

36.^a REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO – 36.^a RAPv

CURITIBA/PR - BRASIL - 24 a 26 de agosto de 2005

Local: Auditório I da Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP)

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DO ASFALTO BORRACHA FAIXA
GAP GRADED CALTRANS EM PISTA EXPERIMENTAL ATRAVÉS
DE ENSAIOS ACELERADOS COM A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR
DE TRÁFEGO MÓVEL DA CIFALI**

Autor 1¹ Marcos Antonio Fritzen; Co-Autor 2² Laura Maria Goretti da Motta.

¹ Afiliação: Marcos Antonio Fritzen, Rua Julio de Castilhos 40/308 Copacabana – RJ, e-mail: marcosantonio_ufrj@yahoo.com.br

² Afiliação: Laura Maria Goretti da Motta, Centro de Tecnologia – Ilha do Fundão – RJ, e-mail: laura@geotec.coppe.ufrj.br

RESUMO

A utilização de simuladores de tráfego para a realização de ensaios acelerados vem sendo cada vez mais difundida como uma ferramenta de apoio no processo de tomadas de decisões quanto à realidade do comportamento dos pavimentos e testes de novos materiais.

A necessidade da realização destes ensaios acelerados deriva das incertezas dos modelos utilizados para o dimensionamento de pavimentos novos, projetos de restauração e ou estudo de novos materiais. Essas incertezas ocorrem devido ao estudo do tráfego inadequado, utilização de materiais alternativos na estrutura do pavimento, o aumento de carga dos veículos comerciais e o clima.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento do asfalto borracha GAP GRADED realizado na BR-116/RJ, sob a concessão da CRT (Concessionária Rio Teresópolis) com a utilização do simulador de tráfego móvel da Simular.

O estudo foi realizado sobre um revestimento de 6cm de asfalto borracha tipo GAP GRADED, fornecido pela BR Asfalto. Foi aplicada uma carga superior a carga padrão de 8,2kN com a finalidade de acelerar ainda mais o processo, e o parâmetro adotado para a finalização dos estudos foi a porcentagem de área trincada.

Pode-se dizer que os simuladores de tráfego são os ensaios mais próximos da realidade, pois permitem testes de seções típicas de estruturas de pavimento, em escala real, porém de maneira acelerada. No entanto não reproduzem os fatores climáticos. Estes estudos são de grande importância para a definição do Fator Campo-Laboratório contribuindo para melhorar os dimensionamentos mecânicos.

Palavra chave: Simulador de tráfego móvel; ensaios acelerados; pistas experimentais.

ABSTRACT

The use of simulators of traffic for the accomplishment of accelerated tests comes more being each spread out time as a tool of support in the process of taking of decisions how much to the reality of the behavior of the floors and tests of new materials. The necessity of the accomplishment of these accelerated tests drift of the uncertainties of the models used for the sizing of new floors, projects of restoration and or study of new materials. These uncertainties occur due to the study of the inadequate traffic, use of alternative materials in the structure of the floor, the load increase of the commercial vehicles and the climate. Of this form, this work had as objective to study the behavior of asphalt rubber GAP GRADED carried through in the BR-116/RJ, under the concession of CRT (Concessionária Rio Teresópolis) with the use of the simulator of mobile traffic of Simular. The study rubber was carried through on an covering of 6cm of asphalt type GAP GRADED, supplied for the BR Asphalt. The load was applied a superior load standard of 8,2kN with the purpose to speed up the process still more, and the parameter adopted for the finishing of the studies was the percentage of trincada area. It can be said that the traffic simulators are the assays next to the reality, therefore allow tests of typical sections of floor structures, in real scale, however in sped up way. However they do not reproduce the climatic factors. These studies are of great importance for the definition of the Factor Field-Laboratory contributing to improve the mecanísticos sizings.

Word key: Simulator of mobile traffic; accelerated tests; experimental tracks.

1 INTRODUÇÃO

Milhares de carros e caminhões trafegam diariamente pelas rodovias e estradas de nosso país transformando essa imensa malha rodoviária em verdadeiras arteriais que têm como função básica permitir a interligação de toda nação. Por estas artérias escoam o que se produz no país e deslocam-se as pessoas. Desta forma necessitamos cada vez mais de tecnologias mais adequadas para tomada de decisões, já que um dos maiores problemas é estimar de forma satisfatória a vida útil da construção, tanto para pavimentos novos quanto para restauração rodoviária.

Os ensaios acelerados realizados com a utilização de simuladores de tráfego têm como objetivo principal reproduzir, num curto espaço de tempo, a deterioração que irá ocorrer num pavimento ao longo do período de projeto. Estes ensaios acelerados podem ser ainda mais acelerados quando utilizados com níveis de carga superiores àqueles que os pavimentos estão submetidos pela legislação vigente no país.

