

ANÁLISE DO MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO COM A INCORPORAÇÃO DE CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E FIBRAS TEXTEIS

Arthur Pereira Neto

Jesner Sereni Idefonso

Departamento de Engenharia Civil

Universidade Estadual de Maringá

RESUMO

O microrrevestimento asfáltico é uma técnica de baixo custo e que é aplicada principalmente na recuperação da funcionalidade de pavimentos danificados. Contudo, ele pode apresentar certa limitação quanto a sua trabalhabilidade e propriedades mecânicas. Desse modo, serão incorporadas a cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC) e fibras têxteis (algodão, poliéster e elastano) à sua composição com o intuito de aprimorar o desempenho do microrrevestimento e de mitigar o impacto gerado pelo descarte incorreto desses resíduos. Para mais, se efetuarão ensaios laboratoriais para a caracterização dos materiais e dosagem do microrrevestimento, para que assim seja feito o comparativo de desempenho entre a dupla adição (cinza e fibras) e a simples inserção de CBC no microrrevestimento. Posteriormente, será executado em um trecho experimental de via com tráfego leve ou médio, ambos traços do composto, visando analisar os desempenhos dos microrrevestimentos propostos frente aos esforços decorrentes do serviço.

1. PROPOSTA

Frente à realidade brasileira, segundo dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017), somente 13% das rodovias são pavimentadas, porém apenas pequena porcentagem das mesmas classificadas como ótimas ou boas para trafegar. Nesse contexto, é necessário, além da expansão da malha viária pavimentada, a melhoria das condições de trafegabilidade.

Assim, o microrrevestimento asfáltico é uma mistura asfáltico com grande potencial de uso para restauração superficial do pavimento no país, por conta do baixo custo relativo de fabricação e da facilidade de aplicação. Contudo esse material possui algumas limitações de uso, dentre eles a pouca resistência à ruptura, possuindo baixo desempenho em vias de tráfego pesado, ou, ainda, ao preencher os sulcos mais espessos presentes em revestimentos danificados, essa mistura se revela com baixa resistência à deformação.

Com base nesse entendimento, alguns materiais vêm sendo adicionados a essa mistura, com o objetivo de aperfeiçoar seu desempenho. Em vista disso, na presente pesquisa, foca-se essencialmente em dois compostos industriais, a cinza proveniente da queima do bagaço de cana-de-açúcar (CBC) e as fibras orgânicas têxteis, constituídas por algodão, elastano e poliéster.

Entende-se inicialmente que há viabilidade no uso desses materiais, uma vez que, no Brasil, cerca de 95% de todo o bagaço produzido são queimados em caldeiras para geração de energia em usinas de biomassa produzindo, como resíduo, a cinza de bagaço. Composta, basicamente, de sílica (SiO_2), a CBC tem potencial para ser utilizada como adição mineral (Cordeiro et al., 2008). Já as fibras, tanto orgânicas quanto inorgânicas (ou sintéticas), são largamente utilizadas na construção civil, na composição de diversos materiais, com a finalidade de melhorar as propriedades, especialmente mecânica. Todavia, a disposição desses materiais não obedece, na maioria dos casos, as práticas propícias, podendo-se configurar em sério problema ambiental.

Assim sendo, visto as limitações da aplicação do microrrevestimento asfáltico em obras de pavimentação, bem como os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de CBC e fibras orgânicas têxteis na região de Maringá, a presente pesquisa procura analisar o microrrevestimento asfáltico com a adição de cinza de bagaço de cana-de-açúcar e fibras têxteis em serviços de restauração superficial de pavimentos, com o intuito de aumentar a trabalhabilidade e melhorar as propriedades mecânicas da mistura, por meio da caracterização dos materiais componentes da mistura, por meio de ensaios laboratoriais, realizando a dosagem e análise do microrrevestimento asfáltico com a dupla incorporação, de acordo com as normas

vigentes e aplicando assim o microrrevestimento remodelado em determinado trecho de uma rodovia de tráfego leve e/ou médio, para que assim seja possível analisar o seu comportamento frente aos esforços sofridos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Microrrevestimento

Microrrevestimento é um tratamento superficial a frio composto por agregados minerais, fíler, emulsão asfáltica modificada, geralmente por polímeros, água, aditivos, possuindo assim consistência fluida, aplicada de maneira uniforme por cima de uma superfície preliminarmente preparada. Conforme Balbo (2007) Essa é uma técnica de baixo custo, que é aplicada principalmente na recuperação da funcionalidade de pavimentos danificados, como capas selantes para o aumento da impermeabilização de revestimentos asfálticos. Porém, a atribuição estrutural é pequena e, às vezes, inexistente, desse modo, servindo principalmente no aperfeiçoamento da textura rugosa do pavimento, desenvolvendo uma maior resistência a derrapagem e diminuindo a distância de frenagem, conseqüentemente concedendo um aumento significativo na segurança da via (Bernucci et al., 2008).

