



Edital 056/2013

Serviços Técnicos Especializados visando a Elaboração, Implantação e Operação de Sistema de Gerência da Pavimentos – SGP, Apoio de Projetos Complementares de Engenharia Rodoviária e Auditoria Técnica de Qualidade de Obras e Serviços Rodoviários

**AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE E INDICAÇÃO
DE SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO**

Rodovia: ERS-128

Trecho: Entr. BRS-386 (B) (Tabaí) – Entr. RSC-453 (Teutônia)

Extensão: 16,39 km

Segmento: km 13,91 – km 30,30

Elaborado por:



Fevereiro de 2017



Sumário

1. APRESENTAÇÃO	3
2. MAPA DE SITUAÇÃO.....	5
3. LEVANTAMENTOS DE CAMPO	7
3.1 Levantamento Deflectométrico (FWD).....	8
3.2 Levantamento de Irregularidade Longitudinal (IRI).....	10
3.3 Levantamento de Superfície – Vistoria Técnica (AVS).....	11
3.4 Levantamento Visual Contínuo de Superfície (LVC)	13
4. ESTUDO DE TRÁFEGO	15
5. ESTUDOS DE INTERVENÇÃO ESTRUTURAL.....	22
5.1 Segmentação Homogênea Estrutural	23
5.2 Dimensionamento – PRO-011/94.....	25
6. DIAGNÓSTICO	31
6.1 Análise Estrutural	32
6.2 Análise Funcional	35
7. SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO	37
8. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS	43
9. QUADRO DE QUANTIDADES	49
10. PREVISÃO DE DESEMPENHO E PLANEJAMENTO	52
10.1 Previsão de Desempenho dos Pavimentos	53
10.1.1 Previsão de Desempenho por Trincamento.....	53
10.1.2 Previsão de Desempenho por Irregularidade Longitudinal.....	54
10.1.3 Vida Remanescente das Estruturas Analisadas	55
11. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	57
ANEXOS.....	59
ANEXO I – DADOS DEFLECTOMÉTRICOS	60
ANEXO II – LEVANTAMENTO DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL.....	70
ANEXO III – MEMORIAL DE CÁLCULO NÚMERO "N"	77
ANEXO IV– CÁLCULO DA VIDA REMANESCENTE	80
ANEXO V – LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO DOS DRENOS	87



1. APRESENTAÇÃO



1. Apresentação

O Consórcio SD/Dynatest/STE vem por meio deste, apresentar o Estudo da Manutenção de Pavimentos no trecho da RSC-128, localizado entre o Entr. BRS-386 (B) (Tabaí) e o Entr. RSC-453 (Teutônia), na Praça Boa Vista do Sul, com extensão total de 16,39 km, referente à contratação dos serviços de elaboração, implantação e operação de sistema de gerência de pavimentos, apoio de projetos complementares de engenharia rodoviária e auditoria de qualidade em obras e serviços rodoviários das rodovias administradas pela Empresa Gaúcha de Rodovias S.A, em conformidade ao Termo de Referência do Edital 056/2013.

Neste relatório é apresentada a metodologia utilizada para a análise das soluções na rodovia em referência, sendo as mesmas de caráter prioritariamente funcional, que visam atender a uma vida útil de aproximadamente 02 anos. O procedimento de análise consistiu em indicar as soluções de manutenção desse trecho a partir dos resultados dos levantamentos de campo.

Adicionalmente, foram procedidos estudos de tráfego com o objetivo de se determinar o número de operações equivalentes do eixo padrão rodoviário (número "N") de forma a se permitir o dimensionamento das soluções de manutenção para cada segmento homogêneo.

A definição da solução final para cada segmento foi realizada após a análise do estágio atual de deterioração dos pavimentos, incluindo as necessidades de reforço estrutural e funcional e vistorias de campo, buscando-se a correção dos pontos críticos previamente ao recapeamento.

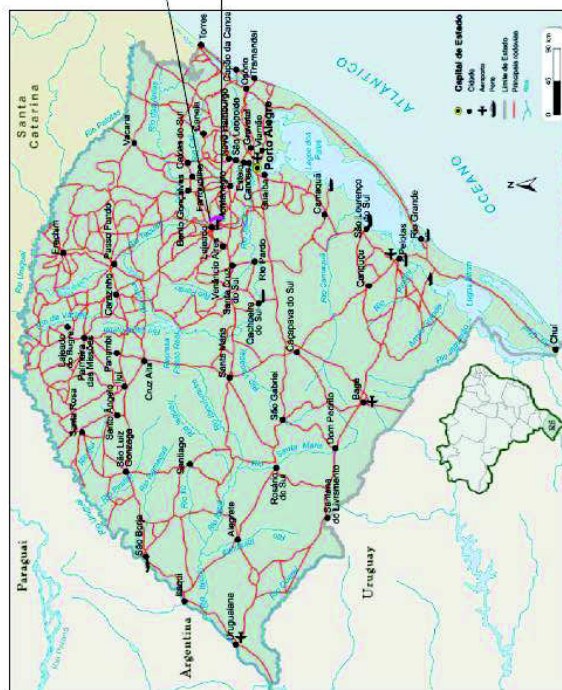
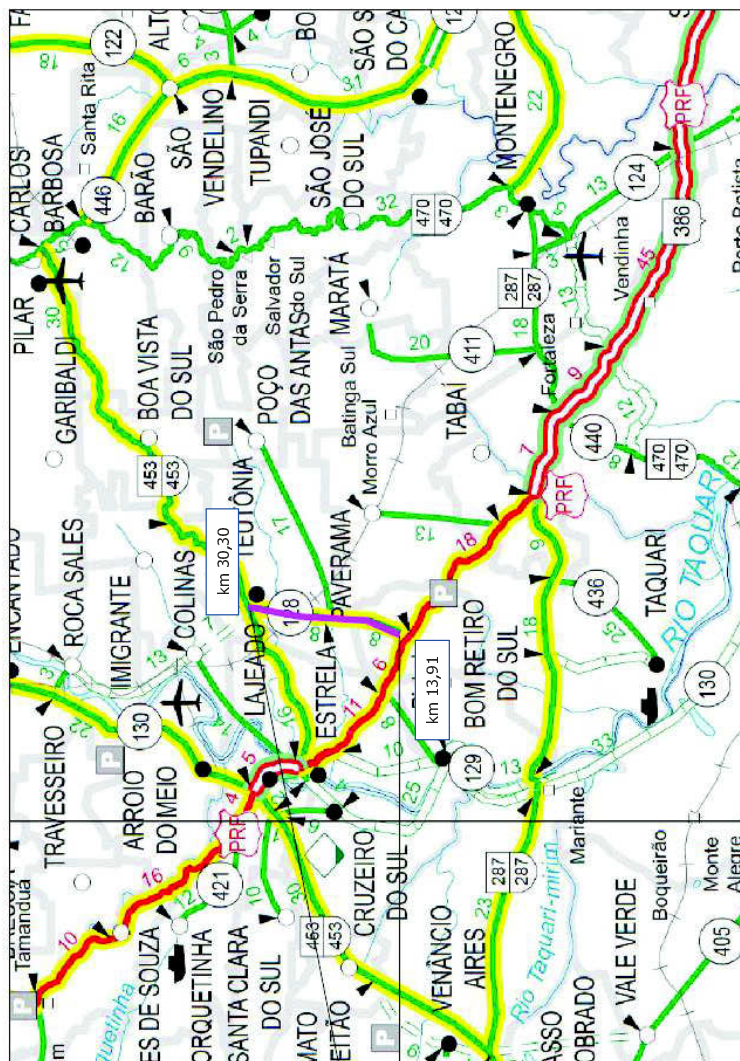
O estudo em questão contemplou as seguintes atividades:

- ✓ Tratamento dos dados de tráfego disponibilizados pela EGR e determinação do "número N" para dimensionamento dos pavimentos;
- ✓ Tratamento e integração dos dados existentes e dos levantamentos de campo e elaboração do diagnóstico;
- ✓ Quantificação dos serviços necessários;
- ✓ Previsão de desempenho do pavimento no horizonte de 10 anos.



2. MAPA DE SITUAÇÃO

2. Mapa de Situação





3. LEVANTAMENTOS DE CAMPO

3. Levantamentos de Campo

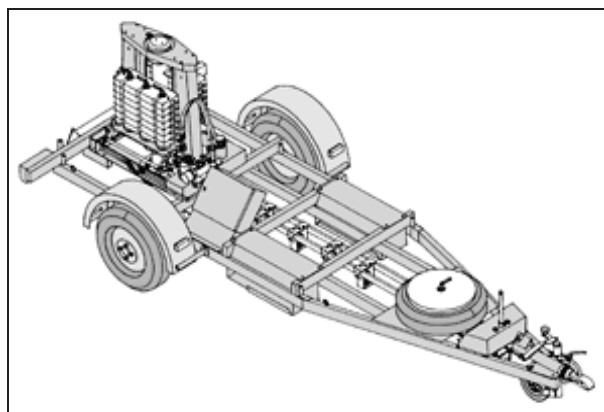
Para a elaboração do estudo em questão foram realizados ou coletados dados dos seguintes levantamentos:

3.1 Levantamento Deflectométrico (FWD)

Os levantamentos deflectométricos foram realizados com o emprego do *Falling Weight Deflectometer Dynatest 8000* (FWD), que é um deflectômetro de impacto projetado para simular o efeito de cargas de roda em movimento. Isto é obtido pela queda de um conjunto de massas, a partir de alturas pré-fixadas, sobre um sistema de amortecedores de borracha, que transmitem a força aplicada a uma placa circular apoiada no pavimento.

Os deslocamentos recuperáveis gerados na superfície do pavimento (bacia de deflexões) são medidos por 7 geofones (transdutores de velocidade) instalados na placa de carga e ao longo de uma barra metálica. As distâncias dos geofones ao centro da placa de carga são fixadas visando maximizar a acurácia em função da estrutura do pavimento ensaiado, procurando-se posicioná-los de forma que as deflexões neles registradas reflitam a contribuição das diversas camadas na deformabilidade total do pavimento e defina completamente a geometria da bacia.

