

DIAGNÓSTICO E PROCEDIMENTO DE RECUPERAÇÃO DAS PATOLOGIAS APRESENTADAS NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE PALMAS -TO

Klichia Kelen Boni Rosa¹
Gabriel Luan Paixão Mota²
Jônatas Macêdo de Souza³
Carlúcio da Silva Marques⁴
Laurinda Dias Neves⁵
Fernando Antônio da Silva Fenandes⁶

RESUMO

O artigo aborda o tema do asfalto betuminoso pré-misturado à frio, tratando de seus componentes e variações de misturas conforme a necessidade requerida. Além disso, as propriedades, bem como os testes utilizados para avaliar um asfalto. Embora o asfalto a frio seja muito usado no país, o presente labor investigou o à frio por ter mais problemas relacionados ao tema de materiais da Construção Civil.

Ademais, foi consultado as normas técnicas vigentes para verificar a fabricação e a aplicação do betuminoso, levando em consideração as características gerais brasileiras e aplicando à cidade de Palmas, Tocantins.

Palavras-chave: *Asfalto; Betuminoso; Patologias.*

ABSTRACT

The article deals with the theme of the asphalt tarmac pre-mixed with cold, dealing with its components and variations of mixtures as the need required. In addition, the properties, as well as the tests used to assess asphalt. Although the asphalt cold will be much used in the country, the present work investigated the cold by having more problems related to the topic of materials of construction.

In addition, we consulted the technical standards in place for verifying the manufacture and application of shale, taking into account the general characteristics Brazilian and applying the city of Palmas, Tocantins.

Keywords: *Asphalt; Shale; Pathologies.*

¹ Estudante universitária na Politécnica de Engenharia da Católica do Tocantins. E-mail: klichia.boni@gmail.com

² Estudante universitário na Politécnica de Engenharia da Católica do Tocantins. E-mail: gabrielluan.catolica@gmail.com

³ Estudante universitário na Politécnica de Engenharia da Católica do Tocantins. E-mail: carluciocivil@gmail.com

⁴ Estudante universitária na Politécnica de Engenharia da Católica do Tocantins. E-mail: laurinda.d.neves@gmail.com

⁵ Professor orientador Mestre na Católica do Tocantins. Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas – ULBRA/TO. Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Doutorando em Engenharia de Minas Metalurgia e de Materiais na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. E-mail: fernando.fernandes@catolica-to.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A malha asfáltica é muito usada no Brasil, e por isso se faz necessário um estudo sobre o assunto. Segundo Bernucci et al (2008, p. 13) existem inúmeras razões para um uso tão grande do asfalto na pavimentação.

"Há várias razões para o uso intensivo do asfalto em pavimentação, sendo as principais: proporciona forte união dos agregados, agindo como um ligante que permite flexibilidade controlável; é impermeabilizante, é durável e resistente à ação da maioria dos ácidos, dos álcalis e dos sais, podendo ser utilizado aquecido ou emulsionado, em amplas combinações de esqueleto mineral, com ou sem aditivos." (BERNUCCI et al, 2008, p. 25)

Tal uso não é recente, pelo contrário, há milhares de anos o material resultante do petróleo é usado na construção. Segundo Aguiar (2012, p. 5) o asfalto é um material versátil de grande importância para a sociedade desde o ano 3000 a.C. quando era usado para conter vazamentos de barragens, impermeabilização ou revestir casas e pavimentações de estradas.

Na América Latina os primeiros relatos provem da costa oeste dos Estados Unidos, por volta do século XIII. Somente em 1909 iniciou-se a destilação do petróleo e o uso do asfalto tal qual conhecemos hoje, informa Aguiar (2012, p. 6).

Os pavimentos asfálticos devem proporcionar comodidade e condições ideais de trafegabilidade, o aparecimento de patologias gera transtornos e reduz o tempo de vida do mesmo. Patologias são ocasionadas por diversos fatores, erro de projeto, intemperes, falta de manutenção, dentre outros.

O diagnóstico correto das patologias otimiza o processo de recuperação das mesmas, uma vez que através de um estudo adequado consegue-se definir qual a melhor técnica a ser adotada para recuperação dos defeitos. Ao se fazer a manutenção dos pavimentos com frequência, consegue-se reduzir o custo com recuperação de defeitos.