Desta forma foi realizado um estudo envolvendo o simulador de tráfego móvel – HVS Brasileiro, na rodovia Rio Teresópolis onde foram construídos 4 seções teste de 50 metros cada na faixa da direita sentido Rio – Teresópolis localizado entre o km 112 a 111, com soluções distintas, porém todas envolvendo fresagem de uma parte do revestimento antigo trincado. As seções testes construídas apresentam uma extensão de 50m, isso porque o critério escolhido pela equipe de técnicos foi que o trecho apresentasse as mesmas condições para as quatro seções teste estudado.

Entre os trechos experimentais estudados o primeiro constitui em aplicar na mesma espessura fresada um concreto asfáltico convencional, o segundo trecho foi utilizado uma camada de geogrelha anteposta a nova camada de concreto asfáltico de mesma característica anterior, o terceiro trecho foi executado com concreto asfáltico com asfalto borracha de pneu fornecido pela BR Distribuidora e o quarto trecho experimental possui uma camada de concreto compactado com rolo mais uma camada de concreto asfáltico convencional de mesma característica do primeiro e o segundo trecho experimental.

Este estudo foi realizado pela COPPE em parceria com a Concessionária CRT, com a participação da BR Distribuidora S.A., que forneceu a mistura para construção do trecho experimental. Detalhes de todo o experimento pode ser visto por FRITZEN (2005). Neste trecho foi realizado os ensaios acelerados com a utilização do Simulador de tráfego móvel (STM) da Simular onde foi aplicado uma carga de 6,6tf no semi - eixo sobre o revestimento, obtendo ao final do estudo com aproximadamente 40% de área trincada um número N igual a $3,8 \times 10^6$, fator de equivalência de carga do DNER.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ENSAIOS ACELERADOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES DE TRÁFEGO

Os ensaios acelerados com a utilização de simuladores de tráfego móvel tem sido cada vez mais difundido como uma ferramenta de apoio ao processo de tomada de decisões e para o entendimento quanto ao real comportamento dos pavimentos e de novos materiais, determinando assim uma melhor escolha e uma melhor solução para o problema. Porém estes ensaios acelerados não permite considerar o efeito do clima no desempenho das soluções que pode ser um fator importante por haver uma modificação do comportamento dos ligantes asfálticos ao passar do tempo entre vários outros efeitos.

Os simuladores de tráfego móvel possibilitam a realização de estudos em seções típicas de estruturas de pavimentos, em escala real, porém de maneira acelerada. Auxilia na tomada de decisão comparado com os estudos de laboratório visto que o Fator Campo – Laboratório, obtido pelo simulador pode ser muito menor do que os normalmente usados para os ensaios de laboratório.

Vários estudos foram realizados em todo o mundo com a utilização de simuladores de tráfego, principalmente na África que foram os idealizadores dos simuladores, na Europa e na América do Norte. No Brasil existem dois simuladores fixos bastante conhecidos o do IPR construído na década de 70, conforme (SILVA, 2001) e da UFRGS construído na década de 90, conforme (NUÑEZ, 1997).

Porém o primeiro simulador de tráfego móvel desenvolvido e fabricado no Brasil pela Cifali hoje de responsabilidade da Simular, baseia-se nos simuladores de tráfego da África do Sul e também apresenta algumas características do simulador da UFRGS. Este simulador apresenta fácil mobilidade possibilitando deslocar-se sobre rodas para qualquer trecho experimental, também possibilita realizar

alguns ajustes conforme a necessidade do pesquisador. Essas características e a possibilidade de alguns ajustes do equipamento podem ser observadas por FRITZEN (2005).

3. CONCESSIONÁRIA RIO TERESÓPOLIS

A Concessionária Rio - Teresópolis S/A, (CRT) é a empresa que administra a Rodovia Rio – Teresópolis - Além Paraíba parte da BR-116, com 142,5 quilômetros, no Estado do Rio de Janeiro. O trecho concessionado inicia no entroncamento com a Rodovia BR-040, no município de Duque de Caxias, atravessando os municípios de Magé, Guapimirim, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto e Sapucaia, até a divisa dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais próximo ao município de Além Paraíba (MG). Tendo assinado contrato com o Poder Concedente em 22 de novembro de 1995 e assumido a administração da Rodovia Rio – Teresópolis - Além Paraíba (BR-116/RJ) no dia 22 de março de 1996, a CRT estará administrando a rodovia até o ano 2021.