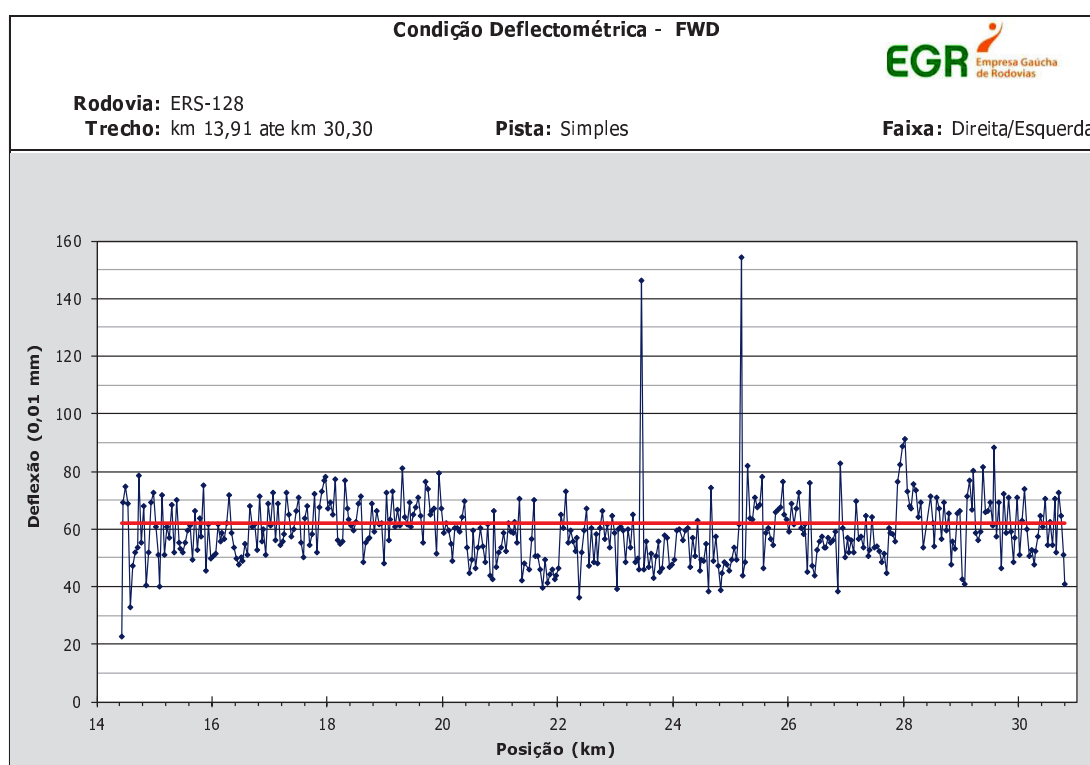
Neste estudo foram empregados os seguintes espaçamentos para os geofones: 0, 20, 30, 45, 65, 90, 120 cm. Tem-se então que o primeiro geofone mede a deflexão sob a ação da carga (Df1), o segundo geofone mede a deformação do pavimento a 20 cm do ponto de aplicação da carga (Df2) e assim sucessivamente.



Vista do *Falling Weight Deflectometer* Dynatest 8000 E.

A carga empregada no presente estudo simula a passagem do semieixo padrão rodoviário brasileiro – eixo simples de roda dupla carregado com 8.2tf. Os ensaios foram realizados na faixa externa de rolamento, em ambos os sentidos de tráfego, de acordo com as especificações do contratante.

Os resultados dos levantamentos deflectométricos realizados com o *Falling Weight Deflectometer* são apresentados a seguir, em gráficos, ao passo que os pontos individuais são apresentados em anexo.





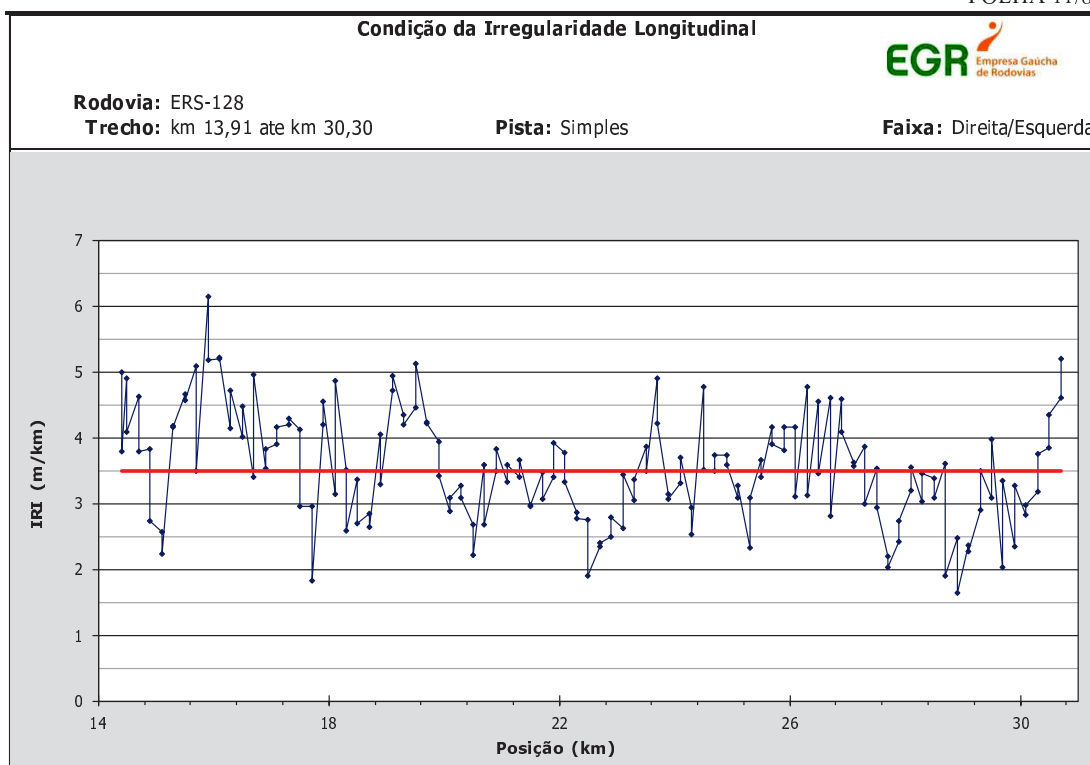
3.2 Levantamento de Irregularidade Longitudinal (IRI)

As condições de conforto são avaliadas através da medição da irregularidade associada à via. A norma estabelecida pelo DNER define a irregularidade como sendo o desvio da superfície da rodovia em relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade de rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via.

A medição da irregularidade foi realizada com o perfilômetro laser. Uma das escalas da irregularidade do pavimento é o *International Roughness Index* (IRI) que consiste numa média retificada das variações computadas do perfil absoluto, sendo representativo dos movimentos verticais induzidos aos veículos por uma banda de frequência percebida tanto nas respostas dos veículos quanto no conforto sentido por seus ocupantes. A escala de medida é adimensional e utiliza um fator de escala igual a 1.000, podendo, portanto, ser representada em m/km.

As equações matemáticas utilizadas para a definição do IRI foram adaptadas dos estudos da Pesquisa de Inter-relacionamento de Custos Rodoviários (PICR) desenvolvida pelo GEIPOT em 1982 e é calculado de acordo com os procedimentos e especificações do documento técnico do Banco Mundial Número 46 "Diretrizes para construção e calibração de medições para irregularidade da rodovia".

Os dados do levantamento de irregularidade são apresentados a seguir, em gráficos, ao passo que os pontos individuais são apresentados em anexo.



3.3 Levantamento de Superfície – Vistoria Técnica (AVS)

Foram realizadas inspeções e vistorias por equipes de técnicos e engenheiros na RSC-453 para diagnóstico da condição da pista e avaliação da condição do pavimento em relação os padrões de desempenho exigidos.

Para tanto, realizou-se o levantamento denominado Avaliação Visual de Soluções (AVS). Tal levantamento é realizado com um ou mais engenheiros visando indicar soluções preliminares de revitalização dos pavimentos. O levantamento pode ser realizado a pé ou de dentro de um carro a aproximadamente 40 km/h, onde a equipe técnica aponta as soluções na ficha de campo por segmentos de análise, sendo normalmente adotados segmentos homogêneos ou quilométricos respeitando os limites físicos da rodovia (variação das seções transversais).

A ficha de campo do AVS é apresentada na sequência, ao passo que a codificação adotada é mostrada a seguir:

- **Segmento - Início:** Indica o quilômetro inicial de cada segmento avaliado;
- **Segmento - Fim:** Indica o quilômetro final de cada segmento em análise;



- **Reparos Localiz. Superf.:** Indica o percentual de reparo superficial
- **Reparos Localiz. Prof.:** Indica a área de reparo profundo;
- **Fresagem:** Indica o percentual de área a ser fresada;
- **Lama:** Indica o percentual de área a ser aplicada lama asfáltica;
- **Micro:** Indica o percentual de área a ser executado o micro revestimento a frio;
- **REP:** Indica o percentual de área a ser executada a reperfilagem;
- **TSD e TSD pol:** Indica o percentual de área a ser executado o tratamento superficial duplo convencional e o com polímero;
- **CBUQ 3,0 4,0 5,0:** Indica o percentual de área a ser executado o concreto betuminoso usinado a quente na espessura indicada;
- **Recicl. de Base:** Indica o percentual de área a ser executado a reciclagem de base;
- **Reconst:** Indica o percentual de área a ser executado a reconstrução do pavimento;
- **Observações:** Indica quaisquer observações relevantes ao levantamento que possam ajudar no tratamento dos dados.

Apresenta-se a seguir o catálogo de soluções geralmente adotado dentro da necessidade de cada pavimento juntamente com as situações típicas de aplicação de cada intervenção:

Catálogo de Soluções:

- **Lama asfáltica:** solução indicada para rejuvenescimento do revestimento em boas condições e/ou em vias de tráfego leve e a moderado;
- **Micro revestimento a frio:** solução indicada para rejuvenescimento do revestimento em condições regulares e/ou em vias de tráfego moderado a elevado;
- **Reperfilagem:** solução indicada para eliminar trilha roda e deformações, bem como impermeabilização e regularização da plataforma;
- **Fresagem com reposição em CBUQ:** solução indicada para correção de defeitos de superfície do tipo trincamento, irregularidade e instabilidade da camada de rolamento;
- **Tratamento Superficial Duplo (TSD):** solução indicada em trechos com tráfego leve a moderado, preferencialmente com polímero, utilizado como camada de anti-reflexão de trincas;
- **CBUQ convencional:** solução indicada para eliminação de irregularidade elevada e/ou recapeamento da plataforma;
- **Reciclagem de base:** solução indicada nos casos de deformações acentuadas, elevada incidência de defeitos ou desestruturação da base sem contaminação;



FOLHA 13/88

- **Reconstrução:** solução indicada nos casos de pavimento destruído, base remanescente insuficiente ou com baixa capacidade de suporte da estrutura.

Foram propostas soluções de campo preliminares que contemplaram de forma geral:

- Execução de Reparo Superficial Localizado ou Profundo;
- Execução de Fresagem e Recomposição, nos percentuais indicados e/ou;
- Execução de Micro revestimento a frio, nos percentuais indicados.

A seguir é apresentado a ficha de levantamento de campo.

