

Ofício RSM n.º 040/2022-SELT
ENG.

Santa Cruz do Sul, 18 de fevereiro de 2022

À

Secretária de Logística e Transportes do Estado do Rio Grande do Sul ("SELT" ou "Poder Concedente")

- Exmo. Sr. **Juvir Costella**

Secretário de Logística e Transportes do Estado do Rio Grande do Sul

Secretária de Planejamento, Governança e Gestão do Estado do Rio Grande do Sul ("SPGG")

- Exmo. Sr. **Claudio Gastal**

Secretário de Planejamento, Governança e Gestão

Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul ("AGERGS")

- Exmo. Sr. **Luiz Afonso Senna**

Conselheiro Presidente da AGERGS

Assunto: Futura recomposição do equilíbrio econômico-financeiro considerando cláusula 19.3.11 do Contrato de Concessão. – Intervenções no pavimento realizadas entre o km 028+030 ao km 176+680 da Rodovia RSC-287.

Prezados Senhores,

A **Concessionária Rota de Santa Maria S.A.** ("Rota de Santa Maria" ou "Concessionária"), pessoa jurídica inscrita no CNPJ/MF sob n.º 41.886.692/0001-02, sociedade de propósito específico constituída pelo consórcio vencedor da Concorrência Internacional n.º 0001/2020 para administrar a Concessão da Rodovia RSC-287, com sede na Av. Independência, n.º 3284, Renascença, em Santa Cruz do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, vem através da presente, com o devido respeito, apresentar **requerimento de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro**, o que faz nos termos que seguem:

01. Breve Resumo:

O Consórcio Via Central apresentou a proposta que se sagrou vencedora da Concorrência Internacional n.º 0001/2020 em 14 de dezembro de 2020.

A Rota de Santa Maria, constituída para administrar a Concessão da Rodovia RSC-287, realizou a ASSUNÇÃO da RSC-287 às 23h59min do dia 30 de agosto de 2021.

Neste intervalo, ocorreram intervenções no pavimento da RSC-287 enquanto ainda administrada por sua antiga operadora, que ocasionaram alterações nas condições do SISTEMA RODOVIÁRIO.

Referida situação restou consignada no Termo de Arrolamento e Transferência de Bens, junto do item "Obs.05", onde assim constou:

"Obs.05: Recentemente, após a data da licitação desta Concessão e a apresentação da proposta, houve a realização de uma série de intervenções de manutenção de pavimento no segmento sob administração da EGR, que alteraram significativamente as condições do pavimento no respectivo segmento entre o km 28+030metros ao km 176+680metros."

Os locais que receberam intervenções estão consignados nos documentos anexos 02 e 04.

02. Do Resultado das Alterações Realizadas:

Durante atividade de monitoração do pavimento realizada no âmbito dos relatórios iniciais, a Concessionária constatou que as intervenções feitas haviam ocasionado alteração nas condições do SISTEMA RODOVIÁRIO, mais especificamente um aumento substancial das áreas de exsudação.

Para averiguar as possíveis causas da aparição de áreas exsudada, a Concessionária realizou ensaios (Anexo 09) e os comparou com os desenhos de mistura fornecidos pela EGR (Anexo 02), obtendo, conforme parecer da MVPAV (Anexo 06), a comprovação de que o material aplicado não atendeu às especificações de desenho, tal como relatado no informe técnico da Consultora Dynatest (Anexo 05), que destacamos abaixo:

- **Fatores que causaram a aparição das patologias**

"De forma que se observa uma série de fatores de forma isolada ou uma combinação entre eles, que resultaram no surgimento precoce da patologia de forma sistemática e contínua nos segmentos recém intervindos."

- **Ensaio laboratoriais**

*"No que tange o fenômeno de exsudação, por meio dos resultados dos ensaios laboratoriais, observou-se uma relação **filer-betume muito superior aos valores recomendados pela literatura técnica, além de uma granulometria muito fina, com ausência de estrutura pétreo (agregados graúdos e intermediários), o que potencialmente pode ter culminado na migração do mástique (ligante asfáltico mais finos) para a superfície da camada de rolamento.***

- **Qualidade da massa asfáltica aplicada**

"Desta forma, é possível afirmar que a massa asfáltica aplicada não atende aos requisitos de segurança ao usuário no que tange a iteração pneu-pavimento, ocasionando em um risco grave de acidentes na via, decorrente da má qualidade executiva e ou dos materiais empregados nas obras executadas"

Ainda, como se denota do mesmo informe, fato de conhecimento público e que tem sido acompanhado ao longo dos últimos meses pelo Poder Concedente, Concessionária, usuários da via, imprensa e órgãos de controle (Anexo 08), que as patologias indicadas surgiram neste trecho de forma acelerada e em vários pontos, fora do padrão normal esperado para um pavimento com as características projetadas.

- **Evolução acelerada das patologias de ATR e escorregamento**

"Deste modo, esta mistura, fica muito suscetível a Exsudação, o que fatalmente com a solicitação do tráfego pesado da rodovia, ocasionará em Afundamento nas Trilhas de Roda e Deformação permanente".

"Com isto, foi observado um aumento significativo na ocorrência de defeitos nos trechos objeto de obra do primeiro semestre de 2021 em um curto espaço de tempo. Há que se destacar uma evolução acentuada das patologias nos locais que apresentam Exsudação, com um aumento significativo das Deformações Permanentes nas Trilhas de Rodas e o surgimento de diversos pontos com Escorregamentos de massa."

Ao que se extrai, o material aplicado não atende aos parâmetros de qualidade e performance mínimos, como se comprova pelo estudo do Anexo 05, assim como pelo fato de sua vida útil ter se exaurido em menos de 1 (um) ano, período no qual surgiram uma infinidade de anomalias que agora demandam intervenções adicionais, urgentes e não previsíveis dentro das "boas práticas" de engenharia.

É dizer: se executado “conforme as boas práticas”, um segmento que recebe uma intervenção de recapeamento possui uma vida útil de no mínimo 2 (dois) anos. O segmento em apreço, poucos meses depois de entregue ao tráfego, já exibia acentuadas exsudações que, também rapidamente, evoluíram a anomalias mais severas.

No Estudo de Viabilidade (“EVTEA”) da Concessão, elaborado pelo Estado, projetou-se que seriam necessários R\$10.644.836,53 para os trabalhos iniciais no pavimento do todo o trecho sob concessão. De forma proporcional ao segmento comunicado pela EGR como objeto de intervenções, o EVTEA teria previsto cerca de R\$ 3.240.298,65, base maio de 2019, para o pavimento nesses trechos.

Quando da elaboração da proposta, pautada no valor referencial da Concorrência Internacional, projetou-se que a Concessionária investiria R\$16.347.337,00, base maio de 2019, em trabalhos em pavimento, drenagem, obras de arte especiais, sinalização, roçada e demais atividades em todo o trecho sob Concessão (km 28 ao km 177), para atender aos parâmetros dos Trabalhos Iniciais.

Não era previsível, quando da elaboração da proposta, que a rodovia receberia após a data da proposta intervenções no pavimento que, ao invés de melhorar suas condições, a tornariam um segmento repleto de exsudações, afundamentos de trilhas de roda, desagregações e demais anomalias hoje presentes nesse segmento.

Como foi demonstrado no Anexo 05, estudo técnico elaborado pela Dynatest, a solução recomendada, do ponto de vista técnico, é a remoção por completo da intervenção feita pela antiga operadora da rodovia, ou seja, a capa de pavimento colocada precisa ser retirada e substituída por uma nova capa. Vejamos:

“A única solução técnica plausível para os trechos em questão é a remoção total da camada asfáltica empregada seguida pela recomposição da camada a partir de um novo projeto de mistura.”

Na recente análise, feita após a evolução das intervenções objeto do presente reclamo, a estimativa de investimentos necessários para essa capa nova custa R\$ 34.417.463,95, base maio de 2019. Esses cálculos foram feitos considerando somente as atuações que foram comunicadas nos Anexos 02 e 04 pela EGR, mas é possível que existam zonas adicionais que não tenham sido comunicadas. Incongruências entre comunicações.

Além disso, a Concessionária precisara fazer trabalhos emergenciais na rodovia para garantir a segurança dos usuários, os quais não foram contemplados no orçamento anterior.

Tal situação atrai a hipótese da cláusula 19.3.11 do Contrato de Concessão, motivo pelo qual, através do presente, apresentam-se as evidências e documentos necessários e pugna-se tenha início o procedimento de reequilíbrio econômico-financeiro.

03. Da Instrução do Pleito:

Desta forma, considerando o Item 20.2.3: *“Os pleitos de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do CONTRATO deverão ser instruídos, no mínimo, com os seguintes elementos: i. Descrição e comprovação dos fatos e da hipótese ensejadora da recomposição; ii. Estimativa da variação de investimentos, custos, despesas ou receitas decorrentes do evento causador do desequilíbrio; e iii. Sugestão das medidas a serem adotadas para a recomposição do equilíbrio do CONTRATO.”*

(i) Os fatos foram descritos acima, foram reconhecidos pelas partes quando da assinatura do Termo de Arrolamento e Transferência de Bens assim como pelas informações de Anexos 02 e 04, e são comprovados, especialmente no que tange aos efeitos negativos destes decorrentes, pelos documentos anexos (anexos 05 e 06).

(ii) Conforme análise técnica do Anexo 05, a solução aplicável às intervenções realizadas é a remoção da capa aplicada e a execução de uma nova capa.

A estimativa dos investimentos, custos, despesas ou receitas decorrentes do evento causador do desequilíbrio segue abaixo resumida, com a íntegra descrita no anexo 07.

Contudo, para a execução destas intervenções, considerando o fluxo construtivo, será necessária a concessão de *flexibilização* contratual quanto aos parâmetros de pavimento a seguir listados nestes intervalos, dispensando-a do cumprimento dos parâmetros do PER e demais exigências contratuais, neste segmento, dentro dos prazos trabalhos iniciais:

- Flecha de trilha de roda, conforme parâmetros de desempenho citados no item 3.1.1. do PER;
- Limites de Irregularidade Longitudinal Máxima (IRI);
- Áreas Exsudadas superiores a 1m²
- Trincas Interligadas de Classe 3 (“FC3”)
- Remendos desde que não apresentem: exsudações;
- Deformações superiores a 5 mm em relação ao pavimento original (medido com régua de 3,6m) ou desagregações

Como a Concessionária se vê “forçada” a realizar intervenções no pavimento mais robustas e “demoradas” neste segmento que as previstas normalmente para os “Trabalhos Iniciais” solicita que os possíveis desvios no atendimento dos parâmetros acima listados não sejam impedimento à conclusão e entrega dos trabalhos iniciais (12º mês), pois o fato está diretamente associado às intervenções realizadas entre a data de apresentação da oferta e a assunção do sistema rodoviário, e cujos efeitos,

inesperados e imprevisíveis, configuram álea extraordinária e seguem se fazendo presentes e agravando-se com o passar dos meses.

A Rota de Santa Maria ressalta que as intervenções no trecho indicado, não impactarão nos parâmetros dos trabalhos iniciais dos demais trechos e tampouco no início e conclusão dos trabalhos de recuperação conforme previsto no PER.

(iii) Como medidas a serem adotadas para recomposição, sugere-se considerar a adoção de revisão tarifária, via fluxo de caixa marginal, considerando o prazo contratual ainda a vigor e a possibilidade de diluição dos seus efeitos ao longo do tempo, tornando o impacto menos oneroso ao usuário, além do *waiver* contratual até a sua implementação.

04. Conclusão e Requerimentos:

Desta forma, com fulcro no capítulo 20 do Contrato de Concessão, a Concessionária inicia a partir deste o processo de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro, requerendo que tal evento e seus efeitos sejam considerados no próximo processo revisional a ser realizado.

Diante do exposto, requer-se o recebimento da presente informação, com a finalidade de assegurar a preservação do equilíbrio econômico-financeiro do Contrato de Concessão.

A Rota de Santa Maria solicita ser informada dos andamentos e despachos, e, sobretudo, que lhe seja oportunizado prazo para manifestação antes de decisões efetivas de mérito.

Essas são as considerações que tínhamos a prestar e, pela oportunidade, manifestamos protestos da mais elevada estima e consideração, permanecendo à disposição para eventuais esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

Concessionária Rota de Santa Maria S.A.

Renato Ribeiro Bortoletti | Direção-Geral

Documentos Anexos:

- 01 – Ofício 001/2021 de Solicitação de Extrato de Intervenções;
- 02 – Extrato de Intervenções fornecido em 18/06/2021 (PROA 21180000003106);
- 03 – Ofício 019/2022 de Solicitação de Complemento do Extrato de Intervenções;
- 04 – Extrato Complementar de Intervenções fornecido em 11/02/2022;
- 05 – Estudo Técnico realizado pela DYNATEST;
- 06 – Estudo Técnico realizado pela MVPAV;
- 07 – Investimentos previstos para Reparo no Edital.
- 08 – Notas de Jornal e Ofícios recebidos reclamando das condições do pavimento neste trecho
- 09 – Ensaios realizados.

ENG 001/RSM/2021

Santa Cruz do Sul, 09 de junho de 2021

A/C.
Sr. Marcelo Gazen
Diretor Presidente
Empresa Gaúcha de Rodovias - EGR

Assunto: Identificação das Intervenções Realizadas no Pavimento da RSC-287

Prezado Senhor Diretor,

Ao cordialmente cumprimentá-lo, a Sacyr Concessões e Participações do Brasil Ltda (SACYR), na qualidade de líder do consórcio homologado vencedor da Concorrência Internacional Nº 0001/2020 referente à concessão da rodovia RSC-287, conforme Termo de Adjudicação e Homologação publicado no Diário Oficial do Estado em 11 de fevereiro de 2021, vem através deste, solicitar informações a respeito das intervenções em pavimento efetuadas pela EGR na RSC-287 nos últimos meses.

Tal solicitação se justifica pela necessidade da SACYR levar em consideração as recentes intervenções, efetuadas pela EGR, quando da elaboração do plano de intervenções de Trabalhos Iniciais de Recuperação do pavimento da rodovia, em comprimento às obrigações do Contrato de Concessão. Se faz necessário, especialmente, a indicação, pela EGR, das intervenções efetuadas no período após a realização, pela SACYR, dos levantamentos e ensaios de pavimento, que foram realizados de acordo com o cronograma detalhado a seguir:

Item	Descrição	Total (Dias)	abril/21				maio/21			
			Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4
			05 a 11/04	12 a 18/04	19 a 25/04	26/04 a 02/05	03 a 09/05	10 a 16/05	17 a 23/05	24 a 30/05
1	CADASTRO INICIAL - 20/05/21									
1.1	Análise dos documentos (Dados históricos)	15								
1.2	Vistoria Inicial	2								
1.3	Levantamentos de Campo	40								
1.3.1	Deflectométrica (Falling Weight Deflectometer - FWD)	30								
1.3.2	Irregularidade Longitudinal (Pavement Scanner)	20								
1.3.3	Afundamentos de Trilha de Roda (Pavement Scanner)	20								
1.3.4	Macrotextura (Pavemente Scanner)	20								
1.3.5	Largura de faixas (Pavemente Scanner)	20								
1.3.6	Degrau entre pista e acostamento (Pavement Scanner)	20								
1.3.7	Avaliação dos Pavimentos Rígidos (ICP)	20								
1.3.8	Avaliação da Estrutura (Ground Penetrating Radar - GPR)	20								

Figura 1 - Cronograma de inspeção do pavimento

Nesse sentido, observa-se que, durante o primeiro semestre de 2021, foram realizadas diversas intervenções no pavimento existente, especialmente no trecho entre os km 28 e km 105, conforme indicado na Placa de Obra mostrada abaixo:



Figura 2 – Placa de Obra – Consórcio ECG RSC-287

Desta forma, para a correta consideração dessas intervenções no planejamento de intervenções da futura concessão, solicita-se que sejam fornecidas as seguintes informações a respeito das obras realizadas, especialmente para as obras executadas após a campanha de ensaios de pavimento realizada pela SACYR conforme indicado acima:

- Estaca de Início e Fim;
- Sentido;
- Faixa;
- Data;
- Tipo de Intervenção (Ex.: Fresagem, Reforço, Reparo Profundo etc.);
- Espessura;
- Traço utilizado (Ex.: Faixa C DNIT, Faixa B DAER etc.) – (Se possível com encaminhamento do projeto de mistura asfáltica empregado);

Por fim, agradecemos vossa atenção e colaboração e nos colocamos à disposição para qualquer esclarecimento.



 Concessionária Rota De Santa Maria S.A
 Renato Ribeiro Bortoletti
 Diretor Presidente



Empresa Gaúcha de Rodovias S/A

Ao diretor presidente da EGR
Sr Marcelo Gazen

As informações a seguir compreende o segmento entre o km 28 ao km 177 , trecho sob administração da EGR

As intervenções de manutenção executadas na ERS 287 entre os meses de Janeiro a Maio de 2021 estão listadas nas planilhas anexas a este documento.

A estaca de inicio e fim da intervenção

Sentido

Faixa

Data

Tipo de intervenção e espessuras estão discriminadas nas tabelas

O projeto da mistura e a respectiva faixa granulométrica utilizada esta sendo encaminhando em anexo.



Luís Fernando Pereira Vanacôr
Engenheiro Civil Rodoviário
Empresa Gaúcha de Rodovias

Luís Fernando Pereira Vanacôr
Engenheiro Civil Rodoviário
Porto Alegre 17 de junho de 2021





ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO EXECUTADAS NA RSC-287 - JAN/21 A MAIO/21																			
REPAROS SUPERFICIAIS - MEMÓRIA DE CÁLCULO																			
RODOVIA.....: ERS 287																			
TRECHO.....: Tabai - Vila Paraíso																			
SEMENTE.....: km 28,800 a km 177,00																			
ESTACIOM			DIMENSÕES				4.1.1.1 - Freagem Descontínua				4.1.1.3 - Pintura de Ligação				4.1.1.4 - Concreto/asfalto exclusivo transporte e asfalto				OBSERVAÇÃO
INICIAL	FINAL	EXT(m)	LARG(m)	LADO / POSICAO	AREA (m²)	Volume (m³)	AREA (m²)	Taxa de Embaixo (lit/m²)	Ligante Embaixo(t)	LARG(m)	AREA (m²)	Exp.(m)	CBQJ Vol. (m³)	DENSIDADE (ton/m³)	CBQJ Peso (ton)	Teor Ligante(%) Asfalto(t)	Ligante (ton)	Observação	
30 + 285	30 + 350	65,00	4,05	LD	263,25	13,162	263,250	0,500	0,132	4,050	263,250	0,050	13,163	2,436	32,065	5,300	1,699	abr/21	
30 + 385	31 + 040	55,00	3,80	LD	209,00	10,450	209,000	0,500	0,105	3,800	209,000	0,050	10,450	2,436	25,456	5,300	1,349	abr/21	
30 + 985	31 + 040	55,00	3,80	LE	209,00	10,450	209,000	0,500	0,105	3,800	209,000	0,050	10,450	2,436	25,456	5,300	1,349	abr/21	
64 + 360	64 + 460	100,00	3,75	LD	375,00	18,750	375,000	0,500	0,188	3,750	375,000	0,050	18,750	2,436	45,675	5,300	2,421	mai/21	
64 + 500	64 + 530	30,00	3,75	LD	112,50	5,625	112,500	0,500	0,056	3,750	112,500	0,050	5,625	2,436	13,702	5,300	0,726	mai/21	
64 + 560	64 + 590	30,00	3,75	LD	112,50	5,625	112,500	0,500	0,056	3,750	112,500	0,050	5,625	2,436	13,702	5,300	0,726	mai/21	
64 + 580	64 + 590	10,00	3,75	LE	37,50	1,875	37,500	0,500	0,019	3,750	37,500	0,050	1,875	2,436	4,567	5,300	0,242	mai/21	
64 + 676	64 + 690	14,00	3,75	LD	52,50	2,625	52,500	0,500	0,026	3,750	52,500	0,050	2,625	2,436	6,304	5,300	0,339	mai/21	
64 + 757	64 + 780	23,00	3,75	LD	86,25	4,312	86,250	0,500	0,043	3,750	86,250	0,050	4,313	2,436	10,506	5,300	0,557	mai/21	
65 + 050	65 + 060	10,00	3,75	LD	37,50	1,875	37,500	0,500	0,019	3,750	37,500	0,050	1,875	2,436	4,567	5,300	0,242	mai/21	
65 + 100	65 + 122	22,00	3,75	LD	82,50	4,125	82,500	0,500	0,041	3,750	82,500	0,050	4,125	2,436	10,048	5,300	0,533	mai/21	
65 + 450	65 + 540	10,00	3,75	LD	37,50	1,875	37,500	0,500	0,019	3,750	37,500	0,050	1,875	2,436	4,567	5,300	0,242	mai/21	
65 + 790	65 + 800	10,00	3,75	LD	37,50	1,875	37,500	0,500	0,019	3,750	37,500	0,050	1,875	2,436	4,567	5,300	0,242	mai/21	
65 + 830	65 + 864	34,00	3,75	LD	127,50	6,375	127,500	0,500	0,064	3,750	127,500	0,050	6,375	2,436	15,529	5,300	0,823	mai/21	
65 + 910	65 + 994	84,00	3,75	LD	315,00	15,750	315,000	0,500	0,158	3,750	315,000	0,050	15,750	2,436	38,367	5,300	2,033	mai/21	
66 + 180	66 + 210	30,00	3,75	LD	112,50	5,625	112,500	0,500	0,056	3,750	112,500	0,050	5,625	2,436	13,702	5,300	0,726	mai/21	
66 + 257	66 + 302	45,00	3,75	LD	168,75	8,437	168,750	0,500	0,122	3,750	168,750	0,050	8,438	2,436	20,689	5,300	1,574	mai/21	
66 + 319	66 + 326	7,00	3,75	LD	26,25	1,312	26,250	0,500	0,013	3,750	26,250	0,050	1,313	2,436	3,198	5,300	0,169	mai/21	
66 + 460	66 + 502	42,00	3,75	LD	157,50	7,875	157,500	0,500	0,079	3,750	157,500	0,050	7,875	2,436	19,183	5,300	1,017	mai/21	
66 + 620	66 + 680	60,00	3,75	LD	225,00	11,250	225,000	0,500	0,113	3,750	225,000	0,050	11,250	2,436	27,405	5,300	1,482	mai/21	
66 + 715	66 + 725	10,00	3,75	LD	37,50	1,875	37,500	0,500	0,019	3,750	37,500	0,050	1,875	2,436	4,567	5,300	0,242	mai/21	
66 + 780	66 + 794	14,00	3,75	LD	52,50	2,625	52,500	0,500	0,026	3,750	52,500	0,050	2,625	2,436	6,304	5,300	0,339	mai/21	
66 + 815	66 + 860	45,00	3,75	LD	168,75	8,437	168,750	0,500	0,084	3,750	168,750	0,050	8,438	2,436	20,554	5,300	1,089	mai/21	
66 + 815	66 + 860	45,00	3,75	LE	168,75	8,437	168,750	0,500	0,084	3,750	168,750	0,050	8,438	2,436	20,554	5,300	1,089	mai/21	
66 + 834	66 + 847	13,00	3,75	LD	48,75	2,437	48,750	0,500	0,024	3,750	48,750	0,050	2,438	2,436	5,938	5,300	0,315	mai/21	
66 + 928	66 + 943	15,00	3,75	LD	56,25	2,812	56,250	0,500	0,028	3,750	56,250	0,050	2,813	2,436	6,852	5,300	0,363	mai/21	
67 + 049	67 + 056	7,00	3,75	LD	26,25	1,312	26,250	0,500	0,013	3,750	26,250	0,050	1,313	2,436	3,198	5,300	0,169	mai/21	
67 + 090	67 + 120	30,00	3,75	LD	112,50	5,625	112,500	0,500	0,056	3,750	112,500	0,050	5,625	2,436	13,702	5,300	0,726	mai/21	
67 + 115	67 + 130	15,00	3,75	LD	56,25	2,812	56,250	0,500	0,028	3,750	56,250	0,050	2,813	2,436	6,852	5,300	0,363	mai/21	
67 + 115	67 + 130	15,00	3,75	LE	56,25	2,812	56,250	0,500	0,028	3,750	56,250	0,050	2,813	2,436	6,852	5,300	0,363	mai/21	
67 + 192	67 + 202	10,00	3,75	LD	37,50	1,875	37,500	0,500	0,019	3,750	37,500	0,050	1,875	2,436	4,567	5,300	0,242	mai/21	
67 + 274	67 + 308	34,00	3,75	LE	127,50	6,375	127,500	0,500	0,064	3,750	127,500	0,050	6,375	2,436	15,529	5,300	0,823	abr/21	
67 + 331	67 + 338	7,00	3,75	LD	26,25	1,312	26,250	0,500	0,013	3,750	26,250	0,050	1,313	2,436	3,198	5,300	0,169	mai/21	
67 + 354	67 + 363	9,00	3,75	LD	33,75	1,687	33,750	0,500	0,017	3,750	33,750	0,050	1,688	2,436	4,111	5,300	0,218	mai/21	
67 + 430	67 + 443	13,00	3,75	LE	48,75	2,437	48,750	0,500	0,024	3,750	48,750	0,050	2,438	2,436	5,938	5,300	0,315	mai/21	
67 + 484	67 + 458	4,00	3,75	LD	15,00	0,750	15,000	0,500	0,008	3,750	15,000	0,050	0,750	2,436	1,827	5,300	0,097	abr/21	
67 + 580	67 + 600	11,00	3,75	LD	41,25	2,062	41,250	0,500	0,021	3,750	41,250	0,050	2,063	2,436	5,025	5,300	0,266	abr/21	
67 + 600	67 + 675	35,00	3,75	LE	131,25	6,562	131,250	0,500	0,066	3,750	131,250	0,050	6,563	2,436	15,987	5,300	0,847	abr/21	





REPAROS SUPERFICIAIS - MEMÓRIA DE CÁLCULO																		
RODOVIA.....ERS 287																		
TRECHO.....Tabaí - Vila Paraíso																		
SEGMENTO.....km 28.60ac km 177.00																		
ESTAC./KM																		
INICIAL	FINAL	DIMENSÕES			4.1.1.1 - Freagem Descontinua			4.1.1.3 - Pintura de Ligação			4.1.1.4 - Concreto anfiduto - exclusive transporte e adalfo			OBSERVAÇÃO				
		EXT.(m)	LARG.(m)	LADO/ POSIÇÃO	AREA (m²)	Exp. (m)	Volume (m³)	AREA (m²)	Taxa de Embêsto (l/m²)	Ligante Emulsão (l)	LAARG.(m)	AREA (m²)	Exp. (m)		CRIO Vol. (m³)	DENSIDADE (ton/m³)	CRIO Peso (ton)	Tour. Ligante (%)
67 + 670	67 + 678	8,00	3,75	LD	30,000	0,050	1,500	0,500	0,015	3,750	30,000	0,050	1,500	2,436	3,654	5,300	0,194	abr/21
67 + 846	67 + 887	41,00	3,70	LD	151,700	0,050	7,585	0,500	0,076	3,700	151,700	0,050	7,585	2,436	18,477	5,300	0,979	abr/21
68 + 160	68 + 250	90,00	3,75	LE	337,500	0,050	16,875	0,500	0,169	3,750	337,500	0,050	16,875	2,436	41,077	5,300	2,179	abr/21
68 + 325	68 + 376	51,00	3,65	LD	186,150	0,050	9,307	0,500	0,093	3,650	186,150	0,050	9,308	2,436	22,674	5,300	1,202	abr/21
68 + 412	68 + 420	8,00	3,75	LD	30,000	0,050	1,500	0,500	0,015	3,750	30,000	0,050	1,500	2,436	3,654	5,300	0,194	abr/21
68 + 436	68 + 490	54,00	3,80	LD	205,200	0,050	10,260	0,500	0,103	3,800	205,200	0,050	10,260	2,436	24,993	5,300	1,325	abr/21
69 + 096	69 + 109	13,00	3,70	LD	48,100	0,050	2,405	0,500	0,024	3,700	48,100	0,050	2,405	2,436	5,858	5,300	0,310	abr/21
69 + 380	69 + 420	40,00	3,70	LD	148,000	0,050	7,400	0,500	0,074	3,700	148,000	0,050	7,400	2,436	18,026	5,300	0,955	abr/21
69 + 450	69 + 465	15,00	3,70	LD	55,500	0,050	2,775	0,500	0,028	3,700	55,500	0,050	2,775	2,436	6,759	5,300	0,358	abr/21
69 + 515	69 + 550	35,00	3,70	LE	129,500	0,050	6,475	0,500	0,065	3,700	129,500	0,050	6,475	2,436	15,773	5,300	0,856	abr/21
69 + 600	69 + 605	5,00	3,70	LE	18,500	0,050	0,925	0,500	0,009	3,700	18,500	0,050	0,925	2,436	2,253	5,300	0,119	abr/21
69 + 612	69 + 623	11,00	3,60	LD	39,600	0,050	1,980	0,500	0,020	3,600	39,600	0,050	1,980	2,436	4,823	5,300	0,256	abr/21
70 + 007	70 + 020	13,00	3,60	LE	46,800	0,050	2,340	0,500	0,023	3,600	46,800	0,050	2,340	2,436	5,700	5,300	0,302	abr/21
70 + 107	70 + 130	23,00	3,70	LE	85,100	0,050	4,255	0,500	0,043	3,700	85,100	0,050	4,255	2,436	10,365	5,300	0,549	abr/21
70 + 158	70 + 200	42,00	3,70	LE	155,400	0,050	7,770	0,500	0,078	3,700	155,400	0,050	7,770	2,436	18,927	5,300	1,003	abr/21
70 + 210	70 + 240	30,00	3,60	LE	108,000	0,050	5,400	0,500	0,054	3,600	108,000	0,050	5,400	2,436	13,154	5,300	0,697	abr/21
70 + 318	70 + 328	10,00	3,60	LE	36,000	0,050	1,800	0,500	0,018	3,600	36,000	0,050	1,800	2,436	4,384	5,300	0,232	abr/21
70 + 582	70 + 587	5,00	3,75	LD	18,750	0,050	0,937	0,500	0,009	3,750	18,750	0,050	0,938	2,436	2,284	5,300	0,121	abr/21
70 + 603	70 + 618	15,00	3,70	LD	55,500	0,050	2,775	0,500	0,028	3,700	55,500	0,050	2,775	2,436	6,759	5,300	0,358	abr/21
70 + 648	70 + 653	5,00	3,70	LD	18,500	0,050	0,925	0,500	0,009	3,700	18,500	0,050	0,925	2,436	2,253	5,300	0,119	abr/21
70 + 676	70 + 681	5,00	3,70	LD	18,500	0,050	0,925	0,500	0,009	3,700	18,500	0,050	0,925	2,436	2,253	5,300	0,119	abr/21
70 + 704	70 + 716	12,00	3,70	LD	44,400	0,050	2,220	0,500	0,022	3,700	44,400	0,050	2,220	2,436	5,407	5,300	0,287	abr/21
70 + 725	70 + 735	10,00	3,60	LD	36,000	0,050	1,800	0,500	0,018	3,600	36,000	0,050	1,800	2,436	4,384	5,300	0,232	abr/21
70 + 776	70 + 800	24,00	3,60	LD	86,400	0,050	4,320	0,500	0,043	3,600	86,400	0,050	4,320	2,436	10,523	5,300	0,558	abr/21
70 + 823	70 + 829	6,00	3,70	LD	22,200	0,050	1,110	0,500	0,011	3,700	22,200	0,050	1,110	2,436	2,703	5,300	0,143	abr/21
71 + 455	71 + 465	10,00	3,80	LD	38,000	0,050	1,900	0,500	0,019	3,800	38,000	0,050	1,900	2,436	4,628	5,300	0,245	abr/21
71 + 490	71 + 540	50,00	3,80	LD	190,000	0,050	9,500	0,500	0,095	3,800	190,000	0,050	9,500	2,436	23,142	5,300	1,227	abr/21
71 + 550	71 + 560	10,00	3,80	LE	38,000	0,050	1,900	0,500	0,019	3,800	38,000	0,050	1,900	2,436	4,628	5,300	0,245	abr/21
71 + 572	71 + 584	12,00	3,60	LE	43,200	0,050	2,160	0,500	0,022	3,600	43,200	0,050	2,160	2,436	5,261	5,300	0,279	abr/21
71 + 820	71 + 845	25,00	3,65	LE	91,250	0,050	4,562	0,500	0,046	3,650	91,250	0,050	4,563	2,436	11,115	5,300	0,809	abr/21
71 + 865	71 + 887	22,00	3,65	LD	80,300	0,050	4,015	0,500	0,040	3,650	80,300	0,050	4,015	2,436	9,780	5,300	0,518	abr/21
71 + 865	71 + 887	22,00	3,65	LE	80,300	0,050	4,015	0,500	0,040	3,650	80,300	0,050	4,015	2,436	9,780	5,300	0,518	abr/21
72 + 865	72 + 887	22,00	3,65	LD	80,300	0,050	4,015	0,500	0,040	3,650	80,300	0,050	4,015	2,436	9,780	5,300	0,518	abr/21
73 + 200	73 + 250	50,00	3,80	LD	190,000	0,050	9,500	0,500	0,095	3,800	190,000	0,050	9,500	2,436	23,142	5,300	1,227	abr/21
73 + 350	73 + 360	10,00	3,70	LE	37,000	0,050	1,850	0,500	0,019	3,700	37,000	0,050	1,850	2,436	4,506	5,300	0,239	abr/21
73 + 400	73 + 460	60,00	3,80	LD	228,000	0,050	11,400	0,500	0,114	3,800	228,000	0,050	11,400	2,436	27,770	5,300	1,472	abr/21
101 + 615	101 + 675	60,00	3,00	PD/LE	180,000	0,050	9,000	0,500	0,090	3,000	180,000	0,050	9,000	2,436	21,924	5,300	1,162	mar/21
101 + 615	101 + 675	60,00	3,00	PD/LE	180,000	0,050	9,000	0,500	0,090	3,000	180,000	0,050	9,000	2,436	21,924	5,300	1,162	mar/21
QUANTIDADE TOTAL												38,662	3,84	49,52				





RECAPEAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO																
RODOVIA: ERS 287 TRECHO: Tabal - Vila Paraná SEGMENTO: km 26,00ao km 27,00																
ESTACIÃO KM			DIMENSÕES				5.1.1 - Planta de Ligação				5.1.2 - Concreto afilado, esclure transporte e Adido					OBSERVAÇÃO
INICIAL	FINAL	EXT.(m)	LARG.(m)	LARGO / POSIÇÃO	ÁREA (m²)	Taxa de Emulsão (t/m²)	Ligante Emulsão (t)	Esp.(m)	CRQ Vol. (m³)	DENSIDADE (ton/m³)	CRQ Peso (ton)	Teor Ligante (%)	Ligante (t)	Aditivo (t)		
43 + 520	43 + 821	301,00	3,00	LE	903,000	0,500	0,452	0,069	62,207	2,456	151,779	5,300	8,044		mm/21 Acosum.	
43 + 500	43 + 820	320,00	3,00	LD	960,000	0,500	0,480	0,068	65,280	2,456	159,022	5,300	8,428		mm/21 Acosum.	
QUANTIDADE TOTAL					1.863,000		0,932		127,587		310,801		16,472			



ESTACIÃO		DIMENSÕES					5.2.1 - Freagem Contínua					5.2.2 - Pluma de Ligação					5.2.4 - Concreto aditivo exclusivo transporte e caído					OBSERVAÇÃO
INICIAL	FINAL	EXT.(m)	LARG.(m)	LADO / POSIÇÃO	AREA (m²)	Vol. (m³)	AREA (m²)	Taxa de Em. (litros/m³)	Ligante Emulsão (t)	LARG.(m)	AREA (m²)	Esp. (m)	CBUQ Vol. (m³)	DENSIDADE (t/m³)	CBUQ Peso (ton)	Teor. Ligante (%)	Ligante Aditivo (t)					
28 + 208	28 + 705	497,00	3,60	LE	1.789,200	89,460	1.789,200	0,500	0,895	3,600	1.789,200	0,050	89,460	2,436	217,924	5,300	11,550	FEV/21 Alça				
28 + 216	28 + 660	444,00	3,65	LD / FE	1.620,600	81,030	1.620,600	0,500	0,810	3,650	1.620,600	0,050	81,030	2,436	197,389	5,300	10,462	FEV/21 Alça				
28 + 216	28 + 660	444,00	3,75	LD / FD	1.665,000	83,250	1.665,000	0,500	0,833	3,750	1.665,000	0,050	83,250	2,436	202,797	5,300	10,748	FEV/21 Alça				
28 + 660	28 + 768	108,00	5,80	LD	626,400	31,320	626,400	0,500	0,313	5,800	626,400	0,050	31,320	2,436	76,295	5,300	4,044	FEV/21 Alça				
28 + 705	29 + 370	665,00	3,70	LD	2.466,500	123,025	2.466,500	0,500	1,230	3,700	2.466,500	0,050	123,025	2,436	299,688	5,300	15,883	FEV/21 Alça				
28 + 768	28 + 890	122,00	4,15	LD	506,300	25,315	506,300	0,500	0,253	4,150	506,300	0,050	25,315	2,436	61,667	5,300	3,268	FEV/21 Alça				
28 + 890	29 + 000	110,00	3,80	LD	418,000	20,900	418,000	0,500	0,209	3,800	418,000	0,050	20,900	2,436	50,912	5,300	2,698	fev/21				
29 + 000	29 + 200	200,00	3,70	LD	740,000	37,000	740,000	0,500	0,370	3,700	740,000	0,050	37,000	2,436	90,132	5,300	4,777	fev/21				
29 + 200	30 + 000	800,00	3,70	LD	2.960,000	148,000	2.960,000	0,500	1,480	3,700	2.960,000	0,050	148,000	2,436	360,828	5,300	19,108	fev/21				
29 + 370	30 + 000	630,00	3,70	LE	1.165,500	58,275	1.165,500	0,500	1,166	3,700	1.165,500	0,050	58,275	2,436	283,915	5,300	15,047	FEV/21 Alça				
30 + 000	30 + 285	285,00	3,70	LD	1.054,500	52,725	1.054,500	0,500	0,527	3,700	1.054,500	0,050	52,725	2,436	128,438	5,300	6,807	abr/21				
30 + 000	30 + 285	285,00	3,70	LE	1.054,500	52,725	1.054,500	0,500	0,527	3,700	1.054,500	0,050	52,725	2,436	128,438	5,300	6,807	abr/21				
30 + 285	30 + 500	215,00	4,05	LE	870,750	43,537	870,750	0,500	0,435	4,050	870,750	0,050	43,538	2,436	106,658	5,300	5,621	abr/21				
30 + 500	30 + 500	150,00	3,60	LD	540,000	27,000	540,000	0,500	0,270	3,600	540,000	0,050	27,000	2,436	65,772	5,300	3,486	abr/21				
30 + 500	30 + 500	150,00	3,50	3*FX LD	525,000	26,250	525,000	0,500	0,263	3,500	525,000	0,050	26,250	2,436	63,945	5,300	3,389	abr/21				
30 + 500	30 + 985	485,00	3,65	LD/FE	1.770,250	88,512	1.770,250	0,500	0,885	3,650	1.770,250	0,050	88,513	2,436	215,617	5,300	11,428	mar/21				
30 + 800	30 + 985	485,00	3,00	LD/FD	1.455,000	72,750	1.455,000	0,500	0,728	3,000	1.455,000	0,050	72,750	2,436	177,219	5,300	9,393	mar/21				
30 + 800	30 + 985	485,00	2,45	LE	1.188,250	59,412	1.188,250	0,500	0,594	2,450	1.188,250	0,050	59,413	2,436	144,730	5,300	7,671	mar/21				
31 + 040	31 + 500	460,00	3,65	LD	1.679,000	83,950	1.679,000	0,500	0,840	3,650	1.679,000	0,050	83,950	2,436	204,502	5,300	10,839	mar/21				
31 + 040	31 + 500	460,00	3,65	LE	1.679,000	83,950	1.679,000	0,500	0,840	3,650	1.679,000	0,050	83,950	2,436	204,502	5,300	10,839	mar/21				
31 + 500	31 + 760	260,00	3,65	LD	949,000	47,450	949,000	0,500	0,475	3,650	949,000	0,050	47,450	2,436	115,588	5,300	6,126	mar/21				
31 + 500	31 + 760	260,00	3,65	LE	949,000	47,450	949,000	0,500	0,475	3,650	949,000	0,050	47,450	2,436	115,588	5,300	6,126	mar/21				
31 + 760	32 + 540	780,00	3,65	LD	2.847,000	142,350	2.847,000	0,500	1,424	3,650	2.847,000	0,050	142,350	2,436	346,764	5,300	18,578	mar/21				
31 + 760	32 + 540	780,00	3,65	LE	2.847,000	142,350	2.847,000	0,500	1,424	3,650	2.847,000	0,050	142,350	2,436	346,764	5,300	18,578	mar/21				
32 + 540	32 + 980	440,00	3,65	LD	1.606,000	80,300	1.606,000	0,500	0,803	3,650	1.606,000	0,050	80,300	2,436	195,610	5,300	10,367	mar/21				
32 + 540	32 + 980	440,00	3,65	LE	1.606,000	80,300	1.606,000	0,500	0,803	3,650	1.606,000	0,050	80,300	2,436	195,610	5,300	10,367	mar/21				
32 + 980	33 + 500	520,00	3,65	LD	1.898,000	94,900	1.898,000	0,500	0,949	3,650	1.898,000	0,050	94,900	2,436	231,176	5,300	12,252	mar/21				
32 + 980	33 + 500	520,00	3,65	LE	1.898,000	94,900	1.898,000	0,500	0,949	3,650	1.898,000	0,050	94,900	2,436	231,176	5,300	12,252	mar/21				
33 + 500	34 + 100	600,00	3,95	LD	2.370,000	118,500	2.370,000	0,500	1,185	3,950	2.370,000	0,050	118,500	2,436	288,666	5,300	15,299	abr/21				
33 + 500	34 + 100	600,00	3,95	LE	2.370,000	118,500	2.370,000	0,500	1,185	3,950	2.370,000	0,050	118,500	2,436	288,666	5,300	15,299	abr/21				
34 + 100	34 + 350	250,00	3,70	LD	925,000	46,250	925,000	0,500	0,463	3,700	925,000	0,050	46,250	2,436	112,665	5,300	5,971	mar/21				
34 + 100	34 + 350	250,00	3,70	LE	925,000	46,250	925,000	0,500	0,463	3,700	925,000	0,050	46,250	2,436	112,665	5,300	5,971	mar/21				
34 + 350	34 + 713	363,00	3,70	LD	1.343,100	67,155	1.343,100	0,500	0,672	3,700	1.343,100	0,050	67,155	2,436	163,589	5,300	8,670	abr/21				
34 + 350	34 + 713	363,00	3,70	LE	1.343,100	67,155	1.343,100	0,500	0,672	3,700	1.343,100	0,050	67,155	2,436	163,589	5,300	8,670	abr/21				
34 + 713	35 + 020	307,00	3,70	LD	1.135,900	56,795	1.135,900	0,500	0,568	3,700	1.135,900	0,050	56,795	2,436	138,352	5,300	7,333	mar/21				
34 + 713	35 + 020	307,00	3,70	LE	1.135,900	56,795	1.135,900	0,500	0,568	3,700	1.135,900	0,050	56,795	2,436	138,352	5,300	7,333	mar/21				
35 + 020	35 + 500	480,00	3,70	LD	1.776,000	88,800	1.776,000	0,500	0,888	3,700	1.776,000	0,050	88,800	2,436	216,316	5,300	11,465	mar/21				
35 + 020	35 + 500	480,00	3,70	LE	1.776,000	88,800	1.776,000	0,500	0,888	3,700	1.776,000	0,050	88,800	2,436	216,316	5,300	11,465	mar/21				
35 + 500	36 + 240	740,00	3,70	LD	2.738,000	136,900	2.738,000	0,500	1,369	3,700	2.738,000	0,050	136,900	2,436	333,488	5,300	17,675	mar/21				
35 + 500	36 + 240	740,00	3,70	LE	2.738,000	136,900	2.738,000	0,500	1,369	3,700	2.738,000	0,050	136,900	2,436	333,488	5,300	17,675	mar/21				
36 + 240	37 + 000	760,00	3,70	LD	2.812,000	140,600	2.812,000	0,500	1,406	3,700	2.812,000	0,050	140,600	2,436	342,501	5,300	18,155	mar/21				
36 + 240	37 + 000	760,00	3,70	LE	2.812,000	140,600	2.812,000	0,500	1,406	3,700	2.812,000	0,050	140,600	2,436	342,501	5,300	18,155	mar/21				
36 + 800	36 + 800	600,00	3,70	LE	2.220,000	111,000	2.220,000	0,500	0,111	3,700	2.220,000	0,050	111,000	2,436	27,039	5,300	1,433	mar/21				
36 + 800	36 + 800	600,00	3,70	LE	1.850,000	92,500	1.850,000	0,500	0,925	3,700	1.850,000	0,050	92,500	2,436	225,330	5,300	11,942	mar/21				
36 + 800	37 + 000	200,00	3,70	LE	740,000	37,000	740,000	0,500	0,370	3,700	740,000	0,050	37,000	2,436	90,132	5,300	4,777	mar/21				
41 + 600	43 + 000	1.400,00	3,60	LD	5.040,000	252,000	5.040,000	0,500	2,520	3,600	5.040,000	0,050	252,000	2,487	626,724	5,720	35,849	mai/21				
41 + 600	43 + 000	1.400,00	3,60	LE	5.040,000	252,000	5.040,000	0,500	2,520	3,600	5.040,000	0,050	252,000	2,487	626,724	5,720	35,849	mai/21				
43 + 000	43 + 500	500,00	3,62	LE	1.810,000	90,500	1.810,000	0,500	0,905	3,620	1.810,000	0,050	90,500	2,436	220,458	5,300	11,684	mar/21				
43 + 000	43 + 000	500,00	3,63	LD	1.123,500	56,175	1.123,500	0,500	0,281	3,630	1.123,500	0,050	56,175	2,436	13,707	5,300	0,726	mai/21				
43 + 000	43 + 000	500,00	3,63	LE	1.180,120	59,006	1.180,120	0,500	0,590	3,620	1.180,120	0,052	61,366	2,436	149,487	5,300	7,923	mai/21				