Através do contrato de concessão, a CRT se obriga manter o pavimento em condições de serventia adequada para manter o conforto e segurança dos usuários. Desta forma devido aos variados defeitos, de severidade variável na faixa da direita dos dois sentidos entre o km 104 a 122, conforme figura 1. E também por força contratual, a CRT necessita propor uma solução para recuperação deste trecho (km104 a 122), e por haver na Concessão a previsão de investimentos em pesquisas, surgiu a oportunidade de realizar um estudo com a utilização do simulador de tráfego móvel da Simular para a tomada de decisão sobre o que fazer nos locais que necessitam de restauração urgente. Neste sentido foi realizado um convênio com a COPPE, em comum acordo com a CRT, consultores e parceiros um plano de pesquisa dentro de premissas bastante específicas, quanto ao tempo e tipo de soluções adotadas.

A concessionária CRT possuía duas alternativas de recuperação do trecho, a primeira era fresar 5cm e colocar 5cm de concreto asfáltico novo, definida pelo PER (Plano de Exploração da Rodovia) e a outra era fresar 25cm sendo que 15cm seria uma base de concreto compactado com rolo e 10cm de concreto asfáltico, solução encaminhada pela concessionária a ANTT (Agência Reguladora da Concessão), segundo CRT (2004). E as outras duas soluções estudadas foram indicadas pelos consultores sendo que uma delas foi utilizada uma geogrelha e a outra a utilização de asfalto borracha

A CRT realizou em 2002, estudos referentes as condições da rodovia, entre esses estudos estavam a abertura de poços de sondagem ao longo da rodovia, levantamentos deflectométricos realizados em 2004 e a avaliação superficial do pavimento também realizada em 2004, segundo norma (DNER – PRO 008/94). de posse dessas informações a COPPE também realizou estudos a fim de verificar as informações repassadas pela CRT. A figura 2 apresenta a estrutura do pavimento através dos poços de sondagem realizados pela CRT e pela COPPE, a figura 3 apresenta as deflexões medidas no trecho experimental sobre o revestimento antigo e a tabela 1 apresenta o conceito obtido no trecho experimental.



Figura 1 Exemplos da situação do revestimento antigo

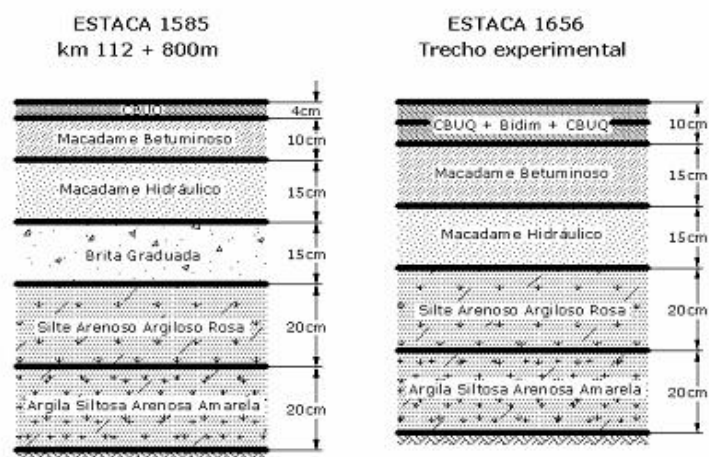


Figura 2 Comparação dos poços de sondagem realizados pela CRT e pela COPPE na BR – 116/RJ

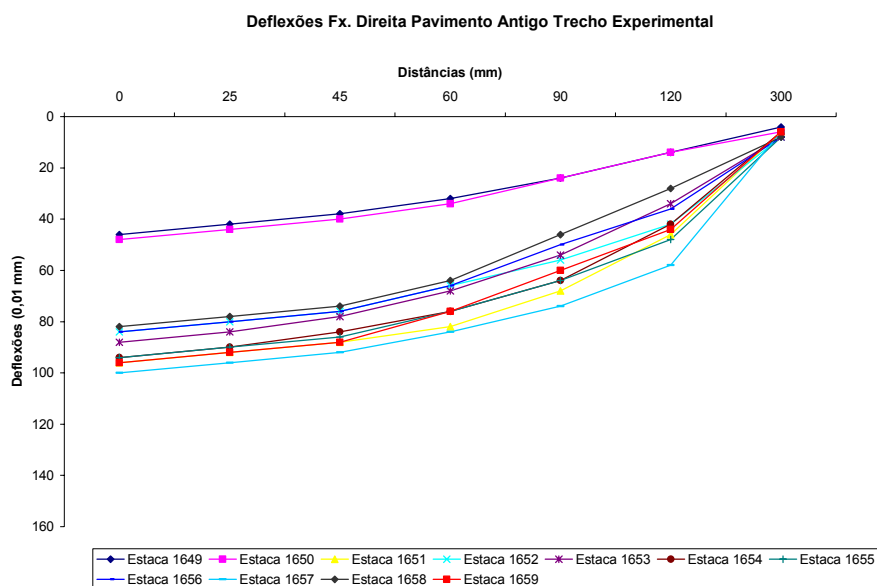


Figura 3 Deflexões medidas com a viga Benkelman da COPPE, na faixa da direita entre o trecho experimental (COPPE, 2004)

