

23ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO

FLORIANÓPOLIS: 03 a 07 de OUTUBRO DE 1988

TEMA V: GERÊNCIA DE PAVIMENTOS: CONSERVAÇÃO, RESTAURAÇÃO,
RECONSTRUÇÃO, TRÁFEGO E CUSTO RODOVIÁRIO

TÍTULO DO TRABALHO: PROJETO E CONSTRUÇÃO DE OBRAS DE RESTAURAÇÃO
PAVIMENTOS NA RODOVIA SP-55

AUTORES:

CARLOS WILLIAMS U. CARRION

ALBERTO DE FIGUEIREDO TORRES

JORGE ROBERTO UCHÔA DE OLIVEIRA

THEMAG ENGENHARIA LTDA.

Rua Bela Cintra, 986 - São Paulo SP

CEP 01415 - Fone (011) 231.55.33

Telex (011) 31803 THEN BR

RESUMO

Os autores descrevem neste trabalho o Projeto e Construção das Obras de Melhoramento e Restauração do Pavimento Flexível da Rodovia SP-55 no trecho compreendido entre o km 76 e km 106.

Na fase de projeto foram executados estudos topográficos, projeto geométrico, estatísticas de tráfego, projeto de terraplenagem, sinalização, inventário do pavimento flexível existente, dimensionamento do reforço de pavimento pelo método DNER-PRO-10/79 e do pavimento flexível das novas faixas de tráfego pelo método DNER do Eng^o Murillo Lopes de Souza em função do número "N" de repetições de carga equivalente ao eixo padrão de 8,2t e outros parâmetros, cadastro dos dispositivos de drenagem problemáticos e sua compatibilização com a nova seção transversal da rodovia ampliada e restaurada trazendo como consequência o projeto e construção de novas obras de drenagem complementares.

Na fase de construção destacam-se a transformação da seção transversal de pista simples com 02 faixas de tráfego para pista simples com 04 faixas contínuas sem separador central através da conversão dos acostamentos laterais em pistas de rolamento implicando na execução de diversas obras de terraplenagem utilizando ao máximo os materiais disponíveis na região, a construção do reforço de pavimento flexível, soluções econômicas nas obras de drenagem superficial devido a presença de lençol freático aflorante e nas obras de construção de aterros sobre solos moles devido a presença no subsolo de espessas camadas de argilas marinhas ao longo do trecho.

SUMÁRIO

- 1 INTRODUÇÃO

- 2 PROJETO DE RESTAURAÇÃO
 - 2.1 Estudos do Pavimento Existente
 - 2.2 Parâmetros de Tráfego
 - 2.3 Critérios de Projeto e Dimensionamento
 - 2.4 Análise dos Defeitos
 - 2.5 Dimensionamento do Pavimento Flexível
 - 2.6 Dimensionamento do Reforço de Pavimento
 - 2.7 Levantamento do Estado da Sinalização Existente
 - 2.7.1 Sinalização Horizontal
 - 2.7.2 Sinalização Vertical
 - 2.8 Levantamento de Obras Complementares
 - 2.8.1 Obras Reaproveitáveis
 - 2.8.2 Obras Novas

- 3 CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DE RESTURAÇÃO
 - 3.1 Materiais de Construção
 - 3.2 Técnicas Construtivas

3.2.1	Metodologia de Execução
3.2.2	Reparos Locais do Pavimento Existente
3.2.3	Reforço do Pavimento Existente
3.3	Controle de Execução
3.3.1	Controle Tecnológico
3.3.2	Controle Geométrico
3.3.3	Controle de Tráfego
3.4	Cronograma de Construção
3.5	Obras Complementares
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS
5	BIBLIOGRAFIA
6	DESENHOS

1. INTRODUÇÃO

A rodovia SP-55 foi restaurada no trecho compreendido entre Cubatão e Itanhaem passando nas imediações de Praia Grande, Pedro Taques e Mongaguá garantindo o escoamento do tráfego turístico gerado pelo litoral paulista, de relevante intensidade durante os fins de semana e feriados do verão, além de se integrar no planejamento global do Estado de São Paulo.