2. ASFALTO PRÉ-MISTURADO À FRIO – PMF

O asfalto tem sua origem na destilação do petróleo, este que por sua vez na decomposição orgânica sob ação de bactérias anaeróbicas. São necessários muitos processos de decomposição durante milhões de anos para que esses compostos orgânicos se transformem em um material hidrocarboneto complexo, o chamado petróleo, contendo entre 20 a 30 moléculas de carbono. (BALBO, 2007 *apud* AGUIAR et al, 2012).

O constitutivo principal do asfalto é o Cimento Asfáltico de Petróleo – CAP (resíduo resultante do refino do petróleo), composto de 90 a 95% de hidrocarbonetos e de 5 a 10% de heteroátomos, como oxigênio, enxofre, nitrogênio e alguns metais (vanádio, níquel, magnésio e cálcio) vinculados por ligações covalentes. No entanto, o CAP comum no Brasil possui baixo teor de enxofre e de metais, alto teor de nitrogênio, segundo informa Leite (1999 *apud* BERNUCCI et al, 2008).

Os asfaltos podem ser classificados em à quente e à frio, no entanto o escopo deste trabalho se preenche apenas com o chamado Asfalto Pré-Misturado à frio – PMF. Para a fabricação do asfalto podem ser utilizados o Cimento Asfáltico, ou Asfalto diluído ou a Emulsão Asfáltica. Porém, no PMF somente o Asfalto Diluído (ADP) e a Emulsão Asfáltica são usados.

Segundo o DNIT (001/2009) o asfalto Pré-Misturado à Frio é “a mistura executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (fíler) e emulsão asfáltica, espalhada e comprimida a frio. Um bom asfalto deve garantir estabilidade, flexibilidade, impermeabilidade, durabilidade, resistência à derrapagem, resistência à fadiga e ao trincamento térmico. O PMF pode ser usado como revestimento de ruas e estradas de baixo volume de tráfego, ou ainda como camada intermediária (com CA superposto) e em operações de conservação e manutenção e são classificados em densos e abertos (BERNUCCI et al, 2008, p. 183).

As vantagens que o Pré-Misturado à Frio apresenta em comparação ao à quente são relevantes, como a trabalhabilidade em temperatura ambiente, uso de equipamentos mais simples, reduzindo o custo, boa adesividade em quase todos os agregados, flexibilidade e ainda a possibilidade de estocagem (ABEDA, 2011 *apud* BERNUCCI et al, 2008, p. 184. Todas as características físicas do asfalto dependem da temperatura, por exemplo, em temperaturas muito baixas se comporta praticamente como um sólido, enquanto que em altas temperaturas as moléculas ficam mais livres para circular, baixando a viscosidade e se comportando como líquido.

Ademais, na avaliação de um asfalto é utilizado não somente a viscosidade, mas é feito ensaios de penetração, de ponto de amolecimento, ductibilidade, solubilidade, durabilidade, ponto de fulgor, espuma, massa específica, densidade, ruptura Fraass, suscetibilidade térmica, entre outros.

3. EMULSÃO ASFÁLTICA

O componente indispensável para o PMF é a Emulsão Asfáltica (EAP), é uma dispersão de CAP em água estabilizada com emulsificantes. Pode ser utilizado em praticamente todos os tipos de agregados, até úmidos sem aditivos. Podem ser classificados quanto à carga da partícula e ao tempo de ruptura. (Petrobrás, 2014).

Quanto à ruptura temos: Rápida RR-1C e RR-2C, Média RM-1C e RM-2C, Lenta RL-1C e ainda controlada; e com relação à carga: catiônicas (todos os citados acima são deste tipo), aniônicas e não-iônicas. As Catiônicas são as mais utilizadas por conferirem maior adesividade, facilidade de armazenamento, custo, rapidez, etc. (Brasquímica, 2014).