FRESAGEM CONTÍNUA E RECAPEAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO													OBSERVAÇÃO				
INICIAL	FINAL	DIMENSÕES				5.2.1 - Fresação Contínua			5.2.4 - Concreto aditivo, exaustivo transporte e esdado					OBSERVAÇÃO			
		EXT.(m)	LARG.(m)	LADO / POSIÇÃO	ÁREA (m²)	Volume (m³)	ÁREA (m²)	Taxa de Emulsão (l/m²)	Ligante Emulsão (t)	LARG.(m)	ÁREA (m²)	Exp. (m)	CBUQ Vol. (m³)		DENSIDADE (t/m³)	CBUQ Peso (ton)	Teor. Ligante Aditivo (t)
43 + 357	43 + 500	14.500	3,60	LD	514,800	25,740	0,50	0,57	3,60	514,800	0,050	25,740	2,456	62,702	5,300	3,323	mai/21
43 + 500	44 + 000	500,000	3,62	LE	1.810,000	90,500	0,500	0,905	3,620	1.810,000	0,050	90,500	2,456	220,458	5,300	11,684	mai/21
43 + 500	44 + 000	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	mai/21
44 + 000	44 + 720	720,000	3,70	LD	2.664,000	133,200	0,500	1,332	3,700	2.664,000	0,050	133,200	2,456	324,475	5,300	17,197	abr/21
44 + 000	44 + 520	520,000	3,70	LE	1.924,000	96,200	0,500	0,962	3,700	1.924,000	0,050	96,200	2,456	234,543	5,300	12,420	abr/21
44 + 520	45 + 000	480,000	3,70	LE	1.776,000	88,800	0,500	0,888	3,700	1.776,000	0,050	88,800	2,456	216,516	5,300	11,465	abr/21
44 + 720	45 + 000	280,000	3,70	LD	1.036,000	51,800	0,500	0,518	3,700	1.036,000	0,050	51,800	2,456	126,184	5,300	6,688	abr/21
45 + 000	45 + 500	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,052	93,600	2,456	228,009	5,300	12,084	mai/21
45 + 000	45 + 500	500,000	3,62	LE	1.810,000	90,500	0,500	0,905	3,620	1.810,000	0,052	94,120	2,456	229,276	5,300	12,152	mai/21
45 + 000	45 + 689	189,000	3,60	LD	680,400	34,020	0,500	0,540	3,600	680,400	0,052	35,381	2,456	86,188	5,300	4,568	mai/21
45 + 800	45 + 830	330,000	3,62	LE	1.194,600	59,730	0,500	0,597	3,620	1.194,600	0,052	62,119	2,456	151,321	5,300	8,020	mai/21
45 + 689	46 + 000	311,000	3,60	LD	1.119,600	55,980	0,500	0,560	3,600	1.119,600	0,051	57,100	2,456	139,095	5,300	7,372	mai/21
45 + 830	46 + 000	170,000	3,62	LE	615,400	30,770	0,500	0,508	3,620	615,400	0,052	32,001	2,456	77,954	5,300	4,132	mai/21
46 + 000	46 + 500	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	abr/21
46 + 000	46 + 500	500,000	3,60	LE	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	abr/21
46 + 543	47 + 000	457,000	3,60	LD	1.645,200	82,260	0,500	0,823	3,600	1.645,200	0,050	82,260	2,456	200,385	5,300	10,620	abr/21
47 + 000	47 + 500	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	abr/21
47 + 000	47 + 152	152,000	3,60	LE	547,200	27,360	0,500	0,274	3,600	547,200	0,050	27,360	2,456	66,648	5,300	3,532	abr/21
47 + 152	47 + 500	348,000	3,60	LE	1.252,800	62,640	0,500	0,626	3,600	1.252,800	0,050	62,640	2,456	152,591	5,300	8,087	abr/21
47 + 500	47 + 557	57,000	3,60	LD	205,200	10,260	0,500	0,103	3,600	205,200	0,050	10,260	2,456	24,993	5,300	1,325	abr/21
47 + 500	48 + 000	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	abr/21
47 + 557	48 + 000	443,000	3,60	LE	1.594,800	79,740	0,500	0,797	3,600	1.594,800	0,050	79,740	2,456	194,246	5,300	10,295	abr/21
48 + 000	48 + 064	64,000	3,60	LE	230,400	11,520	0,500	0,115	3,600	230,400	0,050	11,520	2,456	28,062	5,300	1,487	abr/21
48 + 000	48 + 500	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	abr/21
48 + 064	48 + 500	456,000	3,60	LE	1.569,600	78,480	0,500	0,785	3,600	1.569,600	0,050	78,480	2,456	191,177	5,300	10,132	abr/21
48 + 500	48 + 718	218,000	3,60	LD	784,800	39,240	0,500	0,392	3,600	784,800	0,050	39,240	2,456	95,888	5,300	5,066	abr/21
48 + 500	49 + 000	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	abr/21
48 + 718	49 + 000	282,000	3,60	LD	1.015,200	50,760	0,500	0,508	3,600	1.015,200	0,050	50,760	2,456	123,651	5,300	6,554	abr/21
49 + 000	49 + 089	89,000	3,60	LD	320,400	16,020	0,500	0,160	3,600	320,400	0,050	16,020	2,456	39,024	5,300	2,068	abr/21
49 + 000	49 + 500	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	abr/21
49 + 089	49 + 500	411,000	3,60	LE	1.479,600	73,980	0,500	0,740	3,600	1.479,600	0,050	73,980	2,456	180,215	5,300	9,551	abr/21
49 + 500	49 + 661	161,000	3,60	LD	579,600	28,980	0,500	0,290	3,600	579,600	0,050	28,980	2,456	70,995	5,300	3,742	abr/21
49 + 500	49 + 669	169,000	3,60	LD	608,400	30,420	0,500	0,304	3,600	608,400	0,050	30,420	2,456	74,103	5,300	3,927	abr/21
49 + 661	50 + 000	339,000	3,60	LD	1.220,400	61,020	0,500	0,610	3,600	1.220,400	0,050	61,020	2,456	148,644	5,300	7,878	abr/21
49 + 669	50 + 000	331,000	3,60	LE	1.191,600	59,580	0,500	0,596	3,600	1.191,600	0,051	60,772	2,456	148,040	5,300	7,846	abr/21
50 + 000	50 + 000	500,000	3,60	LD	1.800,000	90,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,051	91,800	2,456	223,624	5,300	11,852	abr/21
50 + 000	50 + 062	62,000	3,60	LD	223,200	11,160	0,500	0,112	3,600	223,200	0,050	11,160	2,456	27,185	5,300	1,441	abr/21
50 + 062	50 + 500	483,000	3,63	LD	1.589,940	79,497	0,500	0,795	3,630	1.589,940	0,052	82,677	2,456	201,401	5,300	10,674	abr/21
50 + 500	50 + 528	28,000	3,60	LD	100,800	5,040	0,500	0,050	3,600	100,800	0,051	5,141	2,456	12,823	5,300	0,664	abr/21
50 + 500	50 + 603	103,000	3,63	LD	373,890	18,694	0,500	0,187	3,630	373,890	0,052	19,442	2,456	47,360	5,300	2,510	abr/21
50 + 528	51 + 000	472,000	3,60	LE	1.699,200	84,960	0,500	0,850	3,600	1.699,200	0,051	86,659	2,456	211,101	5,300	11,188	abr/21
51 + 000	51 + 000	397,000	3,61	LD	1.433,170	71,658	0,500	0,717	3,610	1.433,170	0,052	74,525	2,456	181,442	5,300	9,622	abr/21
51 + 000	51 + 199	199,000	3,61	LD	718,390	35,919	0,500	0,359	3,610	718,390	0,052	37,356	2,456	90,999	5,300	4,823	abr/21
51 + 000	51 + 158	158,000	3,60	LE	568,800	28,440	0,500	0,284	3,600	568,800	0,051	29,009	2,456	70,665	5,300	3,745	abr/21
51 + 158	51 + 500	342,000	3,58	LD	1.224,360	61,218	0,500	0,612	3,580	1.224,360	0,050	61,218	2,456	149,127	5,300	7,994	abr/21
51 + 500	51 + 700	301,000	3,58	LD	1.077,580	53,879	0,500	0,539	3,580	1.077,580	0,051	54,957	2,456	133,975	5,300	7,095	abr/21
51 + 700	51 + 800	200,000	3,58	LD	716,000	35,800	0,500	0,358	3,580	716,000	0,051	36,216	2,456	88,952	5,300	4,714	abr/21



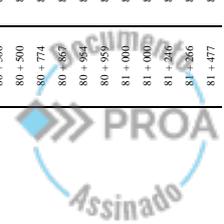


FRESAGEM CONTÍNUA E RECAPEAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO												OBSERVAÇÃO							
INICIAL	FINAL	DIMENSÕES				5.2.1 - Fresação Contínua				5.2.2 - Plurima de Ligação				5.2.4 - Concreto aditivo, exatidão transporte e estado					
		EXT.(m)	LARG.(m)	LADO / POSIÇÃO	ÁREA (m²)	Exp. (m)	Volume (m³)	ÁREA (m²)	Taxa de Emulsão (litro/m²)	Ligante Emulsão (t)	ÁREA (m²)		Exp. (m)	ÁREA (m²)	CBUQ Vol. (m³)	DENSIDADE (t/m³)	CBUQ Peso (ton)	Torç. Ligante (%)	Ligante Aditivo (t)
51 + 500	51 + 999	499,000	3,58	LE	1.786,420	0,050	89,321	1.786,420	0,500	0,935	3,580	1.786,420	0,051	91,107	2,456	221,956	5,300	11,763	abr/21
51 + 700	52 + 000	300,000	3,60	LD	1.080,000	0,050	50,680	1.080,000	0,500	0,540	3,600	1.080,000	0,051	55,080	2,456	134,174	5,300	7,111	abr/21
51 + 999	52 + 500	301,000	3,62	LE	1.813,620	0,050	90,681	1.813,620	0,500	0,907	3,620	1.813,620	0,052	94,308	2,456	229,734	5,300	12,176	mar/21
52 + 000	52 + 500	500,000	3,60	LD	1.800,000	0,050	90,000	1.800,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,051	90,110	2,456	223,624	5,300	11,852	abr/21
52 + 500	52 + 664	164,000	3,60	LD	590,400	0,050	29,520	590,400	0,500	0,295	3,600	590,400	0,051	30,110	2,456	73,347	5,300	3,887	abr/21
52 + 800	52 + 617	117,000	3,62	LE	423,540	0,050	21,177	423,540	0,500	0,212	3,620	423,540	0,050	21,177	2,456	51,287	5,300	2,734	mar/21
52 + 617	53 + 000	383,000	3,56	LE	1.363,480	0,050	68,174	1.363,480	0,500	0,682	3,560	1.363,480	0,050	68,174	2,456	166,071	5,300	8,802	mar/21
52 + 664	53 + 000	336,000	3,56	LD	1.196,160	0,050	59,808	1.196,160	0,500	0,598	3,560	1.196,160	0,050	59,808	2,456	145,692	5,300	7,722	mar/21
55 + 000	55 + 700	700,000	3,60	LD	2.520,000	0,050	126,000	2.520,000	0,500	1,260	3,600	2.520,000	0,050	126,000	2,456	306,936	5,300	16,268	abr/21
55 + 000	55 + 700	700,000	3,60	LD	2.520,000	0,050	126,000	2.520,000	0,500	1,260	3,600	2.520,000	0,050	126,000	2,456	306,936	5,300	16,268	abr/21
55 + 700	56 + 100	400,000	3,70	LD	1.480,000	0,050	74,000	1.480,000	0,500	0,740	3,700	1.480,000	0,050	74,000	2,456	180,264	5,300	9,554	abr/21
55 + 700	56 + 100	400,000	3,70	LE	1.480,000	0,050	74,000	1.480,000	0,500	0,740	3,700	1.480,000	0,050	74,000	2,456	180,264	5,300	9,554	abr/21
56 + 100	56 + 500	400,000	3,70	LD	1.480,000	0,050	74,000	1.480,000	0,500	0,740	3,700	1.480,000	0,050	74,000	2,456	180,264	5,300	9,554	abr/21
61 + 800	62 + 000	500,000	3,62	LD	1.810,000	0,050	90,500	1.810,000	0,500	0,905	3,620	1.810,000	0,050	90,500	2,456	220,458	5,300	11,684	mar/21
62 + 000	62 + 500	500,000	3,62	LD	1.810,000	0,050	90,500	1.810,000	0,500	0,905	3,620	1.810,000	0,050	90,500	2,456	220,458	5,300	11,684	mar/21
62 + 500	62 + 639	139,000	3,62	LD	503,180	0,050	25,159	503,180	0,500	0,252	3,620	503,180	0,050	25,159	2,456	61,287	5,300	3,248	mar/21
62 + 800	62 + 524	240,000	3,63	LE	87,120	0,050	4,356	87,120	0,500	0,044	3,630	87,120	0,050	4,356	2,456	10,611	5,300	0,562	mar/21
62 + 824	63 + 000	476,000	3,63	LE	1.727,880	0,050	86,394	1.727,880	0,500	0,864	3,630	1.727,880	0,050	86,394	2,456	210,455	5,300	11,154	mar/21
62 + 639	62 + 841	202,000	3,61	LD	729,220	0,050	36,461	729,220	0,500	0,365	3,610	729,220	0,050	36,461	2,456	88,818	5,300	4,707	abr/21
62 + 841	63 + 000	159,000	3,62	LD	575,580	0,050	28,779	575,580	0,500	0,288	3,620	575,580	0,050	28,779	2,456	72,809	5,300	3,864	abr/21
63 + 000	63 + 500	500,000	3,63	LE	1.815,000	0,050	90,750	1.815,000	0,500	0,908	3,630	1.815,000	0,050	90,750	2,456	221,067	5,300	11,717	mar/21
63 + 000	63 + 500	500,000	3,63	LD	1.815,000	0,050	90,750	1.815,000	0,500	0,908	3,630	1.815,000	0,050	90,750	2,456	221,067	5,300	11,717	mar/21
63 + 500	63 + 354	354,000	3,62	LD	1.281,480	0,050	64,074	1.281,480	0,500	0,641	3,620	1.281,480	0,051	65,355	2,456	159,204	5,300	8,438	abr/21
63 + 354	63 + 500	146,000	3,60	LD	525,600	0,050	26,280	525,600	0,500	0,263	3,600	525,600	0,051	26,806	2,456	65,299	5,300	3,461	abr/21
63 + 500	63 + 762	262,000	3,63	LE	951,060	0,050	47,553	951,060	0,500	0,476	3,630	951,060	0,050	47,553	2,456	115,839	5,300	6,139	mar/21
63 + 800	64 + 017	517,000	3,60	LD	1.861,200	0,050	93,060	1.861,200	0,500	0,931	3,600	1.861,200	0,051	94,921	2,456	231,227	5,300	12,255	abr/21
63 + 762	64 + 017	255,000	3,62	LD	461,155	0,050	23,060	461,155	0,500	0,462	3,620	461,155	0,050	23,060	2,456	57,600	5,300	2,988	abr/21
67 + 310	67 + 425	115,000	3,75	LD	431,250	0,050	21,562	431,250	0,500	0,216	3,750	431,250	0,050	21,562	2,456	52,827	5,300	2,784	abr/21
68 + 980	68 + 980	474,000	3,70	LD	1.753,800	0,050	87,690	1.753,800	0,500	0,877	3,700	1.753,800	0,050	87,690	2,456	213,612	5,300	11,321	abr/21
69 + 392	69 + 492	100,000	3,70	LE	370,000	0,050	18,500	370,000	0,500	0,185	3,700	370,000	0,050	18,500	2,456	45,066	5,300	2,388	abr/21
69 + 652	69 + 842	190,000	3,80	LE	722,000	0,050	36,100	722,000	0,500	0,361	3,800	722,000	0,050	36,100	2,456	87,939	5,300	4,461	abr/21
69 + 829	70 + 050	221,000	3,60	LD	795,600	0,050	39,780	795,600	0,500	0,398	3,600	795,600	0,050	39,780	2,456	96,904	5,300	5,136	abr/21
70 + 420	70 + 520	100,000	3,75	LD	375,000	0,050	18,750	375,000	0,500	0,188	3,750	375,000	0,050	18,750	2,456	45,675	5,300	2,421	abr/21
70 + 420	70 + 520	100,000	3,75	LE	375,000	0,050	18,750	375,000	0,500	0,188	3,750	375,000	0,050	18,750	2,456	45,675	5,300	2,421	abr/21
70 + 520	70 + 920	356,000	3,75	LE	1.335,000	0,050	66,750	1.335,000	0,500	0,668	3,750	1.335,000	0,050	66,750	2,456	162,603	5,300	8,618	abr/21
71 + 150	71 + 480	330,000	3,70	LE	1.221,000	0,050	61,050	1.221,000	0,500	0,611	3,700	1.221,000	0,050	61,050	2,456	148,717	5,300	7,882	abr/21
71 + 700	71 + 840	140,000	3,80	LD	532,000	0,050	26,600	532,000	0,500	0,266	3,800	532,000	0,050	26,600	2,456	64,797	5,300	3,434	abr/21
72 + 246	72 + 600	354,000	3,80	LD	1.345,200	0,050	67,260	1.345,200	0,500	0,673	3,800	1.345,200	0,050	67,260	2,456	163,845	5,300	8,684	abr/21
72 + 246	72 + 600	354,000	3,80	LE	1.345,200	0,050	67,260	1.345,200	0,500	0,673	3,800	1.345,200	0,050	67,260	2,456	163,845	5,300	8,684	abr/21
72 + 600	72 + 770	130,000	3,80	LE	494,000	0,050	24,700	494,000	0,500	0,247	3,800	494,000	0,050	24,700	2,456	60,169	5,300	3,189	abr/21
72 + 600	72 + 920	150,000	3,80	LE	570,000	0,050	28,500	570,000	0,500	0,285	3,800	570,000	0,050	28,500	2,456	69,426	5,300	3,680	abr/21
72 + 940	72 + 940	100,000	3,80	LD	380,000	0,050	19,000	380,000	0,500	0,190	3,800	380,000	0,050	19,000	2,456	46,284	5,300	2,453	abr/21
74 + 91	75 + 000	89,000	3,66	LD	325,740	0,050	16,287	325,740	0,500	0,163	3,660	325,740	0,050	16,287	2,456	39,675	5,300	2,103	fev/21
75 + 000	75 + 345	345,000	3,66	LD	1.262,700	0,050	63,135	1.262,700	0,500	0,631	3,660	1.262,700	0,050	63,135	2,456	153,796	5,300	8,151	fev/21
75 + 080	75 + 414	330,000	3,66	LE	1.207,800	0,050	60,390	1.207,800	0,500	0,604	3,660	1.207,800	0,050	60,390	2,456	147,110	5,300	7,797	fev/21
75 + 414	75 + 500	155,000	3,62	LD	561,100	0,050	28,055	561,100	0,500	0,281	3,620	561,100	0,050	28,055	2,456	68,341	5,300	3,622	fev/21
75 + 414	75 + 500	86,000	3,64	LE	313,040	0,050	15,652	313,040	0,500	0,157	3,640	313,040	0,050	15,652	2,456	38,128	5,300	2,021	fev/21
75 + 500	75 + 799	299,000	3,62	LD	1.082,380	0,050	54,119	1.082,380	0,500	0,541	3,620	1.082,380	0,050	54,119	2,456	131,833	5,300	6,987	fev/21