No presente trabalho descrevemos resumidamente as diversas fases do projeto e construção de obras de Melhoramento e Restauração do Pavimento Flexível desta rodovia, no trecho compreendido entre o km 76 e km 106.

Aborda-se com mais ênfase as técnicas construtivas empregadas, especialmente no concernente à otimização técnico-econômica dos materiais de construção empregados nas Obras de Pavimentação, salientando-se a transformação dos acostamentos em pista com aproveitamento total do material demolido constituinte dos acostamentos antigos, a presença constante do lençol freático aflorante e a construção de aterros de areia capeados com solo argiloso visando minimizar possíveis erosões.

Para aprofundamento do tema faz-se apresentação de um video-tape contendo as mais econômicas técnicas construtivas aplicadas na execução desta Obra de Restauração rodoviária.

2. PROJETO DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS

Este Projeto de Restauração de Pavimentos Flexíveis foi sub-dividido em duas atividades distintas:

- Estudos de Superfície: correspondente as medidas das deflexões do pavimento existente e inventário do mesmo
- Investigações Geotécnicas: Prospecção e ensaios do pavimento existente e respectivo subleito

Nesta fase de estudos, salientamos as seguintes atividades:

- Rotina de inspeção visual da superfície do pavimento e da concomitante medida das flechas nas trilhas de roda, visando o cálculo do ISG - Índice de Severidade Global, que refletiu o grau de degradação alcançado pela estrutura do pavimento por ocasião do inventário
- A análise do inventário do pavimento e da evolução do ISG em função do tempo da exposição (tráfego incidente) nos permitiu estabelecer as diretrizes racionais no que concerne às medidas de reabilitação a serem tomadas

O projeto de Restauração estabeleceu os seguintes elementos:

- Constituição e espessuras, por sub-trechos, das camadas de reforço do atual pavimento
- Indicações dos locais e das camadas de materiais inadequados a serem removidos
- Apresentação das seções transversais típicas, com indicação dos elementos da plataforma da estrada existente, do recapeamento e dos alargamentos laterais de 2,5 m projetados
- Indicações referentes a remoções, revestimentos e base dos acostamentos
- Procedimentos executivos: Gerais e Particulares a serem adotados durante a construção

2.1 Estudos do Pavimento Existente

Estes estudos, compreenderam as seguintes atividades:

- Pesquisa da evolução da composição de tráfego desde a abertura da via e época dos recapeamentos realizados
- Inventário da superfície do pavimento existente e definição dos sub-trechos homogêneos

- Determinação das deflexões recuperáveis com Viga Benkelman e análise estatística destas deflexões
- Poços de Investigação no pavimento existente e respectivos Ensaios Geotécnicos de Laboratório.

No concernente a pesquisa realizada junto ao DER/SP (DR-5) - Divisão Regional de Santos/SP, visando a obtenção de dados técnicos sobre: estrutura do pavimento executado, data da abertura ao tráfego, época da execução dos serviços de restauração, tipos de materiais asfálticos empregados nesta restauração e respectiva espessura; foram realizadas as respectivas diligências e o resumo destas informações técnicas é apresentado nos Desenhos 01/02 em anexo.

2.2 Parâmetros de Tráfego

Como decorrências das instruções do DER-SP, foi assumida a vida de projeto de 10 (dez) anos, compreendendo o período de 1987 - 1996.

O valor do número "N" foi adotado como sendo $2,6 \times 10^7$, baseado em Relatório de Estudos de Tráfego do DER-SP.

2.3 Critérios de Projeto e Dimensionamento

O dimensionamento do reforço do pavimento existente baseou-se na seguinte metodologia:

- Definição dos sub-trechos homogêneos
- Análise estatística das deflexões recuperáveis para cada sub-trecho homogêneo
- Correção dos valores estatísticos pelo coeficiente $F_s = 1,20$, para correção dos prováveis efeitos de oscilações climáticas e do nível do lençol freático, desenvolvimento do traçado no pé da Serra do Mar, etc.