Aplicações distintas para ocasiões distintas. O RR-1C e o RR-2C, por exemplo, são usados em pintura de ligação, tratamento superficial e em macadame betuminoso, enquanto que o RM-1C e o RL-1C em lama asfálticas e estabilização de solos. (Brasquímica, 2014)

4. ASFALTO DILUÍDO

O Asfalto Diluído é classificado em três tipos de acordo com a cura, ou seja, conforme a evaporação do diluente, podendo ser Cura Lenta (CM), Cura Média (CM) e Cura Rápida (CR). No entanto, segundo afirma Bernucci et al (2008, p. 96) dois três tipos apenas dois são fabricados no Brasil, o CM e o CR. Informa ainda que o solvente do CM é o querosene enquanto que o CR pode possuir tanto gasolina quanto a nafta.

“Os asfaltos diluídos (ADP) são produzidos pela adição de um diluente volátil, obtido do próprio petróleo, que varia conforme o tempo necessário para a perda desse componente adicionado restando o asfalto residual após a aplicação. O diluente serve apenas para baixar a viscosidade e permitir o uso à temperatura ambiente” (IBP, 1999; HUNTER, 2000; SHELL, 2003 *apud* BERNUCCI et al, 2008)

Ademais, é subdividido com relação à viscosidade cinemática, como podemos citar o CM-30, CM-70, CR-70 entre outros, nos quais a numeração final corresponde à faixa de viscosidade do Asfalto Diluído. Esse produto é utilizado mais comumente em imprimação e recuperação de pavimentos.

5. AGREGADOS

Os agregados também têm sua influência na qualidade do asfalto. Além dos já conhecidos fatores de resistência mecânica a geometria e o grau de pureza são significantes no resultado. Agregados sem boa propriedade mecânica ou com variações no nível de qualidade entre as partículas não devem ser utilizados sob risco de comprometer seriamente a pista asfáltica.

A forma das partículas, como foi mencionada acima, influência diretamente na trabalhabilidade e resistência ao cisalhamento das misturas asfálticas, além de alterar a energia mecânica necessária para uma boa compactação com o fim de melhorar a densidade (BERNUCCI et al, 2008, p. 141). A melhor forma geométrica para utilização asfáltica é a cúbica e não a lamelar, sendo o método de classificação definido pela DNER-ME 086/94 e pela norma NBR 6954/89, conforme explica Bernucci et al (2008, p. 141).

Não obstante, deve-se considerar também a porosidade do agregado, pois se ele for muito poroso irá comprometer absorvendo o ligante asfáltico em demasia. Mas não apenas isso, mas observar a adesividade ao ligante, a sanidade, pureza, etc.

6. CAUSAS DOS DEFEITOS E IMPORTÂNCIA DO DIAGNÓSTICO CORRETO

Os erros de projeto decorrem de diferentes fatores, muitos comumente relacionados à dificuldade de prever o tráfego real que atuará no período de projeto ou problemas no dimensionamento estrutural, tais como: a incompatibilidade estrutural entre as camadas (subleito, reforço do subleito – leito, sub-base, base e revestimento), gerando fadiga precoce dos revestimentos, especificação em projeto de material de difícil disponibilidade in loco, falhas no sistema de drenagem ou até um subdimensionamento estrutural do projeto em relação a capacidade de suporte dos materiais.

“Os defeitos de superfície podem aparecer precocemente (devido a erros ou inadequações) ou a médio ou longo prazo (devido à utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries). Entre os erros ou inadequações que levam à redução da vida de projeto, destacam-se os seguintes fatores, agindo separada ou conjuntamente: erros de projeto; erros ou inadequações na seleção, na dosagem ou na produção de materiais; erros ou inadequações construtivas; erros ou inadequações nas alternativas de conservação e manutenção”. (BERNUCCI et al, 2008)

Quando o limite de vida útil do pavimento é alcançado, surgem defeitos que são ocasionados pela perda de propriedades físicas e químicas dos agregados e dos ligantes betuminosos e esses são chamados defeitos de superfície segundo Rocha (2010).

Os defeitos podem ser classificados ainda como: estruturais e funcionais. Os estruturais estão associados à diminuição da capacidade do pavimento de suportar cargas, em perder sua integridade estrutural. Os funcionais estão relacionados às condições de segurança e trafegabilidade do pavimento em termos de rolamento como afirma o (DNIT, 2006).

