

ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE MATERIAL ASFÁLTICO RECICLADO COMO SUBSTITUTO DO AGREGADO GRAÚDO NA ELABORAÇÃO DE CONCRETO

Pedro Roberto de ANDRADE JUNIOR¹

Elton Aparecido Prado dos REIS²

RESUMO: Com o constante aumento de manutenção de rodovias e vias públicas asfaltadas, acaba-se gerando um volume alto de materiais, que podem ou não, conforme estudo a ser realizado, ser empregado como substituto do agregado graúdo na fabricação de concreto. Já se tem estudos e aplicações que analisaram os benefícios do emprego do resíduo gerado da manutenção de pavimento asfáltico flexível na própria indústria da pavimentação, como forma de reforço de subleito, base ou sub-base da via. Desse modo, através da análise do resíduo, que pode ser obtido ou por meio da fresagem do pavimento, como pela abertura de vias asfaltadas, será possível concluir sobre a viabilidade de sua utilização em concretos.

Palavras-chave: Asfalto Reciclado. Reutilização. Apelo Ambiental. Concreto Reciclado.

1 INTRODUÇÃO

A pavimentação, técnica que utiliza várias camadas de espessura e composição variáveis, determinadas em função da utilização futura, destina-se a fazer com que certa via de tráfego melhor resista aos esforços causados pelo tráfego de pessoas, veículos, cargas e do clima, propiciando aos usuários melhoria das condições de rolamento, com conforto, segurança e economia.

Desta forma remetemos os primórdios da pavimentação à construção das pirâmides do Egito Antigo, já que foram construídas vias formadas por grandes lajes que suportavam o deslocamento das pedras utilizadas nos faraônicos monumentos. E por todos os momentos da história, desde então, temos notícias de

¹ Discente do 2º ano do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. pedandjr@outlook.com. Bolsista do Programa de Iniciação Científica.

² Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. Doutor em Ciência e Tecnologia de Materiais do programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Materiais (POSMAT) da Universidade Estadual Paulista. elton.reis@toledoprudente.edu.br. Orientador do trabalho.

pavimentação de caminhos que serviam ao deslocamento de pessoas, animais e cargas. No começo a pavimentação dos caminhos se dava com o emprego de pedras e elementos ligantes, conceito utilizado até hoje.

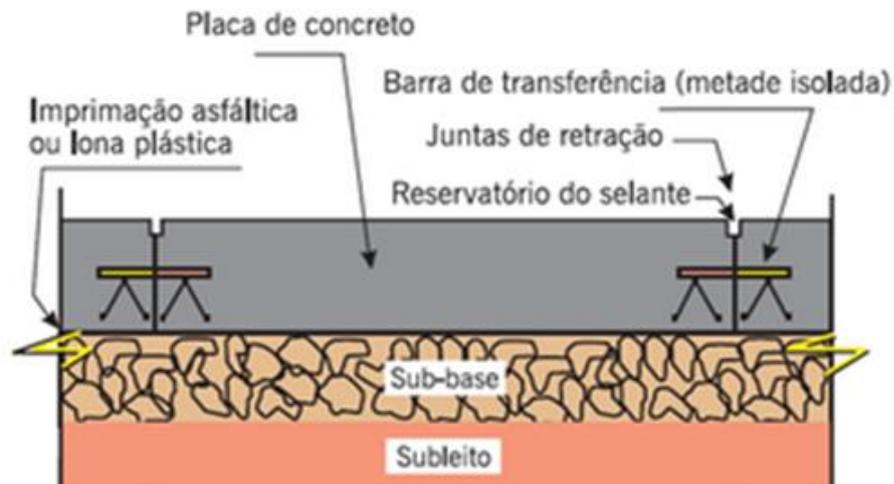
No Brasil, a primeira via pavimentada, pelos métodos da época, foi a via que ligava São Vicente ao Planalto Piratininga, onde posteriormente se fundaria a cidade de São Paulo. Tal via, hoje, é conhecida como Estrada Velha do Mar. Depois dessa vieram a Estrada Real (Caminho do Ouro), Estrada Normal da Estrela, dentre outras mais.