- Dimensionamento pelo Método A do DNER
- Dimensionamento pelo Método B do DNER
- Dimensionamento pelo Método do Eng^o Ernesto Preusler
- Verificação e dimensionamento pelo critério de Resistência, Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER

2.4 Análise dos Defeitos

Os estudos de superfície dos sub-trechos, coadjuvados pelos poços de investigação efetuados no pavimento existente, evidenciaram que a maior parte do trecho necessitará de reforço de 5 cm de CBUQ faixa C sobre 5 cm de CBUQ faixa B (Binder), projetado através do Critério de Deformabilidade - Método Preusler de Dimensionamento de Reforço de Pavimentos.

Ao longo do Trecho, a ser objeto de reforço, foi previsto a execução a "priori" de reparos gerais destinados a sanar as deficiências estruturais de cunho estritamente local. Estes reparos foram inspecionados e a seguir demarcados pela Fiscalização do DER-SP antes da execução da Obra.

Foram caracterizadas as zonas de ocorrência dos seguintes defeitos:

- a. Trincas interligadas, jacaré (J), da classe 2 (FC-2), com ou sem erosão acentuada nos bordos, decorrentes do fenômeno de fadiga e da infiltração de água com carreamento do betume e/ou saturação da base, que no seu estado avançado ocasionam a degradação do pavimento
- b. Afundamentos locais (ALP) devido à fluência plástica do subleito ou revestimento, principalmente no bordo inferior das curvas horizontais do trecho inicial sujeito à oscilação do nível de água. Nestes casos recomenda-se drenagem sub-superficial

c. Afundamentos nas trilhas das rodas (ATP) devido à fluência plástica nas camadas do pavimento e/ou do subleito, principalmente nas rampas ascendentes da pista existente

2.5 Dimensionamento do Pavimento Flexível

Para o dimensionamento do pavimento novo dos alargamentos foi utilizado o Método de Dimensionamento do DNER de autoria do Engº Murillo Lopes de Souza, adotando-se um período de projeto de 10 (dez) anos.

Como resultado de Estudos Geotécnicos do subleito de areia fina cor marron, classificação HRB A-3 (0), adotou-se CBR de projeto igual 6,0%.

O volume diário médio de tráfego nos dois sentidos foi fornecido pelo DER-SP, apresentando a seguinte distribuição:

- veículos leves	68%
- Ônibus	7%
- Caminhões médios	10%
- Caminhões pesados	9%
- Reboques e semi-reboques	6%

Calculada a distribuição do tráfego comercial, dos fatores de carga e de veículos, determinou-se o número "N" equivalente de operações de eixo simples padrão da ordem de $2,6 \times 10^7$.

O pavimento final dimensionado é apresentado no Desenho 03 e consta da seguinte estrutura:

Reforço do sub-leito.....	22cm
Base estabilizada granulometricamente.....	20cm
Binder - CBUQ - faixa B (Camada de ligação).....	3cm
CBUQ - faixa C (Camada de rolamento).....	3cm

2.6 Dimensionamento do Reforço do Pavimento

Foi adotado de comum acordo com o DER-SP o Método DNER-PRO 10/79, visando dimensionar o reforço necessário para um novo número de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão durante o período de projeto de 10 (dez) anos.

Após o dimensionamento, face à restrições econômicas, optou-se por construir o reforço em 02 etapas reduzindo o período de projeto para 5 (cinco) anos trazendo como resultado final a implantação de 3,0 cm CBUQ - faixa B (prévia regularização de greide) como camada de ligação e 3,0 cm de CBUQ - faixa C como camada de rolamento. (Vide Desenho 03)

2.6.1 Coeficientes de Equivalência Estrutural

Os coeficientes de equivalência estrutural para os diversos materiais constituintes das camadas de pavimento existente, foram adotados baseado nos procedimentos técnicos preconizados pelo DNER na publicação "Reabilitação de Pavimento" IPR/1975.

2.6.2 Critério da Resistência

Baseado nos elementos técnicos coletados no Arquivo Técnico do DER (Vide Desenho 01/02), constatou-se pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER que comparando a espessura total necessária de pavimento projetado em termos de material granular com a respectiva espessura equivalente do pavimento existente, concluímos que teoricamente não haveria necessidade do reforço. O que ocorreu na realidade, é que pelo critério da Deformabilidade dos pavimentos flexíveis, face a magnitude elevada das deflexões recuperáveis e a grande variação de suporte estrutural neste trecho, o pavimento existente encontrava-se na fase elástica final, quase atingindo a fadiga na medida em que a estrutura atual começava a exteriorizar estes efeitos através de fissuras, trincas e acúmulo de deformações permanentes sob cargas repetidas.