Tabela 1 Conceito do pavimento no trecho experimental conforme (DNER – PRO 008/94)

CONCEITO – IGG	
CONCEITO	LIMITES DE IGG
ÓTIMO	0 < IGG ≤ 20
BOM	20 < IGG ≤ 40
REGULAR	40 < IGG ≤ 80
RUIM	80 < IGG ≤ 160
PÉSSIMO	IGG > 160
CONCEITO	
291,00	PÉSSIMO

4 CONSTRUÇÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL E CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

O trecho experimental contou com a participação da BR Distribuidora S.A. como fornecedora da mistura asfáltica com borracha. Neste trecho foi aplicada uma mistura com granulometria descontínua conhecida como “GAP GRADED” obedecendo a uma faixa proposta pelo Departamento de Estradas da Califórnia – EUA (CALTRANS) com asfalto borracha produzido pela própria BR, com 6cm de espessura de revestimento.

O projeto da mistura “GAP GRADED” com asfalto borracha foi feito para uma outra obra próxima e foi fornecido pela BR Distribuidora. Apresenta uma granulometria mais aberta em relação à utilizada nos outros subtrechos experimentais. As Tabelas 2 e 3 apresentam a granulometria e as características dos agregados utilizados na mistura asfáltica fornecida pela BR Distribuidora S.A. A granulometria adotada para este estudo apresenta os seguintes percentuais para a composição de agregados, conforme (BR DISTRIBUIDORA S.A., 2004):

- SQ 3 Brita 1: 10%
- SQ 2 Brita Zero: 66%
- SQ 1 Pó de Pedra: 22%
- Filer Cal Hidratada: 2%

A Figura 4 mostra a faixa adotada para a mistura asfáltica do tipo GAP GRADED com asfalto borracha faixa CALTRANS. O ligante utilizado para a mistura asfáltica aplicada no trecho experimental foi do tipo CAPFLEX – B com 20% de borracha e 6% de ligante fornecido pela BR Distribuidora S.A, conforme tabela 4 e 5. Os agregados utilizados para este estudo são oriundos da pedreira Sepetiba e os corpos-de-prova moldados para determinação do projeto foram moldados com uma energia de 75 golpes por face, conforme BR DISTRIBUIDORA S.A. (2004).

Tabela 2 Granulometria dos agregados utilizados no trecho experimental fornecido pela BR Distribuidora

GRANULOMETRIA DA MISTURA						
PENEIRAS		Mistura %	Faixa CALTRANS Limite		Faixa de Trabalho Limite	
#	Abertura (mm)	Passando	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
3/4"	19,1	100	100	100	100	100
1/2"	12,7	92,5	90	100	90	100
3/8"	9,5	87,4	78	92	82,4	92
4	4,75	40,9	28	42	35,9	42
8	2,4	20,3	15	25	15,3	25
30	0,6	11,3	10	20	10	16,3
50	0,3	8,4	7	15	7	12,4
100	0,15	6,3	4	10	4	9,3
200	0,075	4,7	2	7	2,7	6,7

Tabela 3 Características dos agregados utilizados no trecho experimental fornecido pela BR Distribuidora

CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS				
Ensaio	Resultados	Unidade	Especificação	Método
Equivalente de Areia	76	%	min. 55%	DNER-ME 054/94
Abrasão Los Angeles	47	%	max. 40%	DNER-ME 035/94
Densidade Real dos Grãos da Mistura	2,748	g/cm ³	-	DNER-ME 085/94
Densidade Aparente dos Grãos	2,702	g/cm ³	-	DNER-ME 195/97
Densidade Real	2,725	g/cm ³	-	DNER-ME 195/97
Adesividade	Satisfatório	0,4% CAP DOPE	-	DNER-ME 078/94
Índice de Forma	-	Relação 1/3	< 3	NBR - 7809/94