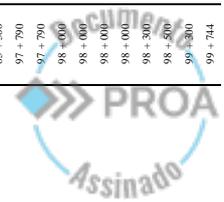


ESTACIA/RSI		DIMENSÕES		FRESAGEM CONTÍNUA E RECAPEAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO													OBSERVAÇÃO		
				5.2.1 - Fresagem Contínua					5.2.2 - Pluma de Ligação					5.2.4 - Concreto aditivo exclusivo transporte e castelo					
INICIAL	FINAL	EXT.(m)	LARG.(m)	LADO / POSIÇÃO	ÁREA (m²)	Exp. (m)	Volume (m³)	ÁREA (m²)	Taxa de Emissão (t/m³)	Ligante Emulsão (%)	LARG.(m)	ÁREA (m²)	Exp. (m)	CBUQ Vol. (m³)	DENSIDADE (t/m³)	CBUQ Peso (ton)	Teor Ligante (%)	Ligante Aditivo (t)	
75 + 800	75 + 888	358,000	3,64	LE	1.303,12	0,050	651,56	1.303,120	0,500	0,652	3,640	1.303,120	0,050	65,156	2,456	158,720	5,300	8,412	fev/21
75 + 799	76 + 000	201,000	3,65	LD	733,65	0,050	36,682	733,650	0,500	0,367	3,650	733,650	0,050	36,683	2,456	89,359	5,300	4,756	fev/21
75 + 858	76 + 000	142,000	3,62	LE	514,040	0,050	25,702	514,040	0,500	0,257	3,620	514,040	0,050	25,702	2,456	62,610	5,300	3,318	fev/21
76 + 000	76 + 313	313,000	3,62	LE	1.133,060	0,050	56,653	1.133,060	0,500	0,567	3,620	1.133,060	0,050	56,653	2,456	138,006	5,300	7,314	fev/21
76 + 000	76 + 480	480,000	3,65	LD	1.752,000	0,050	87,600	1.752,000	0,500	0,876	3,650	1.752,000	0,050	87,600	2,456	213,393	5,300	11,310	fev/21
76 + 313	76 + 500	187,000	3,61	LE	675,070	0,050	33,753	675,070	0,500	0,338	3,610	675,070	0,050	33,754	2,456	82,224	5,300	4,538	fev/21
76 + 480	76 + 500	20,000	3,61	LD	72,200	0,050	3,610	72,200	0,500	0,036	3,610	72,200	0,050	3,610	2,456	8,793	5,300	0,466	fev/21
76 + 500	76 + 735	235,000	3,61	LE	848,350	0,050	42,417	848,350	0,500	0,424	3,610	848,350	0,050	42,418	2,456	103,530	5,300	5,476	fev/21
76 + 800	77 + 000	500,000	3,61	LD	1.805,000	0,050	90,250	1.805,000	0,500	0,903	3,610	1.805,000	0,050	90,250	2,456	219,849	5,300	11,652	fev/21
76 + 735	76 + 812	77,000	3,65	LE	281,050	0,050	14,052	281,050	0,500	0,141	3,650	281,050	0,050	14,053	2,456	34,233	5,300	1,814	fev/21
76 + 812	76 + 853	41,000	3,61	LE	148,010	0,050	7,400	148,010	0,500	0,074	3,610	148,010	0,050	7,401	2,456	18,028	5,300	0,955	fev/21
76 + 853	77 + 000	147,000	3,63	LE	535,610	0,050	26,680	535,610	0,500	0,267	3,630	535,610	0,050	26,681	2,456	64,994	5,300	3,445	fev/21
77 + 000	77 + 195	195,000	3,61	LD	703,950	0,050	35,197	703,950	0,500	0,352	3,610	703,950	0,050	35,198	2,456	85,742	5,300	4,544	fev/21
77 + 000	77 + 500	500,000	3,63	LE	1.815,000	0,050	90,750	1.815,000	0,500	0,908	3,630	1.815,000	0,050	90,750	2,456	221,067	5,300	11,717	fev/21
77 + 195	77 + 500	305,000	3,65	LD	1.113,250	0,050	55,662	1.113,250	0,500	0,557	3,650	1.113,250	0,050	55,663	2,456	135,395	5,300	7,187	fev/21
77 + 500	77 + 769	269,000	3,65	LD	981,850	0,050	49,092	981,850	0,500	0,491	3,650	981,850	0,050	49,093	2,456	119,590	5,300	6,338	fev/21
77 + 769	77 + 800	31,000	3,63	LE	490,050	0,050	24,502	490,050	0,500	0,245	3,630	490,050	0,050	24,503	2,456	59,689	5,300	3,164	fev/21
77 + 800	77 + 855	55,000	3,60	LE	1.314,000	0,050	65,700	1.314,000	0,500	0,657	3,600	1.314,000	0,050	65,700	2,456	160,045	5,300	8,482	fev/21
77 + 855	78 + 000	231,000	3,62	LD	836,220	0,050	41,811	836,220	0,500	0,418	3,620	836,220	0,050	41,811	2,456	101,851	5,300	5,398	fev/21
78 + 000	78 + 491	491,000	3,60	LE	1.767,600	0,050	88,380	1.767,600	0,500	0,884	3,600	1.767,600	0,050	88,380	2,456	215,293	5,300	11,411	fev/21
78 + 491	78 + 500	9,000	3,66	LD	38,796	0,050	38,796	38,796	0,500	0,388	3,660	38,796	0,050	38,796	2,456	94,587	5,300	5,009	fev/21
78 + 500	78 + 512	212,000	3,70	LD	1.221,000	0,050	61,005	1.221,000	0,500	0,610	3,700	1.221,000	0,050	61,005	2,456	144,871	5,300	7,888	fev/21
78 + 512	78 + 538	293,000	3,66	LD	1.072,380	0,050	53,619	1.072,380	0,500	0,536	3,660	1.072,380	0,050	53,619	2,456	130,615	5,300	6,923	fev/21
78 + 538	78 + 934	334,000	3,63	LD	1.212,420	0,050	60,621	1.212,420	0,500	0,606	3,630	1.212,420	0,050	60,621	2,456	147,672	5,300	7,827	fev/21
78 + 934	79 + 122	188,000	3,62	LD	680,560	0,050	34,028	680,560	0,500	0,340	3,620	680,560	0,050	34,028	2,456	82,892	5,300	4,393	fev/21
79 + 122	79 + 500	378,000	3,64	LD	1.375,920	0,050	68,796	1.375,920	0,500	0,688	3,640	1.375,920	0,050	68,796	2,456	167,387	5,300	8,882	mar/21
79 + 500	79 + 518	342,000	3,85	LD-3	1.316,700	0,050	65,835	1.316,700	0,500	0,658	3,850	1.316,700	0,050	65,835	2,456	160,374	5,300	8,500	mar/21
79 + 518	79 + 886	386,000	3,85	LD-3	1.486,100	0,050	74,305	1.486,100	0,500	0,743	3,850	1.486,100	0,050	74,305	2,456	180,982	5,300	9,593	mar/21
79 + 886	79 + 950	64,000	3,64	LD	1.820,000	0,050	91,000	1.820,000	0,500	0,910	3,640	1.820,000	0,050	91,000	2,456	221,676	5,300	11,749	mar/21
80 + 000	80 + 000	500,000	3,81	LE	1.905,000	0,050	95,250	1.905,000	0,500	0,953	3,810	1.905,000	0,050	95,250	2,456	232,029	5,300	12,298	mar/21
80 + 000	80 + 038	38,000	3,64	LD	138,320	0,050	69,166	138,320	0,500	0,069	3,640	138,320	0,050	69,166	2,456	16,847	5,300	0,893	mar/21
80 + 038	80 + 005	5,000	3,81	LE	19,050	0,050	0,952	19,050	0,500	0,010	3,810	19,050	0,050	0,953	2,456	2,321	5,300	0,123	mar/21
80 + 005	80 + 500	495,000	3,73	LD-3	1.865,000	0,050	93,250	1.865,000	0,500	0,933	3,730	1.865,000	0,050	93,250	2,456	227,157	5,300	12,039	mar/21
80 + 500	80 + 500	495,000	3,71	LE	1.836,450	0,050	91,822	1.836,450	0,500	0,918	3,710	1.836,450	0,050	91,823	2,456	223,680	5,300	11,855	mar/21
80 + 500	80 + 500	462,000	3,65	LD	1.686,300	0,050	84,315	1.686,300	0,500	0,843	3,650	1.686,300	0,050	84,315	2,456	205,391	5,300	10,886	mar/21
80 + 500	80 + 774	274,000	3,73	LD-3	1.022,020	0,050	51,101	1.022,020	0,500	0,511	3,730	1.022,020	0,050	51,101	2,456	124,482	5,300	6,598	mar/21
80 + 774	80 + 959	459,000	3,65	LD	1.675,350	0,050	83,767	1.675,350	0,500	0,838	3,650	1.675,350	0,050	83,768	2,456	204,658	5,300	10,815	mar/21
80 + 959	80 + 867	367,000	3,71	LE	1.361,570	0,050	68,078	1.361,570	0,500	0,681	3,710	1.361,570	0,050	68,079	2,456	165,840	5,300	8,790	mar/21
80 + 867	81 + 000	133,000	3,65	LE	485,450	0,050	24,272	485,450	0,500	0,243	3,650	485,450	0,050	24,273	2,456	59,129	5,300	3,134	mar/21
80 + 000	81 + 014	60,000	3,65	LD-3	219,000	0,050	10,950	219,000	0,500	0,110	3,650	219,000	0,050	10,950	2,456	26,674	5,300	1,414	mar/21
80 + 014	81 + 246	246,000	3,70	LD	984,200	0,050	49,210	984,200	0,500	0,492	3,700	984,200	0,050	49,210	2,456	119,875	5,300	6,353	mar/21
81 + 000	81 + 246	246,000	3,65	LE	897,900	0,050	44,895	897,900	0,500	0,449	3,650	897,900	0,050	44,895	2,456	109,364	5,300	5,796	mar/21
81 + 246	81 + 500	254,000	3,64	LE	924,560	0,050	46,238	924,560	0,500	0,462	3,640	924,560	0,050	46,238	2,456	112,611	5,300	5,968	mar/21
81 + 500	81 + 500	234,000	3,76	LD	879,840	0,050	43,992	879,840	0,500	0,440	3,760	879,840	0,050	43,992	2,456	107,164	5,300	5,680	mar/21
81 + 477	81 + 500	23,000	3,62	LE-3	83,260	0,050	41,603	83,260	0,500	0,042	3,620	83,260	0,050	41,603	2,456	10,141	5,300	0,537	mar/21





FRESAGEM CONTÍNUA E RECAPEAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO																		
INICIAL	FINAL	DIMENSÕES			5.2.1 - Fresagem Contínua				5.2.2 - Pintura de Ligação				5.2.4 - Concreto aditivo, exatidão transporte e esdado				OBSERVAÇÃO	
		EXT.(m)	LARG.(m)	LADO / POSIÇÃO	ÁREA (m²)	Exp. (m)	Volume (m³)	ÁREA (m²)	Taxa de Emulsão (litro/m²)	Ligante Emulsão (litro)	LARG.(m)	ÁREA (m²)	Exp. (m)	CBUQ Vol. (m³)	DENSIDADE (ton/m³)	CBUQ Peso (ton)		Teor Ligante (%)
81 + 500	81 + 517	17,00	3,64	LE	61,88	0,050	3,094	61,880	0,500	0,031	3,640	0,050	3,094	2,456	7,856	5,300	0,399	mar/21
81 + 500	81 + 777	277,00	3,62	LE-3	1.002,74	0,050	501,137	1.002,740	0,500	0,501	3,620	0,050	501,137	2,456	122,133	5,300	6,473	mar/21
81 + 500	81 + 986	486,00	3,76	LD	1.827,36	0,050	91,368	1.827,360	0,500	0,914	3,760	0,050	91,368	2,456	222,772	5,300	11,796	mar/21
81 + 517	81 + 737	220,00	3,70	LE	814,00	0,050	40,700	814,000	0,500	0,407	3,700	0,050	40,700	2,456	99,145	5,300	5,285	mar/21
81 + 737	82 + 000	263,00	3,65	LE	959,95	0,050	47,997	959,950	0,500	0,480	3,650	0,050	47,998	2,456	116,923	5,300	6,197	mar/21
81 + 777	81 + 844	67,00	3,70	LE-3	247,90	0,050	12,395	247,900	0,500	0,124	3,700	0,050	12,395	2,456	30,194	5,300	1,600	mar/21
81 + 844	82 + 000	156,00	3,68	LE-3	574,08	0,050	28,704	574,080	0,500	0,287	3,680	0,050	28,704	2,456	69,922	5,300	3,706	mar/21
81 + 986	82 + 000	14,00	3,70	LD	51,80	0,050	2,590	51,800	0,500	0,026	3,700	0,050	2,590	2,456	6,309	5,300	0,334	mar/21
82 + 000	82 + 090	90,00	3,65	LE	328,50	0,050	16,425	328,500	0,500	0,164	3,650	0,050	16,425	2,456	40,011	5,300	2,121	mar/21
82 + 000	82 + 174	174,00	3,68	LE-3	640,32	0,050	32,016	640,320	0,500	0,320	3,680	0,050	32,016	2,456	77,990	5,300	4,133	mar/21
82 + 000	82 + 500	500,00	3,70	LD	1.850,00	0,050	92,500	1.850,000	0,500	0,925	3,700	0,050	92,500	2,456	225,530	5,300	11,942	mar/21
82 + 000	82 + 500	410,00	3,60	LE	1.476,00	0,050	73,800	1.476,000	0,500	0,738	3,600	0,050	73,800	2,456	179,776	5,300	9,528	mar/21
82 + 174	82 + 324	150,00	3,40	LE-3	510,00	0,050	25,500	510,000	0,500	0,255	3,400	0,050	25,500	2,456	62,118	5,300	3,292	mar/21
82 + 434	82 + 492	58,00	2,90	LD-3	168,20	0,050	8,410	168,200	0,500	0,084	2,900	0,050	8,410	2,456	20,486	5,300	1,086	mar/21
82 + 492	82 + 500	8,00	3,70	LD-3	29,60	0,050	1,480	29,600	0,500	0,015	3,700	0,050	1,480	2,456	3,605	5,300	0,191	mar/21
82 + 500	83 + 000	500,00	3,70	LD	1.850,00	0,050	92,500	1.850,000	0,500	0,925	3,700	0,050	92,500	2,456	225,530	5,300	11,942	mar/21
82 + 500	82 + 894	394,00	3,60	LE	1.418,40	0,050	70,920	1.418,400	0,500	0,709	3,600	0,050	70,920	2,456	172,761	5,300	9,156	mar/21
82 + 500	83 + 000	500,00	3,70	LD-3	1.850,00	0,050	92,500	1.850,000	0,500	0,925	3,700	0,050	92,500	2,456	225,530	5,300	11,942	mar/21
82 + 894	83 + 000	106,00	3,90	LE	413,40	0,050	20,670	413,400	0,500	0,207	3,900	0,050	20,670	2,456	50,852	5,300	2,669	fev/21
83 + 000	83 + 294	294,00	3,90	LE	1.146,60	0,050	57,330	1.146,600	0,500	0,573	3,900	0,050	57,330	2,456	139,655	5,300	7,402	fev/21
83 + 162	83 + 162	162,00	3,70	LD	599,40	0,050	29,970	599,400	0,500	0,300	3,700	0,050	29,970	2,456	73,806	5,300	3,869	mar/21
83 + 000	83 + 481	481,00	3,70	LD-3	1.779,70	0,050	88,985	1.779,700	0,500	0,890	3,700	0,050	88,985	2,456	216,677	5,300	11,489	mar/21
83 + 481	83 + 481	319,00	3,65	LE	1.164,35	0,050	58,217	1.164,350	0,500	0,582	3,650	0,050	58,218	2,456	141,819	5,300	7,516	mar/21
83 + 294	83 + 500	206,00	3,65	LE	751,90	0,050	37,595	751,900	0,500	0,376	3,650	0,050	37,595	2,456	91,881	5,300	4,884	fev/21
83 + 500	83 + 500	19,00	3,65	LD	69,35	0,050	3,467	69,350	0,500	0,035	3,650	0,050	3,468	2,456	8,448	5,300	0,448	fev/21
83 + 500	83 + 928	428,00	3,65	LE	1.562,20	0,050	78,110	1.562,200	0,500	0,781	3,650	0,050	78,110	2,456	190,275	5,300	10,085	fev/21
83 + 800	83 + 894	391,00	3,63	LD	1.419,33	0,050	70,966	1.419,330	0,500	0,710	3,630	0,050	70,967	2,456	172,875	5,300	9,162	mar/21
83 + 891	84 + 000	109,00	3,60	LD	392,40	0,050	19,620	392,400	0,500	0,196	3,600	0,050	19,620	2,456	47,794	5,300	2,533	fev/21
83 + 928	84 + 000	72,00	3,60	LE	259,20	0,050	12,960	259,200	0,500	0,130	3,600	0,050	12,960	2,456	31,570	5,300	1,673	fev/21
84 + 000	84 + 500	500,00	3,60	LE	1.800,00	0,050	90,000	1.800,000	0,500	0,900	3,600	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	fev/21
84 + 500	84 + 500	500,00	3,60	LD	1.800,00	0,050	90,000	1.800,000	0,500	0,900	3,600	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	fev/21
84 + 500	84 + 678	178,00	3,60	LD	640,80	0,050	32,040	640,800	0,500	0,320	3,600	0,050	32,040	2,456	78,049	5,300	4,137	fev/21
84 + 678	85 + 000	32,00	3,65	LD	1.175,30	0,050	58,765	1.175,300	0,500	0,288	3,650	0,050	58,765	2,456	143,151	5,300	7,587	fev/21
85 + 000	85 + 500	500,00	3,65	LD	1.825,00	0,050	91,250	1.825,000	0,500	0,913	3,650	0,050	91,250	2,456	222,285	5,300	11,781	fev/21
85 + 000	85 + 060	60,00	3,60	LE	216,00	0,050	10,800	216,000	0,500	0,108	3,600	0,050	10,800	2,456	26,308	5,300	1,394	fev/21
85 + 060	85 + 500	440,00	3,63	LE	1.597,20	0,050	79,860	1.597,200	0,500	0,799	3,630	0,050	79,860	2,456	194,538	5,300	10,311	fev/21
85 + 500	85 + 690	190,00	3,63	LD	689,70	0,050	34,485	689,700	0,500	0,345	3,630	0,050	34,485	2,456	84,005	5,300	4,452	fev/21
85 + 690	85 + 500	190,00	3,65	LD	693,50	0,050	34,675	693,500	0,500	0,347	3,650	0,050	34,675	2,456	84,468	5,300	4,477	fev/21
97 + 790	98 + 000	210,00	3,60	PD LD	756,00	0,050	37,800	756,000	0,500	0,378	3,600	0,050	37,800	2,456	92,080	5,300	4,880	mar/21
98 + 000	98 + 300	300,00	3,60	PD LD	1.080,00	0,050	54,000	1.080,000	0,500	0,540	3,600	0,050	54,000	2,456	131,544	5,300	6,972	mar/21
98 + 000	100 + 300	2.900,00	3,60	PE LD	10.440,00	0,050	522,000	10.440,000	0,500	5,220	3,600	0,050	522,000	2,456	1.271,592	5,300	67,594	mar/21
98 + 000	98 + 500	500,00	3,60	PD LE	1.800,00	0,050	90,000	1.800,000	0,500	0,900	3,600	0,050	90,000	2,456	219,240	5,300	11,620	mar/21
98 + 000	101 + 100	3.100,00	3,60	PE LE	11.160,00	0,050	558,000	11.160,000	0,500	5,580	3,600	0,050	558,000	2,456	1.359,288	5,300	72,042	mar/21
98 + 300	99 + 300	1.000,00	3,60	PD LD	3.600,00	0,050	180,000	3.600,000	0,500	1,800	3,600	0,050	180,000	2,456	438,480	5,300	23,239	mar/21
98 + 500	99 + 744	1.240,00	3,60	PD LE	4.478,40	0,050	223,920	4.478,400	0,500	2,239	3,600	0,050	223,920	2,456	545,469	5,300	28,910	mar/21
99 + 300	100 + 500	1.200,00	3,60	PD LD	4.320,00	0,050	216,000	4.320,000	0,500	2,160	3,600	0,050	216,000	2,456	526,176	5,300	27,887	mar/21
99 + 744	100 + 400	466,00	3,60	PD LE	2.361,60	0,050	118,080	2.361,600	0,500	1,181	3,600	0,050	118,080	2,456	287,642	5,300	15,245	mar/21