O elevado estágio de fissuração do revestimento da pista inventariada existente demonstrou sua fadiga e envelhecimento, com perda de suas principais características de flexibilidade.

2.6.3 Seção Transversal do Pavimento

Foi previsto, para a Seção de pavimento final, uma pista de rolamento com quatro faixas de tráfego, duas mãos de direção sem separador central, e uma largura total de 12,0 m em tangente conforme apresentado no Desenho 03. Para os acostamentos foi mantida a largura de 2,5 m.

2.7 Levantamento do Estado da Sinalização Existente

2.7.1 Sinalização Horizontal

Embora que, com a construção do reforço de pavimento projetado, estivesse condenada a sinalização horizontal, tivemos o cuidado de levantar o estado atual da sinalização para se ter uma boa noção do que o usuário estava enfrentando.

Notou-se que a sinalização horizontal estava bastante desgastada em alguns trechos devido ao grande número de remendos existentes no pavimento, em outros trechos era praticamente inexistente. Em condições desfavoráveis tais como nevoeiros, chuvas intensas e principalmente à noite, o usuário se via totalmente perdido e não raro ocorriam choques frontais graves, muitas vezes com vítimas fatais.

Outra peculiar tendência do usuário, principalmente nos fins de semana, devido ao grande número de veículos trafegando nos horários de pico, era utilizar o acostamento como pista e às vezes trafegar na contramão chegando ao extremo de inclusive utilizar o acostamento da pista contrária.

2.7.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical bastante prejudicada pelas condições específicas da Baixada Santista não era totalmente inoperante mas sua

grande extensão limitava-se a indicações locais de entrada de cidades, bairros e balneários.

2.8 Levantamento de Obras Complementares

2.8.1 Obras Reaproveitáveis

Todas as galerias e linhas de tubo do trecho se achavam em bom estado, outras com muita vegetação nas entradas e saídas mas todas puderam ser reaproveitadas cabendo apenas alongá-las para se fazer os alargamentos da pista.

Por outro lado, obras de proteção e segurança como defensas metálicas, guias, sarjetas e canaletas estavam bastante avariadas necessitando de urgentes reparos, os que na sua grande maioria foram refeitas.

2.8.2 Obras Novas

Foi executado no trecho uma passagem superior na altura do Jardim Vera Cruz para funcionar como retorno e possibilitar o acesso a Mongaguá nos horários de pico quando se tornava impossível atravessar a pista. A construção desta passagem superior obrigou a execução de aterros de encontro que requereram cuidados especiais na estabilização dos taludes.

Para travessia de pedestres notou-se a ausência de passarelas em pontos críticos, cuja implantação posteriormente foi autorizada pelo DER/SP.

3 CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DE RESTAURAÇÃO

3.1 Materiais de Construção

A escolha criteriosa dos materiais de construção para execução da restauração do pavimento, foi o item que mais destacou-se na otimização de custos solicitada pelo DER/SP. A transformação dos acostamentos em pista, com aproveitamento total do material demolido constituinte dos acostamentos antigos para base dos novos

acostamentos, minimizou notavelmente os custos de implantação desta obra.

Convém salientar a presença do lençol freático que ao longo do trecho apresentava-se praticamente aflorante estando em média a apenas 1,20 m abaixo do greide acabado, o que tornava necessário a pesquisa de materiais drenantes nas imediações da obra. Após várias pesquisas em jazidas minerais próximas à obra optou-se por material de fundo de rio composto de seixos rolados, areia e pequena percentagem de finos, localizado a pequena distância da extremidade do trecho num local denominado Mambu.

O acesso ao local por uma estrada vicinal asfaltada reduziu notavelmente as dificuldades de transporte do referido material. A distância de transporte da jazida ao início do trecho era de 18,3 km, atingindo distância de transporte média de 27 km.

