



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MUNICÍPIO DE CANOAS

Secretaria Municipal de Obras
Diretoria de Pavimentação

**PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA DE
REVITALIZAÇÃO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO
DA AV. BOQUEIRÃO, CANOAS - RS**

**RELATÓRIO DE PROJETO E TERMO DE
REFERÊNCIA**

MAIO/2021

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 PROJETOS	2
2.1 Projeto geométrico	2
2.1.1 Aspectos gerais	2
2.1.2 Metodologia e premissas técnicas	2
2.1.2.1 Estudos Geotécnicos.....	2
2.1.2.2 Levantamento visual contínuo de superfície (LVC).....	2
2.1.2.3 Levantamento deflectométrico com viga Benkelman (LVC).....	3
2.1.2.4 Sondagem do pavimento.....	3
2.1.2.5 Características do projeto geométrico.....	3
2.1.2.6 Características planimétricas.....	4
2.1.2.7 Características altimétricas.....	4
2.2 Projeto de Pavimentação.....	4
2.2.1 Análise dos levantamentos para restauro do pavimento.....	5
2.2.1.1 Levantamento com viga Benkelman.....	5
2.2.1.2 Levantamento visual contínuo (LVC).....	11
2.2.1.3 Sondagem do pavimento.....	11
3. PROJETO DE RESTAURAÇÃO	12
3.1 Análise da Estrutura 1.....	12
3.1.1 Parâmetros do Pavimento.....	12
3.1.2 Retroanálise do Pavimento Existente Estrutura 1.....	12
3.1.3 Módulo Resiliente das Camadas do Pavimento Existente estrutura 1.....	12
3.2 Análise da Estrutura 2	13
3.2.1 Parâmetros do Pavimento.....	13
3.2.2 Retroanálise do Pavimento Existente Estrutura 2.....	13
3.2.3 Módulo Resiliente das Camadas do Pavimento Existente estrutura 2.....	13
3.3 Dimensionamento do reforço sobre superfície fresada.....	14
3.3.1 Procedimento de cálculo de espessura do reforçoem concreto asfáltico sobre uma superfície fresada	14
3.4 Solução Técnica Adotada.....	14
3.5 Reparos Localizados	15
4. SEÇÃO TRANSVERSAL	15
5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA	15
6. QUALIFICAÇÃO TÉCNICA	16
6. TERMO DE REFERÊNCIA	17



1 Introdução

Este relatório apresenta o Projeto Básico de Engenharia de Revitalização do Pavimento Asfáltico da Av. Boqueirão - Canoas - RS, elaborado pela Diretoria de Pavimentação e Obras Viárias (DPOV) da Secretaria Municipal de Obras (SMO). Os trabalhos foram desenvolvidos em conformidade com os critérios e orientações necessárias ao empreendimento desde sua concepção, atendendo às normas contidas nas instruções de serviço do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER-RS), dos Manuais Disponíveis no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), além da experiência dos técnicos da DPOV para solução dos problemas e patologias apresentados pelo pavimento atual. O objetivo principal desse projeto foi atender as necessidades de melhorias da via que tem vital importância no desenvolvimento socioeconômico do Município, uma vez que por ela trafegam pessoas que buscam o comércio local, além da circulação dos diversos residentes do local e ligação entre importantes bairros do Município. Tem-se nesse projeto os dados suficientes para subsidiar a implantação da obra de revitalização desse pavimento, bem como quantitativos e custos da obra. Para isso tem-se a seguir os itens desenvolvidos neste projeto:

- Projeto de Recapeamento Asfáltico (Seções típicas; Plantas e Perfis Longitudinais);
- Quantitativo e Orçamento da Obra;
- Detalhamento da Composição do BDI
- Cronograma Físico-Financeiro;
- ART dos projetos e Orçamentos.

A definição do respectivo eixo, bem como sua extensão e área serão apresentados no item de Projeto Geométrico.



2 Projetos

2.1 Projeto geométrico

2.1.1. Aspectos Gerais

A geometria da Av. Boqueirão apresenta em toda sua extensão duas pistas com gabarito de cada pista de 9,00 m e canteiro central variável ao longo do trecho. O sistema de drenagem existente mostra-se eficiente sendo que para fins de projeto geométrico não serão alterados o greide e as declividades atuais.

2.1.2. Metodologia e premissas técnicas

2.1.2.1. Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos realizados para Avenida Boqueirão, no segmento entre a Rua Liberdade e a Avenida do Nazário, tiveram como objetivos principais, a caracterização do pavimento existente, por meio de levantamento visual de defeitos e levantamento deflectométrico, bem como a verificação da estrutura existente por meio de sondagens, buscando o fornecimento de parâmetros para o detalhamento do projeto de pavimentação/restauração.

2.1.2.2. Levantamento Visual Contínuo de Superfície (LVC)

Para o trecho em estudo foi realizado o cadastramento dos defeitos dos pavimentos flexíveis a ser efetuado com base no procedimento DNIT 008/2003 – PRO que fixa as condições exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e 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” 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 buscará 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 serão determinadas as frequências de cada um dos defeitos de forma individual e, sabendo-se o peso relativo de cada uma das anomalias observadas, será calculado o somatório dos produtos das frequências relativas pelos fatores de ponderação. Além disso, o técnico responsável pelo levantamento atribuirá 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).



2.1.2.3. Levantamento Deflectométrico com Viga Benkelman

A Viga Benkelman é um dispositivo mecânico que mede, por meios não destrutivo, os deslocamentos verticais de um ponto de contato no pavimento, entre as duas rodas duplas de um caminhão, sob um eixo de carga, com uma determinada pressão de pneus e uma carga pré estabelecida para esse eixo. Essa metodologia de ensaio estabelece como base a norma DNIT 133/2010, o qual trata da determinação das deflexões do pavimento através da aplicação da viga Benkelman, visando conhecer a capacidade estrutural do pavimento. Desta forma, a Viga Benkelman mede a flecha máxima da linha de deformação elástica do pavimento sob a ação de uma carga. Salienta-se que a viga deve ser previamente aferida, conforme DNER-PRO 175/94.

Para os segmentos em estudo da Avenida Boqueirão, os levantamentos deflectométricos foram realizados de acordo com as normas DNIT 133/2010 – ME, com espaçamento entre estações de ensaio de no máximo 40 m em 40 m e leituras realizadas na trilha de roda externa da faixa de tráfego mais carregada de cada umas pistas desta avenida (pista direita e pista esquerda). Desta forma, as deflexões do pavimento foram calculadas através da seguinte equação: $D0 = (L0 - Lf) \cdot a / b$ Onde: D0 - deflexão em centésimos de milímetros no ponto de prova inicial (flecha máxima da linha de influência longitudinal da bacia de deformação); L0 - leitura inicial, em centésimo de milímetros; Lf - leitura final, em centésimo de milímetros; a e b - dimensão da viga benkelman, sendo “a” a distância entre a articulação e a ponta de prova e “b” a distância entre o extensômetro e a articulação (a/b – Constante da Viga Benkelman). Desta forma, para análise da deformabilidade do pavimento da Avenida Boqueirão, foram consideradas as medições das deflexões obtidas com a utilização da Viga Benkelman conforme os quadros apresentados na sequência. A seguir também são apresentados registros fotográficos dos serviços realizados em campo.

2.1.2.4. Sondagem do Pavimento

A realização de sondagens no pavimento existente da Avenida Boqueirão, no trecho entre a Rua Liberdade e a Avenida do Nazário, teve como objetivo o reconhecimento dos materiais e da espessura das camadas constituintes da estrutura do pavimento. Desta forma, em conjunto com os demais levantamentos anteriormente apresentados, as sondagens ajudaram a subsidiar as soluções a dotadas para restauração da pista existente e para implantação dos pavimentos novos, bem como auxiliar os projetos de terraplenagem e drenagem. As sondagens foram realizadas com serra disco para corte do revestimento e perfuração a pá, picareta e cavadeira manual tipo concha. Em campo, foi realizado o preenchimento do boletim de sondagem constando a localização, as espessuras e a classificação expedita das diversas camadas da estrutura do pavimento. Também foram feitos registros fotográficos durante a execução dos serviços.

2.1.2.5. Características do Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico ora apresentado reflete o resumo dos estudos desenvolvidos para as soluções apresentadas no Plano Funcional, com intenção de que o projeto seja compatível com o consolidado no subtrecho da Avenida Boqueirão do km 0+000,00 ao km 4+375,384, perfazendo, assim, uma extensão total de 4.375,384 metros.