FRESAGEM CONTÍNUA E RECAPEAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO																			
RODOVA:.....ERS 287																			
TRECHO:.....Tabal - Vila Pariso																			
SEGMENTO:.....km 28,000a km 177,00																			
ESTACADA INICIAL																			
DIMENSÕES																			
INICIAL	FINAL	EXT.(m)	LARG.(m)	LADO / POSIÇÃO	5.2.1 - Fresação Contínua			5.2.2 - Pluma de Ligação			5.2.4 - Concreto aditivo, exaustivo transporte e esdalo			OBSERVAÇÃO					
					ÁREA (m²)	Exp. (m)	Volume (m³)	ÁREA (m²)	Taxa de Emulsão (l/m²)	Ligante Emulsão (t)	LARG.(m)	ÁREA (m²)	Exp. (m)		CBUQ Vol. (m³)	DENSIDADE (t/m³)	Teor. Ligante (%)	Ligante Aditivo (t)	
100 + 400	100 + 800	400,000	3,60	PD LE	1.440,00	0,050	72,000	1.440,000	0,500	0,720	3,600	1.440,000	0,050	72,000	175,392	2,456	5,300	9,296	mai/21
100 + 500	100 + 800	300,000	3,60	PD LD	1.080,00	0,050	54,000	1.080,000	0,500	0,540	3,600	1.080,000	0,050	54,000	131,544	2,456	5,300	6,972	mai/21
100 + 800	101 + 300	500,000	3,60	PD LD	1.800,00	0,050	90,000	1.800,000	0,500	0,900	3,600	1.800,000	0,050	90,000	219,240	2,456	5,300	11,620	mai/21
100 + 800	101 + 480	680,000	3,60	PD LE	2.448,00	0,050	122,400	2.448,000	0,500	1,224	3,600	2.448,000	0,050	122,400	298,166	2,456	5,300	15,803	mai/21
100 + 900	101 + 675	775,000	3,60	PE LD	2.790,00	0,050	139,500	2.790,000	0,500	1,395	3,600	2.790,000	0,050	139,500	339,822	2,456	5,300	18,011	mai/21
101 + 100	101 + 675	575,000	3,60	PE LE	2.070,00	0,050	103,500	2.070,000	0,500	1,035	3,600	2.070,000	0,050	103,500	252,126	2,456	5,300	13,563	mai/21
101 + 300	101 + 615	315,000	3,60	PD LD	1.134,00	0,050	56,700	1.134,000	0,500	0,567	3,600	1.134,000	0,050	56,700	138,121	2,456	5,300	7,320	mai/21
101 + 480	101 + 615	135,000	3,60	PD LE	486,00	0,050	24,300	486,000	0,500	0,243	3,600	486,000	0,050	24,300	59,194	2,456	5,300	3,157	mai/21
101 + 675	101 + 780	105,000	4,40	PD LD	462,00	0,050	23,100	462,000	0,500	0,231	4,400	462,000	0,050	23,100	56,271	2,456	5,300	2,982	mai/21
101 + 675	101 + 780	105,000	4,40	PD LE	462,00	0,050	23,100	462,000	0,500	0,231	4,400	462,000	0,050	23,100	56,271	2,456	5,300	2,982	mai/21
101 + 675	102 + 000	325,000	3,60	3°FX LE	1.170,00	0,050	58,500	1.170,000	0,500	0,585	3,600	1.170,000	0,050	58,500	142,506	2,456	5,300	7,553	mai/21
101 + 780	102 + 000	220,000	3,60	PD LD	792,00	0,050	39,600	792,000	0,500	0,396	3,600	792,000	0,050	39,600	96,465	2,456	5,300	5,113	mai/21
101 + 780	102 + 000	220,000	3,60	PD LE	792,00	0,050	39,600	792,000	0,500	0,396	3,600	792,000	0,050	39,600	96,465	2,456	5,300	5,113	mai/21
103 + 000	103 + 600	600,000	3,80	LD	2.280,00	0,050	114,000	2.280,000	0,500	1,140	3,800	2.280,000	0,050	114,000	277,704	2,456	5,300	14,718	mai/21
103 + 000	103 + 220	220,000	3,80	LE 3° FX	836,00	0,050	41,800	836,000	0,500	0,418	3,800	836,000	0,050	41,800	101,924	2,456	5,300	5,397	mai/21
103 + 000	103 + 600	600,000	3,80	LE	2.280,00	0,050	114,000	2.280,000	0,500	1,140	3,800	2.280,000	0,050	114,000	277,704	2,456	5,300	14,718	mai/21
103 + 600	104 + 000	400,000	3,80	LD	1.520,00	0,050	76,000	1.520,000	0,500	0,760	3,800	1.520,000	0,050	76,000	185,136	2,456	5,300	9,812	mai/21
103 + 600	104 + 000	400,000	3,80	LE	1.520,00	0,050	76,000	1.520,000	0,500	0,760	3,800	1.520,000	0,050	76,000	185,136	2,456	5,300	9,812	mai/21
104 + 000	104 + 300	300,000	3,80	LD	1.140,00	0,050	57,000	1.140,000	0,500	0,570	3,800	1.140,000	0,050	57,000	138,852	2,456	5,300	7,359	mai/21
104 + 000	104 + 300	300,000	3,80	LE	1.140,00	0,050	57,000	1.140,000	0,500	0,570	3,800	1.140,000	0,050	57,000	138,852	2,456	5,300	7,359	mai/21
104 + 300	105 + 000	700,000	8,90	PISTA E BREVO	6.230,00	0,050	311,500	6.230,000	0,200	3,115	8,900	6.230,000	0,050	311,500	758,814	2,456	5,300	40,217	mai/21
104 + 300	105 + 000	700,000	8,90	PISTA E BREVO	6.230,00	0,050	311,500	6.230,000	0,200	3,115	8,900	6.230,000	0,050	311,500	758,814	2,456	5,300	40,217	mai/21
108 + 535	109 + 600	1.065,000	7,20	LD LE	7.668,00	0,050	383,400	7.668,000	1,500	11,502	7,200	7.668,000	0,050	383,400	939,713	2,451	5,300	49,805	abr/21
112 + 445	112 + 598	153,000	7,20	LD LE	1.101,60	0,050	55,080	1.101,600	2,500	2,754	7,200	1.101,600	0,050	55,080	135,001	2,451	5,300	7,155	abr/21
121 + 000	122 + 945	1.945,000	7,20	LD LE	14.004,00	0,050	700,200	14.004,000	3,500	49,014	7,200	14.004,000	0,050	700,200	1.716,190	2,451	5,300	90,958	jan/21
134 + 872	135 + 520	648,000	7,20	LD LE	4.665,60	0,050	233,280	4.665,600	4,500	20,995	7,200	4.665,600	0,050	233,280	2.451	5,300	30,304	mai/21	
157 + 037	158 + 618	1.581,000	7,20	LD LE	11.383,20	0,050	569,160	11.383,200	5,500	62,608	7,200	11.383,200	0,050	569,160	1.395,011	2,451	5,300	73,936	mai/21
116 + 000	119 + 000	3.000,000	7,20	LD LE	21.600,00	0,050	1.080,000	21.600,000	6,500	140,400	7,200	21.600,000	0,050	1.080,000	2.451	5,300	140,295	jan/21	
QUANTIDADE TOTAL											1801,75	1.335,00	2.338,10						





PROJETO CR 20/2020 DNIT

REVISADO DEZ/2020

CONCRETO ASFÁLTICO

FAIXA "C"

CAMADA DE LIGAÇÃO / ROLAMENTO - DNIT 031/2006 - ES





PROJETO PARA CONCRETO ASFÁLTICO
CR 20 REVISADO DEZ / 2020

FILIAL II - TRIUNFO /RS

O presente projeto foi desenvolvido seguindo o método "MARSHALL" para misturas betuminosas, visando estabelecer um traço ideal que atenda as especificações e normas técnicas do DNIT-ES 031/2006 FAIXA "C" para concreto betuminoso usinado a quente (camada de rolamento) conforme discriminação a seguir;

Para a composição da mistura foram utilizados os seguintes componentes:

MATERIAL	PROCEDENCIA
BRITA (1")	BRITAGEM COESUL- BR 386 KM 392 -TRIUNFO / RS
BRITA (3/4")	BRITAGEM COESUL- BR 386 KM 392 -TRIUNFO / RS
PO DE PEDRA	BRITAGEM COESUL- BR 386 KM 392 -TRIUNFO / RS
AREIA	AREAL TRANS GUGA-PORTO ALEGRE RS
CAP 50-70	REFAP - CANOAS / RS
DOPE (CONCENTRADO)	BETUDOP CAP FIX-A - BETUNEL
OBS...ADIÇÃO DE UM BALDE DE DOPE 20 KG PARA CADA 25000 KG DE CAP	

MASSA ESPECÍFICA DOS MATERIAIS

	DENS.APAR. kg/dm ³	DENS.REAL. kg/dm ³	
BRITA 3/4"	2,760	2,835	0,72
BRITA 1/2"	2,755	2,833	0,96
PO DE PEDRA	2,741	2,821	1,00
AREIA		2,623	
CAP 50 - 70		1,007	
ABSORÇÃO MEDIA DOS AGREGADOS = 0,89 %			





DOSAGEM DOS AGREGADOS

BRITA (3/4")	33,00 %
BRITA (1/2")	10,00 %
PÓ DE PEDRA	50,00 %
AREIA	7,00 %

MASSA ESPECÍFICA (RICE TEST)

TEOR DE BETUME	4,50%	2,556 kg/dm³
TEOR DE BETUME	5,00%	2,538 kg/dm³
TEOR DE BETUME	5,50%	2,520 kg/dm³
TEOR DE BETUME	6,00%	2,502 kg/dm³
TEOR DE BETUME	6,50%	2,485 kg/dm³





VOLUME DE VAZIOS DA MISTURA

TRAÇO 01 (4,5% BET): Vv	=	5,40%
TRAÇO 02 (5,0% BET): Vv	=	4,30%
TRAÇO 03 (5,5% BET): Vv	=	2,40%
TRAÇO 04 (6,0% BET): Vv	=	1,60%
TRAÇO 05 (6,5% BET): Vv	=	1,40%





VOLUME DE BETUME DA MISTURA

TRAÇO 01 (4,5% BET): BET	=	10,80%
TRAÇO 02 (5,0% BET): BET	=	12,10%
TRAÇO 03 (5,5% BET): BET	=	13,40%
TRAÇO 04 (6,0% BET): BET	=	14,70%
TRAÇO 05 (6,5% BET): BET	=	15,80%



 COESUL <small>PAVIMENTAÇÃO - TERRAPLENAGEM - MINERAÇÃO</small>	
PERCENTAGEM DE VAZIOS DO AGREGADO MINERAL	
TRAÇO 01 (4,5% BET): VAM	= 16,20%
TRAÇO 02 (5,0% BET): VAM	= 16,30%
TRAÇO 03 (5,5% BET): VAM	= 15,90%
TRAÇO 04 (6,0% BET): VAM	= 16,20%
TRAÇO 05 (6,5% BET): VAM	= 17,20%



	
RELAÇÃO BETUME VAZIOS	
TRAÇO 01 (4,5% BET): RBV	= <input type="text" value="66,70%"/>
TRAÇO 02 (5,0% BET): RBV	= <input type="text" value="73,80%"/>
TRAÇO 03 (5,5% BET): RBV	= <input type="text" value="84,60%"/>
TRAÇO 04 (6,0% BET): RBV	= <input type="text" value="90,40%"/>
TRAÇO 05 (6,5% BET): RBV	= <input type="text" value="91,70%"/>
MISTURA IDEAL	
O traço ideal após determinação gráfica será ;	
BRITA 3/4'	31,32%
BRTA 1/2"	9,49%
PO DE PEDRA.....	47,45%
CAP 50- 70.....	5,10%
AREIA.....	6,64%
TOTAL.....	100,00%



	
RESULTADO DOS ENSAIOS	
DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA RICE (Kg/m ³)	2.534
DENSIDADE APARENTE (KG/m ³)	2.436
ESTABILIDADE (Kgf/cm ²) (MIN. 500)	1.065
FLUÊNCIA (2,0 a 4,5 cm)	3.2
VOLUME DE VAZIOS (3 - 5%) ADOTADO	4.0
RELAÇÃO BETUME - VAZIOS (75 A 82%)	76.0
VOLUME DO AGREGADO MINERAL (MIN 15%) =	16.3
TEOR DE BETUME (%)	5.1
RESISTENCIA A TRAÇÃO (mpa) (min.0,65)	1.47
DADOS COMPLEMENTARES	
= = Pela relação viscosidade - temperatura, determinou-se a temperatura ideal para produção e aplicação da mistura:	
TEMPERATURA DO CAP.....	147°C - 152°C
TEMPERATURA DA MISTURA.....	157°C - 162°C
TEMPERATURA PARA COMPACTAÇÃO.....	135°C - 141°C



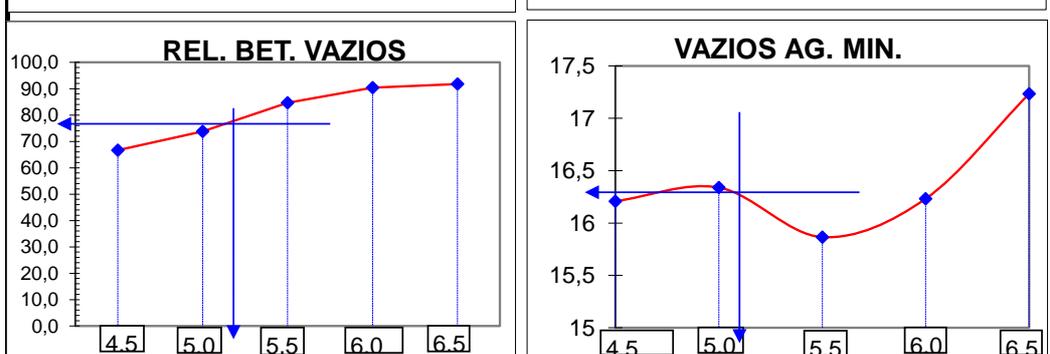
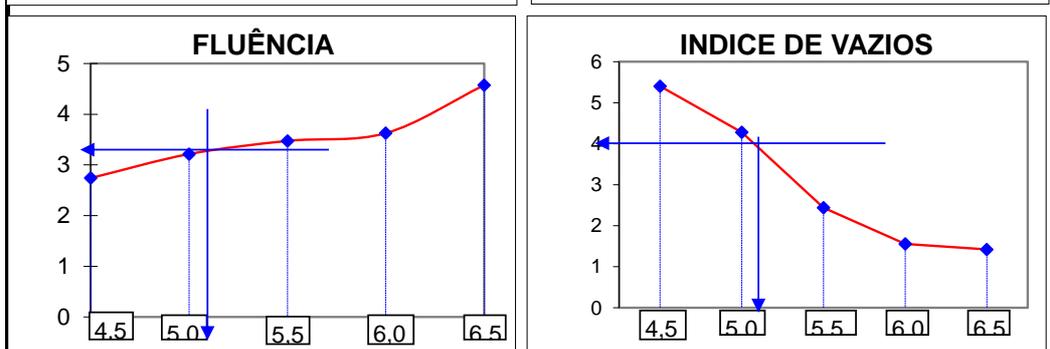
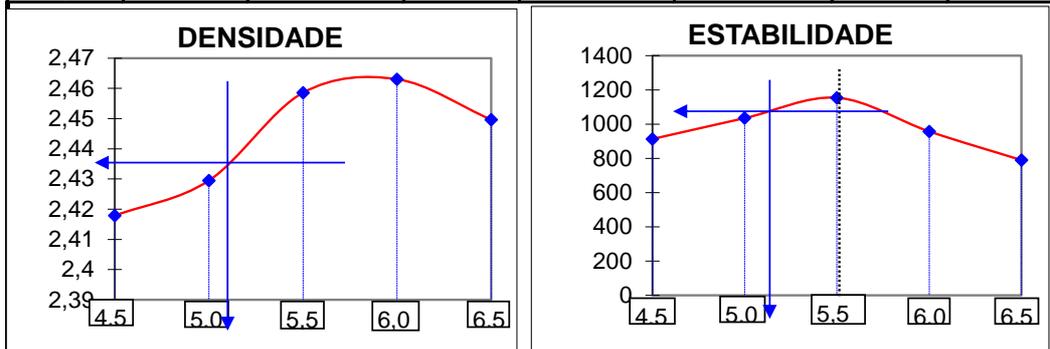