2.2. Cinza de bagaço de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, após passar por beneficiamento, produz como subproduto o bagaço, que por sua vez, é usado como biomassa para produção de energia em usinas. Dessa forma, resultando em dois distintos tipos de cinzas, a volante ou leve e a pesada. A primeira possui uma granulometria mais fina e características pozolânicas, sendo levada pelos gases decorrentes da combustão e retida em filtros presentes nas chaminés, empregados visando a redução do nível de emissão de poluentes para a atmosfera. Já a cinza pesada apresenta característica inerte e fica depositada no fundo dos caldeirões, onde ocorre a queima do bagaço, apresentando-se com distribuição granulométrica mais grossa. A cinza pesada, por sua vez, é classificada como material inerte, não reativo, possuindo uma estrutura cristalina bem delimitada, composta principalmente por quartzo e apresentado baixo comportamento pozolânico (Conama, 2002).

2.3. Fibras

Decorrente do processo de produção de tecidos em máquinas de tecelagem, as fibras têxteis vêm sendo cada vez mais aplicadas em compostos, principalmente como agente de reforço estrutural, em solos, matrizes cimentícias e materiais asfálticos. O material possui baixa massa específica, estabilidade estrutural e boas propriedades mecânicas, além de ser um resíduo de baixo custo, encontrado com facilidade e biodegradável (Machado et al., 2010). De acordo com Coutinho e Costa (1999), as fibras vegetais são alvos de pesquisas, além de causarem menor impacto negativo ao meio ambiente, as mesmas vem sendo utilizadas como adição em materiais termoplásticos, por proporcionarem aumento em suas propriedades, tais como resistência mecânica e módulo de elasticidade, reduzindo também a massa do mesmo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Emulsão asfáltica

Para caracterização da emulsão asfáltica modificada serão realizados os ensaios de viscosidade Saybolt-Furol seguindo a NBR 14491/07, de sedimentação de acordo com a normativa DNER-ME 006/00, peneiração presente na regulamentação DNER-ME 005/94, a carga de partícula conforme o DNIT-ME 156/11, além de analisar o pH do material asfáltico mediante a norma NBR 6299/12 e também o ensaio de determinação do resíduo por evaporação descrito no regulamento NBR 14896/12.

3.2. Resíduo da emulsão asfáltica

Referente ao resíduo da emulsão asfáltica será efetuado perante ensaios laboratoriais, tais como de penetração segundo a norma DNIT-ME 155/10, ponto de amolecimento de acordo com a regulamentação NBR 6560/16, ensaio de viscosidade Brookfield conforme a normativa americana ASTM D 2196-15 e ainda a análise da recuperação elástica, compreendido na NBR 15086/06.

3.3. Agregados

Quanto aos agregados empregados, será executada inicialmente a análise granulométrica seguindo a Faixa II contida na DNIT-ES 035/05, como também os ensaio de absorção e densidade dos agregados graúdos e densidade real do agregado miúdo, conforme as normativas DNER-ME 081/98 e DNER-ME 084/95 respectivamente. Ainda será realizado o diagnóstico do equivalente em areia conforme o DNER-ME 054/97, assim como o ensaio de abrasão pelo método Los Angeles presente no DNER-ME 035/98 e a investigação da reatividade da fração fina dos agregados por meio da absorção do azul de metileno, segundo a norma ISSA-TB 145

3.4. Cinza de bagaço de cana-de-açúcar

A respeito da CBC, será realizada a análise granulométrica, como também o ensaio de densidade, seguindo a norma DNER-ME 093/94. Dessa forma, também serão executados os ensaios de fluorescência de raios X (FRX), com a finalidade de identificar os elementos químicos presentes na cinza, e de difrações de raios X (DRX) nas amostras de cinza pesada de bagaço de cana-de-açúcar.

3.5. Fibras

Para caracterização das fibras quanto à perda de massa em função do aumento de temperatura, será realizado o ensaio de termogravimetria (TG). O equipamento a ser utilizado é o modelo TGA-50 da TA *Instruments*, a um fluxo de 50 ml/min e uma taxa de aquecimento de 10 °C/min, em ambiente com gás nitrogênio. A temperatura inicial do experimento será de aproximadamente 20 °C e a final de 300 °C.

3.6. Microrrevestimentos asfálticos

Os ensaios que serão realizados para a verificação do desempenho do microrrevestimento asfáltico estarão em conformidade com as normas da ISSA (*International Slurry Surfacing Association*). Primeiramente será aplicado o ensaio WTAT (*Wet Track Abrasion Test*) da norma ISSA-TB 100, em conjunto com o LWT (*Loaded Wheel Test*) seguindo a norma ISSA-TB 109, depois será efetuado o teste de coesão por molhagem, de acordo com regulamentação ISSA-TB 139. Em seguida, será executado o ensaio WST (*Wet Stripping Test*), tratado na normativa ISSA-TB 114 e, por fim, será determinado o tempo mínimo de misturação.