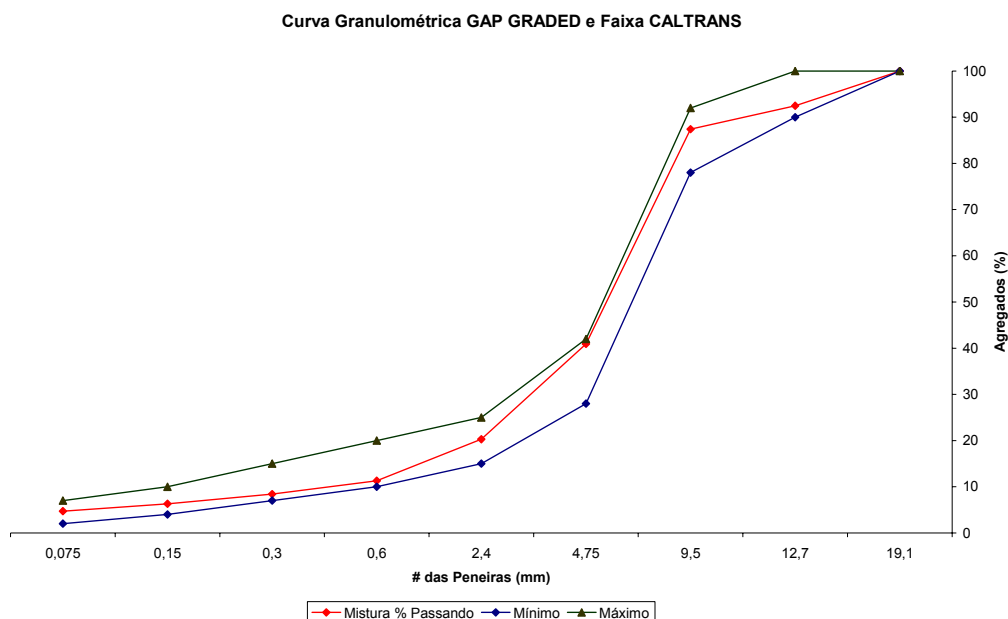


Figura 4 Características da granulometria “GAP GRADED” Faixa CALTRANS

Tabela 4 Características do ligante asfáltico utilizado na mistura asfáltica aplicada no trecho experimental

CARACTERIZAÇÃO CAPFLEX-B		
Ensaio	Resultado	Método
Penetração (100g,25°C, 5s) dmm	50	ASTM D-5
Ponto de amolecimento °C	59	ASTM D-36
Viscosidade Brookfield, CP (6,0 rpm, spindle 31)		ASTM D-4402
135°C	> 5000	
150°C	> 5000	
175°C	4000	
Recuperação Elástica (25°C) % Dutilômetro	62	DNER 382/99
Densidade	1,03	DNER-ME 193/96

Tabela 5 Características da mistura asfáltica fornecida pela BR Distribuidora S.A.

RESULTADOS DO ENSAIO MARSHALL "GAP GRADED FX. CALTRANS"			
Ensaio	Resultados	Unidade	Especificação
CAPFLEX-B	6	%	-
Densidade Teórica	2,482	g/cm³	-
Vazios Totais	5,7	%	4 a 6
Vazios Cheios Betume	13,7	%	-
Vazios Agregados Mineral	19,4	%	> 15
Relação Betume Vazios	70,6	%	62 a 78
Estabilidade	788	kgf	> 600
Fluência 1/100	14	Pol.	10 a 18
Densidade Aparente	2,34	g/cm³	-
Temperatura do Ligante: 155°C a 180°C			
Temperatura de Compactação: 155°C a 180°C			
Temperatura de Compactação em Laboratório: 165°C			

5 RESULTADOS OBTIDOS NO TRECHO EXPERIMENTAL

Durante o período de realização dos ensaios acelerados através do simulador de tráfego móvel foi possível monitorar a evolução da deterioração do pavimento. Neste período foram registradas avaliações ao longo do trecho experimental, como: deflexões elásticas, trincamento do revestimento asfáltico, afundamento de trilha de roda. Também estão apresentados os resultados mecânicos obtidos através de corpos-de-prova moldados em laboratório e corpos de prova extraídos in situ. A tabela 6 e 7 apresentam os valores dos MR e RT dos corpos-de-prova moldados em laboratório e dos extraídos in situ. As figuras 5 e 6 apresentam as deflexões máximas corrigidas (pela deflexão do pé dianteiro) obtidas com a viga Benkelman da COPPE através da variação de cargas aplicadas sobre o semi – eixo na etapa inicial e final dos ensaios acelerados. Também foi possível determinar um Fator de Equivalência de Campo (FEC) através das deflexões máximas obtidas no início e no final dos ensaios acelerados, mostrado na tabela 8.

A figura 7 apresenta os resultados de fadiga por compressão diametral dos corpos-de-prova extraídos in situ sem a interferência do tráfego. E com a obtenção desses dados foi possível determinar o Fator de Equivalência de Laboratório (FEL) através da curva de fadiga com os dados obtidos pelo programa FEPAVE, conforme tabela 8.

A tabela 8 apresenta os Fatores de Equivalência obtidos no trecho experimental através dos ensaios acelerados e os resultados obtidos em laboratório. Como os pavimentos são dimensionados em função do tráfego esperado para o trecho representado pelo número N equivalente ao eixo padrão (8,2tf), durante um período de projeto escolhido. Existem dois fatores de equivalência bastante utilizados no país, o da AASHTO e do USACE (Corpo de Engenheiros do Exército Norte – Americano), que permitem converter cargas variadas do tráfego em cargas equivalentes.