CORPO DE PROVA		PESO EM GRAMAS		VOLUME (cm ³)	DENSIDADE		V. V.	V. b.	V. A. M.	R.B.V.	ESTABILIDADE			FLUENCIA				
		NO AR (g)	NA ÁGUA (g)		APARENTE (kg/dm ³)	MÁXIMA TEÓRICA (kg/dm ³)					PORCENTAGEM DE VAZIOS (%)	VAZIOS CHEIOS C/BETUME (%)	VAZIOS AGREGADO MINERAL (%)	RELAÇÃO BETUME VAZIOS (%)	LEITURA (mm)	F. CORREÇÃO (kg)	CORRIGIDA (mm)	LEITURA (mm)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	
num.	% CIMENTO ASFÁLTICO		RELACÃO PESSO DA MISTURA		C		D		E		F		G		H		I	
1	4,5%	1241,0	727,9	513,1	2,419	2,556	13,737	5,4%	108,84	10,8%	16,2%	66,8%	49	1,01	908	271,0	2,7	
2	4,5%	1248,2	732,5	515,7	2,420	2,556	13,568	5,3%	108,91	10,8%	16,1%	67,1%	48	0,97	854	270,0	2,7	
3	4,5%	1238,8	725,8	513,0	2,415	2,556	14,130	5,5%	108,66	10,8%	16,3%	66,1%	55	0,97	978	281,0	2,8	
	MÉDIA	1242,7	728,7	514,0	2,418	2,556	13,812	5,4%	108,80	10,8%	16,2%	66,7%	51	0,98	913	274,0	2,7	
4	5,0%	1259,3	741,4	517,9	2,431	2,538	10,656	4,2%	121,57	12,1%	16,3%	74,2%	55	0,98	989	329,0	3,3	
5	5,0%	1253,1	737,9	515,2	2,432	2,538	10,574	4,2%	121,61	12,1%	16,2%	74,4%	59	0,97	1050	320,0	3,2	
6	5,0%	1254,8	737,3	517,5	2,425	2,538	11,327	4,5%	121,24	12,0%	16,5%	73,0%	60	0,97	1067	315,0	3,2	
	MÉDIA	1255,7	749,1	516,9	2,429	2,538	10,852	4,3%	121,47	12,1%	16,3%	73,8%	58	0,97	1035	321,3	3,2	
7	5,5%	1254,5	744,3	510,2	2,459	2,520	6,116	2,4%	135,24	13,4%	15,9%	84,7%	65	0,97	1156	341,0	3,4	
8	5,5%	1255,9	743,8	512,1	2,452	2,520	6,755	2,7%	134,88	13,4%	16,1%	83,3%	67	0,97	1192	349,0	3,5	
9	5,5%	1251,7	743,8	507,9	2,464	2,520	5,554	2,2%	135,55	13,5%	15,7%	85,9%	62	0,98	1114	352,0	3,5	
	MÉDIA	1254,0	744,0	510,1	2,459	2,520	6,142	2,4%	135,22	13,4%	15,9%	84,6%	65	0,97	1154	347,3	3,5	
10	6,0%	1261,4	748,8	512,6	2,461	2,502	4,121	1,6%	147,65	14,7%	16,3%	89,9%	56	0,97	996	355,0	3,6	
11	6,0%	1260,1	748,5	511,6	2,463	2,502	3,894	1,6%	147,78	14,7%	16,2%	90,4%	54	0,97	961	364,0	3,6	
12	6,0%	1264,7	751,7	513,0	2,465	2,502	3,670	1,5%	147,92	14,7%	16,2%	90,9%	52	0,96	916	369,0	3,7	
	MÉDIA	1262,1	749,7	512,4	2,463	2,502	3,895	1,6%	147,78	14,7%	16,2%	90,4%	54	0,97	957	362,7	3,6	
13	6,5%	1285,4	760,2	525,2	2,447	2,485	3,755	1,5%	159,08	15,8%	17,3%	91,3%	49	0,94	845	465,0	4,7	
14	6,5%	1275,9	757,0	521,9	2,450	2,485	3,453	1,4%	159,28	15,8%	17,2%	91,9%	45	0,94	776	456,0	4,6	
15	6,5%	1283,6	759,9	523,7	2,451	2,485	3,398	1,4%	159,32	15,8%	17,2%	92,0%	43	0,95	749	451,0	4,5	
	MÉDIA	1282,6	759,0	523,6	2,450	2,485	3,535	1,4%	159,23	15,8%	17,2%	91,7%	46	0,94	790	457,3	4,6	

OBS.: CPS ROMPIDOS COM TEMP. DE 60°

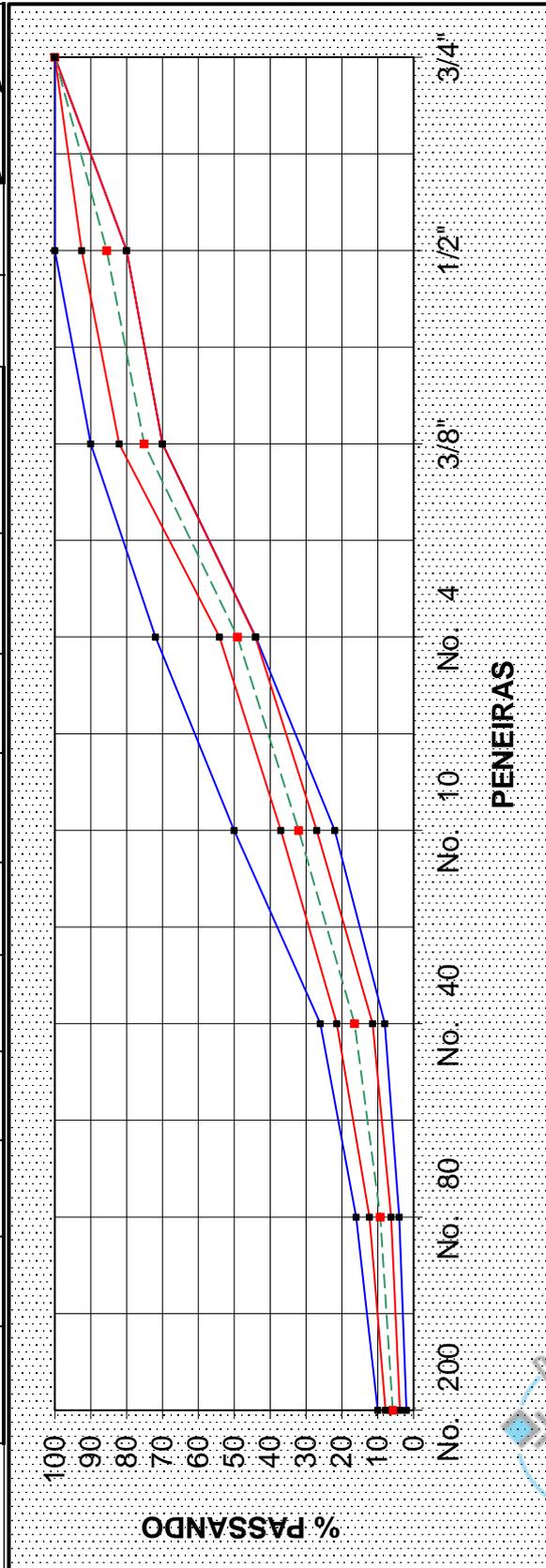
VISTO RENI SILVA

CAP 50-70 (%)	Densidade (Kg/m3)	Estabilidade (Kg)	Fluência 1/100 "	Ind. Vazios (%)	RBV (%)	VAM (%)
4,5	2,418	913	2,74	5,40	66,7	16,2
5,0	2,429	1.035	3,21	4,28	73,8	16,3
5,5	2,459	1.154	3,47	2,44	84,6	15,9
6,0	2,463	957	3,63	1,56	90,4	16,2
6,5	2,450	790	4,57	1,42	91,7	17,2





 PAVIMENTAÇÃO - TERRAPLENAGEM - MINERAÇÃO		DATA:		16 dezembro, 2020	
		PROJETO: CAMADA DE ROLAMENTO - CR 20 REVISADO / 2020 MATERIAL: AGREGADOS (UNIDADE DE BRITAGEM COESUL)			
COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA PASSANDO		PO DE PEDRA 50%		MISTURA ENCONTRADA FAIXA "C" DNIT FAIXA DE TRAB.	
BRITA 3/4" 33%		BRITA 3/8" 10%		AREIA 7%	
PENEIRAS	GRAN.	GRAN.	GRAN.	GRAN.	GRAN.
3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	56,20	100,00	100,00	100,00	80,00
3/8"	25,08	98,20	100,00	100,00	70,00
No. 4	1,20	0,40	4,10	100,00	44,1
No. 10	0,91	0,30	0,50	99,00	27,0
No. 40	0,23	0,08	0,35	71,61	11,5
No. 80	0,15	0,05	0,28	8,62	6,3
No. 200	0,10	0,03	0,19	2,14	3,8



MÉTODO DE ENSAIO RICE

Obra : ERS 287
Aplicação: USINA COESUL - BR - 386 COXILHA VELHA / RS
Projeto: CR 20 - 2020 - FAIXA C DNIT

Den.Cap: 1,007
Den.Projeto 2,436
 FX "C"

Rice 1	Data	16/12/2020	FX "C"
Teor Projeto			4,50
Tipo de agregado			C.B.U.Q.
Peso do Frasco			2,301
Frasco + Água (25°C)	D		7,478
Frasco + Amostra			4,715
Peso da Amostra	A		2,414
Frasco + Amostra + Água	E		8,951
Temperatura da Água	23°C		0,9975702
Dmm			2,556
D Aparente marshall			2,418
Vv.			5,40
D. Real mistura			2,756

Rice 2	Data	16/12/2020	FX "C"
Teor Projeto			6,00
Tipo de agregado			C.B.U.Q.
Peso do Frasco			2,301
Frasco + Água (25°C)	D		7,478
Frasco + Amostra			4,885
Peso da Amostra	A		2,584
Frasco + Amostra + Água	E		9,033
Temperatura da Água	23°C		0,9975702
Dmm			2,502
D Aparente marshall			2,463
Vv.			1,58
D. Real mistura			2,764

Peso da Amostra Conforme Tabela Abaixo	
Diametro Máximo	Peso Mínimo
25,0mm	2,500 kg.
19,0mm	2,000kg.
12,5mm	1,500kg.
9,5mm	1,000kg.

Tabela De Peso Equipamento	
Peso Frasco (Piquinometro).	2,301
Peso Frasco + Água	7,478

Observações:



MÉTODO DE ENSAIO RICE

Obra :

Aplicação: USINA COESUL - BR - 386 COXILHA VELHA / RS

Data: CR 20 - 2020 - FAIXA C DNIT

Den.Cap: 1,007

Den.Projeto 2,436

FX "C"

Rice 1	Data	16/12/2020	FX "C"
Teor Projeto			5,00
Tipo de agregado			C.B.U.Q.
Peso do Frasco			2,301
Frasco + Agua (25°C)	D		7,478
Frasco + Amostra			4,797
Peso da Amostra	A		2,496
Frasco + Amostra + Agua	E		8,994
Temperatura da Agua	23°C		0,9975702
Dmm			2,538
D Aparente marshall			2,429
Vv.			4,29
D. Real mistura			2,759

Rice 2	Data	16/12/2020	FX "C"
Teor Projeto			5,50
Tipo de agregado			C.B.U.Q.
Peso do Frasco			2,301
Frasco + Agua (25°C)	D		7,478
Frasco + Amostra			4,925
Peso da Amostra	A		2,624
Frasco + Amostra + Agua	E		9,065
Temperatura da Agua	23°C		0,9975702
Dmm			2,520
D Aparente marshall			2,459
Vv.			2,44
D. Real mistura			2,762

Peso da Amostra Conforme Tabela Abaixo	
Diametro Máximo	Peso Mínimo
25,0mm	2,500 kg.
19,0mm	2,000kg.
12,5mm	1,500kg.
9,5mm	1,000kg.

Tabela De Peso Equipamento	
Peso Frasco (Piquinometro).	2,301
Peso Frasco + Água	7,478

Observações:



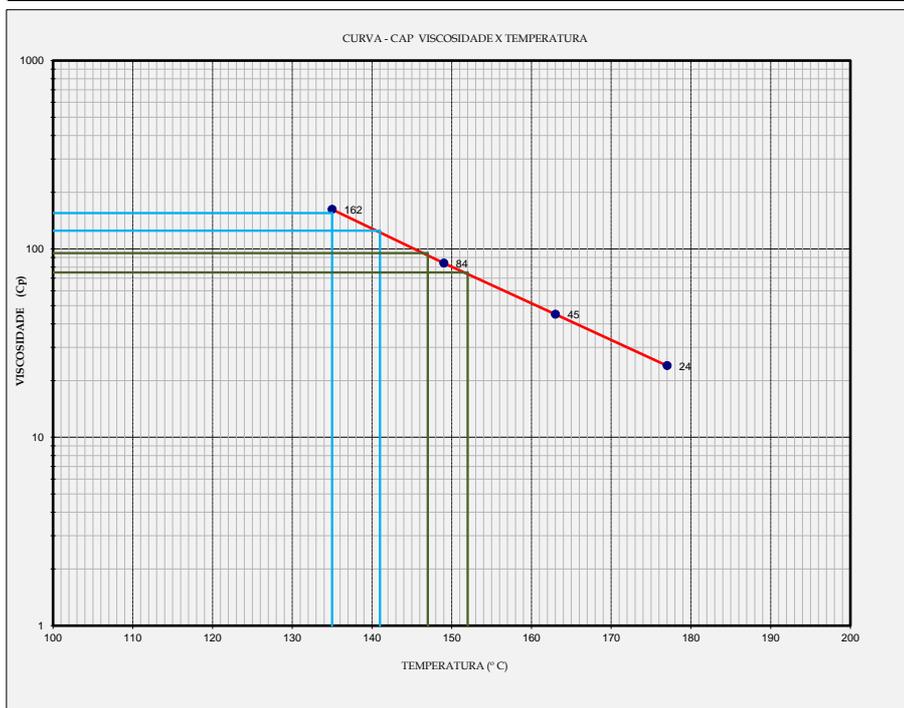


GRÁFICO DE VISCOSIDADE X TEMPERATURA

Obra :	BRITAGEM GOESUL LTDA	Data :	4-jan-19
Tipo de Ligante :	Cap 50/70	Obs:	
Operador :	RENI		

ENSAIO DE VISCOSIDADE X TEMPERATURA DO CAP

DESCRIÇÃO	TEMPERATURA ° C	ENSAIO Viscosidade-SSF	ESPECIFICAÇÃO Viscosidade-ssf		Método de Ensaio
			Mínimo	Máximo	
DADOS PARA TEMPERATURA DE AQUECIMENTO DO CAP	135	162,0	-	-	DAER/RS
	149	84,0	-	-	EL 201/01
	163	45,0	-	-	
	177	24,0	-	-	



1- TEMPERATURA DE AQUECIMENTO DO CAP 50/70 :	147,0 °C à 152,0 °C
2- TEMPERATURA DE AQUECIMENTO DO AGREGADO :	157,0 °C à 162,0 °C
3- TEMPERATURA DE COMPACTAÇÃO DA MISTURA :	135,0 °C à 141,0 °C

* Os Agregados devem ser aquecidos de , 10 à 15 °C acima do ligante , o mesmo não podendo ultrapassar 177 °C .





Nome do documento: resposta proa 211800000310-6.pdf

Documento assinado por	Órgão/Grupo/Matrícula	Data
Luis Fernando Pereira Vanacôr	EGR / GENG / 38	17/06/2021 16:06:52



Ofício RSM n.º 019/2022-DIV
ENG.

Santa Cruz do Sul, 26 de janeiro de 2022

À

Empresa Gaúcha de Rodovias ("EGR")

- Exmo. Sr. **Luiz Fernando Záchia**
Diretor Presidente da EGR

Com cópia:

Secretária de Logística e Transportes do Estado do Rio Grande do Sul ("SELT" ou "Poder Concedente")

- Exmo. Sr. **Juvir Costella**
Secretário de Logística e Transportes do Estado do Rio Grande do Sul

Assunto: Intervenções Realizadas no Pavimento da RSC-287 – Complemento - entre maio e agosto/2021

Prezado Senhor Diretor,

A **Concessionária Rota de Santa Maria S.A.** ("Rota de Santa Maria" ou "Concessionária"), pessoa jurídica inscrita no CNPJ/MF sob n.º 41.886.692/0001-02, sociedade de propósito específico constituída pelo consórcio vencedor da Concorrência Internacional n.º 0001/2020 para administrar a Concessão da Rodovia RSC-287, com sede na Av. Independência, n.º 3284, Renascença, em Santa Cruz do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, vem através da presente, expor o que segue:

A Rota de Santa Maria solicitou informações em meados de junho com relação as intervenções em pavimento efetuadas pela Empresa Gaúcha de Rodovias S/A na nos últimos meses de jurisdição da na Rodovia RSC-287, a mesma, respondeu por meio do PROA 211800000310-6 informando e detalhando os serviços realizados entre os meses de janeiro a maio de 2021.

Contudo, como ocorreram serviços após maio/21, pede-se que a informação seja complementada considerando os meses entre maio e agosto/2021.

Conforme já exposto, tais solicitações se justificam pela necessidade da Concessionária elaborar plano de intervenções do pavimento, em cumprimento às obrigações e parâmetros exigidos no Contrato de Concessão.

Sendo essas são as considerações que se tinha a expor nesse momento, aguardamos pelo deferimento e, pela oportunidade, manifestamos protestos de elevada estima e consideração, permanecendo à disposição para eventuais esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,


Concessionária Rota de Santa Maria S.A.
Rafael Barros | Jurídico e Ouvidoria

Empresa Gaúcha de Rodovias S/A

Ao diretor presidente da EGR
Sr Luiz Fernando Zachia

As informações a seguir compreende o segmento entre o km 28 ao km 172 , trecho sob administração da EGR

No sentido e considerando a assinatura do contrato de concessão da rodovia RSC 287 trecho Tabai Santa Maria e estando incluso o segmento da rodovia administrada pela EGR no trecho de Tabai a Vila Paraiso, estamos encaminhando os seguintes dados.

Segmento onde houveram intervenção no ano de 2021

	Atividades realizadas na Rodovia no ano de 2021
	Informação de Manutenção do Pavimento
TRECHO (km-km)	Entr. BRS-386 (B) (Tabaí) – Entr. BRS-471 (B) (P/ Santa Cruz) km 28 ao km 105
28 ao 39	FRESA E CAPA 2021 - exceto lado esquerdo do trecho 38 ao 39, onde não foi realizado serviço de manutenção recente
39 ao 42	
42 ao 53	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
53 ao 55	
55 ao 56	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
56 ao 61	
61 ao 64	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
64 ao 74	
74 ao 86	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
86 ao 98	
98 ao 105	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
TRECHO (km-km)	Entr. BRS-471 (B) (P/ Santa Cruz) – Entr. ERS-502 (P/ Paraíso do Sul) km 105 ao km 177,16
105 ao 108	
108 ao 109	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
109 ao 111	
111 ao 112	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
112 ao 116	
116 ao 119	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
119 ao 121	
121 ao 123	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
123 ao 135	
135 ao 136	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
136 ao 157	
157 ao 158	FRESA E CAPA em 2021 , com espessura de 5,0 cm
158 ao 177,16	



Luís Fernando Pereira Vanacôr
Engenheiro Civil Rodoviário
Empresa Gaúcha de Rodovias

Luís Fernando Pereira Vanacôr
Engenheiro Civil Rodoviário
Porto Alegre 11 de fevereiro de 2022

DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE E FUÊNCIA E RESISTÊNCIA A TRAÇÃO CP's EXTRAÍDOS DA PISTA ERS287

PONTO	CP nº	h (cm)	d (cm)	Fluência			Estabilidade				RESISTÊNCIA A TRAÇÃO	
				Lfinal	Lfinal	Fluência (mm)	Leit	Carga	FC	Est. (kgf)	LEIT (0,001 mm)	RT (MPa)
PONTO 4	1	4,73	9,19	1043	1391	3,5	160	326	1,70	555	--	--
	2	4,82	9,23	1095	1366	2,7	135	275	1,63	449	--	--
	3	4,73	9,20	--	--	--	--	--	--	--	299,0	0,89
MÉDIA		4,76	9,21	1069,0	1378,5	3,095	148	300,96	1,66	502	299,0	0,89
PONTO 5	1	5,92	9,22	903	1154	2,5	230	469	1,10	516	--	--
	2	5,53	9,24	--	--	--	--	--	--	--	480,0	1,22
	3	5,62	9,23	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MÉDIA		5,69	9,23	903,0	1154,0	2,5	230	469,29	1,10	516	480,0	1,22
PONTO 3	1	5,01	9,19	1015	1169	1,5	110	224	1,50	336	--	--
	2	5,84	9,21	1002	1175	1,7	170	347	1,12	389	--	--
	3	4,70	9,19	--	--	--	--	--	--	--	296,0	0,89
MÉDIA		5,18	9,20	1008,5	1172,0	1,635	140	285,65	1,31	363	296,0	0,89
PONTO 6	1	4,31	9,20	1117	1358	2,4	95	194	2,09	406	--	--
	2	4,27	9,21	978	1312	3,3	107	218	2,14	467	--	--
	3	4,40	9,23	--	--	--	--	--	--	--	305,0	0,98
MÉDIA		4,33	9,21	1047,5	1335,0	3,340	101	206,08	2,11	436	305,0	0,98
PONTO 2	1	5,19	9,21	1002	1208	2,1	121	247	1,39	344	--	--
	2	4,43	9,22	986	1200	2,1	132	269	1,97	530	--	--
	3	6,22	9,21	--	--	--	--	--	--	--	468,0	1,06
MÉDIA		5,28	9,21	994,0	1204,0	2,100	127	258,11	1,68	437	468,0	1,06
PONTO 1	1	5,99	9,21	1099	1361	2,6	200	408	1,08	440	--	--
	2	6,37	9,23	1085	1365	2,8	230	469	0,99	464	--	--
	3	6,13	9,24	--	--	--	--	--	--	--	565,0	1,30
MÉDIA		6,16	9,23	1092,0	1363,0	2,710	215	438,68	1,03	452	565,0	1,30
PONTO 7	1	4,66	9,19	1080	1305	2,3	64	131	1,76	229	--	--
	2	5,17	9,23	--	--	--	--	--	--	--	125,0	0,34
	3	4,26	9,23	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MÉDIA		4,70	9,22	1080,0	1305,0	2,250	64	130,58	1,76	229	125,0	0,34
PONTO 8	1	4,18	9,24	896	1102	2,1	94	192	2,24	430	--	--
	2	4,62	9,23	935	1184	2,5	113	231	1,79	413	--	--
	3	4,51	9,24	--	--	--	--	--	--	--	324,0	1,01
MÉDIA		4,44	9,24	915,5	1143,0	2,275	104	211,18	2,02	421	324,0	1,01