Em tempos menos remotos, lá pelos idos de 1928, uma importante via foi inaugurada no país, a Via Dutra, que liga a cidade de São Paulo à cidade do Rio de Janeiro. Ainda assim, em 1942, cinco anos depois de criado o DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), no Brasil existiam somente 1300 km de rodovias pavimentadas, a menor quantidade da América Latina.

Em 1956, por conta da política rodoviarista de Juscelino Kubitschek, estimulada pelos investimentos provocados pela implantação das indústrias automobilísticas no país, houve um grande avanço na construção e pavimentação de rodovias. Tal movimento teve seu ápice durante o período do militarismo (1964-1984), sendo o período de maior crescimento da malha rodoviária nacional.

O pavimento rodoviário pode ser, dependendo da forma com que é executado e dos materiais empregados, classificado como rígido ou flexível. O pavimento rodoviário rígido é aquele executado com o emprego de placas de concreto de cimento Portland, que podem ser armadas com barras de aço, ou não; a espessura de tais placas depende dos esforços aos quais será submetido o pavimento (BRASIL, 2006).

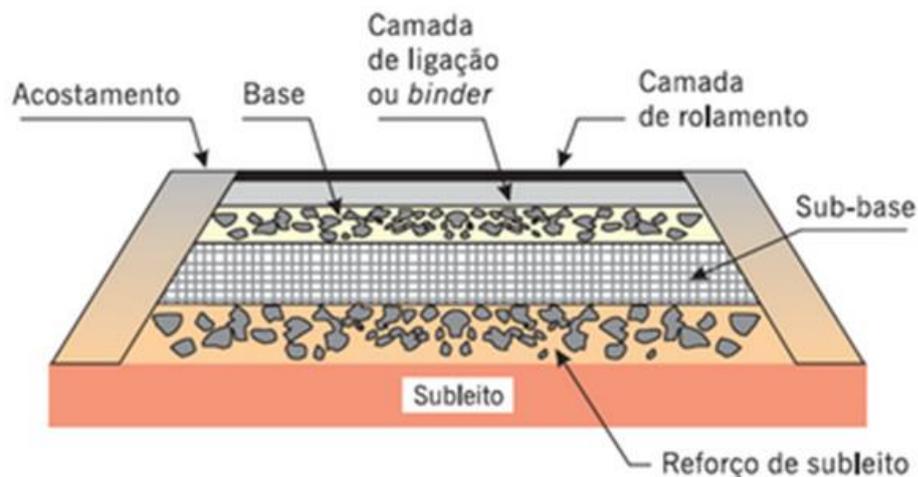
Figura 1: Exemplo de método de execução e camadas do pavimento rígido elaborado com placas de concreto



Fonte: Grupo SPT Sondagens. Disponível em: <http://www.sptsondagens.com.br/servicos?servico=dimensionamento> Acesso em maio de 2017.

O pavimento rodoviário flexível, por sua vez, é composto por uma mistura de, basicamente, agregados e ligantes asfálticos, sendo amplamente empregado o CBUQ - concreto betuminoso usinado a quente. Tal revestimento normalmente é produzido em usinas, localizadas perto do local de aplicação, garantindo que a mistura mantenha durante o transporte uma temperatura ideal para utilização (BERNUCCI, et al, 2006).

Figura 2: Exemplo de método de execução e camadas do pavimento flexível constituído de CBUQ.



Fonte: Grupo SPT Sondagens. Disponível em: <http://www.sptsondagens.com.br/servicos?servico=dimensionamento> Acesso em maio de 2017.

O Brasil conta, em números de 2015, obtidos junto ao sítio do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, na internet, com 11,5% das estradas pavimentadas com pavimento flexível, de um total de 1.700.000 km, e parques 0,5% pavimentadas com pavimento rígido. Tais números demonstram a ampla preferência pela utilização do pavimento flexível.

