



CONCESSIONÁRIA DA RODOVIA PRESIDENTE DUTRA - NOVA DUTRA S/A

BR-116 - Rodovia Presidente Dutra

*ESTUDO DE DESEMPENHO DE PAVIMENTO COM
DISTINTOS LIGANTES ASFÁLTICOS*

Relatório Síntese da Pesquisa

Elaborado por:

 **Dynatest**

Dynatest Engenharia Ltda

Abril de 2006

1. Apresentação e Objetivos da Pesquisa

A pesquisa realizada pela NovaDutra objetivou caracterizar o comportamento de distintas misturas de CBUQ confeccionadas com base em métodos de dosagem diferenciados e empregando-se quatro tipos de ligantes.

Foi pesquisado o comportamento dos seguintes tipos de misturas:

- CBUQ faixa C do DNIT com CAP 20* – Marshal 75 golpes
- CBUQ faixa C do DNIT com CAP 20* – Superpave 125 giros
- CBUQ faixa C do DNIT com CAP 40* - Marshal 75 golpes
- CBUQ faixa C do DNIT c/ CAP 40* + 5% polímero SBS - Marshal 75 golpes
- CBUQ faixa C do DNIT com CAP borracha 15% - Marshal 75 golpes

Observa-se que nos cinco tipos diferentes de mistura foi empregada a mesma faixa granulométrica de forma a se caracterizar o efeito do ligante asfáltico no seu desempenho. Optou-se pela faixa C das atuais especificações do DNIT por ser uma graduação amplamente utilizada no Brasil, sendo que a primeira mistura (dosada pelo método Marshall empregando CAP-20) o “padrão” de referência para obras brasileiras.

Como resultado o confronto dos resultados obtidos em cada mistura permite comparar os reflexos da adoção de diferentes tipos de ligante e/ou métodos de dosagem em termos das propriedades físicas e reológicas do concreto asfáltico e também no seu desempenho em pista.

Na realização destes estudos contou-se com a participação da COPPE-UFRJ, através do Setor de Misturas Asfálticas do Laboratório de Geotecnia e da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, através do Laboratório de Tecnologia de Pavimentação.

Também participaram a Dynatest Engenharia Ltda, a Simular – Tecnologia do Pavimento Ltda, a Usina Jambeiro da Serveng-Civilsan e a construtora Dan Hebert.

2. Fases da Pesquisa

2.1. Estudos em Laboratório

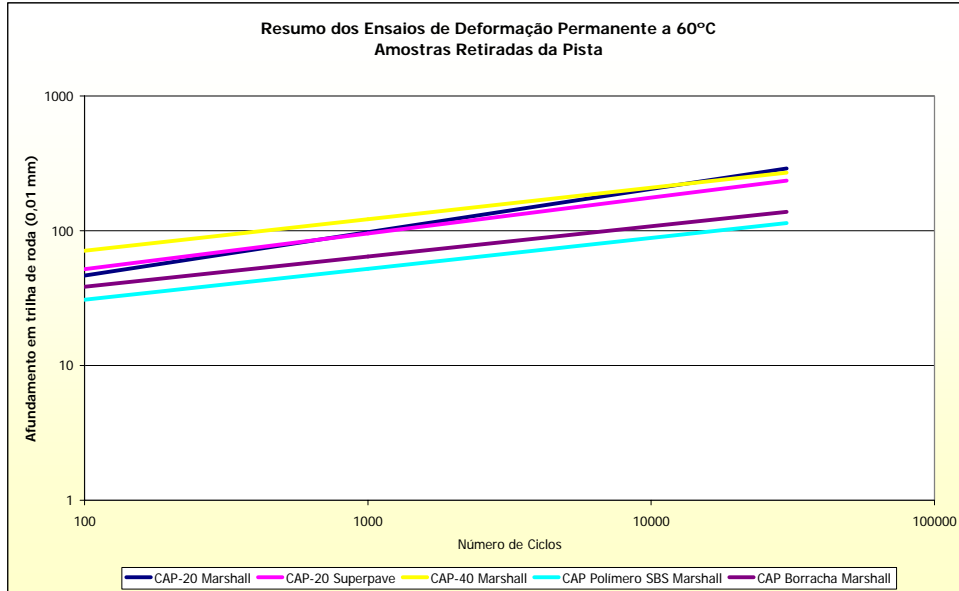
Os projetos de misturas foram confeccionados alterando-se o ligante asfáltico empregado em conformidade com o método de dosagem Marshall para os ligantes CAP-20, CAP-40, CAP polímero SBS e CAP borracha, bem como a dosagem pelo método Superpave para o CAP-20.