A utilização do material da jazida Mambu nos levou uma economia da ordem de 85% quando comparado ao custo de construção do macadame hidráulico. O mesmo material foi empregado como reforço do subleito e base estabilizada granulometricamente, aproveitando-se a notável peculiaridade da jazida escolhida que apresentava duas granulometrias em áreas diferentes.

Para reforço do subleito foi selecionada a seguinte faixa granulométrica:

PENEIRA (mm)	% PASSANDO
96	100
38	80-100
19,1	60-80
9,5	45-65
4,76	30-50
0,71	10-30
0,074	5-15

Os parâmetros de compactação deste material eram:

Wot = 10,5%

o máx = 2,01 (EPM) - Energia Proctor Modificado

Para a base do pavimento foi estabelecida a seguinte faixa granulométrica:

PENEIRA (mm)	% PASSANDO
50	100
25	75-95
9,5	40-75
4,76	30-60
2,00	20-45
0,42	15-30
0,075	5-20

As granulometrias selecionadas ocasionaram excelentes resultados embora exigindo maiores cuidados na compactação.

Destaca-se ainda como ponto importante, as grandes dificuldades encontradas para construir os aterros de acesso à passagem superior na altura do Jardim Vera Cruz, tendo em vista que a região litorânea onde se localizava a obra não oferecia à distância pequena de transporte, jazidas de solos argilosos adequados para a construção de aterros, e as poucas jazidas encontradas tinham sua exploração embargada pelo IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. A solução idealizada foi construir os aterros com areia e capeá-los com solo argiloso na espessura de 0,60 m, visando minimizar possíveis erosões nos taludes. Devido a infiltração de águas pluviais foram construídas guias e sarjetas e descidas d'água em canaletas de concreto tipo meia-cana.

Com relação ao revestimento betuminoso foi realizado em duas camadas a saber: 3 cm de CBUQ faixa B e 3 cm de CBUQ faixa C. A construção foi realizada segundo o manual de normas do DER do Estado de São Paulo item 3.13.

A brita utilizada no revestimento foi proveniente de pedreira da Construtora Queiroz Galvão S/A., localizada no município de Mon-

gaguã-SP, com acesso a margem esquerda do km 85 com distância de 800 m do eixo da rodovia SP-55. Trata-se de gnaïsse com desgaste por abrasão "Los Angeles" de 37% na graduação A da ABNT.

Os agregados apresentaram os seguintes diâmetros máximos.

Brita média - \emptyset máximo de 3/4"
Brita miúda - \emptyset máximo de 3/8"
Pedrisco + pó - \emptyset máximo de 3/16"

Como aglomerante foi utilizado o CAP de penetração a 50/60 fornecido pelo DER/SP. Foi utilizado melhorador de adesividade (Doping) na proporção de 0,5% em peso.

3.2 Técnicas Construtivas

3.2.1 Metodologia de Execução

Iniciou-se as obras de pavimentação com a remoção do pavimento dos acostamentos o que foi feito com um trator de esteiras D-6 provido de ripper. O material removido foi depositado lateralmente para futuro reaproveitamento como base do novo acostamento tendo-se escavado uma caixa com 0,35 m de profundidade e 3,00 m de largura. Em alguns trechos onde o subleito apresentava-se com baixa capacidade de suporte realizou-se troca de solo aproveitando-se a mesma jazida de material do reforço do subleito.

Com a caixa aberta foram descobertos todos os drenos de pavimento e recuperados pois encontravam-se obstruídos em sua totalidade. Foram reformados de modo a resultar um único dreno lateral em cada pista, tendo-se construído drenos especiais em pontos isolados onde havia maior concentração de águas pluviais.

Concluídos os drenos foram executadas as camadas de pavimento conforme projeto (Vide Desenho 03) e segundo manual de normas do DER/SP, de modo que a camada de CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente faixa B (Binder) ficasse nivelada com o pavimento existente da pista que sofreu diversos reparos locais conforme descrito no item 3.2.2.