“Os defeitos dos pavimentos podem ser classificados como defeitos estruturais e defeitos funcionais. O defeito estrutural é aquele que compromete a capacidade do pavimento de suportar as cargas oriundas do tráfego, ou seja, a estrutura do pavimento. O defeito funcional é aquele que compromete as boas condições de rolamento da via, ou seja, o conforto do usuário e a segurança quanto à derrapagem”. (SOUZA,2004)

Vale ressaltar ainda que os defeitos de superfície, que são defeitos da classe funcional, que podem ser identificados a olho nu e assim classificados de acordo com a terminologia normatizada (DNIT 005/2003-TER-DNIT, 2003).

O levantamento dos defeitos de superfície é feito para avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos, desta forma se faz um diagnóstico da situação funcional. Com esse diagnóstico pode-se determinar soluções que sejam tecnicamente adequadas, buscando as melhores alternativas para a manutenção ou restauração do pavimento (ROCHA, 2010).

Quanto aos erros ou inadequações na seleção de materiais, na dosagem ou na produção de misturas, destacam-se os mais decorrentes segundo, Bernucci et al (2008):

- Seleção incorreta de solo para reforços do subleito ou para misturas;
 - . Seleção imprópria de agregados e de graduação para compor bases e sub-bases, ou ainda revestimentos asfálticos;
 - . Dosagem incorreta de materiais estabilizados com cimento ou cal;
 - . Dosagem incorreta do teor de ligante asfáltico nas misturas asfálticas;
 - . Variações de materiais e teores durante a usinagem alterando a qualidade do macadame betume;
 - . Uso de temperatura inadequada na usinagem das misturas asfálticas alterando suas propriedades e conseqüentemente sua qualidade.
- Em relação aos problemas construtivos, destacam-se:
 - . Espessuras menores que as previstas em projeto (um dos maiores fatores de deterioração do asfalto em Palmas);
 - . Falta de compactação apropriada das camadas, causando deformações e afundamentos excessivos ou rupturas localizadas;
 - . Técnica de compactação inadequada, com uso de equipamentos de baixa eficiência;
 - . Compactação de misturas asfálticas em temperaturas inadequadas ou variabilidade de temperatura na massa asfáltica durante o processo de compactação;
 - . Erros nas taxas de imprimação ou de pintura de ligação.

Bernucci et al (2008) afirma que, as inadequações na seleção de alternativas de conservação, manutenção, mitigação e prevenção podem causar novos defeitos, podendo-se citar, o reforço de revestimento asfáltico com rigidez elevada sobre um pavimento muito trincado, o que possibilita a reflexão de trincas muito precoce, tratamentos superficiais com espessura muito menor que o recomendado e regulamentado pelo DNIT e DNER para redução de irregularidade e restauração com revestimentos permeáveis sobre superfícies já muito trincadas permitindo um encharcamento.

“O que tem sido adotado pelas gestões ao longo de décadas é o uso de ações paliativas quanto à manutenção de vias urbanas e rodovias, através de recuperações de emergência, remendos mal executados, entre outros serviços que, apesar da menor necessidade de recursos, apenas adiam o reaparecimento e o agravamento dos defeitos, que por sua vez necessitam de novos reparos, demandando ao final, transtornos infinitamente maiores”. (SOUZA,2004)

7. DEFEITOS NA MALHA ASFÁLTICA

Segundo Bernucci et al (2008) os tipos de defeitos catalogados pela norma brasileira e que são considerados para cálculo de indicador de qualidade da superfície do pavimento (IGG – Índice de Gravidade Global) são: fendas (F); afundamentos (A); corrugações e ondulações transversais (O); exsudação (EX); desgaste ou desagregação (D); panela ou buraco (P); remendos (R).

Os defeitos superficiais podem ser: agregados polidos, exsudação, empolamento, desintegração, intemperismo e desagregação. Os defeitos devido às deformações podem ser: depressão, afundamento de trilha de roda, corrugação (popularmente conhecida como “costela de vaca”) e deformação plástica de revestimento. Os defeitos devido aos remendos podem ser: deterioração dos remendos e painéis (BERNUCCI et al, 2008) .

No entanto, todas estas patologias são progressivas e se estendem às bases e sub-bases ou são falhas no processo de aplicação, de medidas preventivas, corretivas ou mitigadoras.