O pavimento flexível é aplicado após a preparação de camadas prévias, em geral subleito, base e sub-base. Após a execução dessas três camadas, ou de outras dependendo da necessidade, é aplicado o CBUQ, este composto de, geralmente, imprimação (executada com ligante betuminoso sobre a base concluída, conferindo coesão superficial, impermeabilização, permitindo aderência das camadas superiores), pintura de ligação (tal qual a camada de imprimação, visa promover aderência entre camadas), binder (CBUQ convencional com aproximadamente 7,0 cm de espessura), pintura de ligação e capa (CBUQ convencional, com aproximadamente 5,0 cm de espessura) (BERNUCCI, et.al., 2006).

Contudo, ainda que o pavimento flexível seja executado para ter durabilidade compatível com seus custos e utilização, seja por negligência quando da preparação das camadas inferiores, na maioria das vezes, seja por conta da péssima qualidade do material empregado, os defeitos, patologias e irregularidades surgem, comprometendo a plena utilização das vias.

Os reparos são executados, muitas vezes, com a substituição do pavimento danificado e, quando necessário, recuperação da fundação. Quando se faz necessária somente a troca do pavimento pode ser executada a técnica da fresagem, que será adiante pormenorizada.

Outra forma de geração de resíduos asfálticos se dá, pelo menos na cidade de Presidente Prudente, onde não há outro serviço que utiliza galerias subterrâneas, quando da manutenção dada pelas empresas prestadoras de serviço de água e esgoto em suas redes distribuidoras (de água) ou coletoras (de esgoto). Para ter acesso às redes de água e esgoto é necessário, quase sempre, abrir um buraco no revestimento asfáltico da via. Após terminado o reparo, não é possível voltar o material retirado ao seu local, sendo executado um reparo com cimento asfáltico frio, devidamente compactado.

Figura 3: Exemplo de abertura de acesso às galerias subterrâneas com retirada do pavimento asfáltico.



Fonte: Portal G1 – Prudente e Região. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/noticia/2015/02/equipes-da-prefeitura-iniciam-conserto-de-buraco-na-av-manoel-goulart.html>>
Acesso em maio de 2017.

O material asfáltico retirado das vias públicas pela empresa de água e esgoto, ou por prestadoras de serviços por ela contratadas, é simplesmente dispensado em depósitos de materiais inertes. Quando muito, são empregados na execução de lastros ou reforço de base para as estruturas que constroem.

As duas formas de manutenção do revestimento asfáltico geram um material asfáltico reciclável, tanto o proveniente do processo de fresagem do pavimento, quanto do processo de manutenção do pavimento, que muitas vezes é um incômodo problema para as partes envolvidas no processo construtivo.

Quanto utilizado o processo de fresagem uma máquina fresadora, com um potente mecanismo de corte e desbaste, retira por raspagem porção previamente determinada do pavimento. O material formado por este processo é, por muitas vezes, considerado inservível, sendo destinado a depósitos de materiais inertes, localizados às margens de rodovias.

Figura 4: Equipamento realizando a fresagem de revestimento asfáltico flexível com geração de material fresado.



Fonte: Portal dos Equipamentos. Disponível em:
<http://www.portaldosequipamentos.com.br/equipanews/cont/m/saiba-como-escolher-os-equipamentos-corretos-para-fresagem-de-pavimentos_15008_40> Acesso em maio de 2017.

Figura 5: Esquema de funcionamento da máquina fresadora e dentes diamantados que fresam o material asfáltico.



Fonte: Asfalto de qualidade. Disponível em:
<<http://asfaltodequalidade.blogspot.com.br/2012/12/fresadoras-de-asfalto.html>> Acesso em maio de 2017.

Algumas empresas pavimentadoras, normalmente ligadas a concessionárias de rodovias, utilizam tal material fresado para formação de base, sub-base ou, ainda, para o reforço de subleito de rodovias.

Muitas vezes, ainda, o material fresado é comercializado para encascalhamento de rodovias vicinais ou rurais particulares.

Se o material fresado é considerado um problema, principalmente ambiental, o que se dirá do material retirado do pavimento quando da manutenção sem processo de fresagem, que forma na maioria das vezes resíduo de maior

dimensão, e, portanto, de menor possibilidade de pronta utilização.