ANÁLISE VISUAL DE SOLUÇÕES																
RODOVIA: ERS-128		AVALIADOR: Pedro		INÍCIO: 14,00												
SENTIDO: Entr. BRS-386 - Tríplice		MÊS: dez-16		FIM: 30,30												
Segmento (km)	Condição LVC	Reparos Localiz.		Selagem de Trincas			Solução adotada para a pista									
		Superf. (%)	Prof. (mZ)	B	M	A	Fresagem (%)	Lama	Micro	REP	TSD	TSDp	CBUQ 3,0	CBUQ 4,0	CBUQ 5,0	Recicl. de Base
13+910	15+000	PÉSSIMO					100									
15+000	16+000	PÉSSIMO					100									
16+000	17+000	PÉSSIMO					100									
17+000	18+000	PÉSSIMO	5				65						x			
18+000	19+000	PÉSSIMO	5				70						x			
19+000	20+000	PÉSSIMO	5				60						x			
20+000	21+000	PÉSSIMO	5				60						x			
21+000	22+000	PÉSSIMO	5				60						x			
22+000	23+000	PÉSSIMO	5				55						x			
23+000	24+000	PÉSSIMO	5				60						x			
24+000	25+000	PÉSSIMO	5				75							x		
25+000	26+000	PÉSSIMO	5				75							x		
26+000	27+000	PÉSSIMO	5				65							x		
27+000	28+000	PÉSSIMO	5				65						x			
28+000	29+000	PÉSSIMO	5				50						x			
29+000	30+300	PÉSSIMO	5				50						x			

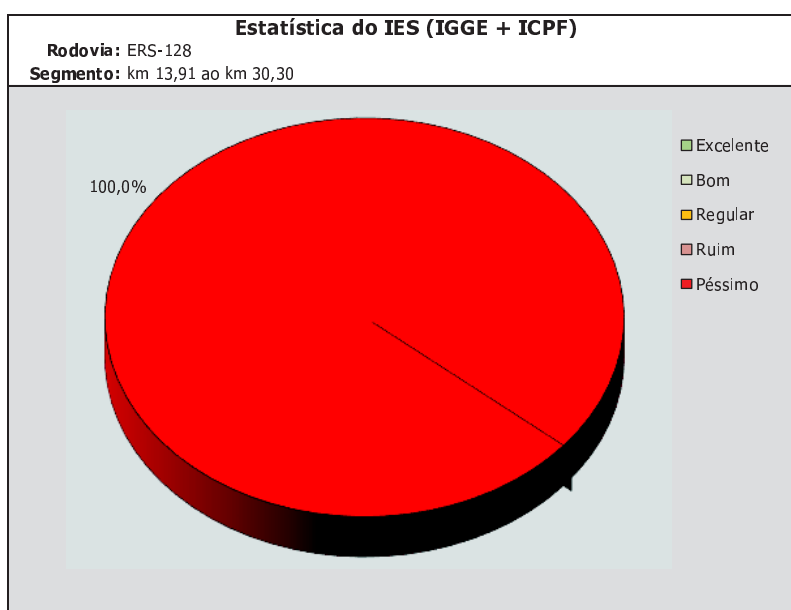
3.4 Levantamento Visual Contínuo de Superfície (LVC)

Para o trecho em estudo foi realizado o cadastramento dos defeitos dos pavimentos flexíveis foi efetuado com base no procedimento DNIT 008/2003 – PRO que fixa as condições exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos pelo processo de Levantamento Visual Contínuo, determinando-se o ICPF – Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis, ao mesmo tempo em que proporciona também os elementos necessários para o cálculo do IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito e do IES – Índice do Estado de Superfície do Pavimento.

O "Levantamento Visual Contínuo de pavimentos flexíveis e semirrígidos" permite não somente se manter um cadastro atualizado da condição de superfície de um pavimento e o acompanhamento de seu desempenho de forma sistemática a partir de seu monitoramento "contínuo", mas também se determinar o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) que associando-se ao Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF), é possível estabelecer o Índice de Estado da Superfície (IES) e classificar o estágio de deterioração da pista.

O Índice de Estado da Superfície busca sintetizar todos os defeitos existentes em um segmento rodoviário em um único número ao qual pode ser atrelado um conceito que retrata o grau de deterioração do pavimento. Para tal foram determinadas as frequências de cada um dos defeitos de forma individual e, sabendo-se o peso relativo de cada uma das anomalias observada, calculou-se o somatório dos produtos das frequências relativas pelos fatores de ponderação. Além disso, o técnico responsável pelo levantamento atribui também a nota de 0 a 5 ao trecho, com precisão de 0,5, relativa ao conforto e à segurança do usuário, denominado Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF).

Os resultados do diagnóstico funcional obtidos no cadastramento dos defeitos dos pavimentos flexíveis de acordo com a classificação da Norma Rodoviária DNIT 008/2003 - PRO "Levantamento Visual Contínuo de pavimentos flexíveis e semirrígidos" apresentados a seguir, em gráfico de pizza.





4. ESTUDO DE TRÁFEGO



4. Estudo de Tráfego

O estudo de tráfego é uma das etapas mais importantes no desenvolvimento de um estudo de manutenção rodoviária, objetivando que as soluções a serem adotadas sejam estruturalmente adequadas às solicitações previstas. As atividades desenvolvidas para este fim encontram-se citadas abaixo.

- ☒ Volume Médio Diário de Tráfego (obtido junto à EGR);
- ☒ Projeção do Tráfego;
- ☒ Cálculo do Número "N".

• Volumes de Tráfego

Os volumes diários médios de tráfego (VDM) para os segmentos em estudo foram obtidos junto à EGR. Foram obtidos os dados de tráfego bidirecional da Praça de Pedágio de Boa Vista do Sul, referentes ao ano de 2015 (janeiro a dezembro), conforme resumo a seguir:

PRAÇA DE PEDÁGIO BOA VISTA DO SUL													
Categoria	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	VDM
1	81.159	70.405	75.544	83.828	80.484	79.745	81.665	78.972	77.700	81.666	76.175	94.300	2.635
2	11.643	10.596	13.176	13.023	14.489	15.022	16.245	15.237	14.921	15.942	15.329	15.189	468
3	12.594	11.262	14.074	11.805	10.969	10.729	11.668	11.287	11.313	11.469	11.234	10.782	381
4	2.308	1.885	2.528	2.628	2.918	3.242	3.588	3.370	3.309	3.612	3.542	3.549	100
5	1.477	1.558	2.204	1.786	1.592	1.488	1.716	1.796	1.722	1.862	1.866	1.827	57
6	4.404	4.292	5.577	4.532	3.687	3.658	4.161	4.731	4.400	4.703	4.681	4.690	147
7	442	459	470	537	462	356	409	438	445	406	446	511	15
8	79	86	106	92	96	66	83	104	79	74	79	95	3
9	1.027	868	980	628	492	518	592	731	633	763	830		22
10	81	60	75	48	31	17	13	23	11	15	16		1
11	197	214	198	212	124	103	97	76	88	63	90		4
12													0
Total	115.411	101.685	114.932	119.119	115.344	114.944	120.237	116.765	114.621	120.575	114.288	130.943	3.833
Total Comercial	33.731	30.735	38.812	34.662	34.302	34.777	38.080	37.251	36.397	38.429	37.588	36.037	1.180
VMD Comercial	1.180												

• Projeção do Tráfego

Para calcular a previsão de tráfego que solicitará no período de projeto utilizou-se taxas de crescimento de 3,0% ao ano.



- **Cálculo do Número "N"**

O Número Equivalente "N", necessário ao dimensionamento do pavimento de uma rodovia, é definido pelo número de repetições equivalentes de um eixo-padrão de 8,2t (18.000lb ou 80kN), durante o período de vida útil do projeto.

Na determinação do Número "N" são considerados certos fatores relacionados com a composição do tráfego e referidos a cada categoria de veículo, definida em função da carga transportada e do número de eixos dos veículos.

Seus valores anuais e acumulados durante o período de projeto são calculados com base nas projeções do tráfego, sendo necessário para isso o conhecimento qualitativo e quantitativo da composição presente e futura dos veículos. Esse conhecimento foi obtido a partir dos dados de tráfegos fornecidos pela EGR.

O número "N" é calculado pela seguinte expressão:

$$N = 365 \times P \times VDM \times F_v \times F_r \times D \times d$$

Onde:

- N = número equivalente de operações do eixo padrão;
- P = período de projeto;
- VDM = volume diário médio de tráfego;
- F_v = fator de veículo;
- F_r = fator climático regional;
- D = porcentagem de veículos comerciais na faixa mais solicitada;
- d = porcentagem de veículos por sentido.

Os Fatores de Veículos utilizados para o cálculo no Número "N" foram os preconizados pela AASHTO e pelo USACE e são calculados segundo metodologia descrita a seguir.

O fator de veículos (F_v) é um multiplicador que permite a determinação do número de eixos equivalentes ao eixo padrão a partir do volume de veículos que trafega durante o período de projeto.



O fator de veículos é calculado a partir da seguinte expressão:

$$F_v = F_E \times F_C$$

Onde:

FE = fator de eixo;

FC = fator de equivalência de carga.

Ressalta-se que o carregamento máximo permitido pela Lei da Balança (Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.053 de 23.09.1997 – resolução nº 12 de 06/02/1998) é de 6,0 tf no eixo simples dianteiro, e de 10,0 tf, 17,0 tf e 25,5 tf para os eixos simples, tandem duplo e tandem triplo traseiros, respectivamente. Para efeito de dimensionamento, adotou-se que 25% dos veículos comerciais trafegam vazios, 70% trafegam cheio e 5% trafegam na tolerância de 10% de excesso de carga.

Os fatores de equivalência à carga padrão de 8,2 tf foram determinados analiticamente, considerando-se diversas situações dos veículos, com as cargas máximas legais por eixo e vazios, utilizando-se dois métodos de cálculo preconizados pelo DNER, o do USACE (*United States Army Corps of Engineers*) e o da AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

Por fim, no intuito de se considerar as variações de umidade dos materiais constituintes do pavimento durante as diversas estações do ano (o que se traduz em variações da capacidade de suporte dos materiais), multiplica-se o número equivalente de operações do eixo padrão (ou parâmetro de tráfego) "N" por um coeficiente "Fr", denominado Fator Regional, que, na pista experimental da AASHTO, variou de 0,2 (ocasiões em que prevalecem baixos teores de umidade) a 5,0 (ocasiões em que os materiais estão praticamente saturados).

Entretanto, no Brasil não se dispõe de elementos experimentais para tal determinação, mas de acordo com as recomendações do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) pode-se adotar:

$$Fr = 1,0$$

Para efeito de dimensionamento, foi determinado o Número "N" adotando-se os fatores direcionais de 0,50.