Um outro tipo de defeito são os fissuramentos e trincamentos que, podem ser: trincamento por fadiga – tipo couro de jacaré, trincamento transversal, trincamento longitudinal, trincamento em bloco, trincamento por propagação de juntas, trincamento na borda e trincamento parabólico (DNIT 005, 2003).

· **Fendas:**

São aberturas na superfície asfáltica e podem ser classificadas como fissuras, quando a abertura é perceptível a olho nu apenas à distância inferior a 1,5m, ou como trincas, quando a abertura é superior à da fissura. As fendas representam um dos defeitos mais significativos dos pavimentos asfálticos e são subdivididas dependendo da tipologia e da gravidade (BERNUCCI et al, 2008).

· **Afundamentos:**

Segundo Bernucci et al (2008), estes são derivados de deformações permanentes seja do revestimento asfáltico ou de suas camadas posteriores, incluindo o subleito (base e sub-base). São classificados como: afundamento por consolidação – quando as depressões ocorrem por densificação diferencial; ou afundamentos plásticos – quando as depressões são decorrentes principalmente da fluência do revestimento asfáltico, há também uma compensação volumétrica, com solevamento da massa asfáltica junto às bordas do afundamento.

Com o excesso de carga e um solo sem compactação, a malha asfáltica começa a apresentar sinais de seu enfraquecimento, tendo deformações e afundando em alguns pontos onde o trânsito de veículos pesados é maior ou com grande fluxo de automóveis.

Outro problema é a forma como esta malha fora feita e recuperada (Operação Tapa Buracos) ao longo dos anos, que fora de forma incorreta e, geralmente, com TSS e não com TSD ou TST.

- **Corrugações/Ondulações transversais:**

Segundo Souza (2004), corrugações são deformações transversais ao eixo da pista, em geral compensatórias, com depressões intercaladas de elevações, com comprimento de onda entre duas cristas que podem variar de poucos milímetros a vários centímetros, formando uma PA (progressão aritmética). Ocorrem devido às patologias existentes no solo, solo arenoso, com ausência de maciço rochoso ou aterramento, terraplanagem e compactação do solo mal feitos e uso de lama asfáltica.

Segundo Bernucci et al (2008), ondulações também são deformações transversais ao eixo da pista, em geral decorrentes da consolidação diferencial do subleito, diferenciadas da corrugação pelo comprimento de onda entre duas cristas da ordem de metros. O popular “camaleão” é um tipo de ondulação e ocorre quando a malha asfáltica sofre uma elevação nas bordas, praticamente se igualando ao nível do meio fio. Isso pode ser devido aos veículos pesados que transitem sobre aquela malha, como ônibus que podem parar muito (locais de ponto de ônibus), principalmente se o asfalto for recapeado sofrendo com erros na execução deste, geralmente feito com lama asfáltica.

- **Exsudação:**

É caracterizada pelo surgimento de ligante betuminoso em excesso na superfície da malha e da fluência do revestimento asfáltico, em geral junto às depressões localizadas. Apresenta-se como manchas escurecidas, decorrentes do excesso do mesmo no asfalto (BERNUCCI et al, 2008).

- **Desgaste ou desagregação:**

Segundo Bernucci et al (2008), decorre do desprendimento de agregados da superfície ou ainda da perda de mástique junto aos agregados que provavelmente não eram de natureza totalmente inerte e tão pouco muito facetados.

- **Panela ou buraco:**

De acordo com Bernucci et al, (2008) é uma cavidade no revestimento asfáltico, geralmente com forma circular, podendo ou não atingir camadas subjacentes (base e sub-base).

- **Remendos:**

É um tipo de defeito que apesar de estar relacionado a uma conservação da superfície e de caracterizar-se pelo preenchimento de painéis ou de qualquer outro orifício ou depressão com massa asfáltica, se mal executado criará uma patologia ainda maior (BERNUCCI et al, 2008).

8. PRINCIPAIS PATOLOGIAS DO ASFALTO IDENTIFICADAS NA INSPEÇÃO DE CAMPO – PALMAS

Durante a inspeção de campo foram observadas alguns tipos de patologias nos pavimentos asfálticos em Palmas, as mesmas foram catalogadas neste trabalho, são elas:

- Fendas / Trincas
- Afundamentos
- Ondulações / Corrugações
- Remendos
- Desgaste / Desagregação
- Painéis

Foram percorridos vários trechos da cidade de Palmas para realizar o levantamento e diagnóstico das Patologias no asfalto, o que pode ser feito através da observação das imagens obtidas, com embasamento na literatura.