Para o desenvolvimento do projeto, foi estabelecido um eixo de projeto que corresponde ao eixo locado e existente na rodovia. Este eixo está localizado no canteiro central da pista. O eixo de projeto desenvolve-se no sentido Oeste – Leste, com extensão total de 4.375,384 metros. A seção transversal de projeto possui as seguintes características: · Pistas duplas com 9,00 m de largura cada, compostas por três faixas de tráfego de 3m; · Canteiro central com largura total de 5m; Passeios laterais com largura variável. A seção transversal tipo de projeto é apresentada no anexo I. As inclinações transversais da plataforma são variáveis, seguindo o caimento para os passeios laterais conforme o pavimento existente.

O Projeto Geométrico foi elaborado de acordo com a Instrução de Serviço IS-234 (área urbana) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. Aportando-se nas boas práticas já estabelecidas nos manuais de vias urbanas primou-se por manter, com a máxima exatidão possível, a geometria da via existente.

2.1.2.6. Características Planimétricas

O projeto planimétrico objetivou a geometrização e harmonização da geometria existente. Para isso foram utilizadas larguras de pistas iguais às existentes no trecho. A confecção das plantas consistiu no processamento eletrônico dos dados do levantamento topocadastral e lançamento no software Autocad 2015. Com essa rotina foi possível a criação de uma nuvem de pontos cotados que resultaram nos seguintes elementos:

Desenho bidimensional da área do levantamento com curvas de nível espaçadas a cada 1,0 metro.

Eixos planimétricos com estacas a cada 20,00 metros contendo a indicação de pontos notáveis.

Projeto Planimétrico

2.1.2.7. Características Altimétricas

A altimetria do projeto geométrico foi condicionada pelos greides das pistas existentes. Procurou-se, na medida do possível, fazer a coincidência entre as cotas projetadas para as pistas a implantar e as cotas da pista existente. Através da plotagem de cotas dos eixos planimétricos, foram possíveis as definições de elementos que compõe as características altimétricas, sendo eles:

Perfil longitudinal da via primitiva (via existente);

Perfil longitudinal da linha de projeto proposto;

2.2. Projeto de pavimentação

A abordagem dada no desenvolvimento deste trabalho é de meramente configurar condições mínimas iguais ou superiores ao pavimento existente na via, viabilizando recursos e técnicas disponíveis para acomodar as geometrias traçadas no item anterior. Por esta razão, fundamentam-se os resultados de espessuras obtidas no projeto em relação ao pavimento existente, o que se fez demonstrar nas inspeções de campo. A esse respeito, portanto, considera-



se uma solução tecnológica aquela suficientemente capaz de prover as condições técnicas equivalentes ou superiores à via existente e atender o tráfego local.

2.2.1 Análise dos levantamentos para restauração do pavimento

A análise dos parâmetros levantados em campo traduzem o atual estado estrutural do pavimento (infraestrutura e revestimento) dando subsídios a tomada de decisão dos trabalhos a serem executados para a restauração da via.

2.2.1.1 Levantamento Viga Benkelman

A Viga Benkelman é um dispositivo mecânico que mede, por meios não destrutivo, os deslocamentos verticais de um ponto de contato no pavimento, entre as duas rodas duplas de um caminhão, sob um eixo de carga, com uma determinada pressão de pneus e uma carga pré-estabelecida para esse eixo.

Desta forma, a Viga Benkelman mede a flecha máxima da linha de deformação elástica do pavimento sob a ação de uma carga.

Sendo assim, de forma a possibilitar a medição das deflexões do pavimento existente, para o segmento em estudo da Avenida Boqueirão, foram realizadas leituras em campo e análises dos resultados obtidos, buscando subsidiar a solução adotada para revitalização do pavimento existente, conforme apresentados a seguir.



Foto 1 – Levantamento Deflectométrico com Viga Benkelman, Av. Boqueirão

As medidas de deflexões recuperáveis com o emprego da Viga Benkelman foram realizadas para Avenida Boqueirão, correspondendo ao segmento do km 0+632,585 ao km 4+375,41. Conforme registro fotográfico apresentado na Foto-1.

Os levantamentos foram realizados de acordo com o método de ensaio DNER-ME 024/94



com espaçamento entre estações de ensaio de aproximadamente de 40 m em 40 m na trilha externa da faixa de tráfego mais carregada de cada uma das pistas (Pista Direita e Pista Esquerda). Sendo garantidas ainda, leituras alternadas entre Pista Direita e Pista Esquerda com espaçamento de 20 m em 20 m. Desta forma, a deflexão do pavimento no ponto de prova foi calculada através da seguinte.

equação:

$$D_o = (L_o - L_f).a/b$$

Onde:

Do - deflexão real ou verdadeira, em centésimo de milímetros;

Lo - leitura inicial, em centésimo de milímetros;

Lf - leitura final, em centésimo de milímetros;

a e b - dimensão da viga Benkelman, sendo “a” a distância entre a articulação e a ponta de prova e “b” a distância entre o extensômetro e a articulação (a/b – Constante da Viga Benkelman).

Os resultados obtidos para as deflexões medidas com a utilização da Viga Benkelman estão apresentados no capítulo dos Estudos Geotécnicos, os quais são reproduzidos a seguir nos Quadro 2 para Pista Direita e Quadro 3 para Pista Esquerda, considerando a análise dos resultados e o cálculo dos valores das deformabilidades característica ou de Projeto (Deflexão Característica – Dc ou Deflexão de Projeto Dp) e deformabilidade admissível (Deflexão Admissível – Dadm) da estrutura.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
MUNICÍPIO DE CANOAS



Quadro 2 – Levantamento Deflectométrico e análise dos resultados (Av. Boqueirão Pista Direita)

Constante da viga: 2.42

Rua: Avenida Boqueirão Data: 11/08/2020
 Trecho: Rua Liberdade - Avenida do Nazário
 Segmento: km 0+632,585 ao km 4+375,41 Pista Direita

CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN

Ensaio	Estaca	Posição	Latitude	Longitude	Leitura (mm)	Deflexões (0,01 mm)
VB-01	0+640	LD	483601.4210	6691804.5599	18	43.6
VB-02	0+680	LD	483641.2992	6691801.4416	17	41.1
VB-03	0+720	LD	483681.1775	6691798.3234	23	55.7
VB-04	0+760	LD	483721.0558	6691795.2051	29	70.2
VB-05	0+800	LD	483760.9309	6691792.0479	15	36.3
VB-06	0+840	LD	483800.7914	6691788.7101	10	24.2
VB-07	0+880	LD	483840.6519	6691785.3723	18	43.6
VB-08	0+920	LD	483880.5124	6691782.0345	23	55.7
VB-09	0+960	LD	483920.3729	6691778.6967	38	92.0
VB-10	1+000	LD	483960.2334	6691775.3589	20	48.4
VB-11	1+040	LD	484000.0939	6691772.0211	36	87.1
VB-12	1+080	LD	484039.9544	6691768.6834	12	29.0
VB-13	1+120	LD	484079.8149	6691765.3456	14	33.9
VB-14	1+160	LD	484119.6754	6691762.0078	7	16.9
VB-15	1+200	LD	484159.5359	6691758.6700	23	55.7
VB-16	1+240	LD	484199.3964	6691755.3322	34	82.3
VB-17	1+280	LD	484239.2569	6691751.9944	27	65.3
VB-18	1+320	LD	484279.1277	6691748.7845	23	55.7
VB-19	1+360	LD	484319.0122	6691745.7463	14	33.9
VB-20	1+400	LD	484358.8966	6691742.7081	20	48.4
VB-21	1+440	LD	484398.7811	6691739.6699	30	72.6
VB-22	1+480	LD	484438.6655	6691736.6317	37	89.5
VB-23	1+520	LD	484478.5500	6691733.5935	21	50.8
VB-24	1+560	LD	484518.4344	6691730.5552	10	24.2
VB-25	1+600	LD	484558.3189	6691727.5170	23	55.7
VB-26	1+640	LD	484598.2033	6691724.4788	31	75.0
VB-27	1+680	LD	484638.0878	6691721.4406	25	60.5
VB-28	1+720	LD	484677.9722	6691718.4024	28	67.8
VB-29	1+760	LD	484717.8567	6691715.3642	30	72.6
VB-30	1+800	LD	484757.7411	6691712.3260	25	60.5
VB-31	1+840	LD	484797.6256	6691709.2878	27	65.3
VB-32	1+880	LD	484837.5100	6691706.2496	20	48.4
VB-33	1+920	LD	484877.3945	6691703.2114	24	58.1
VB-34	1+960	LD	484917.2789	6691700.1732	27	65.3
VB-35	2+000	LD	484957.1634	6691697.1350	26	62.9
VB-36	2+040	LD	484997.0478	6691694.0968	30	72.6
VB-37	2+080	LD	485036.9322	6691691.0586	28	67.8
VB-38	2+120	LD	485076.8267	6691688.0204	32	77.4
VB-39	2+160	LD	485116.7211	6691685.0222	24	58.1
VB-40	2+200	LD	485156.6156	6691682.0240	21	50.8
VB-41	2+240	LD	485196.5100	6691679.0258	20	48.4
VB-42	2+280	LD	485236.4045	6691676.0276	26	62.9
VB-43	2+320	LD	485276.2989	6691673.0294	29	70.2
VB-44	2+360	LD	485316.1934	6691670.0312	23	55.7
VB-45	2+400	LD	485356.0878	6691667.0330	26	62.9
VB-46	2+440	LD	485396.0223	6691664.0348	30	72.6
VB-47	2+480	LD	485435.9167	6691661.0366	20	48.4
VB-48	2+520	LD	485475.8111	6691658.0384	19	46.0

