fundamental para obtenção de maior durabilidade na estrutura, e vantagem de uma redução de custo bem maior comparado com o

asfalto convencional, tendo custo-benefício podendo chegar até 32% mais barato, além dos benefícios proporcionados aos usuários, maior conforto e qualidade de rolamento⁸.

Além disso, o Brasil possui uma demanda muito grande de implantação e recapeamento de rodovias pavimentadas:

Este fato se deve principalmente à extensa malha rodoviária e ao grande número de caminhões pesados e ônibus que fazem o transporte de mercadorias e pessoas diariamente em nosso país. Este revestimento asfáltico deve ter uma boa qualidade, durabilidade, suportar o excesso de peso, as variações de temperaturas e as deformidades. Essas características não são apresentadas pelos revestimentos com ligantes convencionais. Foi pensando nisso que a indústria de asfalto vem investindo em misturas asfálticas mais resistentes e duráveis e em tecnologias novas que aumentem a durabilidade das rodovias⁹.

Com base na Confederação Nacional de Transportes, acerca da aplicação de tecnologias nas pavimentações asfálticas, o Brasil apresenta uma defasagem de 40 anos nas tecnologias de construção de ferrovias e a maioria de nossas ferrovias foram construídas na década de 60. Desde então não ocorreram mudanças nos tipos de pavimentação utilizadas em nossas rodovias, mesmo sabendo que os números de veículos de carga e de passageiros aumentaram significativamente de 2,5 milhões e meio para 42 milhões de veículos circulando pelas rodovias¹⁰.

Ademais, existem diversas tentativas de se produzir ligante asfáltico com a adição de borracha natural e sintética, vejamos a seguir:

Em 1963, Charles H. MacDonald, considerado o pai do asfalto borracha, elaborou pesquisas que terminaram com a criação de um material “altamente elástico” para a pavimentação, composto por ligante asfáltico agregado a 25% de borracha moída de pneu, misturados a uma temperatura de 190° C durante vinte minutos. Esse tipo de pavimento é considerado, em média, 40% mais resistente que o convencional. No Brasil, os primeiros estudos e pesquisas com foco na utilização da borracha para melhorar as características do asfalto surgiram a partir da década de 1990¹¹.

Diversas pesquisas reportaram efeitos benéficos da incorporação da borracha no ligante asfáltico, tais como a redução do envelhecimento do pavimento, redução da sensibilidade aos efeitos térmicos, aumento da versatilidade, aumento do ponto de amolecimento, melhoria na aderência do pneu ao pavimento, redução do ruído do tráfego, entre outras.

Segundo ODA acerca de tecnologias renováveis para pavimentação asfáltica em borracha de pneu:

A busca por novas práticas, aprendizados com tecnologias renováveis para a pavimentação asfáltica junto ao apelo sustentável, originou a proposta de incorporação de materiais reciclados aos pavimentos. Os pneus de automóveis são constituídos por cerca de 16 a 20% de borracha natural e de 26 a 31% de borracha sintética; já os pneus de caminhões possuem cerca de 31 a 33% de borracha natural e de 16 a 21% de borracha sintética. O emprego da borracha extraída dos pneus descartados é uma inovação em projetos asfálticos, que permite dar um destino ecologicamente correto aos pneus, uma vez que, no Brasil, são descartados, aproximadamente, mais de 30 milhões de pneus ao ano em locais inadequados¹².

Segundo Greca Asfaltos¹³, “a utilização do asfalto modificado por borracha no Brasil só ocorreu em 2001, o que demonstra o quanto é iniciante o emprego dessa tecnologia”. Todavia, a utilização desse tipo de pavimento já havia sido aprovada no ano de 1999, pela Resolução n.º 258 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Diante disso, é necessário mostrar uma alternativa que seja viável comparada ao convencional, para buscar um recurso renovável que possa melhorar o setor que há anos vem sofrendo desgaste.

2.3 Da viabilidade do asfalto de borracha

Por controle de custos as técnicas de manutenção usam de misturas delgadas com ligantes extremamente duros, conduzindo a novas patologias, como trincas de fadiga e degradação do pavimento. O asfalto é um excelente material, com facilidade de implantação e baixo custo em relação aos demais serviços, porém, apresenta suas limitações.