Estão resumidos na tabela a seguir os teores de ligantes das cinco seções testes.

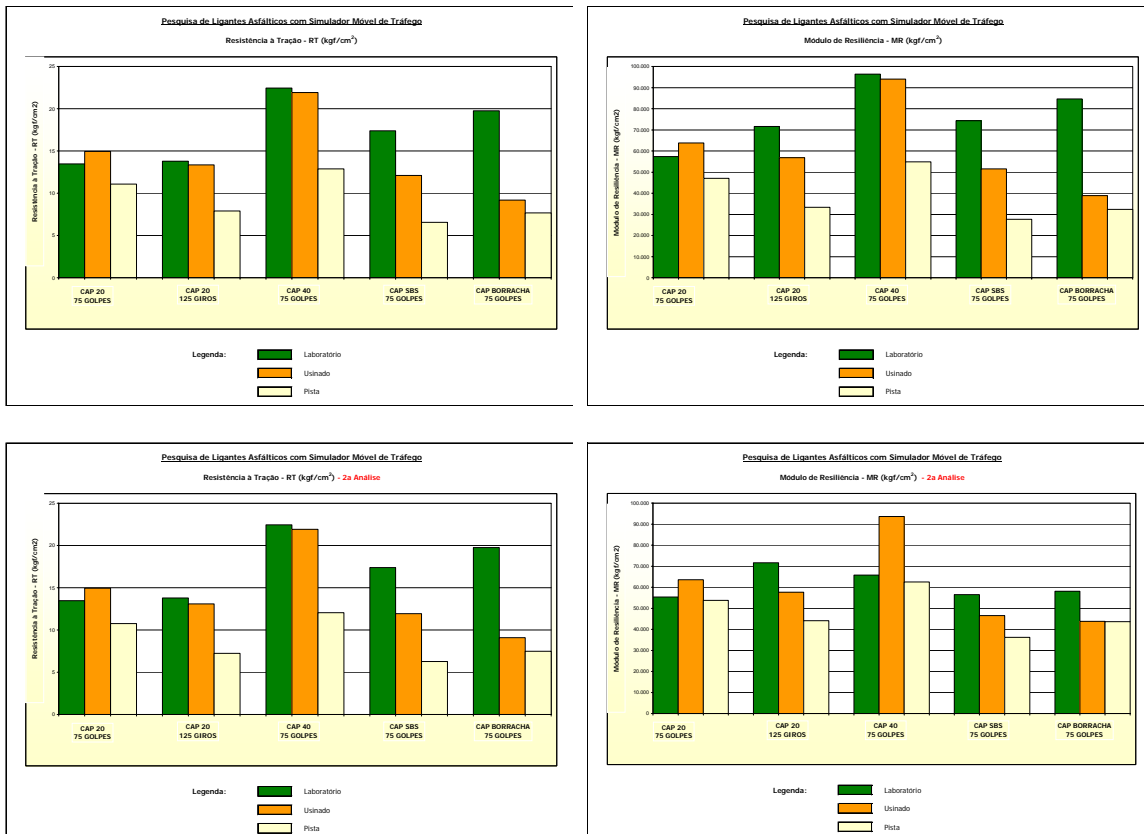
Seção	Tipo de Ligante	Método	Teor (% em peso)
1	CAP-20	Marshall	4,7
2	CAP-20	Superpave	4,4
3	CAP-40	Marshall	5,0
4	CAP-40 c/ 5% de polímero SBS	Marshall	4,7
5	CAP c/ 15% de borracha	Marshall	5,5

* de acordo com a resolução número 19 da Agência Nacional do Petróleo, de 11/07/2005, o CAP-20 passou a ser especificado como CAP-50/70 e o CAP-40 como CAP-30-45.

Adicionalmente foram realizados ensaios de Deformação Permanente com simulador de tráfego tipo LPC francês (Laboratoire des Ponts et Chaussées), com duas placas de cada material coletado da pista, conforme especificação francesa NF P 98-253-1 "Déformation Permanente des Mélanges Hydrocarbonés", sendo a regressão das curvas obtidas apresentada a seguir.