- **Fendas/ trincas**

Podemos verificar na (figura 1) este tipo de patologia em frente ao Parque Cesamar e na (figura 2) na Av. Teotônio Segurado, Estação Xambioá. As trincas se apresentam longitudinalmente e transversal ao eixo da pista, respectivamente.



Figura 1: Fendas no Parque Cesamar.



Figura 2: Fendas na Av. Teotônio Segurado.

- **Afundamentos:**

Podemos verificar este tipo de patologia na Av. Teotônio Segurado, Estação Xambioá (figura 3) e em Taquaruçu na Av. Belo Horizonte (figura 4). Ele se apresenta com ondulações paralelas ao eixo meio fio da pista.



Figura 3: Av. Teotônio Segurado.



Figura 4: Av. Belo Horizonte, Taquaruçu

- **Ondulações/ corrugações:**

Podemos verificar este tipo de patologia na rotatória da Avenida LO21/NS10 (figura 5). Ele se apresenta com ondulações transversais ao eixo da pista.



Figura 5: Corrugações no pavimento situado na Avenida LO21/NS10.

- **Remendos**

Podemos verificar este tipo de patologia em Taquaruçu, Rua 11 (figura6). Ele se apresenta com o preenchimento de afundamentos ou painelas malha asfáltica.



Figura 6: Remendos no pavimento situado na Rua 11, Taquaruçu, Palmas – TO.

- **Desgaste/ desagregação**

Podemos verificar este tipo de patologia em frente ao Parque Cesamar (figura 7). Ele se apresenta com a visualização dos agregados que já estão de despreendendo da malha asfáltica.



Figura 7: Desagregação do pavimento situado no Parque Cesamar.

· **Panelas**

Podemos verificar este tipo de patologia na marginal TO-050, Estação Javaé (figura 8). Ele se apresenta como uma cavidade na malha asfáltica.



Figura 8: Panelas no pavimento situado na TO-050, Estação Javaé.

9. TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Quando o pavimento se aproxima do fim de sua vida útil, há a necessidade de manutenção e reparos com maior frequência. É, sobretudo, preciso fazer o diagnóstico das patologias dos pavimentos asfálticos, determinando os defeitos e suas prováveis causas, buscando a partir deste levantamento determinar as possíveis soluções e qual dessas medidas é a mais viável (ROCHA, 2010).

Antes de se definir as técnicas que serão empregadas na recuperação ou restauração, deve-se conhecer as condições do pavimento, por isso é necessário a realização de um estudo que avalie a parte estrutural e a funcional do pavimento, o que fornecerá dados para que se possa avaliar a condição da superfície do pavimento e a estrutural do mesmo, os dados servirão também para a definição das técnicas de restauração apropriadas.

Segundo Oda (2003 *apud* Rocha, 2010, p. 18), as atividades de manutenção de pavimentos asfálticos consistem geralmente na execução de remendos, selagem de trincas e aplicação de capas selantes. Quando há a identificação e o reparo das patologias nas fases iniciais haverá uma maior eficiência dos serviços de manutenção, já que dessa forma será evitado a evolução dos defeitos e os custos de manutenção ou reabilitação do pavimento.

9.1 Recuperação das Fendas / Trincas – Técnicas

Para realizar as recuperações de trincas podemos utilizar as técnicas de capa selante, tratamento superficial, lama asfáltica e microrrevestimento asfáltico (ROCHA, 2010).

Segundo Yoshizane (2005, p.8, *apud* ROCHA, 2010) “[...] Capa selante é a atividade que consiste na aplicação apenas de ligante asfáltico ou de ligante com agregados, continuamente sobre a superfície do pavimento, com a finalidade de rejuvenescer o revestimento asfáltico, restabelecer o coeficiente de atrito pneu -pavimento, selar trincas com pequena abertura, impedir a entrada de água na estrutura do pavimento e retardar o desgaste causado por intemperismo [...]”