Devido a determinadas misturas, a presença de umidade na interface do agregado leva a perda de material pétreo, o betume perde resistência quando o pavimento sofre deflexões, em temperaturas muito baixas o asfalto se torna rígido o que favorece o aparecimento de trincas e em altas temperaturas pode causar deformações plásticas no pavimento e também tem tendência a oxidação conforme o tempo de vida.¹⁴

De acordo Yara Silva acerca da viabilidade ambiental do asfalto de borracha:

Entretanto, com a adição de polímero ou pó de borracha aumenta-se a durabilidade do pavimento devido a obtenção de um material com excelentes propriedades elásticas e de alta viscosidade em ambas as temperaturas. Além das vantagens com viabilidade na função de pavimento o Asfalto Borracha ainda tem interferência positiva no meio ambiente, já que a borracha usada em seu processo vem de pneus descartados na natureza e sem nenhuma utilidade que não seja a poluição e degradação demorada, com base que um pneu demora aproximadamente, 600 anos para se decompor na natureza.¹⁵

Sendo assim, a utilização da borracha na pavimentação asfáltica terá mais durabilidade e grandes vantagens no aspecto ambiental, pois não causará nenhum tipo de poluição e degradação.

Com a mistura do pó de borracha (que se assemelha a uma farinha preta), o ligante asfáltico fica mais viscoso, mais grosso, e precisa de uma temperatura maior para ficar líquido e se tornar trabalhável. Conforme entendimento de Yara Silva¹⁶:

Enquanto o asfalto convencional exige calor de 60° ou 70°, o asfalto ecológico precisa de 170° ou até 180°, dependendo da quantidade de pó de borracha adicionado a ele. No final, nem se vê a borracha dissolvida. A última etapa é adicionar pedra ao ligante e aplicar na estrada. Porém, ainda em virtude da falta de incentivo e mesmo de informações, o asfalto de borracha ainda não está sendo utilizado em grande escala no Brasil como nos outros países, isso se deve ainda ao seu alto custo.¹⁷

O asfalto de borracha, mesmo com um custo de fabricação mais elevado, tem uma vida útil prolongada e com um quadro de vantagens significativo comparado ao asfalto convencional, uma solução para maior durabilidade das rodovias como também para problemas ambientais gerados por pneus descartados.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) menciona acerca das vantagens ambientais do asfalto de borracha, pois não degradam o meio ambiente, sendo assim, implicou a obrigação aos

produtores e importadores de pneus a realizar a coleta e fazer a devida destinação em local ambientalmente adequado, para que o mesmo não polua o meio ambiente.¹⁸

Segundo Specht¹⁹ acerca das vantagens do uso de pneus na pavimentação asfáltica, os pneus são fabricados com o uso de produtos de difícil degradação como poliéster, náilon, negro-fumo e aço. Como esses produtos não se degradam facilmente no ambiente, o reaproveitamento é a melhor solução. a restauração de pavimento com esse tipo de asfalto pode usar até mil pneus por quilômetro, reduzindo muito o depósito desse material em aterros ou fora deles.

Portanto, este tipo de pavimentação possui maior durabilidade e não se degradam facilmente no meio ambiente. E tendo em vista que terá uma finalidade correta aos pneus, em vez de ser descartado na natureza, lixões e aterros sanitários.

2.4 Comparativos entre Pavimento Asfáltico em Borracha e Pavimento Asfáltico Convencional

Para Bernucci²⁰ divide-se pavimento rodoviário em dois tipos básicos: “rígidos (conhecido recentemente como pavimento de concreto de cimento Portland) e flexíveis (comumente chamado de pavimento asfáltico)”. Além desses dois tipos, o Manual de Pavimentação do DNIT ainda elenca mais um tipo, sendo este o pavimento semirrígido.

Vejamos a seguir a imagem de pavimento asfálticos flexíveis, ou seja, pavimento asfáltico convencional que é adotado atualmente nas vias da cidade de Porto Velho/RO:

Figura 2 – Imagem de asfáltico flexível em Porto Velho/RO.