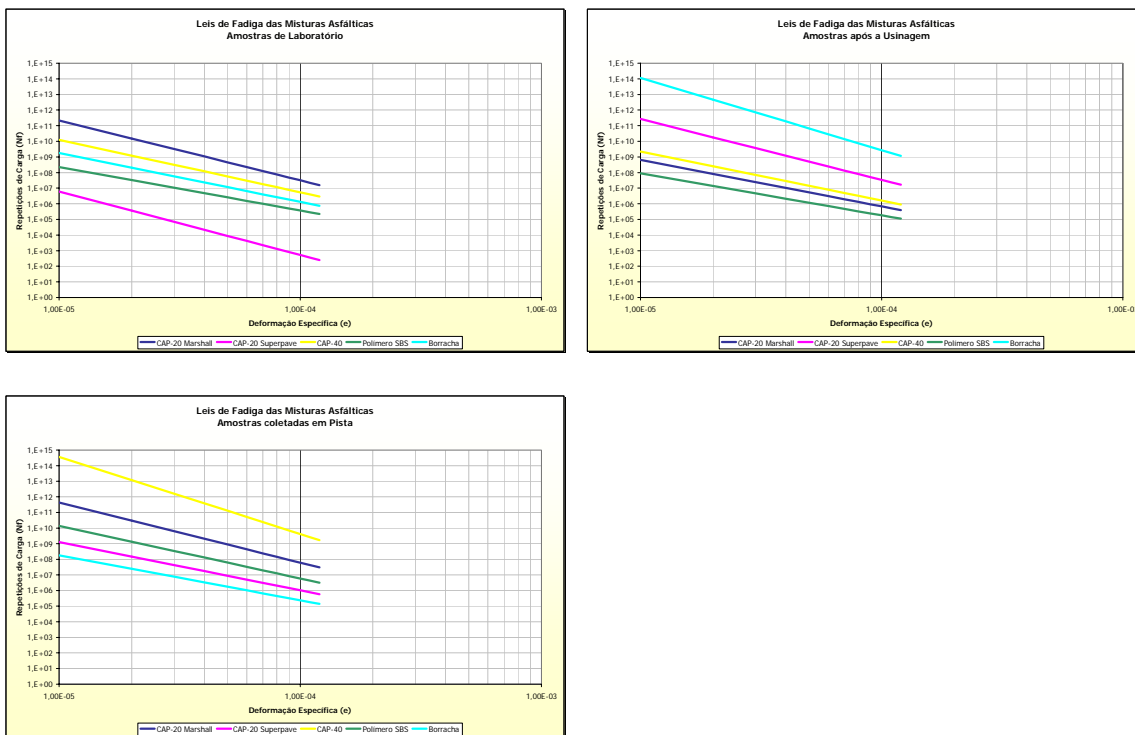


Também foram preparados estudos comparativos entre os resultados de parâmetros físicos e reológicos do CBUQ das misturas nas três situações em representativas, ou seja, misturas de laboratório, coletadas na usina e na pista após a compactação, sendo os resultados resumidos a seguir.



* de acordo com a resolução número 19 da Agência Nacional de Petróleo, de 11/07/2005, o CAP-20 passou a ser especificado como CAP-50/70 e o CAP-40 como CAP-30-45.

Por fim foi realizada, em laboratório, a determinação da Lei de Fadiga para os cinco tipos de concreto asfáltico em questão, considerando-se em amostras moldadas em laboratório, coletadas na usina e retiradas da pista, totalizando 15 ensaios de cada tipo.



2.2. Estudos em Pista

A segunda fase da pesquisa refere-se aos estudos do desempenho "in situ" das camadas asfálticas dosadas e estudadas em laboratório, tanto se empregando o Simulador Móvel de Tráfego quando se monitorando o desempenho da rodovia.

