

RECICLAGEM DE BASE EM USINA KMA 220 COM ESPUMA DE ASFALTO NA RODOVIA AYRTON SENNA

VALMIR BONFIM*

Introduzida no Brasil no ano de 2007, a técnica de reciclagem em usina KMA com espuma de asfalto foi inicialmente empregada em vias urbanas de pequeno volume de tráfego na cidade de São Paulo e logo após em alguns municípios vizinhos.

De acordo com os resultados obtidos nos serviços executados, essa técnica vem sendo empregada atualmente em vias de grande volume de tráfego, como foram os casos das avenidas Sapopemba e Alexandre Mackenzie, ambas na cidade de São Paulo. Mais recentemente a concessionária de rodovias Ecopistas, empresa responsável pela gestão e manutenção da Rodovia Ayrton Senna, iniciou o emprego dessa tecnologia na recuperação da camada de base deteriorada de BGTC.

Na ocasião, vários trechos experimentais foram executados pela concessionária contemplando diversas tecnologias, que foram monitoradas ao longo de 12 meses. A tecnologia que apresentou o melhor desempenho foi a reciclagem da base em usina KMA 220 com espuma de asfalto.

O trecho estava compreendido entre os quilômetros 11 e 46 da Rodovia Ayrton Senna, pistas leste e oeste, com tráfego médio diário de 90 000 veículos em cada sentido, sendo 80 000 veículos leves e 10 000 caminhões.

A grande vantagem dessa tecnologia é possibilitar a liberação ao tráfego imediatamente após a compactação. No trecho entre São Paulo e o acesso ao aeroporto, os trabalhos foram realizados

durante a semana à noite, das 22h00 às 5h00, e nos finais de semana, das 18h00 do sábado até às 10h00 do domingo. Apesar das restrições, a produção média durante a semana foi de 120 metros, e de até 500 metros nos finais de semana, considerando a largura total da faixa de rolamento.

A usina KMA 220 é móvel e pode ser instalada o mais próximo possível do local de aplicação do material. Ela foi instalada ao lado da pista em dois locais, para atender esse projeto: inicialmente no quilômetro 44 da pista leste e, posteriormente, no quilômetro 11 da pista oeste.

Geralmente, as etapas de fresagem e reciclagem do pavimento eram executadas simultaneamente e por esse motivo não requeriam uma grande área para a instalação e armazenamento dos materiais.

A reciclagem do material fresado foi executada apenas durante o dia e o material foi armazenado para aplicação posterior. No projeto de dosagem da mistura reciclada, foi empregada a cal hidratada como "filler" para possibilitar o armazenamento e manutenção de um estoque regulador na obra. Alguns cuidados devem ser tomados, como cobrir o material reciclado para controlar a umidade ideal de aplicação na pista.

Espuma de asfalto é o resultado do betume a aproximadamente 170°C, que se expande quando em contato com o ar e a água na temperatura ambiente, iniciando o processo no interior das câmaras de expansão (figura 1).

O projeto estrutural foi

elaborado pela Loudon International, sob a responsabilidade do engenheiro Dave Collings, e os projetos de dosagens foram desenvolvidos pela empresa JBA Engenharia e Consultoria Ltda., juntamente com técnicos da Loudon International e a empresa contratada para a execução dos serviços foi a FREMIX.

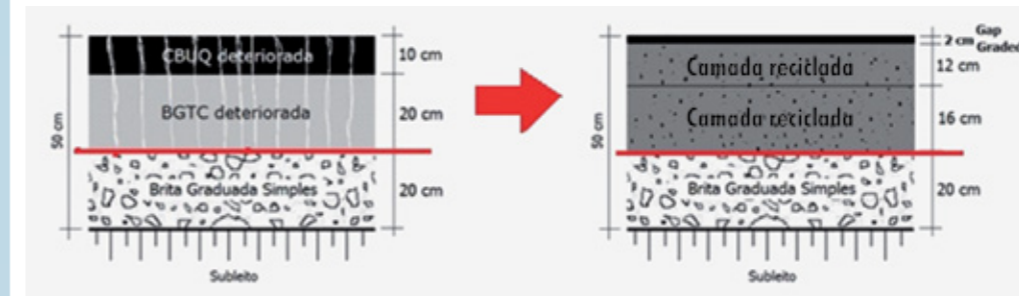
Inicialmente, foi utilizado todo o material fresado que a contratante tinha armazenado e, no término, um novo projeto de dosagem foi elaborado contemplando o material que estava sendo fresado na ocasião da obra, sendo 10cm de CBUQ e 20cm de brita



Aplicação do material reciclado na pista



Fresagem na espessura de 30 cm em uma única passada



Seção transversal antes e após a recomposição do pavimento

graduada tratada com cimento (BGTC) – tabela 1. Uma das premissas do projeto foi passar todo o material a ser reciclado pelo britador, para redução do diâmetro máximo dos grumos. Na reciclagem com espuma de asfalto são necessários pelo menos 4% do material passando pela peneira #200 e normalmente é necessário a adição de material virgem para enquadramento da curva granulométrica na faixa de reciclagem. A fresagem do CBUQ juntamente com a camada de BGTC resultou maior quantidade de finos e, por

essa razão, a adição de pó de pedra pode ser descartada na Dosagem #2.