De acordo com Marques²¹ acerca do pavimento rígido apresentar elevada resistência e durabilidade, com uma vida útil que pode perdurar por muitos anos, além da baixa necessidade de manutenção. Os pavimentos flexíveis são formados por camadas cujo objetivo é distribuir toda a carga da maneira mais homogênea, o que é possível pela deformação elástica sofrida em todas as camadas. Por outro lado, os pavimentos semirrígidos se caracterizam por uma resistência intermediária, quando comparados aos pavimentos flexíveis e rígidos.

Já de acordo com Souza e Mota, os pavimentos flexíveis, apresentam ser 40% mais resistentes que o asfalto convencional além de possuir diversas vantagens, entre elas: melhor conforto, baixo ruído e aderência elevada, diminuindo a possibilidade de derrapar. No Brasil, os primeiros estudos com foco na inserção de borracha em ligantes asfálticos surgiram a partir da década de 1990, mas a aprovação não era incentivada. O uso da borracha em obras rodoviárias foi ocorrido apenas no ano de 1999, pela Res. nº 258 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA²².

Desta forma, o asfalto borracha acresce em sua composição pneus inservíveis, sendo reciclados e incorporados aos ligantes asfálticos em obras de pavimentação. “O reaproveitamento da borracha dos pneus, além de contribuir com o meio ambiente, oferece mais segurança para os usuários das vias rodoviárias e maior vida útil para o pavimento asfáltico”²³.

Atualmente, os pavimentos apresentam alta deterioração, ocasionada pelo volume de tráfego, pela falta de manutenção, por temperaturas elevadas e por excesso de carga. Para mudar essa situação, é preciso investir em revestimentos asfálticos de alto desempenho, que apresentem características melhores e mais adequadas que o ligante asfáltico convencional. Adicionar ligantes modificados às misturas asfálticas pode ser uma alternativa para alcançar qualidades mais resistentes e duráveis para rodovias e para vias urbanas²⁴.

Portanto, o revestimento asfáltico pode sofrer modificações com o objetivo de melhorar a composição do asfalto adequando às necessidades da população, por meio da incorporação de modificadores de asfalto, tais como: filetes especiais, fibras e borrachas, as quais vêm tomando impulsos significativos ao longo dos anos²⁵.

2.5 As vantagens do pavimento asfáltico em borracha

No Brasil, os primeiros passos para a utilização do Asfalto Modificado por Borracha se fundem com a criação do artigo nº 2 da Resolução 258/99 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. “O artigo proíbe o descarte de pneu no meio ambiente, inclusive a queima em céu aberto. Com isto, surge a necessidade de se redirecionar a destinação de pneus inservíveis”²⁶.

O processo de fabricação do asfalto borracha consiste na incorporação de borracha vulcanizada proveniente de pneus como modificador de ligantes asfálticos, Segundo Rosa:

Esse processo pode ser dividido em dois grupos: no processo seco, a borracha triturada com uma determinada granulometria, com percentual entre 1 e 3%, que será incorporada como agregado fino em mistura betuminosa utilizando elevadas temperaturas através de um processo químico de redução; já no processo úmido, a borracha moída é adicionada ao ligante formando uma mistura sobre determinadas condições de temperatura que serão incorporadas posteriormente aos agregados. O processo úmido, destacando o percentual mínimo de 15 % de borracha moída na massa do ligante, além de acrescentar outras propriedades como: penetração, ponto de amolecimento, viscosidade, ponto de fulgor, estabilidade, variação em massa, entre outros²⁷.

Segundo Cava²⁸, a borracha triturada é adicionada na mistura asfáltica como parte dos agregados da mistura, sendo chamada então de agregado-borracha. É importante salientar que a adição de borracha à mistura modificada no processo seco só deve ser utilizada em misturas asfálticas a quente. “No processo úmido, destaca que a borracha triturada é incorporada ao CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo) em elevada temperatura”.

Para Bernucci²⁹, ocorre uma modificação do ligante asfáltico chamado Asfalto-Borracha, e este pode ser utilizado em serviços de pavimentação. “No processo úmido, o pó de pneus representa em geral 15 a 20% da massa de ligante ou menos que 1,5% da massa total da mistura”.