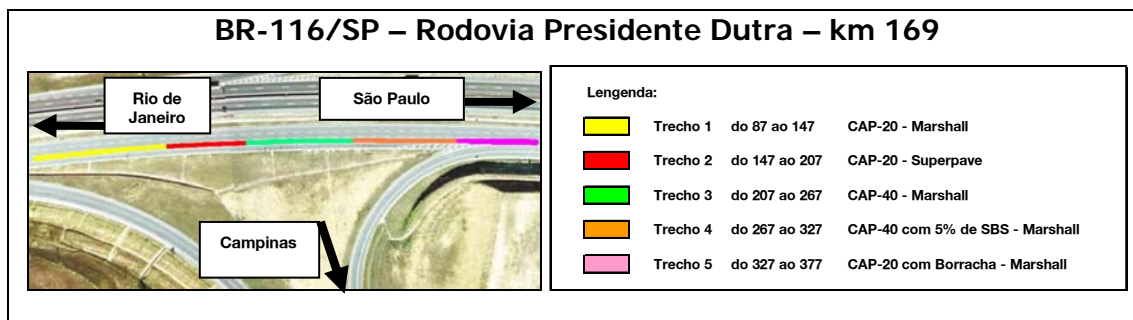
O Simulador de Tráfego consiste de um semi-eixo rodoviário com rodas duplas e cargas de até 15 tf, o qual corresponde a um eixo simples de rodas duplas com carga total de até 30 tf, que se movimenta alternadamente no sentido longitudinal com deslocamentos de até 9 m e, transversalmente, até 1 m.

2.2.1. Caracterização do Trecho

Para a realização dos ensaios acelerados optou-se pela execução de trechos experimentais consecutivos na alça de acesso da via Dutra (BR-116/SP) com a rodovia D. Pedro (SP-65). O local, nas proximidades do km 169 da BR-116.

A seguir têm-se uma ilustração da seção teste que, para melhor localização em pista, foi toda demarcada com tinta em seu bordo esquerdo empregando-se equipamento de topografia de forma a se local adequadamente as seções testes.

* de acordo com a resolução número 19 da Agência Nacional de Petróleo, de 11/07/2005, o CAP-20 passou a ser especificado como CAP-50/70 e o CAP-40 como CAP-30-45.



De acordo com as características geométricas do local, tem-se que a região selecionada consiste numa alça utilizada somente por veículos que acessam a saída para a SP-65 e optam por continuar na rodovia BR-116. Têm-se, portanto, um pavimento semi-rígido que sofreu pouca ação de tráfego desde sua inauguração, há cerca de 20 anos, tendo, entretanto, estando sujeita às ações de intempéries tais como ciclos de chuva e calor.

2.2.2. Execução da Obra

A execução do trecho consistiu na fresagem de 4 cm do revestimento asfáltico existente na faixa externa de tráfego, seguida da limpeza com jato de ar comprimido, pintura de ligação e recomposição com a mistura asfáltica – atendendo-se à dosagem de cada seção teste. Para tal foram utilizados os mesmos materiais ensaiados e caracterizados nos projetos de mistura e estudos de desempenho de laboratório.

Todas as atividades foram acompanhadas e fiscalizadas pelo Centro de Pesquisas Rodoviárias da NovaDutra, de forma a se garantir a qualidade e a fidedignidade dos dados de campo.

2.2.3. Ensaio Acelerados

Os testes acelerados foram realizados em conformidade com a metodologia especificada estabelecida para este estudo, resumida a seguir:

- Movimentos carregados bidirecionais;
- Deslocamento transversal de 15 cm;
- Velocidade do semi-eixo de aproximadamente 10 km/h;
- Carga do semi-eixo de roda dupla de aproximadamente 7,9 toneladas, aferidas com balanças móveis no início dos ciclos em cada seção teste;
- Simulação de chuvas através do espargimento de 500 litros de água durante uma hora por dia, em períodos descontínuos;
- Medição de temperaturas do pavimento e do ar;
- Monitoramento periódico das condições estruturais e funcionais do pavimento, com medições diárias da deflexão do pavimento, das deformações na trilha de roda, das condições de atrito e textura superficial;
- Registro de demais informações relevantes.

* de acordo com a resolução número 19 da Agência Nacional do Petróleo, de 11/07/2005, o CAP-20 passou a ser especificado como CAP-50/70 e o CAP-40 como CAP-30-45.