Observa-se pelos dados classificatórios das praças de pedágios estudadas que a classificação dos veículos obtida é em função da categoria para cobrança do pedágio. Para efeito de dimensionamento de pavimentos, a classificação de veículos adotada para cobrança de pedágio diverge da classificação dos veículos pelas normas de dimensionamento de pavimentos, necessitando-se, portanto, de um tratamento dos dados obtidos para determinar-se a distribuição do tráfego para análise dos pavimentos. Apresenta-se a seguir a discriminação das categorias para cobrança de pedágio.

Categoria	Eixos	Tipo
1	1	Veículos de Passeio e Utilitários com 2 eixos
2	2	Veículos Comerciais com 2 eixos
3	3	Veículos Comerciais com 3 eixos
4	4	Veículos Comerciais com 4 eixos
5	5	Veículos Comerciais com 5 eixos
6	6	Veículos Comerciais com 6 eixos
7	3	Veículos de Passeio e Utilitários com 2 eixos e Reboque com 1 eixo
8	4	Veículos de Passeio e Utilitários com 2 eixos e Reboque com 2 eixos
9	7	Veículos Comerciais com 7 eixos
10	8	Veículos Comerciais com 8 eixos
11	9	Veículos Comerciais com 9 eixos
12	9	Veículos Comerciais com mais de 9 eixos

A distribuição de tráfego comercial adotada para este estudo é apresentada a seguir para as categorias relevantes, sendo a mesma aplicada em função de experiências obtidas com distribuição de tráfego comercial em outras rodovias.

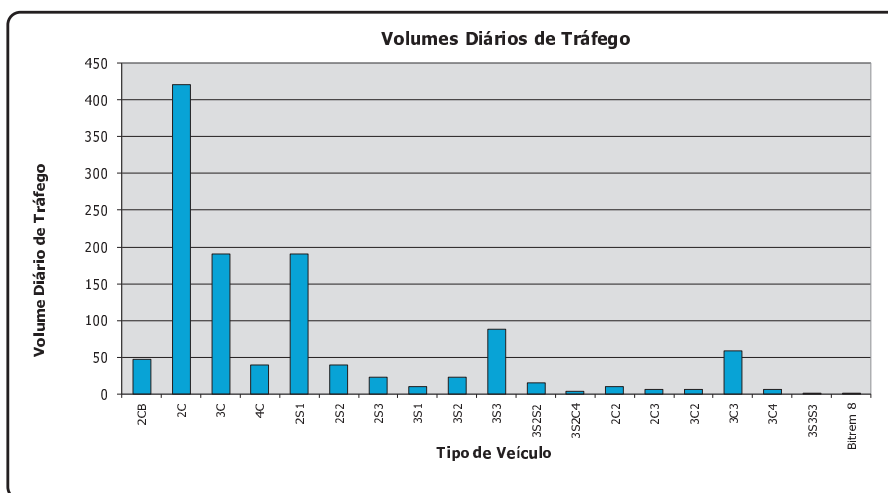
Distribuição de Tráfego			
Tipo		nº de Eixos	Distrib. (%)
C02	2CB	2	10%
	2C	2	90%
C03	3C	3	50%
	2S1	3	50%
C04	4C	4	40%
	2S2	4	40%
	3S1	4	10%
	2C2	4	10%
C05	2S3	5	40%
	3S2	5	40%
	2C3	5	10%
	3C2	5	10%
C06	3S3	6	60%
	3C3	6	40%
C07	3S2S2	7	70%
	3C4	7	30%
C09	3S2C4	9	80%
	3S3S3	9	20%

Associando-se a distribuição de tráfego apresentada acima aos dados das praças de pedágio em questão, temos a seguinte classificação dos veículos comerciais tendo em vista as normas de dimensionamento de pavimentos.

Contagem Volumétrica e Classificatória - PRAÇA DE PEDÁGIO BOA VISTA DO SUL

Rodovia: ERS-128
Sentido: Bidirecional

Tipo de Veículo	VMD
Passeio	2.635
2CB	47
2C	421
3C	191
4C	40
2S1	191
2S2	40
2S3	23
3S1	10
3S2	23
3S3	88
3S2S2	15
3S2C4	3
2C2	10
2C3	6
3C2	6
3C3	59
3C4	7
3S3S3	1
Bitrem 8	1
Comercial	1.180
Total	3.815





FOLHA 21/88

A partir dos dados da praça de pedágio acima, calculou-se os fatores de veículo pelos métodos da AASHTO e USACE, conforme apresentados na sequência. Já as memórias de cálculo dos fatores de veículos encontram-se no **Anexo I**.

Rodovia	Praça de Pedágio	Fator de Veículo (USACE)	Fator de Veículo (AASHTO)
ERS-128	Boa Vista do Sul	6,85	2,71

Assim, foi possível definir o Número N para repetições considerando-se o período de estudo de 5 anos, conforme apresentado nas tabelas a seguir:

CÁLCULO DO NÚMERO "N" (Solicitações do Tráfego) - PRAÇA DE PEDÁGIO BOA VISTA DO SUL						
Rodovia: ERS-128						
Pátio: Boa Vista do Sul						
Ano de Estudo	Taxa de Crescimento	Fatores de Veículo - FV		Fator Climático Regional - FR	Fator de Pista FP	
		Método AASHTO	Método USACE			
2015	3,0%	2,71	6,85	1,00	0,50	
Cálculo do Número "N"						
ANO	A	VMDc	N - AASHTO		N - USACE	
			No Ano	Acumulado	No Ano	Acumulado
2015	AE	1.180				
2016	-	1.216	6,02E+05	6,02E+05	1,52E+06	1,52E+06
2017	1	1.252	6,20E+05	6,20E+05	1,56E+06	1,56E+06
2018	2	1.290	6,39E+05	1,26E+06	1,61E+06	3,18E+06
2019	3	1.328	6,57E+05	1,92E+06	1,66E+06	4,84E+06
2020	4	1.368	6,77E+05	2,59E+06	1,71E+06	6,55E+06
2021	5	1.409	6,97E+05	3,29E+06	1,76E+06	8,31E+06
Número N (5 anos):			AASHTO	3,29E+06	USACE	8,31E+06



5. ESTUDOS DE INTERVENÇÃO ESTRUTURAL



5. Estudo de Intervenção Estrutural

5.1 Segmentação Homogênea Estrutural

Para a divisão dos segmentos homogêneos, foi considerada a deflexão sob a ação da carga, tendo em vista que esta representa o comportamento da estrutura do pavimento como um todo e permite, a partir dos dados de tráfego e características do subleito, avaliar as necessidades estruturais do trecho.

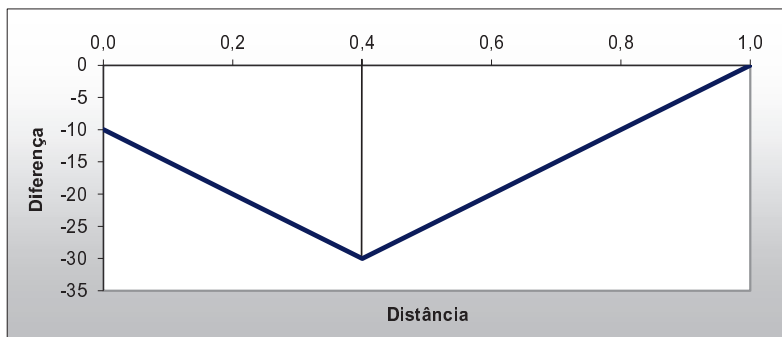
O método das diferenças acumuladas, preconizado pela AASHTO para a divisão de uma rodovia em segmentos homogêneos, consiste na seguinte sequência de cálculo:

- Calcula-se o valor médio para toda a rodovia do parâmetro a ser analisado;
- Calcula-se a diferença entre o valor pontual e o valor médio;
- Calculam-se os valores acumulados das diferenças;
- Plota-se um gráfico onde a abscissa é a posição na rodovia e a ordenada apresenta os valores acumulados das diferenças.

A variação do coeficiente angular da curva assim obtida indica uma mudança do comportamento médio de um determinado segmento para outro, caracterizando matematicamente as extremidades dos segmentos homogêneos.

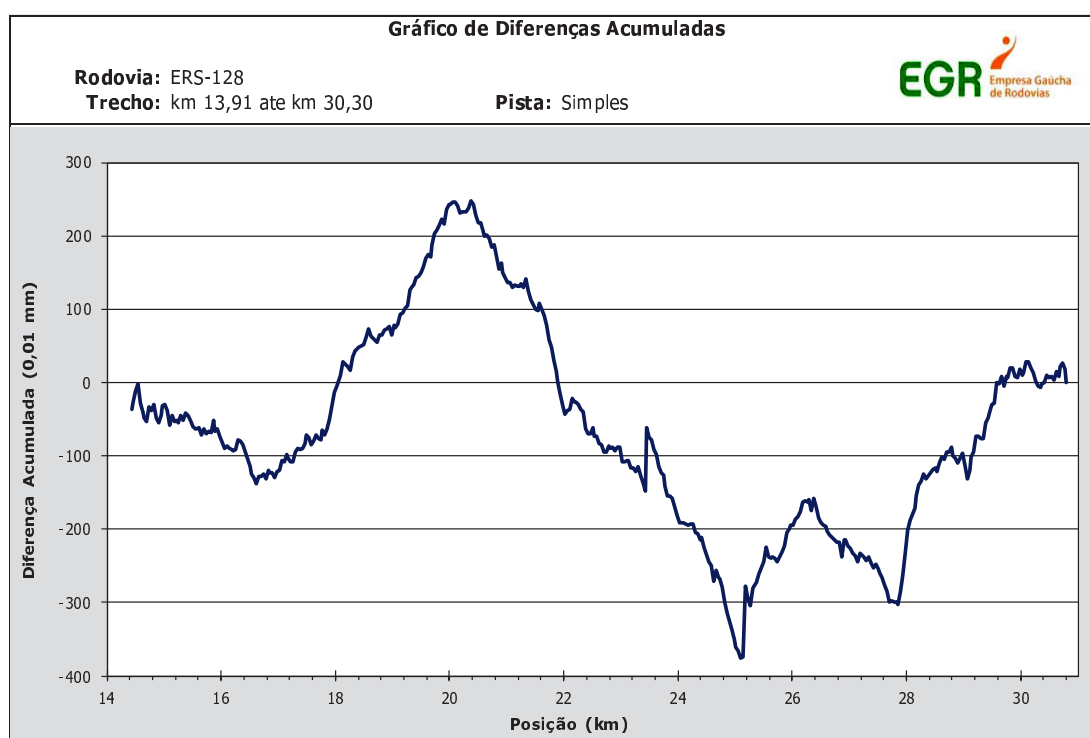
Pode-se citar o seguinte exemplo:

Distância	Parâmetro	Parâmetro Valor Médio	Diferença Acumulada
0,000	70	-10	-10
0,200	70	-10	-20
0,400	70	-10	-30
0,600	90	10	-20
0,800	90	10	-10
1,000	90	10	0
Média	80		



Verifica-se, pelo gráfico acima, que o ponto de distância 0,4 é um limite de dois segmentos de comportamento distintos. Verifica-se, também, que os segmentos entre os pontos de distância 0 ao 0,4 e 0,4 ao 0,8 possuem comportamento semelhante do ponto de vista do parâmetro analisado.