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
MUNICÍPIO DE CANOAS



		Constante da viga: 2.42				
Rua:	Avenida Boqueirão			Data: 11/08/2020		
Trecho:	Rua Liberdade - Avenida do Nazário					
Segmento:	km 0+632,585 ao km 4+375,41		Pista Direita			
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN						
Ensaio	Estaca	Posição	Latitude	Longitude	Leitura (mm)	Deflexões (0,01 mm)
VB-49	2+560	LD	485515.7551	6691668.3444	23	55.7
VB-50	2+600	LD	485555.3026	6691674.3418	28	67.8
VB-51	2+640	LD	485594.8411	6691680.4000	24	58.1
VB-52	2+680	LD	485634.6012	6691684.6758	26	62.9
VB-53	2+720	LD	485674.0758	6691685.7600	24	58.1
VB-54	2+760	LD	485714.5236	6691683.8393	30	72.6
VB-55	2+800	LD	485754.4388	6691681.2365	21	50.8
VB-56	2+840	LD	485794.3541	6691678.6337	23	55.7
VB-57	2+880	LD	485834.2693	6691676.0309	22	53.2
VB-58	2+920	LD	485874.1845	6691673.4282	30	72.6
VB-59	2+960	LD	485914.0997	6691670.8254	27	65.3
VB-60	3+000	LD	485954.0150	6691668.2226	24	58.1
VB-61	3+040	LD	485993.9302	6691665.6198	31	75.0
VB-62	3+080	LD	486033.8454	6691663.0170	17	41.1
VB-63	3+120	LD	486073.7607	6691660.4142	29	70.2
VB-64	3+160	LD	486113.6759	6691657.8114	24	58.1
VB-65	3+200	LD	486153.6408	6691656.3144	32	77.4
VB-66	3+240	LD	486193.6400	6691656.0609	26	62.9
VB-67	3+280	LD	486233.6253	6691655.1181	28	67.8
VB-68	3+320	LD	486273.5491	6691652.6578	24	58.1
VB-69	3+360	LD	486313.4666	6691650.0904	27	65.3
VB-70	3+400	LD	486353.3842	6691647.5231	28	67.8
VB-71	3+440	LD	486393.3017	6691644.9557	19	46.0
VB-72	3+480	LD	486433.2192	6691642.3884	23	55.7
VB-73	3+520	LD	486473.1367	6691639.8210	26	62.9
VB-74	3+560	LD	486513.0543	6691637.2537	30	72.6
VB-75	3+600	LD	486552.9718	6691634.6864	28	67.8
VB-76	3+640	LD	486592.8893	6691632.1190	34	82.3
VB-77	3+680	LD	486632.8068	6691629.5517	27	65.3
VB-78	3+720	LD	486672.7243	6691626.9843	20	48.4
VB-79	3+760	LD	486712.6419	6691624.4170	24	58.1
VB-80	3+800	LD	486752.5594	6691621.8496	25	60.5
VB-81	3+840	LD	486792.4769	6691619.2823	22	53.2
VB-82	3+880	LD	486832.3944	6691616.7149	27	65.3
VB-83	3+920	LD	486872.3120	6691614.1476	21	50.8
VB-84	3+960	LD	486912.2295	6691611.5802	26	62.9
VB-85	4+000	LD	486952.1470	6691609.0129	24	58.1
VB-86	4+040	LD	486992.0645	6691606.4455	29	70.2
VB-87	4+080	LD	487031.9821	6691603.8782	21	50.8
VB-88	4+120	LD	487071.8996	6691601.3108	30	72.6
VB-89	4+160	LD	487111.8171	6691598.7435	29	70.2
VB-90	4+200	LD	487151.7346	6691596.1761	25	60.5
VB-91	4+240	LD	487191.6522	6691593.6088	20	48.4
VB-92	4+280	LD	487231.5697	6691591.0414	23	55.7
VB-93	4+320	LD	487271.4872	6691588.4741	25	60.5
VB-94	4+360	LD	487311.4047	6691585.9067	28	67.8

ESTATÍSTICA	
Distância:	59.4
S:	13.8
CV:	23.2
D _p :	73.2

Deflexão característica (D _p)	73.2	(x 0,01 mm)
Deflexão admissível (D _{adm})	47.1	(x 0,01 mm)

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
MUNICÍPIO DE CANOAS



Quadro 3 – Levantamento Deflectométrico e análise dos resultados (Av. Boqueirão Pista Esquerda)

ste		Constante da viga: 2.42				
Rua:	Avenida Boqueirão			Data: 11/08/2020		
Trecho:	Rua Liberdade - Avenida do Nazário			Pista Esquerda		
Segmento:	km 0+632,585 ao km 4+375,41					
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN						
Ensaio	Estaca	Posição	Longitude	Latitude	Leitura (mm)	Deflexões (0,01 mm)
VB-95	4+340	LE	487291.4460	6691587.1904	38	92.0
VB-96	4+300	LE	487251.5284	6691589.7577	31	75.0
VB-97	4+260	LE	487211.6109	6691592.3251	27	65.3
VB-98	4+220	LE	487171.6934	6691594.8924	29	70.2
VB-99	4+180	LE	487131.7759	6691597.4598	26	62.9
VB-100	4+140	LE	487091.8584	6691600.0271	23	55.7
VB-101	4+100	LE	487051.9408	6691602.5945	20	48.4
VB-102	4+060	LE	487012.0233	6691605.1618	18	43.6
VB-103	4+020	LE	486972.1058	6691607.7292	24	58.1
VB-104	3+980	LE	486932.1883	6691610.2965	26	62.9
VB-105	3+940	LE	486892.2707	6691612.8639	20	48.4
VB-106	3+900	LE	486852.3532	6691615.4312	22	53.2
VB-107	3+860	LE	486812.4357	6691617.9986	21	50.8
VB-108	3+820	LE	486772.5182	6691620.5659	29	70.2
VB-109	3+780	LE	486732.6006	6691623.1333	32	77.4
VB-110	3+740	LE	486692.6831	6691625.7006	24	58.1
VB-111	3+700	LE	486652.7656	6691628.2680	28	67.8
VB-112	3+660	LE	486612.8481	6691630.8353	22	53.2
VB-113	3+620	LE	486572.9305	6691633.4027	26	62.9
VB-114	3+580	LE	486533.0130	6691635.9700	22	53.2
VB-115	3+540	LE	486493.0955	6691638.5374	28	67.8
VB-116	3+500	LE	486453.1780	6691641.1047	24	58.1
VB-117	3+460	LE	486413.2604	6691643.6721	26	62.9
VB-118	3+420	LE	486373.3429	6691646.2394	20	48.4
VB-119	3+380	LE	486333.4254	6691648.8068	23	55.7
VB-120	3+340	LE	486293.5079	6691651.3741	31	75.0
VB-121	3+300	LE	486253.5903	6691653.9415	30	72.6
VB-122	3+260	LE	486213.6728	6691656.5088	37	89.5
VB-123	3+220	LE	486173.7552	6691659.0762	25	60.5
VB-124	3+180	LE	486133.8377	6691661.6435	29	70.2
VB-125	3+140	LE	486093.9201	6691664.2109	22	53.2
VB-126	3+100	LE	486053.0026	6691666.7782	25	60.5
VB-127	3+060	LE	486013.0850	6691669.3456	30	72.6
VB-128	3+020	LE	485973.1675	6691671.9129	28	67.8
VB-129	2+980	LE	485933.2500	6691674.4803	17	41.1
VB-130	2+940	LE	485893.3324	6691677.0476	20	48.4
VB-131	2+900	LE	485853.4149	6691679.6150	23	55.7
VB-132	2+860	LE	485813.4973	6691682.1823	26	62.9
VB-133	2+820	LE	485773.5798	6691684.7497	19	46.0
VB-134	2+780	LE	485733.6622	6691687.3170	24	58.1
VB-135	2+740	LE	485693.7447	6691689.8844	28	67.8
VB-136	2+700	LE	485653.8271	6691692.4517	20	48.4
VB-137	2+660	LE	485613.9096	6691695.0191	21	50.8
VB-138	2+620	LE	485573.9920	6691697.5864	30	72.6
VB-139	2+580	LE	485533.0745	6691700.1538	24	58.1
VB-140	2+540	LE	485493.1569	6691702.7211	27	65.3
VB-141	2+500	LE	485453.2394	6691705.2885	21	50.8
VB-142	2+460	LE	485413.3218	6691707.8558	23	55.7
VB-143	2+420	LE	485373.4043	6691710.4232	29	70.2
VB-144	2+380	LE	485333.4867	6691712.9905	27	65.3