Segundo Greca³⁰, o asfalto com adição de borracha apresenta comportamento menos rígido (mais dúctil) do que o asfalto sem adição de borracha. Isto indica que a adição da borracha melhora as características elásticas do ligante, propiciando mistura com maior vida útil e com potencial redutor de propagação de trincas, tronando assim o asfalto borracha, “superior com relação ao asfalto convencional sendo mais econômico, sabendo que sua espessura de camada é de 3,5 cm, comparado com asfalto convencional que é de 5,0 cm chegando a 30% a mais de produtividade”.

Desta forma, o uso do asfalto de borracha vem se tornando mais frequente pela engenharia, por se tratar de um revestimento que possui mais viabilidade econômica e é ecologicamente sustentável, tendo em vista que este tipo de processo asfáltico é constituído de pó de pneu moído derivado da reciclagem de pneus descartáveis.

2.6 O uso de asfalto de borracha em porto velho

No ano de 2010, a Prefeitura de Porto Velho, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Sema), realizou a retirada de pneus espalhados pela cidade. A expectativa era de recolher mais de 200 mil pneus em Porto Velho.

Ademais, a Resolução 421/2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) obriga que os fabricantes de pneus se responsabilizem pela sua destinação final, ocorre que isso não é feito na prática, pois as fábricas dos pneus não possuem representantes na cidade de Porto Velho.

Para a efetivação da coleta, foi disponibilizado na época, locais específicos para que a população possa levar os pneus velhos. Em seguida, os pneus recolhidos foram transportados para o Centro Comunitário da Vila Princesa, disponibilizado para a prefeitura por meio de um termo de comodato firmado com o Centro Salesiano do Menor. Após isso, os pneus foram armazenados em ambiente fechado, e transportados pela ONG Reciclanip, que fez a destinação correta do produto. Esta entidade já recolhe pneus em Ji-Paraná, Cacoal, Vilhena e Ariquemes, em Rondônia.³¹

Desta forma, quando um pneu chega ao fim de sua vida útil, ou seja, não pode mais continuar rodando em um veículo, ele deve ser deixado em local apropriado, caso de um estabelecimento comercial como uma revenda de pneus e borracharia ou um Ponto de Coleta de Pneus da Prefeitura Municipal.

Ademais, esses pneus são utilizados como componentes para a fabricação de manta asfáltica e asfalto-borracha, processo que tem sido acompanhado e aprovado pela indústria de pneumáticos. Ocorre que na cidade de Porto Velho, não foi possível identificar o uso deste método nas avenidas da cidade.

Nesse sentido, vale mencionar que é de suma importância que a prefeitura venha a aderir esse tipo de revestimento asfáltico, pois possui grandes vantagens quanto ao seu uso, principalmente com relação a viabilidade econômica e ambiental.

O asfalto de borracha tem maior resistência e durabilidade, e a sua manutenção é de custo baixo. Além disso, no aspecto ambiental, é levado em conta a reciclagem do pneu descartado, que muitas vezes não possui destinação adequada, e acaba poluindo o meio ambiente. Com o seu uso na reciclagem, é possível acabar o descarte inadequado, dando finalidade ecológica.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do presente artigo, verificou-se que a problemática foi adequadamente abordada e respondida de acordo com os assuntos apresentados anteriormente, como forma de demonstrar que o asfalto de borracha apresenta, vantagens no que diz respeito ao meio ambiente, às questões técnicas e econômicas.

O uso de borracha moída de pneus na mistura asfáltica apresenta diversas vantagens, como a questão do aumento da resistência com relação ao trincamento e às deformações permanentes.

Além disso, maior durabilidade, melhor aderência do pneu ao pavimento asfáltico, tudo isso ocasiona maior estabilidade e segurança para todos que passarem com o seu veículo naquela via, bem como a resistência mais elevada à formação de trilhas de rodas, redução de aquaplanagem, entre outros.