2 DESENVOLVIMENTO

Alguns estudos já foram realizados no sentido de reutilização, principalmente do material fresado, no próprio processo de pavimentação asfáltica, seja incorporado às fases de preparação do solo, com o reforço de subleito, seja na fase de preparação da base e sub-base do pavimento. Há estudos, ainda, no sentido de utilização do material fresado como parte do próprio pavimento asfáltico, na modalidade RAP, do inglês “recycled asphalt pavement” (pavimento de asfalto reciclado, em tradução livre).

Segundo (SPECHT, 2013), em seu ensaio, a utilização de até 70% de material fresado em conjunto com brita ¾” (15%) e pó de pedra (15%) atende satisfatoriamente aos requisitos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT 141/2010, necessários para compor base estabilizada granulometricamente, obtendo satisfatórios resultados técnicos e econômicos.

A estabilização granulométrica consiste na mistura de dois ou mais elementos, muitas vezes solos, de forma íntima, e sua posterior compactação, com o objetivo de obtenção de uma mistura densamente graduada e de fração fina plástica limitada.

De acordo com (ROSSATO, 2013), por sua vez, utilizando 70% de material fresado misturado a 30% de pó de pedra, estabilizados com 6% de cimento Portland, em volume, concluiu que uma camada de base ou sub-base composta por esta mistura apresenta elevada resistência, resultando em solução adequada, tanto ao problema ambiental do descarte do material fresado, quanto à falta de expressivos investimentos públicos em obras de pavimentação, já que diminui a necessidade de emprego de material britados virgens.

Segundo Dias (2015), a mistura de solo com material fresado serve à composição de sub-base de pavimento asfáltico, em qualquer proporção, não servindo, por conta dos números apresentados em resposta ao teste de Índice de Suporte Califórnia (CBR), para aplicação em bases.

O teste CBR verifica a capacidade de suporte do solo compactado,

determinando a força exercida por um pistão para penetrar, sob condições controladas, uma amostra submetida a processo de imersão por 96 horas. O valor é referenciado ao de uma brita de referência, com valor de 100%.

Estudos indicam que a técnica de utilização de RAP permite a aplicação de material fresado na camada de rolamento do pavimento asfáltico em proporções de 10% a 45%, com a particularidade de que o material fresado deve ser excluído do procedimento de aquecimento do agregado graúdo, para que não aconteça o desprendimento da porção betuminosa do material (DIAS, 2015).

Apesar da intensa pesquisa, não foram encontrados estudos que buscavam caracterizar e analisar a aplicação do material asfáltico fresado como agregado graúdo na fabricação de concreto, mostrando a importância da pesquisa a ser desenvolvida.

Desta feita, o presente estudo buscará, respeitadas as limitações deste pesquisador, e tendo por base informações locais, 1. caracterizar o agregado graúdo amplamente utilizado na fabricação de concreto; 2. caracterizar o resíduo asfáltico, seja ou não oriundo do processo de fresagem; e, 3. verificar, por meio de testes laboratoriais, se amostras de concreto produzidas com resíduo asfáltico substituindo o agregado graúdo comumente utilizado pelas indústrias de concreto possuem as mesmas características e propriedades, principalmente mecânicas.

2.1 Caracterização do agregado graúdo amplamente utilizado na fabricação de concreto

A caracterização de um material é um processo muito importante que busca, pela coleta e catalogação do maior número de informações possíveis, determinar quais as principais características desse material e, tão importante quanto, comparar tais características com um padrão a ser perseguido para determinada aplicação.

A pedra britada é o material mais utilizado como agregado graúdo na elaboração de concreto. A utilização de outros materiais, como seixo rolado, argila expandida, vermiculita expandida, não é tão difundida, sendo dispensado, por hora, seu estudo.

A pedra britada é obtida em processo que demanda extração do material de uma jazida, seu posterior beneficiamento e classificação.

As características importantes que a faz o agregado graúdo mais utilizado na construção civil, e por consequência na elaboração de concreto, são alta resistência à compressão, módulo de deformação, resistência à abrasão, massa específica absoluta, resistência ao choque, porosidade, absorção de água e resistência aos sulfatos.