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
MUNICÍPIO DE CANOAS



		Constante da viga: 2.42				
Rua:	Avenida Boqueirão		Data: 11/08/2020			
Trecho:	Rua Liberdade - Avenida do Nazário					
Segmento:	km 0+632,585 ao km 4+375,41		Pista Esquerda			
CONTROLE TECNOLÓGICO - VIGA BENKELMAN						
Ensaio	Estaca	Posição	Longitude	Latitude	Leitura (mm)	Deflexões (0,01 mm)
VB-145	2+340	LE	485296.3670	6691674.3398	18	43.6
VB-146	2+300	LE	485256.4959	6691677.5477	23	55.7
VB-147	2+260	LE	485216.6232	6691680.7358	20	48.4
VB-148	2+220	LE	485176.7104	6691683.3668	27	65.3
VB-149	2+180	LE	485136.7559	6691685.2669	22	53.2
VB-150	2+140	LE	485096.7956	6691687.0472	19	46.0
VB-151	2+100	LE	485056.8745	6691689.5396	30	72.6
VB-152	2+060	LE	485016.9900	6691692.5777	28	67.8
VB-153	2+020	LE	484977.1056	6691695.6159	23	55.7
VB-154	1+980	LE	484937.2211	6691698.6541	26	62.9
VB-155	1+940	LE	484897.3367	6691701.6923	24	58.1
VB-156	1+900	LE	484857.4522	6691704.7305	16	38.7
VB-157	1+860	LE	484817.5678	6691707.7687	25	60.5
VB-158	1+820	LE	484777.6833	6691710.8069	20	48.4
VB-159	1+780	LE	484737.7989	6691713.8451	28	67.8
VB-160	1+740	LE	484697.9144	6691716.8833	29	70.2
VB-161	1+700	LE	484658.0300	6691719.9215	20	48.4
VB-162	1+660	LE	484618.1455	6691722.9597	24	58.1
VB-163	1+620	LE	484578.2611	6691725.9979	33	79.9
VB-164	1+580	LE	484538.3766	6691729.0361	28	67.8
VB-165	1+540	LE	484498.4922	6691732.0744	26	62.9
VB-166	1+500	LE	484458.6077	6691735.1126	27	65.3
VB-167	1+460	LE	484418.7233	6691738.1508	20	48.4
VB-168	1+420	LE	484378.8388	6691741.1890	27	65.3
VB-169	1+380	LE	484338.9544	6691744.2272	24	58.1
VB-170	1+340	LE	484299.0699	6691747.2654	30	72.6
VB-171	1+300	LE	484259.1854	6691750.3037	28	67.8
VB-172	1+260	LE	484219.3009	6691753.3419	20	48.4
VB-173	1+220	LE	484179.4164	6691757.0011	19	46.0
VB-174	1+180	LE	484139.5319	6691760.3389	24	58.1
VB-175	1+140	LE	484099.6474	6691763.6767	26	62.9
VB-176	1+100	LE	484059.7629	6691767.0145	29	70.2
VB-177	1+060	LE	484020.0242	6691770.3522	22	53.2
VB-178	1+020	LE	483980.1397	6691773.6900	20	48.4
VB-179	0+980	LE	483940.2552	6691777.0278	25	60.5
VB-180	0+940	LE	483900.3707	6691780.3656	29	70.2
VB-181	0+900	LE	483860.4862	6691783.7034	19	46.0
VB-182	0+860	LE	483820.6017	6691787.0412	17	41.1
VB-183	0+820	LE	483780.7172	6691790.3790	23	55.7
VB-184	0+780	LE	483740.8327	6691793.7168	22	53.2
VB-185	0+740	LE	483700.9482	6691797.0546	26	62.9
VB-186	0+700	LE	483661.0637	6691800.3924	28	67.8
VB-187	0+660	LE	483621.1792	6691803.7302	27	65.3

ESTATÍSTICA	
Desv.:	60.0
S:	10.5
CV:	17.5
D _p :	70.5

Deflexão característica (D _p)	70.5	(x 0,01 mm)
Deflexão admissível (D _{adm})	47.1	(x 0,01 mm)



a) Avaliação estrutural do pavimento existente

a.1) Número de solicitação do eixo padrão rodoviário – N

Conforme apresentado capítulo dos estudos de tráfego e reproduzido na Tabela 1 do presente relatório de projeto, os valores para o número N AASTO e N USACE considerados para a Av. Boqueirão para um período de 10 anos, são os seguintes

- NAASHTO = 2,30 E+07 e NUSACE = 3,93 E+07

a.2) Determinação da Deflexão Característica – (Dc)

A Deflexão medida (Dc), que caracteriza o segmento, é obtida pela expressão:

Desta forma, Dc = 73,2 x 10⁻² mm (Pista Direita)

Dc = 70,5 x 10⁻² mm (Pista Esquerda)

a.3) Determinação da Deflexão Admissível – (Dadm)

A Deflexão Admissível (Dadm), é obtida pela seguinte expressão:

$$Dadm = 10^{(3,01 - 0,176 \times \log(N))}$$

Desta forma, Dadm = 47,1 x 10⁻² mm (Pista Direita e Pista Esquerda)

2.2.1.2 Levantamento Visual Contínuo (LVC)

Nesta etapa foi realizado em campo o cadastramento dos defeitos do pavimento existente com base no procedimento DNIT 008/2003 – PRO que fixa as condições exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis pelo processo de Levantamento Visual Contínuo, determinando se o ICPF – Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis, o cálculo do IGGE – Índice de Gravidade Global Expedido e do IES – Índice do Estado de Superfície do Pavimento. A extensão adotada para o segmento de análise foi de 100 metros para as avaliações, desta forma foram selecionados 38 segmentos para a pista da direita (PD), e 38 segmentos para a pista da esquerda (PE), analisando ambas as faixas de tráfego simultaneamente.

2.2.1.3 Sondagem do Pavimento Existente

O Boletim de sondagem apresenta as informações coletadas para as 08 (oito) sondagens realizadas no segmento em estudo da Avenida Boqueirão. Para fins de análise as estruturas de pavimento foram consideradas, com base nestas sondagens, como representativas do segmento em análise, as duas estruturas elencadas na sequência:

Estrutura 1:

- Revestimento de CBUQ 10,0 cm
- Base de BGS 21,5 cm



- Sub-base de Areia Grossa 31,0 cm
- Reforço Subleito de Argila 15,5 cm

Estrutura 2:

- Revestimento de CBUQ 8,0 cm
- Base e Sub-base de Saibro 31,0 cm
- Reforço Subleito de Argila 9,2 cm

3. PROJETO DE RESTAURAÇÃO

O projeto de restauração foi desenvolvido com a finalidade de estabelecer a revitalização do pavimento flexível do segmento em estudo da Avenida Boqueirão no Município de Canoas/RS, desta forma, foi elaborado buscando propor uma solução que possibilite revitalizar o revestimento flexível existente considerando a análise das estruturas conforme apresentado anteriormente no capítulo 2.2.1 – Sondagem do Pavimento Existente, deste memorial. Para isso, foi adotado como método de análise o Método Mecanístico-Empírico (Método-ME), utilizando-se o consagrado software MePADS de análise mecanística de pavimento flexível e semirígido da CSIR-Transportes e forma a caracterizar a estrutura existente. Também sendo adotado, para o presente caso, a análise mecanística das estruturas de forma a possibilitar o dimensionamento adequado do reforço a ser aplicado sobre a superfície fresada de revestimento betuminoso.

3.1. Análise da Estrutura 1

3.1.1 Parâmetros do Pavimento

a) Estrutura do Pavimento Existente

Foram utilizados como parâmetros de pavimento existente a Estrutura 1, definida com base nas sondagens do pavimento existente e apresentada no capítulo 2.2.1 – Sondagem do Pavimento Existente, deste relatório.

b) Categoria da Via e Tráfego

Foram adotados a Categoria **B** para a Via e Classe de Tráfego **ES10**.

c) Região Climática

Foi adota a Região Moderada, mostrada na Figura 3

d) Afundamento de Trilha de Rodas Terminal

Foi adotado o valor de 10 mm.

3.1.2. Retroanálise do Pavimento Existente para Estrutura 1

Na sequência serão apresentadas telas com os parâmetros utilizados e os resultados obtidos.