Desta forma, foram plotados gráficos de diferenças acumuladas dos dados deflectométricos levantados ao longo da rodovia, e de posse dos mesmos, foi realizada a segmentação homogênea conforme descrito anteriormente para a faixa de tráfego mais carregada.





FOLHA 25/88

Seguiu-se então, com a determinação para cada um dos segmentos homogêneos obtidos, dos parâmetros deflectométricos médios e característicos de todas as faixas, para efeito de dimensionamento. Os mesmos são apresentados a seguir.

Parâmetros Estruturais dos Segmentos Homogêneos												
Rodovia: ERS-128												
Pista: Simples												
Faixa: Direita/Esquerda												
Segmento Homogêneo			Bacia de Deformação ($\times 10^{-2}$ mm)									Raio (m)
km Inicial	km Final	Extensão (km)	Afast. 0	Afast. 20	Afast. 30	Afast. 45	Afast. 65	Afast. 90	Afast. 120	σ	D_c	
13+910	16+000	2,090	57,2	39,7	25,8	13,3	6,6	4,4	3,2	10,9	68,1	128
16+000	19+000	3,000	62,5	42,0	26,3	13,1	6,8	5,1	3,8	7,9	70,5	110
19+000	22+000	3,000	56,3	38,7	25,4	13,2	7,0	4,9	3,6	9,6	65,9	129
22+000	24+500	2,500	54,7	35,4	21,0	9,2	4,5	3,2	2,5	14,0	68,7	118
24+500	27+500	3,000	60,8	40,5	24,8	11,3	4,8	3,0	2,2	14,9	75,7	111
27+500	30+300	2,800	62,9	46,0	31,4	17,5	9,1	4,4	2,4	10,2	73,2	129

5.2 Dimensionamento – PRO-011/94

Foi realizado o dimensionamento do reforço pelo método DNER-PRO 011/94 para os segmentos homogêneos listados anteriormente. Os procedimentos preconizados por esta norma foram desenvolvidos baseados no critério de deformabilidade dos pavimentos flexíveis, que são expressos na prática pela medida de deflexões recuperáveis, onde a experiência tem demonstrado que existe uma correlação entre a magnitude das deflexões (e do raio de curvatura correspondente) e o aparecimento de falhas nos pavimentos flexíveis.

A norma supracitada considera o comportamento de um pavimento bem construído, que ao longo de seu período de vida é solicitado não só pelo tráfego, que o submete a esforços diversos de compressão, cisalhamento e flexão, como também pelos fatores de clima, como precipitações pluviométricas e mudanças de temperatura, causando a fadiga de toda a estrutura do mesmo. Podem se distinguir, com respeito à deflexão, as seguintes fases da vida do pavimento:

- Fase de Consolidação: fase que sucede imediatamente à construção, sendo caracterizada por um decréscimo desacelerado do valor da deflexão, decorrente da consolidação adicional pelo tráfego nas diversas camadas do pavimento. O valor da deflexão tende a se estabilizar ao fim desta primeira fase.
- Fase Elástica: fase que sucede à de consolidação, e ao longo da qual o valor da deflexão do pavimento, a menos das variações sazonais, que se mantêm



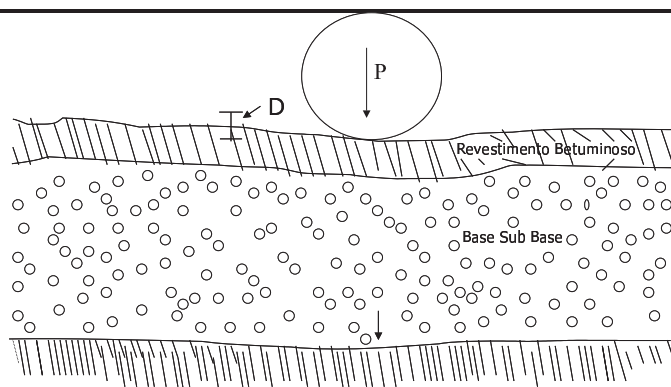
aproximadamente constante ou cresce ligeiramente. Essa fase define a vida útil do pavimento, tendendo a se alongar na proporção da diferença verificada entre a deflexão admissível e a deflexão suportada pelo pavimento.

- Fase de Fadiga: fase que sucede à elástica, caracterizando-se por um crescimento acelerado do valor de deflexão do pavimento, na medida em que a estrutura começa a exteriorizar os efeitos da fadiga, representada por fissuras, trincas e acúmulo de deformações permanentes sob cargas repetidas.

Evidentemente, um pavimento flexível bem projetado será tanto melhor, técnica e economicamente, quanto maior for a sua fase elástica que está limitada, de uma maneira geral, pelo número de solicitações das cargas de roda e por diversos fatores que causam deficiências no revestimento e na estrutura do pavimento, dos quais podem destacar-se:

- Falhas da fundação, na qual estão incluídas as deficiências do subleito e do próprio corpo dos aterros;
- Deficiências de drenagem;
- Deficiências de projeto;
- Falhas construtivas em uma ou mais camadas do pavimento.

O modo como as solicitações das cargas de roda atua em um pavimento flexível pode ser ilustrado conforme é mostrado na figura a seguir, que representa esquematicamente um pavimento flexível constituído de revestimento betuminoso, base e sub-base granulares, construído sobre subleito suposto homogêneo. A ação de uma carga de roda, P , aplicada sobre a superfície da estrutura, provocará na face inferior do revestimento o desenvolvimento de uma tensão de tração σ_t , decorrente de deformação de tração ε_t , e, na superfície do subleito, uma pressão vertical, P .



EFEITO DA CARGA SOBRE UM PAVIMENTO FLEXÍVEL

Admitindo-se que os materiais integrantes das camadas do pavimento atendem às especificações, no que concerne à respectiva resistência ao cisalhamento, a possibilidade de deformações ou rupturas plásticas restringir-se-á ao subleito. Tais rupturas são evitadas sempre que o valor da pressão vertical atuante, P , for mantido abaixo do valor da pressão vertical admissível pelo material do subleito, P_{adm} .

Para garantir essa condição, o pavimento deve ter uma espessura igual ou superior à indicada, por exemplo, pelo ISC (Índice de Suporte Califórnia) do subleito.

Para que não surjam trincas no revestimento, é necessário manter a deflexão, D , abaixo de um valor máximo, D_{adm} (Deflexão admissível), e o raio de curvatura, R , do pavimento, acima de certo valor mínimo. Isto garante que a tensão de tração σ_t , correspondente à deformação ϵ_t , na face inferior do revestimento, não ultrapasse um determinado valor, acima do qual o revestimento betuminoso romper-se-á por fadiga.

Para efeito de cálculo a rodovia é dividida em segmentos homogêneos e a deflexão D passa a ser expressa pelo valor de D_c (deflexão característica), que é calculado pela equação abaixo.

$$D_c = D + \sigma$$

Onde D e σ representam, respectivamente, a média aritmética e o desvio-padrão dos valores de deflexão sob a ação da carga do segmento analisado.

O valor da deflexão admissível depende dos materiais constituintes do revestimento e da base do pavimento, bem como do número N de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 t.

Para pavimentos flexíveis, constituídos de revestimento de concreto betuminoso executado sobre base granular, o valor da deflexão admissível (D_{adm}) em 0,01 mm é dado pela seguinte expressão correspondente a deflexões medidas com a carga padrão de 8,2 t em eixo simples de roda dupla:

$$\log D_{adm} = 3,01 - 0,176 \log N$$

Para pavimentos semirrígidos, com base de solo-cimento ou base de brita tratada com cimento, que não apresente fissuração exagerada, deve ser adotada como deflexão admissível a metade do valor obtido pela expressão apresentada, independentemente do tipo de revestimento.

Para avaliação de pavimento com revestimentos do tipo tratamento superficial, executado sobre base granular, deve ser adotado como deflexão admissível o dobro do valor obtido pela expressão apresentada; no caso de ser projetado um reforço em CBUQ, a deflexão admissível será a correspondente a este material.

Para se determinar a deflexão admissível a ser adotada em um determinado projeto de reforço de pavimento, o número N a ser utilizado é o correspondente às cargas por eixo a serem suportadas pelo reforço do pavimento, desde a liberação deste reforço ao tráfego até o final do período de projeto arbitrada para o reforço.

Para o presente estudo, foi determinado para cada trecho um valor de deflexão admissível (D_{adm}) em função do número N, calculado individualmente por trecho, para o período de 5 anos de estudo.

➤ *Avaliação Estrutural*

A tabela apresentada a seguir constitui o critério indicado na norma técnica DNER-PRO 011/94 para a avaliação geral das medidas corretivas nos pavimentos, sendo:

N: número de solicitações de eixos equivalentes a eixo padrão de 8,2 t;

D_p : deflexão de projeto, em 10^{-2} mm;

R: raio de curvatura, em m;

D_{adm} : deflexão admissível, em 10^{-2} mm;

IGG: Índice de Gravidade Global.

Uma forma de se avaliar as características elásticas dos componentes da porção superior da estrutura, ou seja, o próprio revestimento e a base são através do raio de curvatura da bacia de deflexão medida. No caso de se considerar o raio de curvatura a 25 cm, como proposto na norma DNER-PRO 011/79, a expressão para sua determinação é a seguinte:

$$Raio = \frac{3125}{(d_0 - d_{25})}$$

Um raio de curvatura baixo é indicativo de um severo arqueamento da deformada, denotando uma condição estrutural crítica. A análise conjunta da deflexão máxima e do raio de curvatura já permite uma melhor compreensão do complexo comportamento das estruturas de pavimentos. Esse conceito será aproveitado na análise das soluções apresentadas neste documento.

A tabela a seguir apresenta os critérios para a avaliação estrutural.