No aspecto ambiental, possuem também várias vantagens quanto ao uso dos pneus nas pavimentações asfálticas, pois não degradam o meio ambiente e não será feito o descarte em local inapropriado.

A resolução do CONAMA possui o intuito de evitar que os pneus sejam incinerados ou descartados em qualquer local, sem qualquer tipo de destinação adequada. Assim, a ideia é que seja retirado uma grande quantidade de pneus inutilizados do meio ambiente e dar uma destinação correta.

Apesar que o custo do asfalto de borracha é mais elevado na sua fabricação, apresenta um melhor custo-benefício pois traz mais economia no revestimento, uma vez que não se utiliza tanta massa asfáltica.

Sendo assim, pode-se concluir que é viável a incorporação da borracha nos asfaltos pois traz muitos benefícios para o governo e a população em geral. Porém na cidade de Porto Velho ainda não foi possível identificar o uso deste método nas avenidas da cidade.

Nesse sentido, vale mencionar que é de suma importância que a prefeitura venha a aderir esse tipo de revestimento asfáltico, pois possui grandes vantagens quanto ao seu uso, principalmente com relação a viabilidade econômica e ambiental.

Sendo assim, ficou claro que os benefícios ecológicos são enormes, bem como os socioeconômicos quanto a elaboração das pavimentações asfálticas com adição de borracha reciclada de pneus inutilizados.

O ideal é que a sociedade seja desenvolvida ecologicamente para que se obtenha maior viabilidade econômica no aspecto geral, sendo assim, com a aplicação do método de pavimentação asfáltica de borracha nas vias, será possível ter maior crescimento e evolução social.

REFERÊNCIAS

BALBO, J.T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, v. 1, 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu> › Pavimentação_asfáltica_For. Acesso em: 26 mar. 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 416 de 30/09/2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/?id=110446>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CAVA, F. **O Asfalto Borracha é um Asfalto Ecológico?**. Além da Inércia, 2020. Disponível em: <https://alemdainercia.com/2020/02/10/o-asfalto-borracha-e-um-asfalto-ecologico/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº 258, de 26 de Agosto de 1999**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>. Acesso em: 24 abr. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE – CNT. **Revista informativa Transporte e Logística: Apresentação Institucional**. CTLOG, 03 de agosto de 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/anos-anteriores/apresentacao-institucional-cnt-49.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

DNIT. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. Disponível em: <https://marcosporto.eng.br> › uploads › 2018/02 › M. Acesso em: 26 mar. 2022.

GRECA ASFALTOS. **Estudo comparativo do desempenho do Asfalto Borracha**. Disponível em: <http://www.grecaasfaltos.com.br>. Acesso em: 24 mar. 2022.

MARTINS, Haroldo A. F. **A utilização da borracha de pneus na pavimentação asfáltica**. 2004. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembimorumbi, São Paulo, 2004. p. 58. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8788>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MARQUES, G. L. de O. **Pavimentação**. 2006. Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2009/03/Notasde-Aula-Prof.-Geraldo.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

NETO, Diocelde Marques de Oliveira. **Uso da borracha de pneus para pavimentação asfáltica no Brasil: um panorama histórico.** Disponível:
http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/04/c8/04c8ceb6-dd71-40a1-9876-1730305ee679/diocelde_marques_de_oliveira_neto_-_uso_da_borracha_de_pneus_para_pavimentacao_asfaltica_no_brasil_um_panorama_historico.pdf.
Acesso em: 25 mar. 2022.

ROSA, A. P. G., SANTOS, R. A., CRISPIM, F. A., RIVA, R. D. D. **Análise comparativa entre asfalto modificado com borracha reciclada de pneus e asfalto modificado com polímeros.** Teoria e Prática na Engenharia Civil, n. 20, 2012.

SILVA, Yara Cristina Ferreira da. **Estudo das vantagens e desvantagens da utilização do asfalto**

Borracha. Disponível em: <https://ulbra-to.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/656>. Acesso em: 22 abr. 2022.

SOUZA, L. D. F.; MOTA, K. R. R. **Estudo Comparativo da Viabilidade do Asfalto Convencional e o Asfalto-Borracha nas Vias Urbanas do Bairro Campestre em Monte Carmelo-MG.** Monte Carmelo. 2019.