O mesmo procedimento foi feito nos dois acostamentos, mas nunca simultaneamente no mesmo trecho, visando possibilitar o desvio do tráfego sem interrupções. A seguir executou-se a camada de rolamento em CBUQ faixa C sem interrupção de tráfego. Foi então nivelado e compactado o material enleirado proveniente da remoção do pavimento do antigo acostamento.

O recapeamento do pavimento existente, foi realizada prévia execução dos remendos e reparos locais do pavimento flexível em condições climáticas favoráveis, além da regularização do perfil longitudinal e transversal nos afundamentos e ondulações do pavimento antigo.

A correção da inclinação transversal da pista foi realizada nos trechos em tangente, e na medida do possível nos trechos em curva circular, sempre e quando não seja necessária espessa camada de regularização, tornando-a anti-econômica. Adotou-se como condição essencial que sob hipótese nenhuma ocorra corte no pavimento existente.

3.2.2 Reparos Locais do Pavimento Existente

Os reparos locais constavam de:

- Abertura de caixa nas áreas de exteriorização dos defeitos existentes
- A profundidade de remoção do pavimento existente foi ditada pelas necessidades de cada caso particular
- A obstrução de caixas foi efetuada com material sílico argiloso bem compactado nos casos de substituição de base, e após a necessária imprimação, com mistura betuminosa do tipo pré-misturado a quente, havendo desdobramento de camadas quando a espessura total ultrapassou a 10 cm
- Em se tratando de caixas profundas, sua porção inferior foi obturada com cascalho de qualidade compatível, sendo necessário desdobramento de camadas quando a espessura requerida ultrapas-

sou a 10 cm, e os 15 superiores com pré-misturado a quente, não havendo necessidade de binder ou capa, visto que foram executados no recapeamento.

3.2.3 Reforço do Pavimento Existente

Os serviços em apreço para o trecho em construção, previa inicialmente a execução da estrutura do pavimento novo dos alargamentos da pista existente e a seguir as Obras de recapeamento, constando de:

- Pintura de ligação sobre o revestimento existente na taxa de 0,50 l/m² de emulsão asfáltica tipo RR-2C
- Regularização da superfície do revestimento existente, com camada de pré-misturado a quente CBUQ-faixa B de espessura variável com o projeto, segundo indicado nas Notas de Serviço. A espessura máxima atingiu 9 cm
- Imprimação ligante betuminosa, da superfície do CBUQ faixa B
- Camada de rolamento de 03 cm de concreto betuminoso usinado a quente - CBUQ faixa C na largura total da pista de 12,0 m

3.3 Controle de Execução

3.3.1 Controle Tecnológico

O controle tecnológico seguiu basicamente as recomendações do Manual de Normas do DER-SP, porém com pequena alteração, tendo sido utilizado o método M-185 do DER-SP de 1984 para determinação da densidade aparente de camadas de pavimento tais como base e reforço do subleito contendo mais de 5% de material retido na peneira de 4,76 mm, denominado Processo do Vasilhame dotada de Bico Distribuidor de Areia.

3.3.2 Controle Geométrico

Todas as fases ou camadas do pavimento foram controladas geome-

tricamente por duplo nivelamento.

- Controle da espessura das camadas betuminosas

Além do controle feito por duplo nivelamento foi executado um controle por pesagem dos caminhões aproveitando-se da existência de uma balança na saída da usina. A checagem era realizada pela espessura média da camada executada em um período.

3.3.3 Controle de Tráfego

Para controle de tráfego foi executada uma sinalização portátil facilmente deslocável que ia sendo recolocada à medida que os serviços desenvolviam-se. A sinalização contava com uma pré-sinalização a 500, 200 e 100 m com advertências de obras na pista e indicações dos desvios de tráfego. Quando da abertura da caixa dos acostamentos, a borda da pista foi sinalizada com balizadores de madeira com tinta refletiva.