2.2.4. Resultados

Os dados obtidos com o simulador de tráfego permitiram a modelagem do desempenho em termo do número operações do eixo padrão rodoviário, determinados através da hipótese a equivalência de carga em função do tipo de eixo e da carga em operação. Tendo em vista que o Simulador de Tráfego em operação é constituído por um semi-eixo de rodas duplas, tem-se que a equivalência com o eixo-padrão rodoviário (eixo simples de rodagem dupla) pode ser estabelecida diretamente a partir do fator de equivalência de carga pela equação:

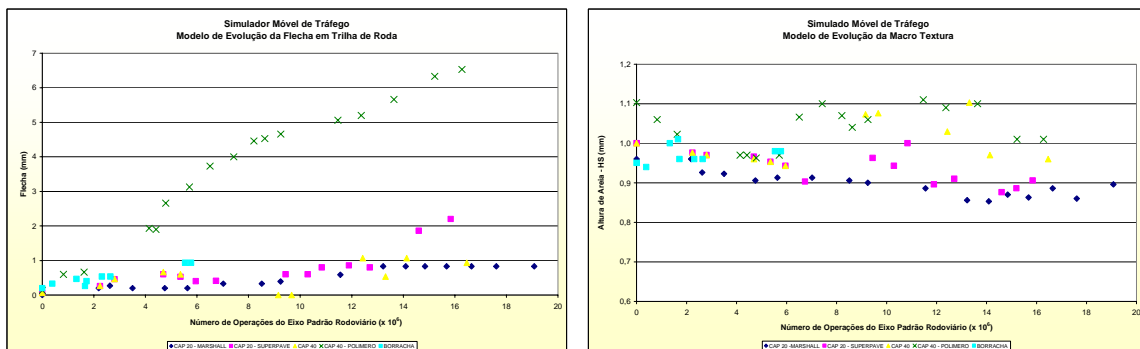
$$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$$

Onde:

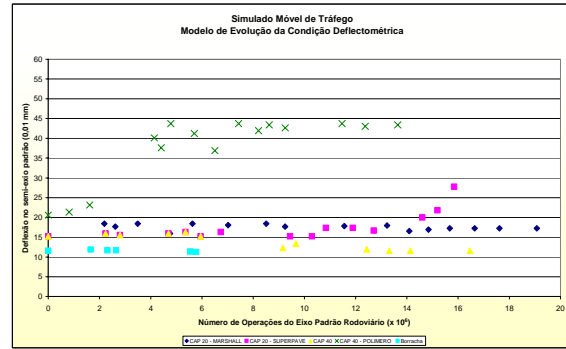
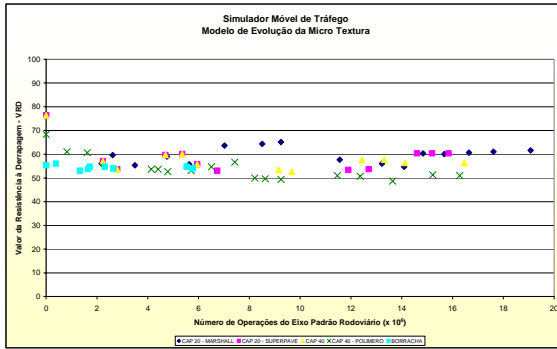
FC: fator de carga determinado de acordo com o modelo do Corpo dos Engenheiros do Exército Americano (USACE);

P: carga do eixo simples de rodagem dupla, em toneladas.

Os gráficos a seguir ilustram os dados obtidos nas cinco seções, já expressos em termos de operação equivalente do eixo padrão rodoviário.



* de acordo com a resolução número 19 da Agência Nacional de Petróleo, de 11/07/2005, o CAP-20 passou a ser especificado como CAP-50/70 e o CAP-40 como CAP-30-45.



3. Considerações Complementares

Os resultados dos “Estudos de Desempenho de Pavimento com Distintos Ligantes Asfálticos” já apresentados nesta síntese estão em fase final de análise, sendo que o que o relatório final irá apresentar a interpretação dos dados obtidos indicando as tendências de comportamento de cada uma das cinco misturas e confrontando-se os mesmos entre si.

Além disto, em complemento à pesquisa de laboratório e de campo com o Simulador Móvel de Tráfego, com o objetivo de se relacionar os resultados obtidos aos que serão constatados na rodovia em serviço, sujeitos às condições específicas de operação de cargas, tanto em termos de valores individuais, frequência e velocidade, quanto ao intemperismo cíclico provocado por agentes naturais (sol e chuva) foram executadas seções testes na pista Sul da rodovia BR-116/SP, entre os quilômetros 169 e 172.

* de acordo com a resolução número 19 da Agência Nacional de Petróleo, de 11/07/2005, o CAP-20 passou a ser especificado como CAP-50/70 e o CAP-40 como CAP-30-45.