SPECHT, L.P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus.** 2004. 279 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/5192>. Acesso em: 24 abr. 2022.

TEIXEIRA, Natália Costa; NASCIMENTO, Thaynara Valuar do. **Comparativo da aplicação do concreto betuminoso usinado à quente e do asfalto borracha nos pavimentos asfálticos.** Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/1495>. Acesso em: 27 mar. 2022.

ODA, S.; FERNANDES JUNIOR, J. L. **Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação.** Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 23, p. 1589-1599. ISSN: 1415-6814. Disponível em:
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/2804/1855>. Acesso em: 22 mar. 2022.

ZATARIN, Ana Paula Machado *et al.* **Viabilidade da Pavimentação com Asfalto-borracha.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis – SC, v. 5, n. 2, p.649-674, out. 2016/mar. 2017. Disponível em:
http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3323/2822. Acesso em: 24 mar. 2022.

1BALBO, J.T. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 32.

2NETO, Diocelde Marques de Oliveira. **Uso da borracha de pneus para pavimentação asfáltica no Brasil: um panorama histórico**. Disponível:

[http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/04/c8/04c8ceb6-dd71-40a1-9876-](http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/04/c8/04c8ceb6-dd71-40a1-9876-1730305ee679/diocelde_marques_de_oliveira_neto_-_uso_da_borracha_de_pneus_para_pavimentacao_asfaltica_no_brasil_um_panorama_historico.pdf)

[1730305ee679/diocelde_marques_de_oliveira_neto_-_](http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/04/c8/04c8ceb6-dd71-40a1-9876-1730305ee679/diocelde_marques_de_oliveira_neto_-_uso_da_borracha_de_pneus_para_pavimentacao_asfaltica_no_brasil_um_panorama_historico.pdf)

[_uso_da_borracha_de_pneus_para_pavimentacao_asfaltica_no_brasil_um_panorama_historico.pdf](http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/04/c8/04c8ceb6-dd71-40a1-9876-1730305ee679/diocelde_marques_de_oliveira_neto_-_uso_da_borracha_de_pneus_para_pavimentacao_asfaltica_no_brasil_um_panorama_historico.pdf).

Acesso em: 25 mar. 2022

3ODA, S.; FERNANDES JUNIOR, J. L. **Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação**. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 23, p. 1589-1599, 5 maio 2001. ISSN: 1415-6814. Disponível em:

<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/2804/1855>. Acesso em: 22 mar. 2022.

4Ibidem.

5BRASIL. **Resolução CONAMA nº 416 de 30/09/2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/?id=110446>. Acesso em: 25 mar. 2022.

6ZATARIN, Ana Paula Machado; SILVA, André Luiz Ferreira da; ANEMAM, Lehi dos Santos; BARROS, Marcos Roberto de. **Viabilidade da pavimentação com asfalto-borracha**. Disponível em:

http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/download/3323/2822.

Acesso em: 27 abr. 2022.

7RECICLANIP. **Ciclo do Pneu**. 2020. Disponível em: <https://www.reciclanip.org.br/formas-de-destinacao/ciclo-do-pneu/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

8TEIXEIRA, Natália Costa; NASCIMENTO, Thaynara Valuar do. **Comparativo da aplicação do concreto betuminoso usinado à quente e do asfalto borracha nos pavimentos asfálticos**. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/1495>. Acesso em: 27 mar. 2022.

9GRECA ASFALTOS. **Estudo comparativo do desempenho do Asfalto Borracha**. Disponível em: <http://www.grecaasfaltos.com.br>. Acesso em: 24 mar. 2022.

10CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE – CNT. **Revista informativa Transporte e Logística**: Apresentação Institucional.CTLOG, 03 de agosto de 2016. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras->

tematicas/infraestrutura-e-logistica/anos-anteriores/apresentacao-institucional-cnt-49.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

11 ODA, S.; FERNANDES JUNIOR, J. L. **Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação**. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 23, p. 1589-1599, 5 maio 2001. ISSN: 1415-6814. Disponível em:

<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/2804/1855>. Acesso em: 22 mar. 2022.