3.4 Cronograma de Construção

O cronograma inicial previa a execução das obras de restauração e melhoramentos em 10 meses, porém face à ocorrência de imprevistos peculiares da região, tanto de aspectos meteorológicos como de utilização da rodovia, houve necessidade de prazo complementar. No concernente a aspectos meteorológicos convém ressaltar que o posto pluviométrico localizado em Mongaguá denominado Posto das Antas, acusou de julho de 1986 - mês de início das obras a outubro de 1987 - término das obras, apenas quatro meses com precipitações abaixo de 200 mm, sendo que em janeiro e fevereiro de 1987 as precipitações foram da ordem de 1074 mm e 607 mm respectivamente e os demais meses com precipitações da ordem de 300 mm. Estas ocorrências acrescidas ao fato da rodovia distar em quase toda sua extensão menos de 1 km da praia, dificultaram a colocação dos materiais granulares dentro dos parâmetros ótimos de compactação.

No concernente a utilização da Rodovia, convém mencionar que sua situação litorânea tornava o tráfego predominantemente turístico

de relevante intensidade durante os fins de semana estendendo-se de 6ª feira a tarde até 2ª feira pela manhã, período quando a própria Polícia Rodoviária desaconselhava qualquer serviço na pista. Estatisticamente a coincidência de dias bons para trabalho nos fins de semana era fatal, conseqüentemente durante os meses de dezembro/86 e janeiro/87 tivemos apenas 4 dias úteis em cada mês.

Com estas ocorrências e eventos imprevistos decorrentes do turismo na região, o prazo inicial de 10 meses foi prorrogado inicialmente para 13 meses e depois para 16 meses quando uma súbita melhora das condições meteorológicas no período de julho a outubro/87 permitiu a conclusão dos serviços.

3.5 Obras complementares

Destacam-se como obras complementares as obras de proteção e sinalização.

Com relação as Obras de Proteção foram implantadas defensas metálicas nas cabeceiras das pontes, guias e sarjetas nos trevos e aterros altos.

Com relação as obras de sinalização, foi implantado sinalização horizontal constando de: faixa dupla amarela contínua no centro da pista proibindo ultrapassagem pela contramão, faixa tracejada branca dividindo as duas faixas de mesmo sentido e faixa contínua branca nas bordas da pista. A sinalização vertical que constava de placas de ordem geral foi complementada com todas as placas de regulamentação e advertência necessária para uma boa e segura orientação. Tanto a sinalização vertical como a horizontal foram executadas com tintas e películas refletivas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi relatado anteriormente, a escolha criteriosa técnico-econômica dos materiais de execução utilizados na construção do pavimento foi o fator fundamental que iria contribuir para a minimização dos custos de implantação da obra. A solução idealiz-

zada foi a nosso ver a melhor possível para viabilizar a construção das obras de restauração e melhoramentos dentro dos limites econômicos pré-estabelecidos pelo DER/SP.

A escolha do material sílico-argiloso da jazida do Mambu para execução da base em substituição ao Macadame Hidráulico e Macadame Betuminoso determinou uma redução de 85% no custo de Construção da base de pavimento o que possibilitou a ampliação da pista com a transformação dos acostamentos em faixa de rolamento e a execução de novos acostamentos.

Foi descartada a aplicação de Brita Graduada tratada com cimento na Baixada Santista, face a grande possibilidade de recalque dos aterros que poderiam provocar o trincamento e desagregação da brita.

Outro destaque do projeto foram os dispositivos de sinalização vertical e horizontal implantados que contribuíram para reduzir ao máximo os graves acidentes que frequentemente ocorriam neste trecho da baixada litorânea, tornando a rodovia com nível de serviço tipo "D" logo após o término das obras de restauração.

Convém ressaltar ainda que na fase de projeto tornou-se necessário adequar a estrutura do reforço do pavimento ao tráfego existente e principalmente as sérias limitações decorrentes da conjuntura econômica da época tendo o DER-SP estabelecido a execução de recapeamentos periódicos de 5 em 5 anos para esta rodovia.

5 BIBLIOGRAFIA

- PEREIRA, Armando Martins - "Um Método de Avaliação de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos". Public IPR nº 607 - Rio de Janeiro/1976.
- DNER - "Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis - Método PRO 10-79. Rio de Janeiro/1979

- DNER - Projeto de Restauração de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos. Norma PRO 159-85. Rio de Janeiro/1985
- PREUSLER, E.S. "Método para Projeto de Reforço de pavimentos Flexíveis" - UFRJ - Rio de Janeiro/1985