Eng. Civil Vinícius da S. Alves CREA/RS-215116

MV PAV ENGENHARIA

RELATÓRIO TÉCNICO

nº3284

**MACRO TEXTURA - MANCHA DE AREIA ASTM
E965-96**

**MICRO TEXTURA - PENDULO BRITÂNICO
ASTM E303 BS 812**

RODOVIA RSC 287

SACYR
INGENIERIA E INFRAESTRUCTURAS

AGOSTO / 2021



Porto Alegre, 23 de agosto de 2021

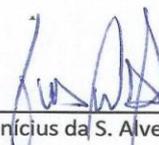
À SACYR - A/C do Sr. José Eduardo Ribeiro

Em atenção à vossa solicitação, encaminhamos o relatório do estudo de Macro textura, através do ensaio mancha de areia, preconizado pela norma ASTM E965-96 e o ensaio de Micro Textura, através do equipamento Pêndulo Britânico, preconizado pela norma ASTM E303 BS 812, ambos realizados na Rodovia RSC 287 no dia 12/08/2021, segmento entre o km 28 ao km 177, trecho sob administração da EGR. As identificações dos locais da realização dos ensaios foi disponibilizado Pela Sacyr, através do Sr Eng^o José Eduardo e seguem conforme a seguir:

Localização dos pontos de ensaio

Ponto	Descrição	Coordenadas		Sentido do Tráfego
		S	W	
4	Km 29+490 – Pista Oeste	29°41'23.9928"	51°43'40.5084"	Sentido Santa Maria
5	Km 56+430 – Pista Oeste	29°41'20.1336"	51°59'00.6648"	Sentido Santa Maria
3	Km 77+760 – Pista Leste	29°38'47.274"	52°11'22.524"	Sentido Tabaí
6	Km 80+240 – Pista Oeste	29°39'09.2412"	52°12'51.6996"	Sentido Santa Maria
2	Km 85+680 – Pista Leste	29°39'57.3336"	52°16'05.556"	Sentido Tabaí
1	Km 91,200 – Pista Leste	29°40'46.5708"	52°19'22.8144"	Sentido Tabaí
7	Km 111+640 – Pista Oeste	29°42'03.7404"	52°31'03.6768"	Sentido Santa Maria
8	Km 121+780 – Pista Leste	29°41'50.7804"	52°37'15.0672"	Sentido Tabaí

Porto Alegre, 23 de agosto de 2021


Eng. Civil Vinícius da S. Alves CREA/RS-215116

MICRO TEXTURA - PENDULO BRITÂNICO - ASTM E303 BS 812

PONTO	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 3	PONTO 6	PONTO 2	PONTO 1	PONTO 7	PONTO 8
LEIT.1	42	40	35	40	35	36	48	45
LEIT.2	42	42	36	40	35	35	54	45
LEIT.3	41	40	36	40	35	34	54	45
LEIT.4	40	40	36	40	36	36	58	47
LEIT.5	40	42	37	40	40	35	57	47
BPN	41	40,8	36	40	36,2	35,2	54,2	45,8

Tabela 2. Classes de microtextura pelo método do Pêndulo Britânico (DNIT, 2006)

Classificação	Limites de VRD
Perigosa	< 25
Muito Lisa	25 – 31
Lisa	32 – 39
Insuficientemente Rugosa	40 – 46
Medianamente Rugosa	47 – 54
Rugosa	55 – 75
Muito Rugosa	> 75

MACRO TEXTURA - ASTM E965-96

AMOSTRA	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 3	PONTO 6	PONTO 2	PONTO 1	PONTO 7	PONTO 8
LEIT.1	240,0	230,0	240,0	200,0	265,0	248,0	200,0	240,0
LEIT.2	240,0	225,0	240,0	190,0	265,0	240,0	200,0	235,0
LEIT.3	235,0	230,0	250,0	180,0	255,0	235,0	210,0	245,0
LEIT.4	235,0	220,0	240,0	190,0	255,0	238,0	215,0	235,0
MÉDIA	237,5	226,3	242,5	190,0	260,0	240,3	206,3	238,8
HS (mm)	0,56	0,62	0,54	0,88	0,47	0,55	0,75	0,56
CLASSIF.	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	GROSSA	MÉDIA	MÉDIA	GROSSA	MÉDIA

Classes de macrotextura pelo método da mancha de areia

Classificação	Limites de HS
Muito Fina	< 0,20
Fina	0,21 - 0,40
Média	0,41 - 0,80
Grossa	0,81 - 1,20
Muito Grossa	> 1,20

Fonte: DNIT, 2006

IMAGENS REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

PONTO 4 - PISTA OESTE (29°41'23.9928"S 51°43'40.5084"W)



PONTO 4 - PISTA OESTE (29°41'23.9928"S 51°43'40.5084"W)



PONTO 5 - PISTA OESTE (29°41'20.1336"S 51°59'00.6648"W)



PONTO 5 - PISTA OESTE (29°41'20.1336"S 51°59'00.6648"W)



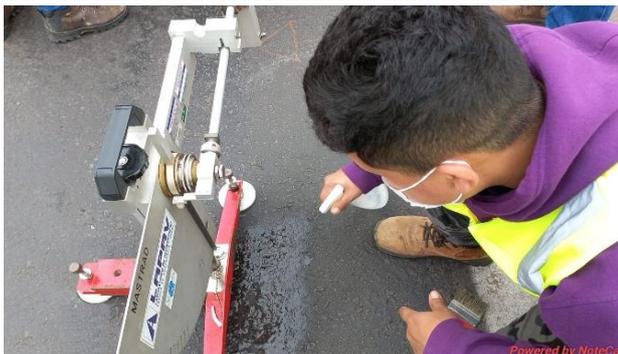
PONTO 3 - PISTA LESTE (29°38'47.274"S 52°11'22.524"W)



PONTO 3 - PISTA LESTE (29°38'47.274"S 52°11'22.524"W)



PONTO 6 - PISTA OESTE (29°39'09.2412"S 52°12'51.6996"W)



PONTO 6 - PISTA OESTE (29°39'09.2412"S 52°12'51.6996"W)



IMAGENS REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

PONTO 2 - PISTA LESTE (29°39'57.3336"S 52°16'05.556"W)



PONTO 2 - PISTA LESTE (29°39'57.3336"S 52°16'05.556"W)



PONTO 1 - PISTA LESTE (29°40'46.5708"S 52°19'22.8144"W)



PONTO 1 - PISTA LESTE (29°40'46.5708"S 52°19'22.8144"W)



PONTO 7 - PISTA OESTE (29°42'03.7404"S 52°31'03.6768"W)



PONTO 7 - PISTA OESTE (29°42'03.7404"S 52°31'03.6768"W)



PONTO 8 - PISTA LESTE (29°41'50.7804"S 52°37'15.0672"W)



PONTO 8 - PISTA LESTE (29°41'50.7804"S 52°37'15.0672"W)





DYN-CC.SAC-21_014.000-A
Parecer Técnico Exsudação
Rodovia RSC-287

Fevereiro/2022

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	3
2	HISTÓRICO DO PROCESSO LICITATÓRIO	4
3	VISTORIA TÉCNICA	5
3.1	Inventário fotográfico	5
3.2	Comparativo de Parâmetros do pavimento (Fase de estudo da concessão 2019 x Recebimento da malha 2021)	14
4	ENSAIOS COMPLEMENTARES	14
4.1	Aderência Pneu-Pavimento	15
4.2	Ensaio Laboratoriais	17
4.2.1	Teor de ligante asfáltico.....	17
4.2.2	Relação Fíler-Betume	18
4.2.3	Análise granulométrica da mistura asfáltica	19
4.2.4	Grau de compactação e Volume de vazios.....	20
4.2.5	Possíveis falhas no processo de usinagem da mistura asfáltica	21
5	ANÁLISE DAS PATOLOGIAS E PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES DE RESTAURAÇÃO	23
5.1	Cadastro de Áreas Exsudadas	23
5.2	Visita Técnica (15/02/22)	28
5.3	Soluções propostas	28
5.4	Tabela de Quantidades.....	30
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
7	RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	32
	ANEXO I - PARECER TÉCNICO ACERCA DO EMPREGO DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – CASO DA RST 287 – ROTA DE SANTA MARIA	33
	ANEXO II - RELATÓRIO TÉCNICO nº 3287 - PLACAS EXTRAÍDAS DE PISTA RODOVIA RSC 287	

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento tem como objetivo aclarar os aspectos concernentes a identificação de Exsudação ao longo da rodovia RSC-287, no trecho compreendido entre os municípios de Tabaí (km 28+030) e Santa Maria (km 232+540), atualmente sob administração da Concessionária Rota de Santa Maria. O mapa a seguir ilustra o trecho administrado pela concessionária.

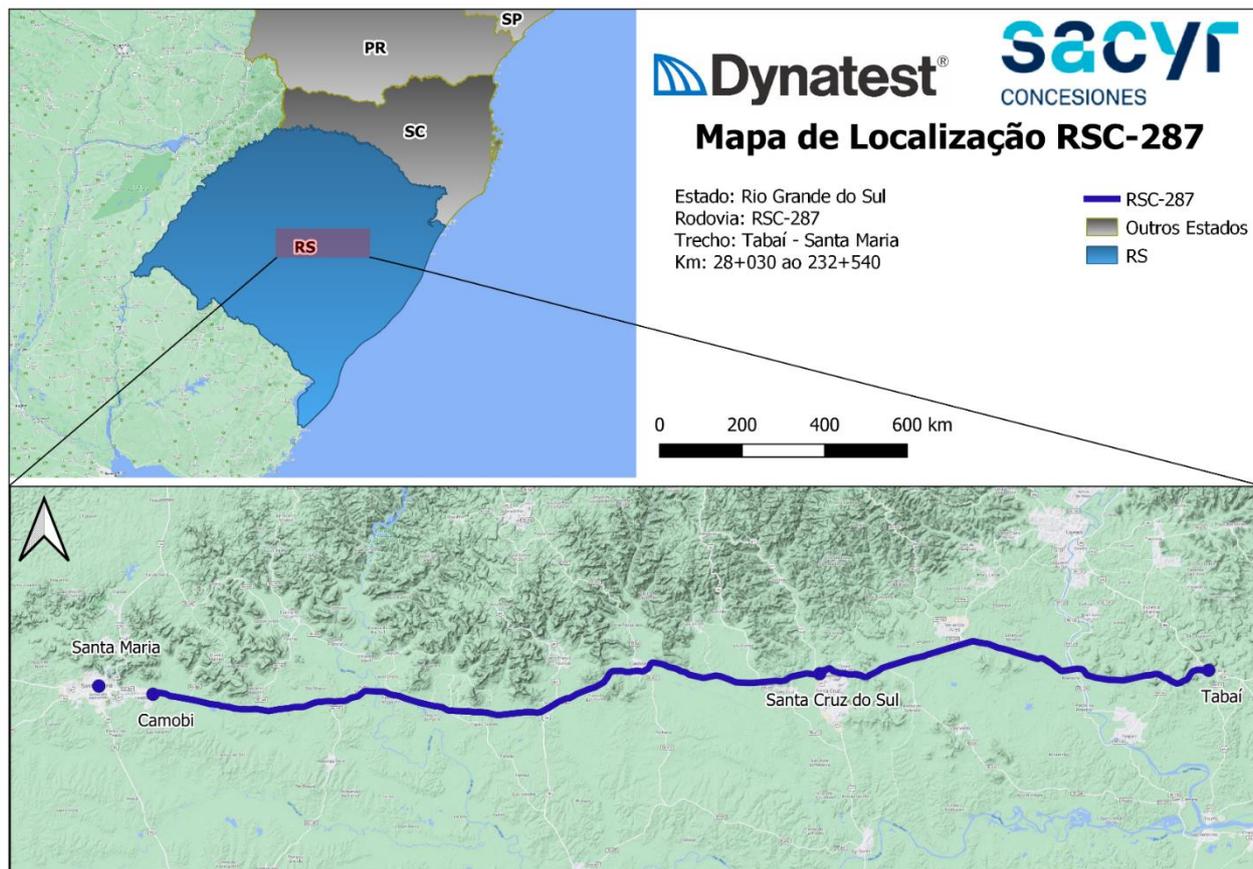


Figura 1: Mapa de Localização RSC-287

A assunção do trecho pela concessionária se deu em 31/08/2021, até esta data o trecho entre os quilômetros 28+030 e 176+500 era administrado pela Empresa Gaúcha de Rodovias – EGR ao passo que o trecho compreendido entre os quilômetros 176+500 e 232+540 era administrado pelo DAER/RS.

2 HISTÓRICO DO PROCESSO LICITATÓRIO

O processo licitatório da Rodovia RSC-287, trecho compreendido entre os municípios de Tabaí e Santa Maria, teve início no ano de 2019.

Em 2019 e 2020 quando do desenvolvimento dos estudos de engenharia para participar do processo de Licitação para administração da malha, o grupo Sacyr Concessões realizou uma campanha de levantamentos de campo com o objetivo de caracterizar as condições funcionais e estruturais da rodovia, de modo a se obter um Plano Plurianual de Investimentos para o trecho em questão. É importante destacar que neste planejamento não foram quantificados investimentos em função da patologia Exsudação, uma vez que este fenômeno era inexpressivo quando dos levantamentos.

Quando da publicação do edital, em 2020, o órgão concedente disponibilizou os documentos referenciais para estudo e orientação das proponentes, contendo as características e atual condição do pavimento do Sistema Rodoviário, documento denominado “Relatórios Levantamentos RSC-287.pdf”, o qual caracteriza a rodovia de forma geral como regular e boa. Ainda neste documento é possível observar por meio das fotos apresentadas que não há ocorrência de exsudação ao longo do trecho.

O leilão do processo de licitação do Sistema Rodoviário RSC-287 ocorreu no dia 18/12/2020, tendo como vencedora a Concessionária Rota de Santa Maria. A data da Assinatura do Contrato de Concessão foi dia 20/07/2021 (publicado no DOE em 23/07/2021), enquanto o início da administração dos bens públicos pela Concessionária foi em 31/08/2021.

Ao se preparar para assumir a gestão e operação do Sistema Rodoviário, a Concessionária realizou o cadastro inicial dos pavimentos, buscando caracterizar novamente a condição da malha e comparar com as características verificadas anteriormente para desenvolvimento dos estudos de engenharia e dimensionamento dos Trabalhos Iniciais no pavimento.

Com isto, observou-se que muitos segmentos da malha rodoviária sofreram intervenções, destacando-se a forma de adensamento da massa asfáltica nas trilhas de rodas e aspecto de espelhamento na superfície, características associadas a exsudação. Desta forma foi realizada uma vistoria técnica para avaliação desta condição a qual é apresentada no capítulo a seguir.

3 VISTORIA TÉCNICA

Entre os dias 27/07/2021 e 30/07/2021 foi realizada uma vistoria técnica para averiguar a condição do trecho, sobretudo nos locais onde houve intervenções no pavimento e que apresentavam adensamento de massa nas trilhas de roda e espelhamento na superfície.

Pôde-se observar que estas características se encontravam sistematicamente nos locais recém tratados através de fresagem e recomposição da camada asfáltica com espessura aproximada de 5 (cinco) centímetros, pela Empresa Gaúcha de Rodovias - EGR.

A seguir apresenta-se um inventário fotográfico da vistoria.

3.1 Inventário fotográfico



Figura 2: Trecho com intervenção da EGR em **fevereiro/2021** (km 28+950) e apresentando Exsudação



Figura 3: Trecho com intervenção da EGR em **fevereiro/2021** (km 29+490) e apresentando Exsudação



Figura 4: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 31+550) e apresentando Reflexão de Trincas e Bombeamento de finos



Figura 5: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 32+770) e apresentando Reflexão de Trincas e Bombeamento de finos.



Figura 6: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 32+800) e apresentando Reflexão de Trincas e Bombeamento de finos.



Figura 7: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 35+300) e apresentando Reflexão de Trincas e Bombeamento de finos.



Figura 8: Trecho com intervenção da EGR em **abril/2021** (km 46+950) e apresentando Exsudação



Figura 9: Trecho com intervenção da EGR em **abril /2021** (km 68+440) e apresentando Exsudação



Figura 10: Trecho com intervenção da EGR em **fevereiro /2021** (km 77+500) e apresentando Exsudação



Figura 11: Trecho com intervenção da EGR em **fevereiro/2021** (km 77+760) e apresentando Afundamento nas Trilhas de Roda



Figura 12: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 79+850) e apresentando Exsudação



Figura 13: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 80+240) e apresentando Exsudação



Figura 14: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 80+250) e apresentando Exsudação



Figura 15: Trecho com intervenção da EGR em **fevereiro/2021** (km 84+520) e apresentando Exsudação



Figura 16: Trecho com intervenção da EGR em **fevereiro /2021** (km 84+600) e apresentando Exsudação



Figura 17: Trecho com intervenção da EGR em **fevereiro/2021** (km 85+680) e apresentando Exsudação

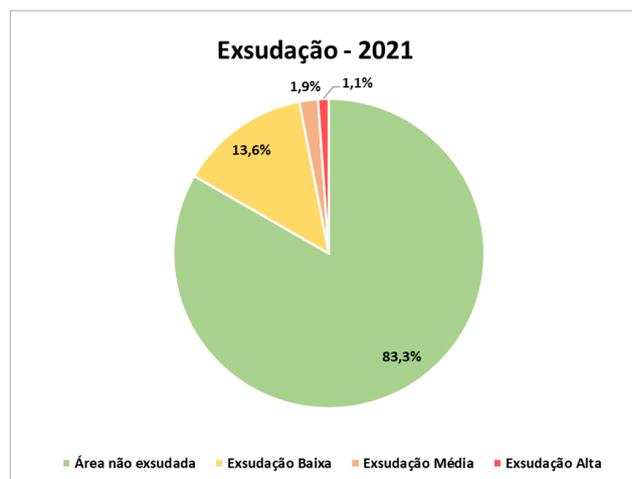
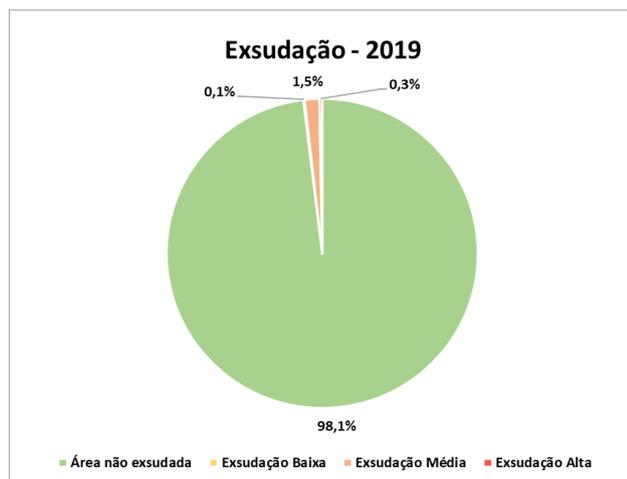


Figura 18: Trecho com intervenção da EGR em **março/2021** (km 121+000) e apresentando Exsudação

3.2 Comparativo de Parâmetros do pavimento (Fase de estudo da concessão 2019 x Recebimento da malha 2021)

O presente capítulo trata de um comparativo para o parâmetro de exsudação pavimento quando do recebimento da malha viária em relação a fase de estudos de engenharia para elaboração da proposta técnica e comercial para concorrência a administração do trecho. Para tal, é proposto com vistas aos levantamentos realizados em 2021 e 2019.

- **Exsudação – EX**



Os aspectos concernentes a Exsudação definidos no PER, determinam que não é admitida área com exsudação superior a 1 m². No gráfico acima observa-se um aumento expressivo em relação a porcentagem de área exsudada na rodovia entre as campanhas de monitoração dos parâmetros (antes e após as obras da EGR), sendo que de 1,9% de área exsudada total em 2019, passou a 16,6% da área da plataforma de rolamento, **um aumento de 8,7 vezes no período**.

É importante ressaltar que a Exsudação é uma patologia cujo surgimento predominantemente não ocorre durante os primeiros anos após a finalização da obra, de forma que chama a atenção o aumento substancial de área com exsudação, tendo em vista as características da via no período licitatório.

Outro aspecto relevante é a evolução da patologia que vem sendo observada na rodovia, de maneira acelerada, onde aponta que a migração do ligante asfáltico ou ligante asfáltico mais finos para superfície vêm se acentuando e em alguns locais o elevado surgimento de Afundamento nas Trilhas de Rodas.

Este fato é explicado pelos apontamentos técnicos acerca da escolha de materiais empregados nas obras realizadas pela então administradora do trecho, os quais são apresentados no Anexo I do presente documento.

4 ENSAIOS COMPLEMENTARES

Com o objetivo de caracterizar os pavimentos que receberam intervenção após a tomada de dados de campo, informações estas que serviram como base para a realização do estudo que originou a

proposta técnica-comercial do grupo Sacyr, foram realizados ensaios complementares, tendo em vista as características de exsudação identificadas após a assunção da rodovia.