3.7. Ensaios em campo

Preliminarmente será realizado um estudo para se conhecer o estado inicial do pavimento, mediante um levantamento visual de defeitos. Em seguida, após a implementação dos microrrevestimentos nos trechos pré selecionados, serão efetuadas avaliações periódicas no pavimento quanto à aderência. Assim, por meio da análise da micro e a macrotextura, conforme as regulamentações americanas ASTM E 303 e ASTM E 965 respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2006) *NBR 15086: Materiais Betuminosos: Determinação da Recuperação Elástica pelo Ductilômetro*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT (2007) *NBR 14491: Emulsões asfálticas: Determinação da Viscosidade Saybolt Furol*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio De Janeiro.
- ABNT (2012) *NBR 6299: Emulsões asfálticas: Determinação do pH*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

- ABNT (2012) *NRB 14896: Emulsões asfálticas: Determinação do Resíduo Seco por Evaporação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ABNT (2016) *NBR 6560: Ligantes asfálticos: Determinação do Ponto de Amolecimento – Método do Anel e Bola*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- ASTM (2006) *ASTM E 965: Standard Test Method for Measuring Pavement Macro Texture Depth Using a Volumetric Technique*. American Society of Testing Materials, USA.
- ASTM (2015) *ASTM D 2196: Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational Viscometer*. American Society of Testing Materials, USA.
- ASTM (2018). *ASTM E 303: Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester*. American Society of Testing Materials, USA.
- Balbo, J.T. (2007) *Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Restauração*. Oficina de Textos, 1ª ed, São Paulo.
- Bernucci, L.B.; Motta, L.M.G; Ceratti, J.A.P.; Soares J.B (2008). *Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros*. 2ª ed., Rio de Janeiro, Editora: PETROBRAS e ABEDA.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 313 de 29 de outubro de 2002. *Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31602.html/>. Acesso em: 29/06/2018.
- CNT (2017) *O que o Brasil precisa em transporte e logística*. Agência Cnt de Notícias, Brasília, v. 01, n. 01, p.01-52. Confederação Nacional do Transporte. Acessado em 16/04/2018.
- Cordeiro, G. C.; Toledo Filho, R. D.; Fairbain, E. M. R.; Tavares, L. M. M. (2008) *Pozzolan activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars*. *Cement & Concrete Composites*, v.30, p.410-418.
- Coutinho, F. M. B.; Costa, T. H. S. (1999) *Polym. Tes.*, 18, p.581. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142941898000567?via%3Dihub>. Acesso em 10/06/2018
- DNER (1994) *ME 005 - Emulsão asfáltica: Determinação da Peneiração*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER (1994) *ME 093 – Solos: Determinação da Densidade Real*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER (1995) *ME 084 – Agregado Miúdo: Determinação da Massa Específica Real*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER (1997) *ME 054 – Equivalente de Areia*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER (1998) *ME 035 – Agregados: Determinação da Abrasão “Los Angeles”*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER (1998) *ME 081 – Agregados: Determinação da Absorção e da Densidade de Agregado Graúdo*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER (2000) *ME 006 - Emulsões asfálticas: Determinação da Sedimentação*. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNIT (2010) *ME 155 - Material Asfáltico: Determinação da Penetração – Método de ensaio*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.
- DNIT (2011) *ME 156 - Emulsão asfáltica: Carga de Partícula*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.
- ISSA (2013) *ISSA TB-145: Test Method for Determination of Methylene blue Absorption Value (MBV) of Mineral Aggregate Fillers and Fines*. International Slurry Surfacing Association USA.
- ISSA (2017) *ISSA TB-114: Test Method for Wet Stripping of Cured Slurry Surfacing Mixtures*. International Slurry Surfacing Association, USA.
- ISSA (2017) *ISSA TB-139: Test Method to Determine Set and Cure Development of Slurry Surfacing Systems by Cohesion Tester*. International Slurry Surfacing Association USA.
- ISSA (2018) *ISSA TB-100: Test Method for Wet Track Abrasion of Slurry Surfacing Systems*. International Slurry Surfacing Association, USA, 2018.
- ISSA (2018) *ISSA TB-109: Test Method for Measurement of Excess Asphalt in Bituminous by use of a Loaded Wheel Tester and Sand Adhesion*. International Slurry Surfacing Association, USA.
- Machado, M. L. C.; Pereira, N. C.; Miranda L. F. & Terence M. C. (2010) *Polímeros*, 20, p.65. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/po/v20n1/aop_0472.pdf. Acesso em 10/06/2018.