3.1.3. Módulo resiliente das camadas do pavimento existente para a Estrutura 1



Com base nas informações apresentadas pela retroanálise da estrutura existente, pode-se considerar que o módulo resiliente das camadas do pavimento existente, quando considerada a análise da estrutura 1, são as apresentadas a seguir, considerando espessura mínima do revestimento betuminoso 10,0 cm.

- Camada de concreto asfáltico 2450 MPa.
- Camada de base de BGS 160 MPa.
- Sub-base de Areia Grossa e Reforço de Argila 80 MPa.
- Camada do subleito 60 MPa.

3.2. Análise da Estrutura 2

3.2.1 Parâmetros do Pavimento

a) Estrutura do Pavimento Existente

Foram utilizados como parâmetros de pavimento existente a Estrutura 2, definida com base nas sondagens do pavimento existente e apresentada no capítulo 2.2.1 – Sondagem do Pavimento Existente, deste relatório.

b) Categoria da Via e Tráfego

Foram adotados a Categoria **B** para a Via e Classe de Tráfego **ES10**.

c) Região Climática

Foi adota a Região Moderada.

d) Afundamento de Trilha de Rodas Terminal

Foi adotado o valor de 10 mm.

3.2.2. Retroanálise do Pavimento Existente para Estrutura 2

Na sequência são apresentadas telas com os parâmetros utilizados e os resultados obtidos.

3.2.3. Módulo resiliente das camadas do pavimento existente para a Estrutura 2

Com base nas informações apresentadas pela retroanálise da estrutura existente, pode-se considerar que o módulo resiliente das camadas do pavimento existente, quando considerada a análise da estrutura 2, são as apresentadas a seguir, considerando espessura mínima do revestimento betuminoso 10,0 cm.

- Camada de concreto asfáltico 2450 MPa.
- Camada de base de BGS 160 MPa.
- Sub-base de Areia Grossa e Reforço de Argila 80 MPa.
- Camada do subleito 60 MPa.



3.3. Dimensionamento do reforço sobre superfície fresada

Será utilizada a análise mecanística de forma a possibilitar o dimensionamento adequado de um reforço sobre a superfície fresada de revestimento betuminoso. Na sequência será desenvolvido o dimensionamento do reforço do pavimento para as duas estruturas analisadas para a Avenida Boqueirão, no segmento entre a Rua Liberdade e a Avenida do Nazário.

3.3.1. Procedimento de Cálculo da espessura do reforço em concreto asfáltico sobre uma superfície fresada

O Cálculo da espessura do reforço em concreto asfáltico sobre uma superfície fresada deverá ser efetuado de acordo com a seguinte equação:

$$H_{ref} = \frac{\left[\left(\frac{D_{adm}}{Dc} \right)^{-0,625} - 1 \right] \times 2,54 \times SNC + a_1 Hc}{a}$$

Onde:

H_{ref} – espessura de reforço em concreto asfáltico sobre uma superfície fresada;

Hc – espessura de fresagem a frio do revestimento betuminoso existente;

Dc – deflexão característica do segmento em (0,01mm);

D_{adm} – deflexão admissível do segmento em (0,01mm);

SNC – número estrutural do pavimento existente;

- Calculado em função da deflexão característica (Benkelman) do pavimento existente

$$SNC = \left(\frac{Dc}{650} \right)^{-0,625}$$

a – coeficiente estrutural da mistura nova de concreto asfáltico;

3.4. Solução Técnica Adotada

A luz das análises dos cálculos, verifica-se que ao considerar os resultados obtidos para ambas as estruturas, pode-se concluir que estas apresentam deficiência estrutural, tão somente, no revestimento betuminoso. Desta forma, a solução técnica indicada que se mostra mais eficaz, tanto para Estrutura 1 quanto para a Estrutura 2, consiste em: **Fresagem a frio de 5,0 cm** do revestimento betuminoso existente e recomposição com **7,0 cm de CBUQ** densamente graduado e com valor de módulo resiliente ≥ 3.000 Mpa.

O recapeamento simples foi descartado haja vista que acarretaria uma elevação do greide do



pavimento existente que aterraria os meios-fios existentes e implicaria no estrangulamento das seções hidráulicas das bocas de lobo existentes. Também, a fresagem em espessuras maiores que a indicada de 5,0 cm, poderia acarretar danos a camada remanescente de CBUQ.

A partir do Levantamento Visual Contínuo (LVC) foi possível determinar que o segmento do km 3+000 ao km 3+400, em ambas as pistas demonstrou intervenção recente, e sem defeitos ou patologias, sendo assim esse segmento será desconsiderado para a restauração.

De forma a compatibilizar a solução de revitalização do pavimento existente à solução de implantação do pavimento novo, ambas camadas finais de rolamento possuem a mesma espessura, devendo então ser executadas simultaneamente.

3.5. Reparos Localizados

Durante a execução da Fresagem do revestimento, deverá ser verificado a necessidade de execução de reparos localizados profundos, em função de possíveis patologias decorrentes das camadas inferiores do pavimento. Devido ao elevado grau de deformabilidade do revestimento e ao excesso de remendos existentes, não foi possível identificar com precisão os locais onde estas intervenções venham a ser necessárias. Desta forma o projeto de restauração está propondo um quantitativo correspondente a 3% da área total de pista de rolamento para eventuais intervenções, podendo, ou não, ser utilizado pela executora do serviço. A execução desses quantitativos deverá ser acompanhada pela fiscalização do contrato.

4. SEÇÃO TRANSVERSAL

O segmento em estudo é contemplado com pista dupla, possuindo 9,0 m de largura cada uma das pistas (PD e PE) e contendo três faixas de tráfego de 3,0 m (FD, FC e FE). O canteiro central totaliza 5,0 m de largura.

No AnexoII é apresentado o detalhamento da seção transversais tipo do pavimento, bem como a planta de manchas adotada para auxiliar na elaboração dos quantitativos dos Projetos de Implantação e Restauração.

5. PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

O Projeto de Sinalização estabelece os dispositivos que têm por finalidade orientar, regulamentar e advertir sobre perigos potenciais ao usuário, por meio de informações úteis e/ou necessárias ao seu deslocamento seguro e eficiente, atendendo às exigências normativas de circulação e de operação da via.

A sinalização proposta obedece a princípios, tais como: visibilidade e legibilidade diurnas e noturnas, compreensão rápida do significado das indicações, informações, advertência e conselhos educativos



6 QUALIFICAÇÃO TÉCNICA

6.1. Declaração formal, conforme modelo anexo, de disponibilidade dos equipamentos adequados à realização do objeto, bem como do pessoal técnico adequado e de indicação do(s) Responsável(eis) Técnico(s) pela execução do objeto da licitação, devidamente registrado(s) no CREA assinada por representante legal ou por procurador / credenciado, munido de procuração hábil, nos termos da Lei, ou de carta de credenciamento, nos termos do modelo anexo.

6.2. Comprovação de Capacidade Técnica Profissional, através da apresentação de Atestado(s) de Capacidade Técnica, fornecido por pessoa jurídica de direito público ou privado, devidamente registrado pelo CREA e acompanhado(s) da(s) CAT(s) (Certidão de Acervo Técnico) emitida(s) por CREA, comprovando, na data prevista para entrega da proposta, a execução de serviços similares, sendo no mínimo a execução de serviços de fresagem, recapeamento com concreto asfáltico e pavimentação com blocos de concreto. O profissional do referido atestado deverá ser relacionado como responsável técnico pela obra a ser contratada por meio de uma “declaração de responsabilidade técnica”, nos termos do modelo anexo.

6.3. Prova de Capacidade Técnica Operacional, através de atestado(s) de Capacidade Técnica, expedido por pessoas jurídicas de direito público ou privado, acompanhado(s) da(s) CAT(s) do profissional, devidamente registrado(s) pelo CREA, comprovando, na data prevista para entrega da proposta, a execução de serviços similares, sendo no mínimo:

- 30.000 m² de fresagem;
- 2.000 m³ de recapeamento com Concreto Asfáltico. O quantitativo de concreto asfáltico pode ser apresentado em m³ ou tonelada.

6.4. O(s) Atestado(s) deverão conter as seguintes informações: nome do Contratado e do Contratante, descrição dos serviços executados, com indicação de suas quantidades, e o n°. da ART ou do Contrato. O(s) nome(s) do(s) profissional(is) deverá(ão) constar no(s) atestado(s) e na(s) respectiva(s) CAT(S).

6.5. Prova de Registro da licitante e do(s) Responsável (is) Técnico(s) indicado(s) junto ao CREA, através de certidão (ões), dentro de seu prazo de validade.