O tratamento superficial é uma técnica também utilizado no tratamento de trincas será descrito abaixo:

Segundo Bernucci et al (2008, p.191) “[...] O Tratamento Superficial consiste em aplicação de ligantes asfálticos (Figura 9) e agregados (Figura 10) sem mistura prévia, na pista, com posterior compactação que promove o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligantes. O tratamento superficial pode ser: Simples, Duplo ou Triplo. O tratamento conforme a seguinte sequência: ligante é colocado primeiro e o agregado depois”.



Figura 9: Aplicação de ligante
Fonte: (BERNUCCI et al, 2008)



Figura 10: Distribuição de agregados.
Fonte: (BERNUCCI et al, 2008)

É interessante também conhecer as funções do tratamento superficial as quais são apresentadas logo abaixo conforme (ROCHA, 2010)

- Proporciona uma camada de rolamento de pequena espessura, porém, de alta resistência ao desgaste;
- Impermeabiliza o pavimento e protege a infraestrutura do pavimento;
- Proporciona um revestimento antiderrapante;
- Proporciona um revestimento de alta flexibilidade que possa acompanhar deformações relativamente grandes da infraestrutura.

A principal aplicação da lama asfáltica se dá na manutenção de pavimentos, com enfoque nos revestimentos com desgaste superficial e pequeno grau de trincamento, atuando como um elemento de impermeabilização e rejuvenescimento da condição funcional do pavimento. Logo este método de recuperação é uma das alternativas para selagem de trincas ou para rejuvenescimento do asfalto (ROCHA, 2010).

O Microrrevestimento asfáltico é considerado um melhoramento da lama asfáltica, como afirma Bernucci et al (2008, p. 186):

“Esta é uma técnica que pode ser considerada uma evolução das lamas asfálticas, pois usa o mesmo princípio e concepção, porém utiliza emulsões modificadas com polímero para aumentar a sua vida útil. O microrrevestimento é uma mistura a frio processada em usina móvel especial, de agregados minerais, filler, água e emulsão com polímero, e eventualmente adição de fibras (ABNT NBR 14948/2003)”. (BERNUCCI et al, 2008).

9.2 Recuperação dos afundamentos – Técnicas

Para o tratamento de afundamentos são sugeridas duas técnicas, recapeamento e fresagem. “[...] Recapeamento estrutural é a construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento existente, incluindo, geralmente, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, seguida de uma camada com espessura uniforme” (YOSHIZANE, 2005, p.9 *apud* ROCHA, 2010).



Figura 11. Processo de recapeamento.
Fonte: (BERNUCCI et al, 2008)

Recomenda-se previamente na remoção por fresagem à execução de camadas de recapeamento, quando há necessidade de redução da energia de propagação de trincas existentes no revestimento antigo, retardando a sua reflexão nas novas camadas (ROCHA, 2010).

“[...] fresagem (Figuras 12 e 13) é a operação de corte, com uso de máquinas especiais, do revestimento asfáltico existente em um trecho de via, ou de outra camada do pavimento, para restauração da qualidade ao rolamento da superfície, ou como melhoramento da capacidade de suporte” (BERNUCCI et al, 2008, p.188).



Figura 12: Processo de fresagem.
Fonte: (BERNUCCI et al, 2008)



Figura 13: Pista após fresagem.
Fonte: (BERNUCCI et al, 2008)

Hoje existe uma grande preocupação com a preservação ambiental e a fresagem apresenta como uma de suas grandes vantagens, a reciclagem uma vez que o material retirado do pavimento é reutilizado, contribuindo assim para a preservação de recursos minerais. Como afirma Rocha (2010).

“Uma das grandes vantagens técnicas em se utilizar a fresagem e a reciclagem nos processos de recuperação de pavimentos degradados, é a questão ecológica de preservação de recursos minerais escassos, pois é reaproveitado o material triturado ou cortado pelas fresadoras e recuperadas as características do ligante com a adição de agentes de reciclagem ou rejuvenescedores” (ROCHA, 2010, p. 21).

9.3 Recuperação das Ondulações / Corrugações – Técnicas

Segundo Rocha (2010) as técnicas recomendadas para recuperar pavimentos com esses defeitos também são as mesmas utilizadas na recuperação dos afundamentos, o recapeamento e a fresagem, já descritos no item anterior.