12 Ibidem.

13 GRECA ASFALTOS. **Estudo comparativo do desempenho do Asfalto Borracha**. Disponível em:

<http://www.grecaasfaltos.com.br>. Acesso em: 24 mar. 2022.

14 SILVA, Yara Cristina Ferreira da. **Estudo das vantagens e desvantagens da utilização do asfalto**

Borracha. Disponível em: <https://ulbra-to.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/656>. Acesso em: 22 abr. 2022.

15 Ibidem.

16 SILVA, Yara Cristina Ferreira da. **Estudo das vantagens e desvantagens da utilização do asfalto**

Borracha. Disponível em: <https://ulbra-to.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/656>. Acesso em: 22 abr. 2022.

17 Ibidem.

18 CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº 258, de 26 de Agosto de 1999**.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>. Acesso em: 24 abr. 2022.

19 SPECHT, L.P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus**.

2004. 279 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/5192>. Acesso em: 24 abr. 2022.

20 BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, v. 1, 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu>

Pavimentação_asfáltica_For. Acesso em: 26 mar. 2022.

21 MARQUES, G. L. de O. **Pavimentação**. 2006. Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2009/03/Notasde-Aula-Prof.->

Geraldo.pdf. Acesso em: 26 mar. 2022.

22SOUZA, L. D. F.; MOTA, K. R. R. **Estudo Comparativo da Viabilidade do Asfalto Convencional e o Asfalto-Borracha nas Vias Urbanas do Bairro Campestre em Monte Carmelo-MG**. Monte Carmelo. 2019. p. 23.

23ZATARIN, Ana Paula Machado *et al.* **Viabilidade da Pavimentação com Asfalto-borracha**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis – SC, v. 5, n. 2, p.649-674, out. 2016/mar. 2017.

Disponível em:

http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3323/2822.

Acesso em: 26 mar. 2022.

24GRECA ASFALTOS. **Linha ECOFLEXPAVE**. Disponível em:

http://www.flexpave.com.br/leiamais_ecoflex/13_estudo_ecoflex_2009.pdf. Acesso em: 26 mar. 2022.

25BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, v. 1, 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu> ›

Pavimentação_Asfáltica_For. Acesso em: 26 mar. 2022.

26GRECA ASFALTOS. **Linha ECOFLEXPAVE**. Disponível em:

http://www.flexpave.com.br/leiamais_ecoflex/13_estudo_ecoflex_2009.pdf. Acesso em: 26 mar. 2022.

27ROSA, A. P. G., SANTOS, R. A., CRISPIM, F. A., RIVA, R. D. D. **Análise comparativa entre asfalto modificado com borracha reciclada de pneus e asfalto modificado com polímeros**. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n. 20, 2012. p. 31-38.

28CAVA, F. **O Asfalto Borracha é um Asfalto Ecológico?**. Além da Inércia, 2020. Disponível em:

<https://alemdainercia.com/2020/02/10/o-asfalto-borracha-e-um-asfalto-ecologico/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

29BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, v. 1, 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu> ›

Pavimentação_Asfáltica_For. Acesso em: 26 mar. 2022.

30GRECA ASFALTOS. **Estudo comparativo do desempenho do Asfalto Borracha**. Disponível em:

<http://www.grecaasfaltos.com.br>. Acesso em: 24 mar. 2022.

31ARANDA, Ana. **Prefeitura inicia campanha de coleta de pneus inservíveis**. 2010. Disponível em:

<https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/5836/prefeitura-inicia-campanha-de-coleta-de-pneus-inserviveis>. Acesso em: 17 nov. 2020.

***Acadêmico de Engenharia Civil. E-mail: patriciobrustolon@hotmail.com. Artigo apresentado a Faculdade de Educação de Porto Velho-UNIRON, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Porto Velho, 2022.

**Prof. Orientador (especialista). Professor do curso de Engenharia Civil. E-mail: vanius.paiva@uniron.edu.br.

← Post anterior

Deixe um comentário

Conectado como Dr. Oston Mendes. Sair? Campos obrigatórios são marcados com *

Digite aqui...

Publicar comentário »