6.6. Usina de Asfalto, apresentar Declaração de Operacionalidade e Localização, conforme Anexo XI, da usina de asfalto à quente. No caso da licitante contar com usina de terceiros, deverão ser atendidas todas as exigências do presente edital, devendo ser anexado, também, declaração específica da proprietária de que colocará a mesma à disposição da licitante e da obra objeto do presente edital, assinada pelo representante legal da proprietária com firma reconhecida em cartório.

6.7. Licença de Operação (LO) da Usina de Asfalto à Quente, fornecida pela FEPAM OU ÓRGÃO CORRESPONDENTE, com data de validade no dia da abertura desta licitação.



7 TERNO DE REFERÊNCIA

7.1 Descrição da obra

O presente memorial descritivo refere-se à execução de recapeamento da Av. Boqueirão nos trechos E 0+632 à E 3+000 e E 4+375 à E 3+400. Com as seguintes soluções propostas

7.2 Demolição e remoção da camada de revestimento asfáltico existente

O processo de demolição da camada de revestimento consiste no conjunto de operações e seus respectivos equipamentos das quais uma porção de um pavimento é removida, neste caso, por processo mecânico (fresagem), transportada e disposta em local selecionado. Salienta-se que a escolha dos equipamentos deve ser criteriosa quando a sua utilização em áreas urbanas, selecionando àqueles com menor índice de ruídos e caminhões leves. A execução desses serviços é de responsabilidade da contratada para execução da obra, sendo essa a responder civil e criminalmente além de garantir a solidez, segurança e qualidade. A sequência de execução deve obedecer:

- a) Delimitação das áreas a serem fresadas e definição da profundidade de remoção conforme projeto;
- b) Abertura da caixa de remoção segundo paredes verticais até a profundidade indicada no projeto. Donde se verificar a necessidade, executar-se-á ajustes na espessura;
- c) verificar e corrigir, se necessário, possíveis imperfeições na superfície da base a fim de manter o terreno regular;
- d) Carregar e transportar o material oriundo da operação para bota-fora apropriado, devendo ser disposto de forma a não prejudicar a configuração existente e não interferir no processo de escoamento de águas superficiais, minimizando assim os impactos ambientais.

7.3 Pavimentação

Os serviços de pavimentação serão realizados com Concreto Asfáltico (CA) faixa “C”, sendo que para a solução adotada seguir-se-á a seguinte sequência executiva:

- Limpeza mecânica e manual da área que receberá o revestimento;
- Execução de pintura de ligação com RR 2C;
- Execução do revestimento com vibro acabadora e posterior compactação.



7.4 Pintura de ligação RR-2C

Pintura de ligação consiste basicamente na camada que tem por objetivo promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. Deverá ser aplicada sobre a camada de CA existente. A execução desses serviços é de responsabilidade da contratada para execução da obra, sendo essa a responder civil e criminalmente além de garantir a solidez, segurança e qualidade. A sequência de execução deve obedecer:

a) Após a completa limpeza da superfície existente aplica-se a pintura de ligação RR-2C com taxa de aplicação de 0,80 l/m² a 1,00 l/m²;

b) Caso haja falha na aplicação do ligante deverá ser imediatamente corrigido com o emprego do espargidor manual (“caneta”), ou, se verificado que necessário, refazimento da pintura asfáltica.

6.5 Concreto asfáltico

Concreto Asfáltico (CA) é o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral gráudo, material de enchimento, material mineral miúdo e material betuminoso, espalhado e comprimido a quente sobre a base compactada devidamente imprimada de modo a apresentar após compactado a espessura do projeto. Todos os materiais deverão atender as especificações da Secretaria Municipal de Obras de Canoas. Deverá ser usado como o traço do CA, a faixa “C” do DNIT e como material betuminoso o cimento asfáltico de penetração 50/60, aditado com dope para ligante quando tratar-se de agregados oriundos da britagem do granito. O Agregado miúdo poderá ser areia, pó de pedra ou a mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada forma angular, livre de torrões de argila e substâncias nocivas. Deverá apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 55% (cinquenta e cinco por cento). O material de enchimento deverá ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como: cal extinta, calcários, etc. e que atendam a seguinte granulometria:

PENEIRA	PERCENTAGEM MÍNIMA PASSANDO (%)
Nº 40	100
Nº 80	95
Nº 200	65

A Empresa responsável pela execução do CA deverá apresentar o projeto da mistura betuminosa e a respectiva fórmula de usina, composta em proporções tais que satisfaça os requisitos das faixas granulométricas exigidas pelas normas vigentes. O teor de asfalto deverá situar-se entre 4,5% e 7,0%. Os serviços de espalhamento da mistura betuminosa, somente poderão ser realizados, depois da base de brita graduada estar com a imprimação executada e isenta de materiais soltos na pista. O concreto betuminoso deverá ser transportado da usina para a pista em caminhões basculantes coberto com uma lona, para manter-se a temperatura da mistura, não devendo ser aplicado na pista com temperatura menor que 100°C (cem graus centígrados). O



concreto betuminoso será distribuído na pista com uma vibro acabadora, permitindo a obtenção de uma camada na espessura indicada no projeto. Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso terá início a rolagem, com rolos de pneus de pressão variável e rolo liso. A compactação será iniciada pelos bordos longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas emendas de construção, tanto longitudinais como transversais, deverão ser cortadas de modo obter-se juntas verticais. Antes de colocar-se a mistura nova adjacente a uma junta cortada, aplicar-se-á à superfície de contato uma camada fina e uniforme do mesmo material betuminoso usado na mistura.

Todos os materiais deverão ser analisados em laboratório de solos, obedecendo as especificações vigentes. Serão ensaiados, a qualidade dos agregados, a quantidade de ligante na mistura, granulometria na mistura dos agregados, controle da temperatura: dos agregados, do ligante e da mistura betuminosa, na usina. Na mistura também será verificado a temperatura no momento do espalhamento e no início da rolagem na pista. Para verificar-se a estabilidade e a fluência da mistura serão executados ensaios do tipo Marshall. O controle da compactação da mistura betuminosa deverá ser feito através da medição da densidade aparente de corpos de prova, extraídos da mistura betuminosa compactada na pista, através de brocas rotativas. Também poderá ser feito, medindo-se as densidades aparente dos corpos de prova extraídos da pista e comparando-as com as densidades aparentes de corpos de prova moldados no local. A relação entre estas duas densidades não deverá ser inferior a 100%(cem por cento). A espessura da camada será medida pelos corpos de prova na pista, ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Será admitido a variação de $\pm 10\%$ (dez por cento) da espessura do projeto para pontos isolados e até 5%(cinco por cento) da redução da espessura em 10(dez) medidas sucessivas. A superfície concluída não deverá apresentar depressões superiores a 0,5(meio) centímetro, entre 2 (dois) pontos quaisquer de contato, quando verificada através de uma régua de 3,0 metros e outra de 1,0(um) metro, colocadas paralelamente e em ângulo reto ao eixo da rua, respectivamente.

7.6 Cimento Asfáltico De Petróleo A Granel (CAP) 50/70 - item com BDI diferenciado.

Insumo utilizado na usinagem do concreto asfáltico.

- Para fins de **licitação** será considerado o teor máximo de 6%, em toneladas, na composição do concreto asfáltico, conforme coeficiente utilizado na composição 72962 da tabela SINAPI.
- Para fins de **medição** será utilizada a **NORMA DNIT 031/2006 – ES (P avimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço).**

“ 8 Critério de medição

b) a quantidade de cimento asfáltico aplicada é obtida pela média aritmética dos valores medidos na usina, em toneladas.”

- c) Para fins de **medição** será considerado o teor de projeto apresentado pela licitante vencedora, observando-se o percentual máximo apresentado na alínea “a”, aceitando-se uma variação de $\pm 0,3\%$.



7.7 Transporte

Serviço previsto para o transporte do CBUQ conforme planilha orçamentária.

a) Para fins de **licitação** será considerada a **DMT Máxima de 30 KM**

b) Para fins de **medição** será utilizada a DMT apresentada pela empresa vencedora e aferida pela fiscalização da DPOV/SMO, ficando limitada a no **máximo 30 km**.