Critérios Para Avaliação Estrutural

Hipótese	Dados Deflectométricos Obtidos	Qualidade Estrutural	Necessidade de Estudos Complementares	Critério Para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas
I	$D_c \leq D_{adm}$ $R > 100$	BOA	NÃO	-	Apenas correções de superfícies
II	$D_c > D_{adm}$ $R > 100$	Se $D_p \leq 3 D_{adm}$ REGULAR	NÃO	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3 D_{adm}$ MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_c \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_c > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	SIM	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	-	MÁ O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas (IGG > 180).	SIM	Resistência	Reconstrução

➤ *Critério deflectométrico para Dimensionamento da Espessura de Reforço do Pavimento*

A espessura necessária de reforço do pavimento é dimensionada através dos resultados do levantamento deflectométrico, pela expressão apresentada a seguir:

$$h = K \cdot \log \frac{D_p}{D_{adm}}$$

Onde:

h: espessura do reforço do pavimento em centímetros;

D_p : deflexão de projeto determinada para o subtrecho homogêneo, objeto do dimensionamento, em centésimos de milímetro;

D_{adm} : deflexão admissível após a execução do reforço do pavimento, em centésimos de milímetro;

K: fator de redução de deflexão, próprio do material usado no reforço.

➤ *Dimensionamento do Reforço em Concreto Betuminoso*

Para calcular a espessura de reforço do pavimento (HR) em termos de concreto betuminoso, deve ser usado o valor 40 para K, tendo-se, portanto:

$$HR = 40 \log \frac{D_p}{D_{adm}}$$

O diagnóstico dos pavimentos de acordo com a metodologia da norma DNER PRO 011/94 são apresentados nas tabelas a seguir.

Dimensionamento das Espessuras de Reforço Necessárias - DNER-PRO-011												
Rodovia: ERS-128			Material do reforço: CBUQ									
Pista: Simples			Coeficiente estrutural: 2,0									
Faixa: Direita/Esquerda												
Segmentos Homogêneos			Raio (m)	D _c (0,01 mm)	D _{adm} (0,01 mm)	N _{USACE}	Hipótese	Qualidade Estrutural	Necessidade de Est. Compl.	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas	HR (cm)
km Inicial	km Final	Ext. (km)										
13,910	16,000	2,090	128	68,1	62,0	8,31E+06	IIA	Regular	Não	Deflectométrico	Reforço	1,5
16,000	19,000	3,000	110	70,5	62,0	8,31E+06	IIA	Regular	Não	Deflectométrico	Reforço	2,0
19,000	22,000	3,000	129	65,9	62,0	8,31E+06	IIA	Regular	Não	Deflectométrico	Reforço	1,0
22,000	24,500	2,500	118	68,7	62,0	8,31E+06	IIA	Regular	Não	Deflectométrico	Reforço	2,0
24,500	27,500	3,000	111	75,7	62,0	8,31E+06	IIA	Regular	Não	Deflectométrico	Reforço	3,5
27,500	30,300	2,800	129	73,2	62,0	8,31E+06	IIA	Regular	Não	Deflectométrico	Reforço	3,0



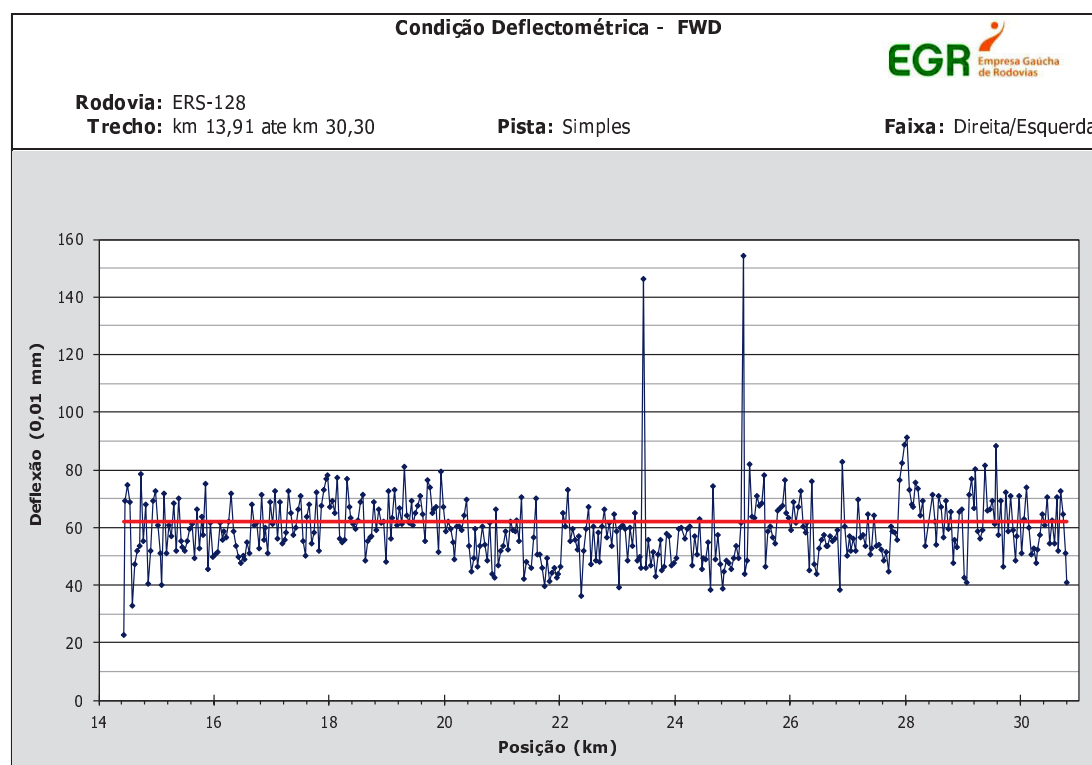
6. DIAGNÓSTICO

6. Diagnóstico

Apresenta-se nos itens a seguir o diagnóstico dos pavimentos em estudo separadamente para as condições estruturais, funcionais e complementares dos mesmos.

6.1 Análise Estrutural

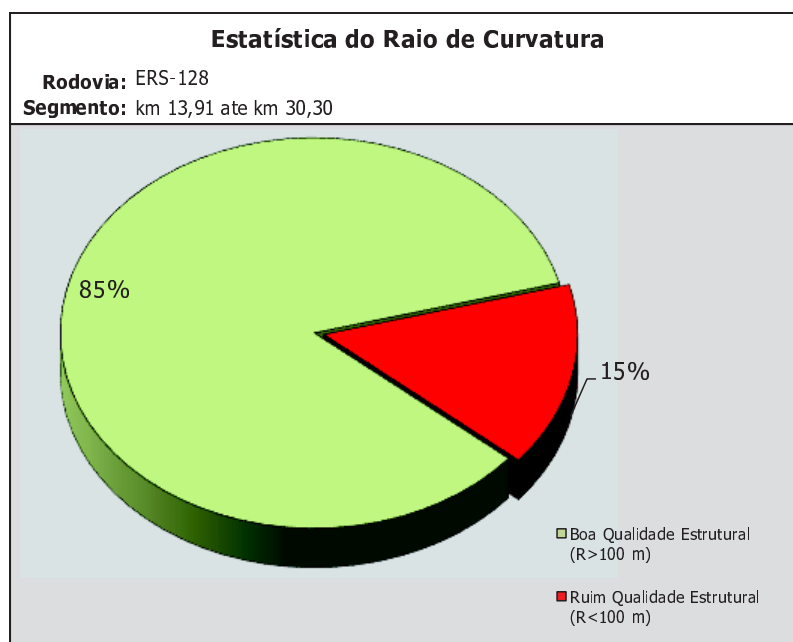
Os gráficos a seguir demonstram as deflexões (df0) ao longo do trecho e a linha vermelha demonstra o limite da deflexão admissível. Conclui-se por esses gráficos que o segmento da rodovia ERS-128 apresenta-se com característica heterogênea já que parte das deflexões estão abaixo e parte acima da deflexão admissível. Os locais cuja deflexão apresenta-se superior à admissível, poderão ser corrigidos através da execução de reparos superficiais e através da execução de reforço em CBUQ que diminuirá as tensões atuantes nas camadas inferiores de pavimento.



Realizou-se também uma análise mais detalhada das bacias deflectométricas com o intuito de se identificar pontos críticos que necessitam de intervenção mais pesada nas camadas subjacentes à camada de rolamento.

Para isso, limitou-se o raio de curvatura (R_c) das deflexões em 100 m, baseado na Norma DNER PRO-011/79, que correlaciona a magnitude das deflexões (e seu raio de curvatura) com o aparecimento de falhas nos pavimentos flexíveis.

De acordo com o gráfico de estatísticas dos raios de curvatura apresentado na sequência, 15% das estações de ensaio na rodovia ERS-128 apresentam necessidade de uma intervenção estrutural.

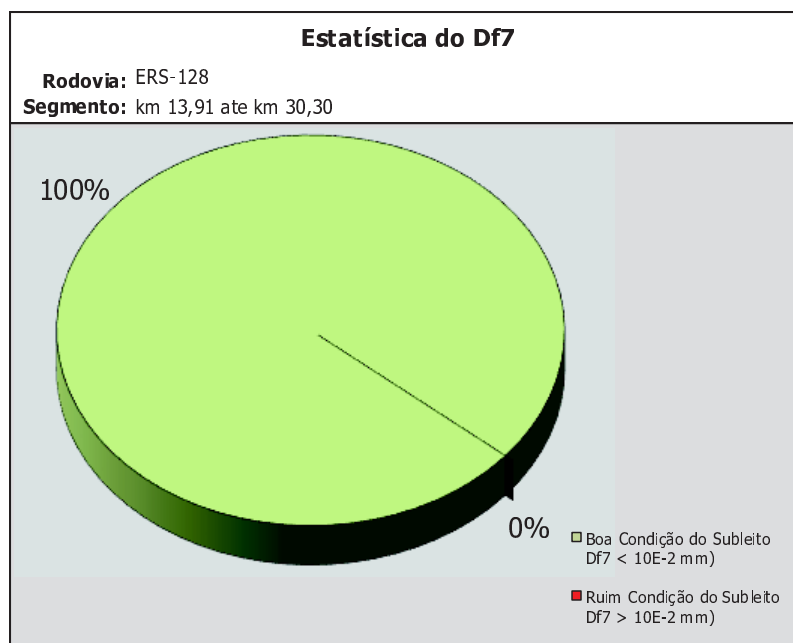


O parâmetro Df_7 , que indica a condição do subleito, foi limitado em 10×10^{-2} mm, com o intuito de se garantir uma adequada capacidade de suporte. Este parâmetro é um indicativo das condições de deformabilidade das camadas finais de terraplenagem ou subleito, sendo também um indicativo de presença de água no subleito. Desta forma, propõem-se os limites apresentados nos gráficos em sequência.