9.4 Recuperação dos Remendos – Técnicas

Em vários locais de Palmas observa-se remendos no pavimento asfáltico e também a operação tapa-buracos, isso é muito comum, uma vez que esse é o método de reparo mais utilizado no processo de manutenção de pavimentos.

“[...] Os remendos constituem o método de reparo mais utilizado na manutenção de rodovias e ruas, porque todos os pavimentos, uma hora ou outra, vão apresentar buracos, resultados do tráfego, de reparos das redes de água, gás, esgoto, telefone, energia elétrica, entre outros” (YOSHIZANE, 2005, p.7 *apud* ROCHA, 2010).

Quando não se tem condições climáticas favoráveis para execução dos remendos em se tratando de questões emergenciais, recomenda-se o uso de pré-misturados a frio (PMF).

No remendo profundo é necessário que haja a recuperação das camadas de sustentação do pavimento (base, sub-base ou subleito). Isso devido o buraco estar numa condição de grande degradação atingindo dessa forma outras camadas.

“O remendo é executado com um corte reto no revestimento, formando 90° com a superfície, evitando o escorregamento do revestimento, imprimando-o não só no local remendado, mas ao redor para garantir selagem de possíveis trincas. Aplicando o revestimento, tendo o mesmo cuidado de espalhar ao redor do local e, por fim, compactando para dar acabamento; no caso de ter atingido a base, deve-se recuperá-la” (ROCHA, 2010, p. 22).

9.5 Recuperação de Panelas – Técnicas

Na recuperação de placas normalmente são utilizadas as mesmas técnicas empregadas para os remendos, já descritas no item anteriormente.

9.6 Recuperação da Desagregação – Técnicas

Em casos de menor intensidade, utiliza-se a lama asfáltica já descrita anteriormente, porém deve-se analisar a estrutura do pavimento, em caso de comprometimento da mesma, deve-se fazer no trecho afetado a remoção do pavimento e reconstrução da base, sub-base, e uma repavimentação.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização de inspeção de campo, e com base na literatura, podemos catalogar algumas patologias na pavimentação asfáltica na cidade de Palmas e através desse levantamento procuramos através da literatura determinar possíveis soluções para as mesmas.

O trabalho ainda foi de relevante importância para nossa formação profissional, uma vez que nos aprofundamos no estudo das patologias nos pavimentos. Esperamos com estudo contribuir para a literatura, mas deve-se evidenciar que para obtenção de melhores resultados outros estudos devem ser feitos, inclusive para se analisar a condição estrutural dos pavimentos, para diagnóstico de patologias provenientes deste.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.S. et al. **Asfalto**. Unama, Belém: 2012. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/95302963/Asfalto-QUIMICA>> Acesso em: 21 de maio de 2014.
- BERNUCCI et al, L.B. et al. **Pavimentação Asfáltica**: Formação básica para engenheiros. 1.ed. Rio de Janeiro: Petrobras ABEDA, 2008. Disponível em: <www.proasfalto.com.br> Acesso em: 12 de maio de 2014.
- Brasquímica. **Emulsões Asfálticas para pavimentação**. Candeias. Disponível em: <http://www.brasquimica.com.br/downloads/prg_dow_qtd.cfm?Dow1=22D200F8670DBDB3E253A90EEE5098477C95C23D> Acesso em: 27 de maio de 2014.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 001/2009: **Pavimentos flexíveis: Pré-misturado a frio**: especificação de serviços. Rio de Janeiro, 2009.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 031/2006: **Pavimentos flexíveis: Concreto asfáltico**: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/DNIT031_2006_ES.pdf> Acesso em: 10 de maio de 2014.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 005/2003: **Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos**– Terminologia. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em <http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT005_2003_TER.pdf> Acesso em: 13 de maio de 2014.
- Petrobras. **Emulsões asfálticas (EMA)**. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://migre.me/jqkTS>> Acesso em: 26 de maio de 2014.
- ROCHA, R.S. **Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações**: estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar. Salvador, 2010. Disponível em: <http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Art3_0029.pdf> Acesso em: 21 de maio de 2014.
- SOUZA, M.J. **Patologias em pavimentos flexíveis**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-04/civil-26.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2014.