7.8 Meios-fios de concreto pré-moldado

Os meios-fios de concreto devem ser pré-moldados num comprimento de 1,0(um) metro cada unidade e altura de 30(trinta) cm, conforme detalhe em projeto. Para a confecção dos meios-fios o concreto deverá ter um consumo mínimo de 350(trezentos e cinquenta) quilos por metro cúbico com resistência a compressão simples de 25 Mpa e atender as Normas Técnicas da ABNT. As faces aparentes deverão apresentar uma textura lisa e homogênea resultante do contato direto com as formas metálicas, não sendo aceitas peças com defeito construtivos, lascadas, retocadas ou acabadas com trinchas e desempenadeiras. Nas esquinas serão usadas unidades em curvas de acordo com o projeto. O assentamento dos meios-fios será diretamente sobre a base acabada, para isso a mesma deverá ser executada com uma sobre largura de 15 (quinze)cm para permitir o apoio dos mesmos. Para o acerto das alturas dos meios-fios deverá ser usado um material incompressível, tais como: pó de pedra, areia ou argamassa de cimento e areia. A medida que as peças forem assentadas e alinhadas, após o rejuntamento, deverá ser colocado o material para o encosto, em camadas de 10 (dez) cm e largura mínima de 1,00 metro, com material local, devidamente compactado com soquetes manuais. Após o assentamento, o escoramento e o alinhamento, as juntas serão rejuntadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

De cada 100 (cem) peças de meios-fios, será retirada uma amostra para os ensaios de resistência a compressão simples e desgaste. Caso os resultados não estejam dentro das Especificações, serão ensaiadas mais duas amostras e não atendendo, todo o lote será rejeitado.

7.9 Sinalização

A sinalização a ser implantada possui os seguintes objetivos:

- Coordenar sentidos de tráfego;
- Esclarecer preferências de circulação;
- Demarcar pontos de embarque e desembarque do transporte público;
- Posicionar os veículos de forma que o trânsito possua fluidez;
- Permitir e proibir conversões;
- Indicar locais de interesse;
- Advertir sobre situações de risco.

Esses objetivos são cumpridos mediante o emprego de placas, pinturas no pavimento e dispositivos auxiliares. Suas formas e posicionamentos seguem os preceitos do Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL,1997), complementados pelo Manual



Brasileiro de Sinalização de Trânsito (BRASIL,2007) e pela publicação Instruções para Sinalização Rodoviária do Departamento Autônomo de Estradas e Rodagens do Estado do Rio Grande do Sul (DAER, 2006).3

7.9.1 Diretrizes

O aspecto de segurança viária foi analisado em função dos parâmetros geométricos do traçado, proporcionando aos usuários amplas informações sobre as condições da via, posicionando sinais específicos a fim de minimizar as possibilidades de acidentes. A sinalização prevista para as vias da cidade foi elaborada de acordo com as diretrizes:

- Novo Código de Trânsito Brasileiro (Lei n.º 9.503, de 23 de Setembro de 1997) e seu anexo II – sinalização;
- Resolução Nº 160 de 22 de Abril de 2004;
- Resolução Nº 180 de 26 de Agosto de 2005 do Contran (sinalização vertical de Regulamentação);
- Resolução Nº 243, de 22 de Junho de 2007 (sinalização vertical de Advertência);
- Resolução Nº 236, de 11 de Maio de 2007 do Contran (sinalização horizontal);
- Instruções para Sinalização de Rodovias do DAER de Novembro/2013;

Ainda, a manutenção e adequação das lombadas físicas devem seguir a Resolução Contran 600/2016.

Os desenhos constantes no Projeto Preliminar mostram, esquematicamente, as posições em relação às vias onde deverão ser implantadas as placas, bem como as formas, símbolos e mensagens, além da pintura sobre o pavimento.

Entretanto, ressalta-se que esse projeto de sinalização é de caráter preliminar. Ainda, as vias que compõem esse Projeto Preliminar são vias já consolidadas na cidade de Canoas, que já possuem sinalização horizontal e vertical implantada. Esse projeto trata-se, portanto, de diretrizes para implantação de sinalização viária conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, do Conselho Nacional de Trânsito.

Ressalta-se também que não foram representados todos os mobiliários urbanos existentes, tais como postes, rebaixos de meio-fio e vegetação. A Sinalização viária apresentada neste documento, deverá, portanto, ser compatibilizada in loco, se necessário, por causa de possíveis interferências.

Por fim, destaca-se que todas as medidas devem ser conferidas no local. Toda a sinalização viária

deverá seguir as especificações dos Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito. Caso houver discrepância, implantar segundo o Manual.

7.9.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é composta por placas ou painéis posicionados na lateral ou sobre a via.

De acordo com o DAER/RS (2013), de forma a:



- Informar sobre as obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o uso da via;
- Advertir sobre os riscos ou mudanças de condições da via, passagem de pedestres ou travessias urbanas.
- Indicar direções, distâncias, serviços e pontos de interesse.
- Educar.

O projeto preliminar da sinalização vertical segue as indicações do Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro, dos volumes I e II do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito e da publicação Instruções para Sinalização Rodoviária do Departamento Autônomo de Estradas e Rodagens do Estado do Rio Grande do Sul, lançado em novembro de 2013.

7.9.3 Materiais

As placas de sinalização vertical deverão ser confeccionadas nos seguintes materiais:

- Chapas de aço laminado a frio e galvanizado por imersão a quente, nas bitolas de 16 e 18, com espessura de 1,25mm, para placas laterais à rodovia;
- Placas elevadas deverão ser com chapas de alumínio com espessura de 1,5mm, 2,0mm ou 3,00mm, liga AA5052;
- A pintura deverá ser executada por um processo que garanta a durabilidade da placa por um período de no mínimo 05 anos;
- A pintura deverá ser executada após corte, furação e arremates;
- O verso das placas deve receber uma demão de tinta esmalte sintético na cor preto fosco.

A chapa metálica possuirá uma demão de wash-primer, a base de cromato de zinco, se for de alumínio, ou uma demão de primer à base de epóxi, se for de aço. A face principal da placa é executada em película refletiva com esferas inclusivas, não apresentando rugas, bolhas ou cortes.

Quanto a refletorização das placas serão utilizadas películas do tipo alta Intensidade tipo III – Alta Intensidade prismática. (segundo NBR 14.891:2012) ou similar. O material utilizado deve estar de acordo com o disposto na NBR 14644:2013 que trata sobre os requisitos das películas para sinalização vertical.

7.9.4 Suportes

Deverão ser utilizados suportes com tubos de aço galvanizado a quente. Conforme a área da placa, os suportes serão simples (denominados S1) ou duplos (S2). O diâmetro do suporte pode variar conforme a área de placa implantada. Da seguinte forma:

- Área de até 1m², suporte simples de 2”.
- Área de 1 a 2 m² o suporte deverá ser duplo e com diâmetro de 2”.
- Área de 2 a 3 m² os suportes deverão ser duplo com diâmetro de 3” a 4”.
- Área maior que 3m² suporte duplo metálico de 4”.

Nas zonas urbanas, deverá ser obedecida a altura livre de 2m a 2,2m.



7.9.5 Posicionamento

As placas devem ser posicionadas no lado direito da via, formando um ângulo de 90° a 95° em relação ao eixo longitudinal da via. Em vias de pista duplas, separadas por canteiro divisores, os sinais podem ser repetidos do lado esquerdo da via. A borda inferior dos sinais deve ficar a no mínimo 1,20m de altura em relação a pista, quando colocada na lateral da via.

7.9.6 Execução

Os parafusos para a fixação dos sinais em suportes metálicos deverão ser do tipo francês e galvanizado, com duas arruelas lisas (uma em cada extremo) e uma arruela de borracha, devendo esta última ficar em contato com a placa.

As cavas de fixação dos suportes em tubo de aço galvanizado deverão ter seção quadrada de 0,30m X 0,30m e profundidade de 0,60m. Na extremidade inferior dos postes deverá ser executado um tubo de concreto magro de 0,30m X 0,30m X 0,30m ($f_{ck} = 120\text{kg/cm}^2$), moldado no local, com recobrimento compactado de aterro e pedras, a fim de que o sinal permaneça na posição recomendada.

7.9.7 Sinalização vertical projetada

As placas de regulamentação têm função de transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações e restrições da via. Podem ser circulares, octogonais ou triangulares. Os sinais de forma circular deverão ser confeccionados com diâmetro igual a 0.75m com orlas e tarjas com espessura mínima de 0.075m. As placas octogonais tipo R-1 deverão possuir lado igual a 0.40m e orla interna branca mínima de 0.032m e orla externa vermelha mínima de 0.016m. As cores empregadas seguem o padrão Munsell indicado a seguir.

Tabela 2 – Padrão de cores para as placas de regulamentação

Cor	Padrão Munsell (PM)	Utilização
Vermelho	7.5R 4/14	Fundo do Sinal R-1 e orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral.
Branco	N 9.50	Fundo dos sinais de regulamentação e letras do sinal R-1
Preto	N 0.5	Símbolos e legendas dos sinais de regulamentação

Símbolos e legendas dos sinais de regulamentação

A sinalização vertical de advertência visa alertar os usuários de condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacente a ela. Devem ser utilizadas sempre que o perigo não se evidencie por si só, seja por falta de



visibilidade, índice de acidentes, risco em situações específicas, entre outros. Os sinais de advertência possuem a forma quadrada com lado igual a 0.6m, orla externa mínima igual a 0.012m e e orla interna mínima igual a 0.024m. Já as placas com informações adicionais possuem a forma retangular, de 2m por 1m e sinalização interna com dimensão L=0,8. As cores empregadas seguem o padrão Munsell indicado à abaixo.