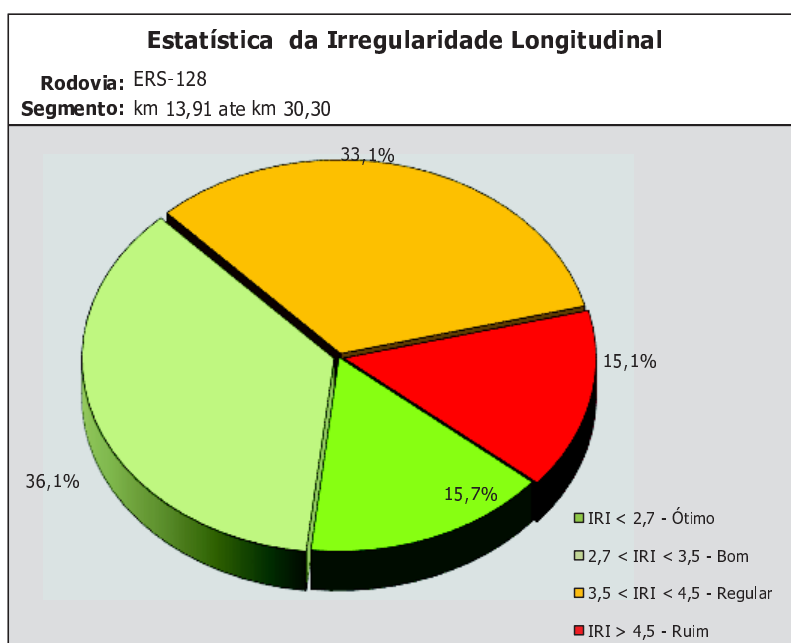
FOLHA 34/88

Ainda de acordo com os gráficos estatísticos apresentados a seguir, verificou-se que os pontos estudados apresentam uma adequada condição de suporte do subleito para um período de análise de 5 anos.

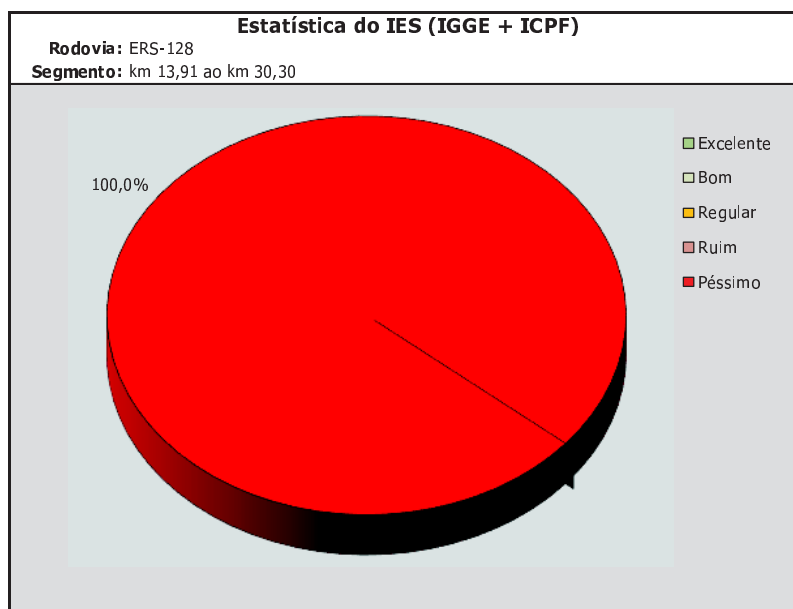


6.2 Análise Funcional

No que se refere à condição de conforto ao rolamento, constata-se que o trecho apresenta quase metade dos segmentos estudados com valores de IRI classificados como "regular" à "ruim", denotando inadequada condição de conforto ao rolamento.



Segundo a análise dos dados resultantes do levantamento visual da superfície do pavimento, verifica-se que o trecho em questão apresentou todos os segmentos em condição funcional péssima, como pode ser verificado no gráfico a seguir. Esta condição funcional foi obtida devido aos altos níveis de trincamento e defeitos superficiais existentes no trecho.





7. SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO



7. Soluções de Manutenção

De posse dos levantamentos de campo, associados às análises estruturais e funcionais, à restrição orçamentária e aos critérios mínimos de desempenho, foi possível determinar as soluções a serem executadas para os pavimentos do trecho em questão.

As soluções de manutenção indicadas estão apresentadas no Unifilar de Soluções. Importante registrar que os estudos foram direcionados no sentido de prioritariamente prever soluções de caráter funcional. As soluções de manutenção indicadas contemplam a execução de reparos localizados superficiais e profundos e a recomposição do revestimento existente – fresagens e recapeamentos com CBUQ. Ainda neste unifilar, são apresentados os dados funcionais (IGGE e IRI), bem como, os resultados dos reforços calculados pelo PRO-011/2003.

A seguir são apresentadas as soluções indicadas no estudo:

Reparos Localizados Superficiais – AM – 1.1

Ação de correção do pavimento em pontos restritos onde o pavimento apresentava defeitos localizados, limitando-se a correção da camada de revestimento.

A área a ser reparada apresenta-se em no máximo 5% da área total do trecho.

A execução deste serviço obedecerá a seguinte classificação:

- **Reparos Localizados Superficiais Tipo 1 – AM – 1.1.1**
Quantitativo estimado: 15% da área total do trecho.
- **Reparos Localizados Superficiais Tipo 2 – AM – 1.1.2**
Quantitativo estimado: 15% da área total do trecho.
- **Reparos Localizados Superficiais Tipo 3 – AM – 1.1.3**
Quantitativo estimado: 70% da área total do trecho.

Reparos Profundos Tipo 1 – AM – 1.2.1

Ações de correção do pavimento, propostas para corrigir os defeitos estruturais verificados em campo.



Recapeamento com CBUQ – AM – 2.1

Execução de camada em concreto betuminoso usinado a quente com 3 a 4 cm de espessura na extensão total dos segmentos indicados, conforme detalhado abaixo:

- Execução de Pintura de ligação;
- Execução da camada de concreto asfáltico na espessura indicada.

Fresagem e Recapeamento com CBUQ – AM – 2.2

Fresagem e recomposição em concreto betuminoso usinado a quente com 7,5 cm de espessura nos segmentos no percentual da área deteriorada, conforme detalhado abaixo:

- Fresagem dos segmentos deteriorados em "X" % da área na espessura de 7,5 cm;
- Limpeza da superfície fresada com jatos de ar e execução de reparos localizados nos pontos críticos que surgirem;
- Pintura de ligação;
- Recomposição da espessura fresada com concreto asfáltico.

É importante ressaltar que para a definição dos percentuais e espessuras de fresagem foram utilizados somente os dados visuais de campo. Não foram executadas sondagens rotativas ou janelas de inspeção para diagnóstico da condição das camadas inferiores do pavimento. Desta forma, durante a execução dos serviços de fresagem poderá haver variação na espessura a ser fresada, bem como, possibilidade de desagregação das camadas inferiores.

Com base na vistoria técnica realizada para avaliação do pavimento existente, e de observações das equipes da EGR com atuação no trecho, neste Estudo de Manutenção são recomendadas, excepcionalmente, soluções de reforço do pavimento. As soluções aqui indicadas deverão ser objeto de estudos específicos pelo projetista, quando da execução da obra de manutenção. As soluções de reforço indicadas pelo projetista, que deverão ser confirmadas com os respectivos ensaios, são: reforço do pavimento com remoção do pavimento existente e adição de camadas de sub-base ou base e revestimento com CBUQ e reciclagem do pavimento com adição de espuma asfalto, correção granulométrica e cimento, conforme necessidade.



Reforço do Pavimento com Remoção de Pavimento Existente e Adição de Camadas de Sub-base ou Base e Revestimento com CBUQ – AM – 4.2

Reconstrução do pavimento, com a remoção das camadas granulares e asfálticas em segmentos com deficiência estrutural. A seguir apresenta-se o detalhamento da solução:

- Remoção da camada de revestimento betuminoso;
- Remoção da camada granular;
- Execução de sub-base de macadame seco, com espessura de 20 cm;
- Execução de base de base brita de graduada, com espessura de 20 cm;
- Execução de imprimação;
- Execução de concreto asfáltico com espessura de 6 cm.

Quantitativos: calculados a partir da estimativa da necessidade de reconstrução do pavimento em 10% da área total do pavimento.

Reciclagem do Pavimento com Adição de Espuma Asfalto, Correção Granulométrica e Cimento – AM – 7.1

Reabilitação do pavimento com a reutilização do pavimento existente danificado e adição de agentes estabilizadores, indicada para segmentos com deficiência estrutural. A seguir apresenta-se o detalhamento da solução:

- Reciclagem do pavimento existente (20 cm);
- Execução de imprimação;
- Execução de concreto asfáltico com espessura de 5 cm.

Quantitativos: calculados a partir do emprego desta solução em 10% da área total do pavimento.

Embora as soluções indicadas não contemplem micro revestimentos a frio, no quadro de quantidades foi inserido este serviço para cobertura de eventual necessidade de sua adoção.

Micro Revestimento a Frio Tipo 2– AM – 3.2

Camada de micro revestimento asfáltico usinado à frio, aplicado em duas camadas como camada final de rolamento, com espessura final de 16 mm.

O quantitativo proposto corresponde a 10% da área total do pavimento.



A partir da análise procedida conforme descrito no primeiro parágrafo acima, foram definidas as soluções de manutenção dos pavimentos, as quais foram compatibilizadas com as necessidades estruturais, funcionais e as condições superficiais dos pavimentos em questão, conforme sintetizado no diagrama unifilar detalhado apresentado no final deste capítulo.

Complementando as indicações de soluções de manutenção dos pavimentos, são indicadas obras de drenagem, conforme abaixo detalhado.

Drenagem Subterrânea – AM – 5

Dreno Profundo – AM – 5.1 (Anexo V)

Foram previstos Drenos Profundos com Geocomposto principalmente nos segmentos onde há deformações plásticas, e, também, onde verificou-se visualmente a presença de águas que de alguma forma atingiram a estrutura da via. A seguir apresenta-se o detalhamento da solução:

- Escavação mecânica de vala em material de 1º categoria com valetadeira;
- Execução do dreno profundo;
- Execução do reaterro e compactação.
- Execução do reaterro e compactação.