A recomposição do material reciclado foi executada em duas camadas e a energia de compactação adotada foi de 100% do Próctor Modificado. A camada reciclada com espuma de asfalto tem pouca coesão inicial e necessita de tempo para a cura completa, portanto, optou-se pela execução de uma camada de sacrifício de Gap Graded na espessura de 2cm para liberação da pista ao tráfego. O projeto determinava a fresagem e substituição dessa camada pela cama-

da final de rolamento após 15 dias da execução, no entanto, os excelentes resultados convenceram os engenheiros da empresa contratante a permanecer com essa camada.

Em alguns locais, após a fresagem, verificou-se ainda a existência de parte da camada cimentada. Nesses casos, optou-se por mais uma etapa de fresagem para remover todo esse material.

Uma grande vantagem da reciclagem em usina é que possibilita a avaliação do pavimento remanescente. Dessa forma, pode-se medir as deflexões e realizar outros tipos de intervenções, como a execução de uma camada de rachão, a fim de prolongar a vida útil do pavimento.

Os resultados de resistência à tração de camadas recicladas em pavimentos sujeitos a grande volume de tráfego, como é o caso da Rodovia Ayrton Senna, deve ser $ITS_{seco} \geq 225$ kPa e $ITS_{saturado} \geq 100$ kPa. Os resultados do projeto de Dosagem #2 atingiram os requisitos para 1,8 e 2% de CAP 50-70. Foi escolhido o percentual de 2%, devido aos maiores valores de ITS, de 285 kPa para ITS_{seco} e 229 kPa para $ITS_{saturado}$.

No início do contrato um novo trecho experimental foi executado e foram medidas as deflexões ao longo de um ano, para análise do desempenho do material com o tempo.

A camada reciclada inicia o processo de cura na compactação e as deflexões inicialmente são elevadas. Com o tempo o material ganha coesão e resistência e os valores das deflexões diminuem e se tornam constantes. Isso foi comprovado passados 270 dias da execução (figura 2).

A reciclagem com espuma de asfalto em usina é uma tecnologia sustentável e economicamente viável. Possibilita um maior controle da granulometria do material, além de transformar um grande passivo ambiental em matéria-prima na pavimentação.

*Valmir Bonfim é engenheiro civil, mestre em engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e Diretor Técnico da empresa FREMIX. Autor do livro Fresagem de Pavimentos Asfálticos E-mail: vbonfim@fresagem.com.br

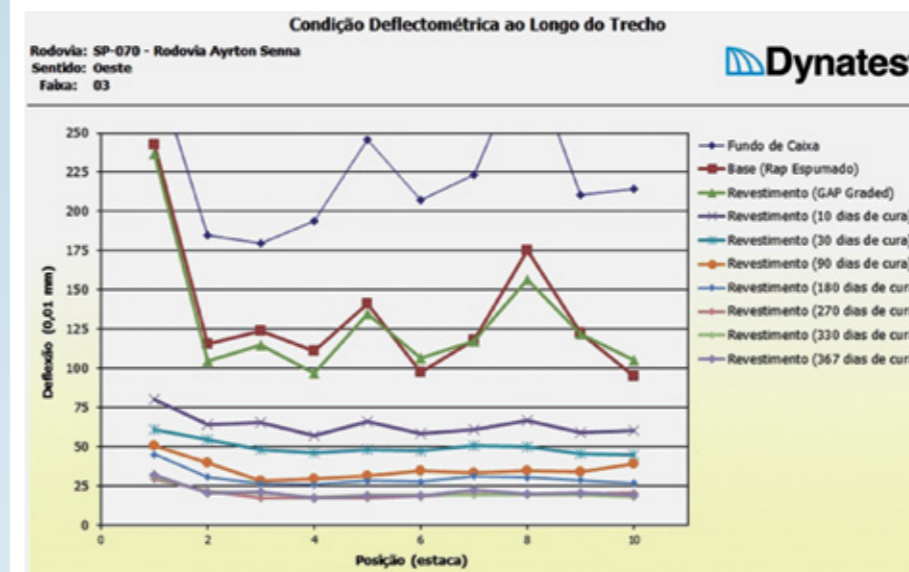


Figura 2

Tabela 1

DOSAGEM #1		DOSAGEM #2	
Material fresado (CBUQ)	85%	Material fresado (CBUQ + BGTC)	99%
Pó de pedra	14%	Pó de pedra	-
Cal hidratada	1%	Cal hidratada	1%
CAP 50-70	2,2%	CAP 50-70	2%