Para a elaboração do presente estudo, serão analisadas massa específica, densidade e absorção de água. Tais dados servirão como parâmetros para comparação com o material asfáltico a ser estudado.

2.2 Caracterização do resíduo asfáltico a ser estudado, seja ou não proveniente de processo de fresagem

Após coleta do material asfáltico a ser estudado, e processamento, será o mesmo caracterizado quanto à sua massa específica, densidade e capacidade de absorção de água.

Com as informações coletadas, será executado um comparativo entre tais informações e as que servem de parâmetro de análise, obtidas pela caracterização da brita amplamente utilizada na indústria do concreto.

Pela simples comparação entre as características já pode ser descartada, dependendo dos resultados, a utilização do material asfáltico reciclado na composição do concreto, objeto do presente estudo.

Mas, ainda assim, a próxima etapa proposta para o presente será cumprida, que é a verificação, por meio de testes destrutivos de corpos de prova, se o concreto produzido com o emprego de material reciclado proveniente de pavimentação possuiu as mesmas características do concreto produzido com o emprego de pedra britada, especialmente no que toca à resistência à compressão.

2.3 Produção de corpos de prova e análises laboratoriais

Serão confeccionados corpos de prova, tanto com a utilização de pedra britada, quanto com a utilização de material asfáltico reciclado, seguindo parâmetros estipulados em diversas normas, tais como NBR 5738 e NBR 5739, especialmente.

Após a confecção de tais corpos de prova, os mesmos serão ensaiados, também segundo as normativas aplicáveis, e os resultados serão analisados.

A análise dos dados obtidos, tanto com a caracterização do material, quanto com o ensaio dos corpos de prova produzidos, será crucial para verificar a viabilidade de substituição do agregado graúdo comumente utilizado na indústria local do concreto pelo material oriundo da reciclagem/fresagem de revestimento asfáltico.

3 CONCLUSÃO

A pavimentação asfáltica, nos moldes como é executada na ampla maioria de nossas vias, gera um subproduto, quando de sua manutenção, pouco utilizado, e muito negligenciado.

O presente trabalho, e o que mais se desenvolverá à partir dele, busca encontrar uma utilização um pouco mais nobre para um produto que, em grandes proporções, torna-se um estorvo à sociedade e ao meio ambiente.

E ainda, em sendo encontrado um possível substituto ao emprego de pedra britada na indústria do concreto, o meio ambiente deixará de ser o único fornecedor de tal insumo, já que o mesmo também será buscado pela nobre via da reciclagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Materiais de construção**. São Paulo : PINI, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 1994.

BAUER, L.A. Falcão. **Materiais de construção**, 1. 5. ed. revisada. Rio de Janeiro : LTC, 2016.

BERNUCCI, Liedi Bariani, et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro : PETROBRÁS: ABEDA, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. – Rio de Janeiro, 2006.

CENTRO UNIVERSITÁRIO “ANTONIO EUFRÁSIO DE TOLEDO” de Presidente Prudente. **Normalização de apresentação de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. 2007 – Presidente Prudente, 2007, 110p.

DIAS, Patrícia Silva, et al. **Contribuição ao estudo de materiais fresados incorporados a um solo argiloso siltoso para o uso em camadas de pavimentos flexíveis**. In: Reunião Anual de Pavimentação, 44, e Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 18. Foz do Iguaçu : 2015.

GARCÊS, A., et al. **Utilização de material proveniente de fresagem na composição de base e sub-base de pavimentos flexíveis**. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 17. Goiânia : 2014.

ROSSATO, Fábio Pereira, et al. **Estudo da utilização de material fresado estabilizado com cimento Portland visando seu emprego em camada de pavimento**. In: Seminário de Engenharia Geotécnica do Rio Grande do Sul, 7. Santa Maria : 2013.

SPECHT, Luciano Pivoto, et al. **Utilização de material fresado como camada de pavimento: estudo laboratorial e aplicação em campo**. In: Reunião Anual de Pavimentação, 42, e Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 16.