A partir deste procedimento de análise foram definidas as soluções de manutenção dos pavimentos, compatibilizando-se as necessidades estruturais, funcionais e as condições superficiais dos pavimentos em questão conforme sintetizado no diagrama unifilar detalhado a seguir:

Unifilar de Soluções

Rodovia: ERS-128

Trecho: km 13,91 ate km 30,30

km Inicial	km Final	Reparo	Fresagem	Recape	HR (cm)	IRI (m/km)	Visual	
							IGGE	Condição
13,91	15,0		100%		1,5	3,8	134	PÉSSIMO
15	16,0		100%		1,5	4,8	128	PÉSSIMO
16	17,0		100%		2,0	4,1	128	PÉSSIMO
17	18,0	5%	85%	3 cm	2,0	3,5	128	PÉSSIMO
18	19,0	5%	70%	3 cm	2,0	3,7	128	PÉSSIMO
19	20,0	5%	60%	3 cm	1,0	3,8	74	PÉSSIMO
20	21,0	5%	60%	3 cm	1,0	3,2	74	PÉSSIMO
21	22,0	5%	60%	3 cm	1,0	3,3	74	PÉSSIMO
22	23,0	5%	55%	3 cm	2,0	2,7	74	PÉSSIMO
23	24,0	5%	60%	3 cm	2,0	3,5	74	PÉSSIMO
24	25,0	5%	75%	4 cm	3,5	3,5	128	PÉSSIMO
25	26,0	5%	75%	4 cm	3,5	3,8	128	PÉSSIMO
26	27,0	5%	65%	4 cm	3,5	3,8	128	PÉSSIMO
27	28,0	5%	65%	3 cm	3,0	2,9	128	PÉSSIMO
28	29,0	5%	50%	3 cm	3,0	2,7	74	PÉSSIMO
29	30,3	5%	50%	3 cm	3,0	3,5	74	PÉSSIMO

Legenda:

	Reparo Localizado (%)		Fres. Total (100% da área)
	Fresagem Parcial (%)		CBUQ (100% da área)



8. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS



8. Memória de Cálculo dos Quantitativos

De posse das soluções propostas para o segmento estudado, foram quantificadas os serviços a serem executados, considerando-se a existência de interseções ao longo da extensão. De forma geral, foram utilizadas a seguintes premissas:

Dados Geométricos

- Largura Média de Faixa: 3,5 m
- Incrementos de áreas devido:
 - Rótulas ou interseções.
- Intervenção somente nas faixas de rolamento.

Dados de Soluções de Pavimento

- Reparos Localizados Superficiais – AM – 1.1
 - Tipos: 1 (AM-1.1.1), 2 (AM-1.1.2) e 3 (AM-1.1.3);
 - Área: indicada no quadro de quantidades;
 - Espessura: 5 cm e;
 - Densidade do CBUQ: 2,4 t/m³.
 - DMT CBUQ: 13,5 km
 - Reparos Profundos – AM – 1.1.2
 - Tipo: 2;
 - Área: prevista; quantitativo estimado = 2% da área total do pavimento;
 - Espessura Total: 46 cm;
 - Espessura Camada Sub-base: 20 cm;
 - Espessura Camada Base: 20 cm;
 - Espessura CBUQ: 6 cm;
 - Densidade Sub-base: 2,4 t/m³;
 - Densidade Base: 2,4 t/m³
 - Densidade do CBUQ: 2,4 t/m³;
 - DMT Sub-base, Base e CBUQ: 13,5 km
 - Fresagem – AM – 2.2
 - Contínua;
 - Espessura: 7,5 cm;
-



-
- Densidade do CBUQ: 2,4 t/m³;
 - Quantidade: indicada no quadro de quantidades, acrescida de 10%;
 - DMT CBUQ: 13,5 km

 - Recapeamento com CBUQ – AM – 2.1
 - Espessura: 3 a 4 cm;
 - Densidade do CBUQ: 2,4 t/m³;
 - Quantidade: indicada no quadro de quantidades;
 - DMT CBUQ: 13,5 km.

 - Micro Revestimento – AM – 3.2
 - Largura da Faixa: 3,5 metros;
 - Espessura: 1,6 cm (duas camadas).
 - Taxa Agregado: 16,78 kg/m²;
 - Taxa emulsão: 2,9 kg/m²;
 - Quantidade: indicada no quadro de quantidades;
 - DMT Agregado: 13,5 km
 - DMT Emulsão: 90 km

 - Reconstrução – AM – 4.1 e 4.2:
 - Espessura Sub-Base: 20 cm;
 - Espessura Base: 20 cm;
 - Espessura Revestimento: 6 cm;
 - Densidade Sub-base: 2,4 t/m³;
 - Densidade Base: 2,4 t/m³;
 - Densidade do CBUQ: 2,4 t/m³;
 - Quantidade: prevista; quantitativo estimado = 6% da área total do pavimento;
 - DMT Sub-base, Base e CBUQ: 13,5 km

 - Reciclagem – AM – 4.7
 - Espessura Reciclagem: 20 cm;
 - Espessura Revestimento: 5 cm;
 - Correção granulométrica: 0,166 m³/m³;
 - Densidade CBUQ: 2,4 t/m³;
 - Quantidade: prevista; quantitativo estimado = 6% da área total do pavimento;
-



FOLHA 46/88

- Densidade da brita p/ correção granulométrica: 1,8 t/m³
- DMT Brita e CBUQ: 13,5 km
- Drenagem Profunda e Sub-Superficial (locais propostos no "Anexo V – Localização do Dispositivos de Drenagem"):
 - Dreno profundo com geocomposto;

Conforme ressaltado nos capítulos anteriores, para a definição dos percentuais e espessuras de fresagem foram utilizados somente os dados dos levantamentos visuais de campo. Não foram executadas sondagens rotativas ou janelas de inspeção para diagnóstico da condição das camadas inferiores do pavimento. Desta forma, durante a execução dos serviços de fresagem poderá haver variação na espessura a ser fresada, bem como, possibilidade de desagregação das camadas inferiores. Portanto, se durante a execução do serviço, for constatada a necessidade de complementação da solução, caso ocorra defeito nas camadas subjacentes que possam vir a comprometer o desempenho do serviço realizado, a licitante deverá proceder conforme descrito no item Avaliação do Segmento e Definição da Solução de Manutenção constante no "*Programa de Manutenção dos Pavimentos*".

Esta quantidade adicional foi estimada em 10% da área calculada conforme detalhado no quadro de quantidades.

A seguir são apresentadas as planilhas de quantidades para o trecho da rodovia ERS-128.

QUADRO DE QUANTIDADES													
Rodovia: ERS-128 Segmento: km 13,91 até km 30,30													
Dados Geométricos					SOLUÇÃO ADOPTADA	AM - 1.1.1 (15% da área total) Reparo Localizado Superficial				AM - 1.1.2 (15% da área total) Reparo Localizado Superficial			
N	km Inicial	km Final	Extensão (m)	Rótula		Área (m2)	Reparo Superficial (m²)	Pintura de Ligação (m²)	CBUQ (t)	Reparo Superficial (m²)	FR Descontinua (m²)	Pintura de Ligação (m²)	CBUQ (t)
1	13,910	15,000	1090		7630	FR (100%) +	-	-	-	-	-	-	-
2	15,000	16,000	1000		7000	FR (100%) +	-	-	-	-	-	-	-
3	16,000	17,000	1000		7000	FR (100%) +	-	-	-	-	-	-	-
4	17,000	18,000	1000		7000	RL (5%) + FR (65%) + HR 3,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
5	18,000	19,000	1000		7000	RL (5%) + FR (70%) + HR 3,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
6	19,000	20,000	1000		7000	RL (5%) + FR (60%) + HR 3,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
7	20,000	21,000	1000		7000	RL (5%) + FR (60%) + HR 3,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
8	21,000	22,000	1000		7000	RL (5%) + FR (60%) + HR 3,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
9	22,000	23,000	1000	XX	9835	RL (5%) + FR (55%) + HR 3,0	3,69	73,76	8,85	3,69	3,69	73,76	8,85
10	23,000	24,000	1000		7000	RL (5%) + FR (60%) + HR 3,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
11	24,000	25,000	1000		7000	RL (5%) + FR (75%) + HR 4,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
12	25,000	26,000	1000	X	8155	RL (5%) + FR (75%) + HR 4,0	3,06	81,16	7,34	3,06	3,06	81,16	7,34
13	26,000	27,000	1000	X	7840	RL (5%) + FR (65%) + HR 4,0	2,94	58,80	7,06	2,94	2,94	58,80	7,06
14	27,000	28,000	1000	X	8453	RL (5%) + FR (65%) + HR 3,0	3,17	63,39	7,61	3,17	3,17	63,39	7,61
15	28,000	29,000	1000		7000	RL (5%) + FR (50%) + HR 3,0	2,63	52,50	6,30	2,63	2,63	52,50	6,30
16	29,000	30,300	1300	XX	10990	RL (5%) + FR (50%) + HR 3,0	4,12	82,43	9,89	4,12	4,12	82,43	9,89
TOTAL:			16.390		122.902,50		37,98	759,54	91,15	37,98	37,98	759,54	91,15



QUADRO DE QUANTIDADES													
Rodovia: ERS-128													
Segmento: km 13,91 até km 30,30													
Dados Geométricos						AM - 1.1.3 (70% da área total)				AM - 2.1		AM - 2.2	
N	km Inicial	km Final	Extensão (m)	Rótula	Área (m2)	Reparo Superficial (m²)	FR Descontinua (m²)	Pintura de Ligação (m²)	CBUQ (t)	Pintura de Ligação (m²)	CBUQ (t)	Contínua (m²)	Pintura de Ligação (m²)
1	13,910	15,000	1090		7630	-	-	-	-	-	-	381,50	7.630,00
2	15,000	16,000	1000		7000	-	-	-	-	-	-	350,00	7.000,00
3	16,000	17,000	1000		7000	-	-	-	-	-	-	350,00	7.000,00
4	17,000	18,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	341,25	4.550,00
5	18,000	19,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	367,50	4.900,00
6	19,000	20,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	315,00	4.200,00
7	20,000	21,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	315,00	4.200,00
8	21,000	22,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	315,00	4.200,00
9	22,000	23,000	1000	XX	9835	17,21	17,21	344,23	41,31	9.835,00	708,12	405,69	5.409,25
10	23,000	24,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	315,00	4.200,00
11	24,000	25,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	393,75	5.250,00
12	25,000	26,000	1000	X	8155	14,27	14,27	285,43	34,25	8.155,00	782,88	458,72	6.116,25
13	26,000	27,000	1000	X	7840	13,72	13,72	274,40	32,93	7.840,00	752,64	382,20	5.096,00
14	27,000	28,000	1000	X	8453	14,79	14,79	295,84	35,50	8.452,50	608,58	412,06	5.494,13
15	28,000	29,000	1000		7000	12,25	12,25	245,00	29,40	7.000,00	504,00	262,50	3.500,00
16	29,000	30,300	1300	XX	10990	19,23	19,23	384,65	46,16	10.990,00	791,28	412,13	5.495,00
TOTAL:			16.390		122.902,50	177,23	177,23	3.544,54	425,34	101.272,50	7.843,50	5.777,30	84.240,63
													13.865,51