Tabela 6 Características dos corpos-de-prova moldados em laboratório DNER – ME 133/94

Resistência à Tração Estática, Módulo de Resiliência (25°C)					
Projeto:	CP Moldados na Usina CRAFT - BR			Protocolo: RT, MR 30-04	
Interessado: Marcos Antonio					
Nº do corpo de prova		h _m	d _m	RT	MR
Lab.	% Ligante	(cm)	(cm)	(MPa)	(MPa)
6587	6,0	6,96	10,27	0,60	*
6588		6,51	10,18	0,63	*
6589		6,42	10,25	0,75	*
6590		6,60	10,26	0,81	3488
6591		6,87	10,19	0,57	2148
6592		6,88	10,20	0,72	3588
6593		6,71	10,31	0,60	3059
6594		6,62	10,28	0,72	3023
6595		6,66	10,30	0,60	2922
6597		6,42	10,30	0,68	2975
6598		6,67	10,29	0,64	2585
6599		6,76	10,21	0,56	2321
6600		6,81	10,29	0,62	2399
6601		6,87	10,26	0,57	2426
6602		6,74	10,23	0,59	2199
6603		7,22	10,19	0,77	2707
6604	6,77	10,27	0,59	2317	
Média		6,73	10,25	0,65	2726
Desvio Padrão		0,20	0,04	0,08	463
(*) ensaios não realizados					

(*) ensaios não realizados

Tabela 7 Características dos corpos-de-prova extraídos in situ DNER – ME 133/94

Resistência à Tração Estática, Módulo de Resiliência (25°C)					
Projeto:		CP Extraídos do Terceiro trecho		Protocolo: RT,MR 05-05	
Interessado: Marcos Antonio					
Nº do corpo de prova		h _m	d _m	RT	MR
Lab.	% Ligante	(cm)	(cm)	(Mpa)	(Mpa)
6707	6,0	4,40	10,15	0,84	*
6708		4,37	10,12	0,82	*
6709		4,50	10,16	0,85	*
6710		5,05	10,10	0,92	4052
6711		4,11	10,12	0,87	3556
6712		4,40	10,15	0,83	3405
6713		4,47	10,12	0,84	4289
6714		4,34	10,12	0,95	4739
6715		4,68	10,12	0,84	3411
Média		4,48	10,13	0,86	3909
Desvio Padrão		0,26	0,02	0,04	544
(*) ensaios não realizados					

(*) ensaios não realizados

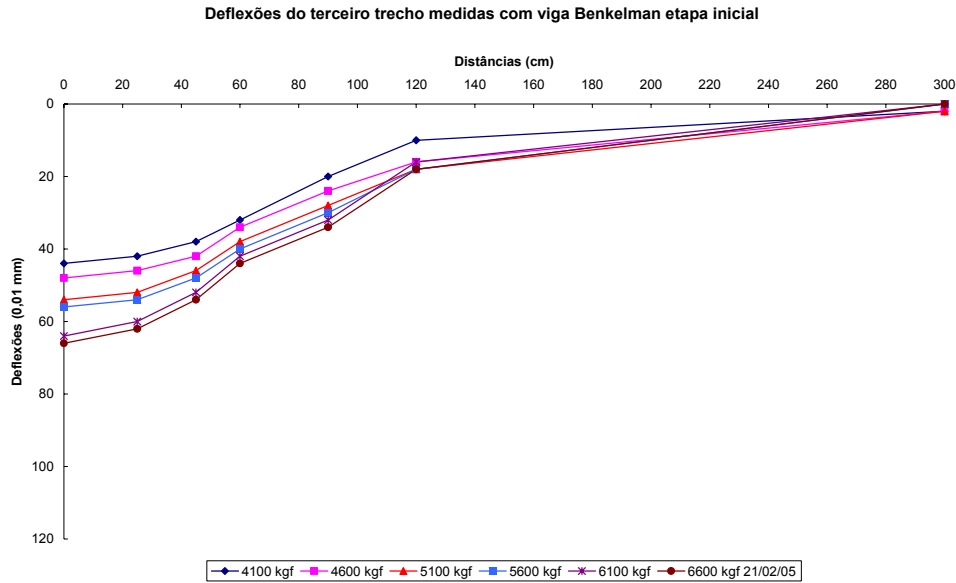


Figura 5 Deflexões corrigidas medidas no trecho experimental com variação de carga no semi – eixo na etapa inicial dos ensaios acelerados