Tabela 3 - Padrão de cores para as placas de advertência

Cor	Padrão Munsell (PM)	Utilização
Amarelo	10YR 7.5/14	Fundo do Sinal R-1 e orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral.
Preto	N 0.5	Símbolos e legendas dos sinais de regulamentação

Símbolos e legendas dos sinais de regulamentação

7.9.7 Sinalização vertical projetada

A sinalização horizontal é composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento. Possui a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança e fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, canalizar e orientar os usuários.

7.9.8 Materiais

Para as linhas e demais marcas longitudinais a via, podem ser utilizadas tintas à base de solventes orgânicos. Podendo ser aplicadas por extrusão ou aspersão, respeitando as características dos materiais para cada tipo de aplicação. Para as marcas transversais a via recomenda-se o uso de tinta termoplástica aplicada por extrusão ou do tipo pré-formado, devido a sua maior resistência a abrasão. Antes de qualquer aplicação o pavimento deve estar seco, limpo e isento de óleo.

Os materiais deverão seguir as recomendações das normas brasileiras citadas a seguir, além de demais que tenham significância para o projeto.

- NBR13699:2012 (Sinalização horizontal viária - Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água - Requisitos e método de ensaio),
- NBR13132:2013 (Termoplástico para sinalização horizontal aplicado pelo processo de extrusão – Especificação),
- NBR 6831:2001 (Sinalização horizontal viária - Microesferas de vidro – Requisitos),
- NBR 14723:2013 (Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade),



· NBR 16039:2012 (Termoplástico pré-formado para sinalização - Requisitos e métodos de ensaio)

Para a demarcação do pavimento deve ser usada massa plástica a base de resina polivinilidênica polimerizada aplicada ou por spray ou por meio de máquina apropriada, com garantia de 24 meses de duração. Ainda, a tinta a ser utilizada deve estar de acordo com as especificações, com rendimento de 0,60 l/m² e na aplicação, conter microesferas de vidro, na proporção de 8,0 kg da grossa e 8,0 kg da fina, por balde.

7.9.9 Execução

Para as demarcações do pavimento, o mesmo deverá estar perfeitamente limpo e seco antes da aplicação da tinta. Recomenda-se o emprego de jatos de ar pouco antes da aplicação, o qual deverá ser aplicado, de preferência com máquina automotriz de pistola automática.

Excepcionalmente, na pintura de detalhes das setas indicadoras de direção, de símbolos e de letras, admitir-se-á o uso de pincel. Durante a aplicação, a mistura deve ser constantemente movimentada pelos agitadores automáticos da máquina aplicadora, ou manualmente, em intervalos não superiores há 30 minutos. Ainda, cuidados especiais devem ser tomados na regulagem da pressão e da altura da pistola, para que se obtenha a largura de faixa padronizada.

Na Execução da pintura deverão ser observados os seguintes requisitos: as cores branco-neve e amarelo-âmbar devem se manter constantes durante todo o período de garantia do serviço; a espessura mínima da película da pintura definitiva será de 0,6 mm; a temperatura de aplicação deverá ser tal que não venha a alterar as propriedades físicas e químicas do composto, inclusive as cores nas tonalidades exigidas.

A execução deverá seguir as recomendações das normas brasileiras citadas a seguir, além de demais que tenham significância para o projeto.

· NBR13699:2012 (Sinalização horizontal viária - Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água - Requisitos e método de ensaio),

· NBR13132:2013 (Termoplástico para sinalização horizontal aplicado pelo processo de extrusão – Especificação),

· NBR 6831:2001 (Sinalização horizontal viária - Microesferas de vidro – Requisitos),

· NBR 14723:2013 (Sinalização horizontal viária – Avaliação da retrorrefletividade),

· NBR 16039:2012 (Termoplástico pré-formado para sinalização - Requisitos e métodos de ensaio)

· Resolução Nº 160 de 22 de Abril de 2004;

· Resolução Nº 180 de 26 de Agosto de 2005 do Contran (sinalização vertical de Regulamentação);



- Resolução Nº 243, de 22 de Junho de 2007 (sinalização vertical de Advertência);
- Resolução Nº 236, de 11 de Maio de 2007 do Contran (sinalização horizontal);
- Instruções para Sinalização de Rodovias do DAER de Novembro/2013;

7.9.10 Padrão de Cores

As pinturas da cor amarela foram utilizadas para separar movimentos veiculares de fluxos opostos e para regulamentar ultrapassagem e deslocamento lateral. As pinturas na cor branca foram utilizadas para separar movimentos veiculares de mesmo sentido, delimitar áreas de circulação, regulamentar linha de transposição e ultrapassagem e inscrever setas, símbolos e legendas. As cores seguem o Padrao Munsell sendo conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Padrão de cores da sinalização horizontal

Cor	Padrão Munsell (PM)
Amarelo	10YR 7.5/14
Branco	N 9.5

7.9.11 Inscrições no pavimento projetadas

As inscrições no pavimento melhoram a percepção do condutor quanto as condições de operação da via, permitindo-lhe tomar a decisão adequada, no tempo apropriado, para as situações que se lhes apresentarem. A Tabela 5 apresenta as inscrições projetadas.9

Tabela 5 – Inscrições no pavimento projetadas para a sinalização horizontal

Setas	As setas direcionais utilizadas neste projeto são setas indicativas de posicionamento na pista para execução de movimentos (PEM). Elas são pintadas na cor branca e devem possuir comprimento igual a 5 metros.
Símbolo de PARE	O símbolo é composto por um conjunto de letras, pintadas em branco, formando a palavra "Pare". A altura das letras utilizadas deve ser igual a 2.40 metros para a velocidade operacional estabelecida.
FTP	É constituída por uma série de faixas que delimitam a área determinada para a travessia pedestre de vias em geral. As faixas são retangulares nas dimensões 3m x 0,4m, na cor branca.

7.9.12 Marcas projetadas

A Tabela 6 apresenta as marcas longitudinais utilizadas nesse projeto.



Tabela 6 – Marcas utilizadas na sinalização horizontal

Longitudinais	LFO: Linhas de divisão de fluxos opostos	As LFO separam os movimentos veiculares de sentidos opostos e indicam os trechos da via em que a ultrapassagem é permitida ou proibida. As linhas LFO devem ser pintadas na cor amarela com espessura igual a 0,10m. As linhas seccionadas devem obedecer a cadência de 1:2, sendo 4 metros pintados e 8 metros sem pintura.
	Demarcação da Ciclovia	São linhas que demarcam a existência de faixas exclusivas para o tráfego de bicicletas e ciclo motores. Consiste em uma linha vermelha contínua com 0,20m de largura;
	LMS: Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido	As linhas LMS são subdivididas em LMS-1 (contínua) e LMS-2 (seccionada). Ambas separam fluxos de mesmo sentido de circulação com a diferença de que onde existir LMS-1 a ultrapassagem está proibida e nos trechos com a pintura tipo LMS-2 a ultrapassagem está permitida. Elas devem ser pintadas na cor branca, com largura igual a 0,10m. As linhas seccionadas devem respeitar a cadência de 1:2, sendo 4 metros pintados e 8 metros sem pintura.
	LBO: Linha de bordo	As linhas de bordo (LBO) estabelecem os limites laterais da pista de rolamento. Devem ser pintadas na cor branca, com largura igual a 0,10m, posicionada a 0,30m do bordo do acostamento. Nos casos onde existirem meios-fios devem ser pintadas a 0,10m destes.
	LCO: Linha de continuidade	As linhas de continuidade (LCO) devem ser utilizadas quando existe a necessidade de dar continuidade a marcação longitudinal principal. Devem ser pintadas na cor branca ou amarela, na dependência de qual linha ela dará continuidade. Sua largura deverá ser igual a 0,10m e cadência igual a 1:1, sendo 1 metro pintado e 1 metro não.
Transversais	LRE: Linha de Retenção	A linha de retenção (LRE) indica ao motorista o local até onde ele deve parar o veículo. Neste projeto elas estão posicionadas juntamente com a placa R-1 – Parada Obrigatória. Devem ser pintadas na cor branca com largura de 0,4m
Canalização	LCA: Linha de Canalização	As linhas de canalização (LCA) é delimita o pavimento reservado à circulação de veículos, orientando os fluxos de tráfego por motivos de segurança e fluidez. Devem ser pintadas na cor branca ou amarela com largura de 0,1m.
	ZPA: Zebrado de Preenchimento da Área	O ZPA destaca a área interna as linhas de canalização, reforçando a ideia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via.

Responsável Técnico

Eng.º Marco Antonio da Silva Oliveira

CREA-RS 121390