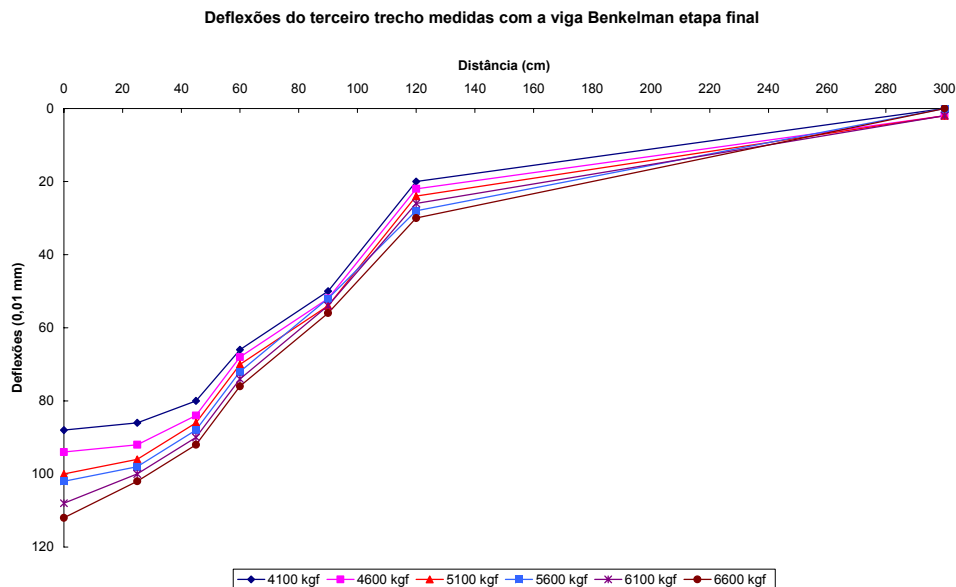


Figura 6 Deflexões corrigidas medidas no trecho experimental com variação de carga no semi – eixo na etapa final dos ensaios acelerados

Outra maneira utilizada para determinar o fator de equivalência foi através do programa FEPAVE. Foram calculadas as tensões e deformações deste trecho experimental obtendo as informações necessárias para a determinação do fator de equivalência de cada trecho experimental, comparando-se o N obtido na curva de fadiga com as diferenças de tensões calculadas com a carga de 8,2tf eixo padrão de 13,2tf (carga utilizada nos ensaios acelerados com a utilização do simulador), conforme sugere MOTTA (1991)

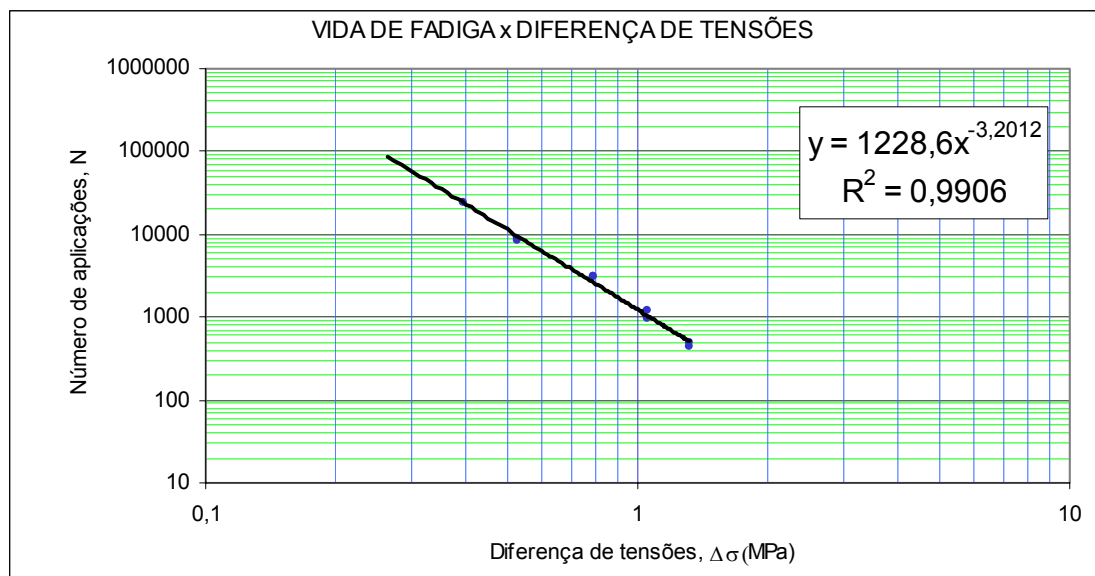


Figura 7 Resultados da curva de fadiga dos corpos-de-prova extraídos in situ sem a interferência do tráfego

Tabela 8 Fatores de equivalência encontrados no trecho experimental

Nº CICLOS MONO - DIRECIONAL COM CARGA DE 6,6tf SEMI - EIXO 3º TRECHO				
	Nº Ciclos Simulador	Fator de Equivalência	Conversão para 8,2tf	Nº Ciclos
USACE	207.450	18,67	3.873.092	$3,8 \times 10^6$
AASHTO	207.450	7,95	1.649.228	$1,6 \times 10^6$
FCL com 8,2tf		945		
FCL com 13,2tf		6455,00		
FEL	207.450	6,83	1.416.884	$1,4 \times 10^6$
FEC - DEFLEXÕES	207.450	4,66	966.717	$9,7 \times 10^5$
FCL = Fator Campo Laboratório				
FEL = Fator Equivalência de Laboratório obtido pela curva de fadiga e o FEPAVE				
FEC = Fator Equivalência de Campo obtido através das deflexões máximas				

A tabela 9 apresenta a evolução do afundamento de trilha de roda medidas ao longo dos ensaios acelerados com a utilização do simulador de tráfego no sentido único (mono – direcional) aplicado em todo o experimento e no sentido vai e vem (bi direcional) do eixo do carregamento, obtido em pequena parte da área ensaiada

Tabela 9 Resultados do afundamento de trilha de roda medido no trecho experimental

Nº de Ciclos (Mono Direcional)	Afundamento (mm)	Nº de Ciclos (Bi Direcional)	Afundamento (mm)
0	0	0	0
20.000	1	0	2
40.000	2	0	3
100.000	3	0	3
207.450	3	0	4

Foram realizados ensaios de mancha de areia e aderência pelo pêndulo britânico e permeabilidade antes e após o final do experimento conforme apresentados a seguir:

Resultados da mancha de areia:

- Revestimento novo sem a interferência do tráfego:
 - $HS_m = 0,062$ cm
- Revestimento simulado com a interferência do tráfego:
 - $HS_m = 0,076$ cm

Resultados de aderência através do pendulo Britânico:

- Revestimento novo sem a interferência do tráfego:
 - Coeficiente de atrito medido pelo S.T.R = 0,77
- Revestimento simulado após os 207.450 ciclos
 - Coeficiente de atrito medido pelo S.T. R = 0,48.

Resultados de Permeabilidade do revestimento:

O ensaio de permeabilidade realizado no revestimento novo apresentou um coeficiente de permeabilidade na ordem de $1,33 \times 10^{-4}$ (cm/s). E o revestimento onde foram realizados os ensaios acelerados com a utilização do simulador de tráfego móvel – HVS, apresentou coeficientes de permeabilidade na ordem de $1,02 \times 10^{-3}$ (cm/s). Estes valores muito elevados estão coerentes com os altos valores de vazios observados e mostram que estes provavelmente são interconectados

6 CONCLUSÕES

O simulador de tráfego móvel – HVS apresentou características muito versáteis:

- mobilidade de transporte;
- facilidade de variação de cargas no semi – eixo;
- possibilidade de ajustes funcionais elétricos e mecânicos para cada pesquisa;
- possibilidade de verificar o comportamento de trechos experimentais em curto espaço de tempo, reproduzindo em escala real uma vida útil para cada trecho.

O alto grau de trincamento da estrutura inicial e as características do trecho experimental mostram que só fresar 6cm e colocar 6cm de concreto asfáltico novo em substituição ao antigo, mesmo com a utilização de asfalto borracha pode não ser suficiente para um tráfego de 10^7 que é o pretendido pela CRT, se for considerado uma porcentagem de 40% de área trincada ao final do período, que foi o critério de interrupção dos ensaios acelerados.

As deflexões medidas com a viga Benkelman apresentaram ao final dos ensaios acelerados praticamente a mesma ordem de grandeza das deflexões medidas no revestimento antigo.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BR DISTRIBUIDORA S.A, (2004) “Parâmetros da mistura asfáltica utilizada na seção experimental, via email”.

CRT BOA VIAGEM, (2004), “Boletim Informativo”, Ano 9, nº 61.

DNER – ME 035/98 (1998), “Determinação da Abrasão “Los Angeles”.

DNER – ME 078/94 (1994), “Adesividade a Ligante Betuminoso”.

DNER – ME 133/94 (1994), "Determinação do Módulo de Resiliência de Misturas Betuminosas".

DNER – PRO 008/94 (1994), "Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi Rígidos".

FRITZEN, M, A (2005) Avaliação de soluções de reforço de pavimento asfáltico com simulador de tráfego na rodovia Rio Teresópolis. Tese Msc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro – RJ;

MOTTA, L, M, G, (1991) Métodos de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis, Critério de Confiabilidade e Ensaios de Cargas Repetidas . Tese Dsc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro – RJ;

NUÑEZ , W, P, (1997) Analise Experimental de Pavimentos Rodoviários com Basalto Alterados, Tese Dsc. UFRGS – POA – RS.

SILVA, P, D, E, A, (2001) Estudo do Reforço de Concreto Cimento Portland (WHITETOPING) na Pista Circular Experimental do IPR. Tese Dsc. COPPE/UFRJ – Rio de Janeiro – RJ;