Os estudos complementares consistiram em análises de aderência pneu-pavimento e ensaios laboratoriais a partir de amostras indeformadas extraídas em campo. Adiante são apresentados as metodologias e resultados obtidos através destes ensaios.

4.1 Aderência Pneu-Pavimento

Um dos principais problemas com relação ao surgimento de exsudação na via é a perda da condição de aderência pneu-pavimento. Assim, foram realizados ensaios de macrotextura e microtextura nos locais em que houve intervenção pela EGR e apresentaram exsudação em sua superfície de rolamento.

Os ensaios realizados foram os tradicionalmente utilizados no Brasil conhecidos como Mancha de Areia preconizado pela normativa ASTM E 965 para medição da macrotextura e Pêndulo Britânico conforme a normativa ASTM E 303 para aferição da microtextura do pavimento.

A seguir apresentam-se as classificações de macro e microtextura para os parâmetros obtidos através das metodologias supracitadas, de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos – IPR 720 (2006). Salienta-se que a recomendação é que a microtextura esteja entre medianamente rugosa e rugosa (VRD > 47) e que os valores de altura de areia (HS) estejam entre 0,60 e 1,20 mm.

Ainda, é importante destacar que o Plano de Exploração Rodoviária determina que ao final da etapa de restauração (60º mês) o pavimento apresente VRD > 47 e altura de areia (HS) estejam entre 0,60 e 1,20 mm em sua totalidade.

CLASSES DE RESISTÊNCIA À DERRAPAGEM / MÉTODO DO PÊNDULO BRITÂNICO	
CLASSES	VRD - VALOR DE RESISTÊNCIA À DERRAPAGEM
1 - PERIGOSA	< 25
2 - MUITO LISA	25 - 31
3 - LISA	32 - 39
4 - INSUFICIENTEMENTE RUGOSA	40 - 46
5 - MEDIANAMENTE RUGOSA	47 - 54
6 - RUGOSA	55 - 75
7 - MUITO RUGOSA	> 75

AVALIAÇÃO DA MACROTEXTURA / MÉTODO DA ALTURA DE AREIA	
PROFUNDIDADE MÉDIA EM (mm)	TEXTURA SUPERFICIAL
HS < 0,20 mm	MUITO FINA OU MUITO FECHADA
0,20 mm < 0,40 mm	FINA OU FECHADA
0,40 mm < HS < 0,80 mm	MÉDIA
0,50 mm < HS < 1,20 mm	GROSSEIRA OU ABERTA
HS > 1,20 mm	MUITO GROSSEIRA OU ABERTA

Na sequência são apresentados os resultados dos ensaios realizados em locais de obras que apresentaram exsudação.

Tabela 1: Resultados dos Ensaio de Aderência

km	29+490	56+430	77+760	80+240	85+680	91+200	111+640	121+780
Sentido	Oeste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Leste	Oeste	Leste
VRD	41,0	40,8	36,0	40,0	36,2	35,2	54,2	45,8
Hs (mm)	0,56	0,62	0,54	0,88	0,47	0,55	0,75	0,56

Pode-se observar que as condições de aderência **não estão de acordo com as recomendações do DNIT e não atenderiam hoje aos parâmetros exigidos pelo PER para o 60º mês de concessão**. O adensamento da massa asfáltica (ligante asfáltico + agregados finos) nas trilhas de roda, o aspecto de espelhamento na superfície e as condições pobres de macro e microtextura são indicativos da existência de exsudação na superfície asfáltica executada, sobretudo para uma superfície de rolamento recém aplicada.

Desta forma, **é possível afirmar que a massa asfáltica aplicada não atende aos requisitos de segurança** ao usuário no que tange a interação pneu-pavimento, ocasionando em **um risco grave** de acidentes na via, **decorrente da má qualidade executiva e ou dos materiais empregados nas obras executadas**.

4.2 Ensaios Laboratoriais

Foram extraídas placas indeformadas do revestimento e levadas ao laboratório da MVPAV para realização de ensaios de teor de betume, granulometria, densidade aparente, grau de compactação, recuperação elástica e densidade máxima teórica, com o objetivo de caracterizar o concreto asfáltico executado pela administradora anterior da rodovia.

Definiram-se oito locais para avaliação, sendo que seis desses segmentos se apresentam com severidade de exsudação caracterizada como grave, um ponto com exsudação média e 1 ponto com exsudação leve. Para cada um dos pontos coletou-se 3 amostras, para evitar que se obtivesse desvios causados por variações pontuais.

O resumo dos resultados destes ensaios laboratoriais é apresentado no Anexo II, ao passo que na sequência apresenta-se uma análise crítica com relação aos estudos conduzidos.

4.2.1 Teor de ligante asfáltico

A primeira análise, consistiu na verificação do atendimento do teor de betume extraído dos corpos de prova ao teor de betume estabelecido em projeto de mistura asfáltica definido pela empresa COESUL, na sequência apresenta-se um quadro resumo dos resultados obtidos.

RESUMO RESULTADOS ENCONTRADOS DE EXTRAÇÃO E GRANULOEMTRIA PÓS EXTRAÇÃO								
AMOSTRA	P4	P5	P3	P6	P2	P1	P7	P8
% BETUME	4,94%	4,51%	5,18%	4,77%	4,94%	4,50%	4,49%	4,49%
TEOR PROJETO	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%
DIFERENÇA	-0,13%	-0,56%	0,11%	-0,30%	-0,13%	-0,57%	-0,58%	-0,58%

Diante da análise dos valores apresentados, cumpre ressaltar que 50% dos resultados, não atendem aos parâmetros exigidos pelo método de ensaio DNIT ES 031/2006, onde é definido que a variação do teor de asfalto pode variar entre mais ou menos 0,3% do teor de projeto, portanto conforme verificado nos ensaios das amostras P1, P5, P7 e P8 anteriormente ilustrados, o teor de betume encontrado em pista chegou a apresentar -0,58% do valor referencial.

Dado que, um dos fatores possíveis para que se ocasione o fenômeno de exsudação no pavimento, é o excesso de ligante empregado na massa asfáltica, e visto que os teores encontrados são inferiores ao estabelecido em projeto, pode-se descartar esta primeira hipótese como fator preponderante para o surgimento de Exsudação em pista.

Todavia, é de suma importância ressaltar que o **não atendimento** ao teor de betume definido em projeto **pode acarretar o surgimento precoce de patologias no pavimento**, fato este que vem sendo observado pela equipe técnica da concessionária, através da aparição de panelas, trincas isoladas e interligada, escorregamentos, entre outras.

4.2.2 Relação Fíler-Betume

Ademais do teor do ligante asfáltico, outro fator de extrema relevância para controle de qualidade de camadas betuminosas, é a relação fíler-betume. A combinação do ligante asfáltico com o fíler dos agregados (finos), isto é, o mástique asfáltico, tem relação direta com a lubrificação dos agregados graúdos do concreto asfáltico e com a capacidade de aglutinação do mástique com os elementos pétreos.

Não existem hoje a nível nacional e a nível estadual no Rio Grande do Sul, a exigência do enquadramento deste índice em um intervalo de valores, todavia tendo em vista a literatura técnica e boas práticas de engenharia, e tomando como referência o Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo – DER/SP em sua especificação técnica ET-DE-P00/027 – Concreto Asfáltico, recomenda-se que a relação fíler/betume em massa esteja compreendida entre 0,6 e 1,2, sendo estes valores referenciais definidos para o bom desempenho da camada.

A seguir apresenta-se um resumo dos resultados obtidos através dos ensaios laboratoriais executados pela MV PAV para os corpos de prova extraídos em pista.

Ponto	Km	Sentido	Teor Médio de Betume	% passante na peneira #200	Relação Fíler-betume (Recomendada)	Relação Fíler-betume
P1	km 29+490	O	4,50%	6,4%	0,6 a 1,2	1,42
P2	Km 56+430	O	4,94%	6,3%	0,6 a 1,2	1,28
P3	Km 77+760	L	5,18%	7,8%	0,6 a 1,2	1,51
P4	Km 80+240	O	4,94%	7,5%	0,6 a 1,2	1,52
P5	Km 85+680	L	4,51%	7,8%	0,6 a 1,2	1,73
P6	Km 91+200	L	4,77%	7,3%	0,6 a 1,2	1,53
P7	Km 111+640	O	4,49%	8,1%	0,6 a 1,2	1,80
P8	Km 121+780	L	4,49%	7,8%	0,6 a 1,2	1,74

Face ao exposto, verifica-se que o parâmetro de relação fíler-betume é inadequado em todos os resultados, sendo em sua totalidade superior a faixa estabelecida, chegando a índices extremamente elevados para o parâmetro como 1,74 e 1,80.

Estes resultados potencialmente possuem grande relação com o fenômeno observado em pista, onde ocorre a migração do mástique asfáltico para a superfície do revestimento, ocasionando o aspecto de espelhamento nas trilhas de roda, além de deformações permanentes e perda de atrito pneu-pavimento, conforme verificado nos ensaios de macro e microtextura.

4.2.3 Análise granulométrica da mistura asfáltica

Face à análise granulométrica das misturas, foram observadas as seguintes incongruências nos resultados dos ensaios:

- Na peneira de número 4, (37,5%) dos ensaios não atenderam aos limites estabelecidos pela faixa de trabalho da mistura asfáltica definida em projeto;
- Na peneira 3/8", (50,0%) dos ensaios também não atenderam as especificações.
- Em relação as peneiras de nº10 e nº80, (25,0%) não respeitaram os limites exigidos.
- Na peneira de nº200, houve a não observância dos limites em (50,0%) dos ensaios.

DNER-ME 080/94 - AGREGADOS - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMETRICA PÓS EXTRAÇÃO												
PENEIRA	Abertura (mm)	Faixa de Projeto		Granulom. Adotada	P4	P5	P3	P6	P2	P1	P7	P8
		Mín	Máx		MÉDIA % PASS							
#3/4"	19,1	100,00	100,00	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2"	12,7	80,00	92,50	85,6	86,41	89,23	83,10	81,15	83,86	82,57	90,52	89,60
#3/8"	9,5	70,00	82,10	75,1	71,88	73,89	70,76	66,87	68,49	71,32	83,79	82,82
#4	4,76	44,10	54,10	49,1	52,33	50,55	55,27	51,09	50,55	50,92	61,87	58,50
#10	2	27,00	37,00	32,0	32,72	33,04	37,64	33,16	30,24	32,44	39,91	36,59
#40	0,42	11,50	21,50	16,5	17,51	18,79	19,97	17,62	16,91	18,31	20,22	19,97
#80	0,18	6,30	12,30	9,3	10,84	11,79	11,61	10,62	10,04	11,21	13,67	13,51
#200	0,07	3,80	7,80	5,8	7,50	7,81	7,82	7,30	6,32	6,37	8,09	7,84

A partir do estudo do quadro acima apresentado, verifica-se que, de forma geral, os valores apresentados na análise granulométrica em especial nas peneiras 3/8", nº4, nº10, nº80 e nº200 demonstram uma **mistura asfáltica heterogênea, em alguns casos ausência de estrutura pétreo (material graúdo e intermediário)**. Deste modo, esta mistura, **fica muito suscetível a Exsudação**, o que fatalmente com a solicitação do tráfego pesado da rodovia, **ocasionará em Afundamento nas Trilhas de Roda e Deformação permanente**.

4.2.4 Grau de compactação e Volume de vazios

A seguir apresenta-se uma tabela resumo dos resultados dos valores médios do Grau de Compactação e Volume de Vazios obtidos através dos ensaios laboratoriais executados pela MVPAV.

Ponto	Local	Sentido	Grau de Compactação Médio	Volume de Vazios Médio
1	km 29+490	O	101,7%	1,58%
2	Km 56+430	O	102,5%	1,59%
3	Km 77+760	L	101,3%	1,82%
4	Km 80+240	O	101,7%	1,79%
5	Km 85+680	L	102,8%	0,92%
6	Km 91+200	L	99,4%	4,24%
7	Km 111+640	O	98,5%	7,01%
8	Km 121+780	L	103,0%	3,66%

Conforme exposto no item anterior 4.2.2, uma mistura asfáltica com deficiência de material de estrutura pétreia (agregados graúdos e intermediários) em conjunto com certa solicitação de tráfego em pontos concentrados da faixa de rolamento (Trilhas de roda interna e externa), proporciona um grau de compactação extremamente elevado, ou seja, superiores a (101%), como visto em (75%) dos ensaios realizados pela MVPAV.

Consequentemente, ocorrerá uma redução no volume de vazios, conforme observado no resumo de ensaios apresentado. **Chama a atenção que em 5 dos 8 corpos de provas ensaiados, ou seja, em (62,5%) dos ensaios apresentam valores extremamente baixos de volume de vazios, em especial o ponto 5 onde apresentou volume de vazios abaixo de (1%).** Enquanto a normativa vigente, exige que o valor deste parâmetro se encontre dentro de um intervalo de 3 a 5%.

Observa-se em relação aos ensaios dos corpos de prova extraídos no km 111+640, que o ponto em questão foi o único que não sofreu intervenção nos períodos entre janeiro e junho de 2021, sendo este objeto de obras anteriores. Ou seja, o resultado do volume de vazios mais alto comparado a tendencia dos demais pontos ensaiados, é função do emprego de outras massas asfálticas provenientes de intervenções anteriores.

4.2.5 Possíveis falhas no processo de usinagem da mistura asfáltica

Além dos problemas apresentados nos itens anteriores, também se deverá levar em consideração os diversos problemas apresentados a seguir:

- De forma geral, grande parte dos problemas apresentados “prematuramente” nos revestimentos asfálticos se dá em função da má adesividade entre o ligante asfáltico e a maioria dos materiais pétreos “agregados”, estudos elaborados, tais como, as instruções de serviço do DNIT, recomendam a utilização de aditivos “sólidos” do tipo CAL Hidratada CH-I mínimo (3%) ou cimento Portland mínimo (1%) para garantir o recobrimento do agregado pelo ligante asfáltico, ou seja a correção desta incompatibilidade, como pode ser observado o projeto de mistura asfáltica *PROJETO CR 20/2020 DNIT REVISADO DEZ/2020*, indica a necessidade da utilização de melhorador de adesividade, cumpre ressaltar que o referido projeto indicou a utilização de melhorador de adesividade do tipo DOPE Líquido na proporção de um balde de apenas (20 kg) para um tanque de (25000 kg) de ligante asfáltico, ou seja (0,08%), procedimento “não recomendado” em função da dificuldade ou impossibilidade da homogeneização total entre os produtos, além de ocorrer a “evaporação” do DOPE no momento do descarregamento do balde no tanque de ligante asfáltico, bem como no processo de aquecimento do ligante e usinagem da massa asfáltica;
- Outro fator que pode ter apresentado o prematuro “espelhamento/exsudação/afundamento nas trilhas de rodas” é uma possível contaminação através do vazamento de óleo térmico da caldeira de aquecimento do ligante asfáltico, pois a tubulação “serpentina dos tanques” pode apresentar trincas nas emendas das soldas até mesmo vazamentos nas conexões dos tubos;
- Cumpre ressaltar que outro fator que pode contribuir para os problemas apresentados precocemente é quando da usinagem da massa asfáltica em dia com as temperaturas mais baixas, pois normalmente o operador da usina aumenta a pressão da bomba do material utilizado na queima do maçarico da usina de asfalto, porém a chama não queima totalmente o produto utilizado e bombeado e fatalmente esse material é induzido para o interior do tambor secador misturador, contaminando os agregado no momento do aquecimento, impossibilitando o envolvimento e adesividade satisfatória;
- O projeto de mistura asfáltica *PROJETO CR 20/2020 DNIT REVISADO DEZ/2020*, indica no item DOSAGEM DOS AGREGADOS, a necessidade da **utilização de areia natural num percentual de (7%)**, caso esse percentual seja aumentado durante o processo de usinagem para correção da curva granulométrica, certamente ocorrerá os problemas apresentados ao longo do trecho tendo em vista que os grãos da areia natural apresentam uma forma esférica que proporcionam a perda significativa da estabilidade da massa asfáltica.
- Cumpre ressaltar que, as boas práticas da engenharia, inclusive normativas de órgãos como o DAER-RS, não recomendam um percentual superior a (6%) de areia natural.
- Ademais, outro aspecto importante a se levar em consideração é o tipo de CAP a ser empregado na mistura asfáltica, isto é, sua classificação mediante ao ensaio de penetração. Neste ponto o professor Dr. Luciano Specht da Universidade de Santa Maria – RS elaborou

um parecer técnico acerca do Emprego de ligantes asfálticos utilizados no estado do Rio Grande do Sul – Caso da RSC-287 – *Rota de Santa Maria*, o qual é apresentado no Anexo I do presente documento, e onde concluiu-se que para a região do objeto de estudo e condições climáticas locais, é recomendável a utilização de ligantes asfálticos mais “duros”, do tipo 30-45.

5 ANÁLISE DAS PATOLOGIAS E PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES DE RESTAURAÇÃO

5.1 Cadastro de Áreas Exsudadas

Ademais da vistoria técnica, foi realizado um levantamento das áreas que apresentam exsudação, de forma a inventariar as patologias e localizações de ocorrência. As fichas derivadas deste cadastro apresentam-se na sequência.

CADASTRO DE EXSUDAÇÃO							
Rodovia: RSC-287							
Data: 27 a 30/07/21							
Rodovia	Pista	Sentido	Faixa	km Início	km Fim	Extensão (km)	Observação
RSC-287	Oeste	Crescente	1	28,500	29,800	1,300	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	30,000	30,100	0,100	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	30,640	31,000	0,360	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	31,600	33,310	1,710	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	33,450	35,000	1,550	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	35,420	35,700	0,280	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	36,600	36,860	0,260	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	37,000	37,100	0,100	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	40,280	41,080	0,800	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	46,750	47,300	0,550	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	49,480	50,400	0,920	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	50,600	50,970	0,370	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	51,150	51,480	0,330	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	53,200	53,900	0,700	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	55,880	57,080	1,200	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	57,420	60,550	3,130	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	70,360	71,300	0,940	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	71,880	71,940	0,060	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	72,380	72,600	0,220	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	72,710	74,360	1,650	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	74,800	75,760	0,960	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	76,000	77,000	1,000	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	77,300	78,900	1,600	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	85,980	86,700	0,720	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	89,820	89,920	0,100	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	90,720	90,820	0,100	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	95,100	95,900	0,800	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	121,850	123,380	1,530	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	124,030	124,110	0,080	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	124,180	124,280	0,100	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	124,350	126,150	1,800	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	126,300	130,850	4,550	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	131,500	132,920	1,420	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	135,000	137,750	2,750	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	140,900	141,000	0,100	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	141,190	141,550	0,360	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	142,350	143,000	0,650	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	143,650	145,720	2,070	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	156,410	158,340	1,930	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	163,350	164,320	0,970	

CADASTRO DE EXSUDAÇÃO

Rodovia: RSC-287

Data: 27 a 30/07/21

Rodovia	Pista	Sentido	Faixa	km Início	km Fim	Extensão (km)	Observação
RSC-287	Oeste	Crescente	1	165,380	165,800	0,420	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	165,920	165,980	0,060	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	170,300	171,000	0,700	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	197,400	198,300	0,900	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	198,750	200,915	2,165	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	201,190	201,330	0,140	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	201,500	201,600	0,100	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	203,150	203,380	0,230	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	204,380	204,700	0,320	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	206,300	207,900	1,600	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	217,760	218,760	1,000	
RSC-287	Oeste	Crescente	1	220,100	220,300	0,200	
RSC-287	Oeste	Crescente	2	28,030	28,500	0,470	
RSC-287	Oeste	Crescente	3	30,280	30,640	0,360	
RSC-287	Oeste	Crescente	3	38,020	38,520	0,500	
RSC-287	Oeste	Crescente	3	39,660	40,100	0,440	
RSC-287	Oeste	Crescente	3	79,400	79,450	0,050	
RSC-287	Oeste	Crescente	3	79,680	80,700	1,020	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	217,920	218,600	0,680	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	219,800	220,900	1,100	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	216,420	217,880	1,460	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	215,200	216,040	0,840	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	214,310	214,600	0,290	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	196,400	196,700	0,300	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	194,550	195,020	0,470	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	190,860	191,480	0,620	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	189,820	190,000	0,180	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	188,220	188,440	0,220	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	187,740	187,800	0,060	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	187,340	187,460	0,120	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	184,940	185,520	0,580	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	170,700	171,720	1,020	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	167,300	167,400	0,100	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	166,700	167,120	0,420	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	166,430	166,480	0,050	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	165,600	165,760	0,160	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	163,670	164,800	1,130	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	156,415	158,245	1,830	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	145,205	146,515	1,310	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	143,585	144,715	1,130	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	140,300	143,250	2,950	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	134,600	137,450	2,850	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	133,110	133,570	0,460	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	131,520	132,940	1,420	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	123,770	130,830	7,060	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	122,770	123,570	0,800	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	118,740	123,300	4,560	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	109,850	110,840	0,990	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	105,700	106,610	0,910	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	104,150	104,400	0,250	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	85,000	85,520	0,520	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	82,680	84,700	2,020	

CADASTRO DE EXSUDAÇÃO

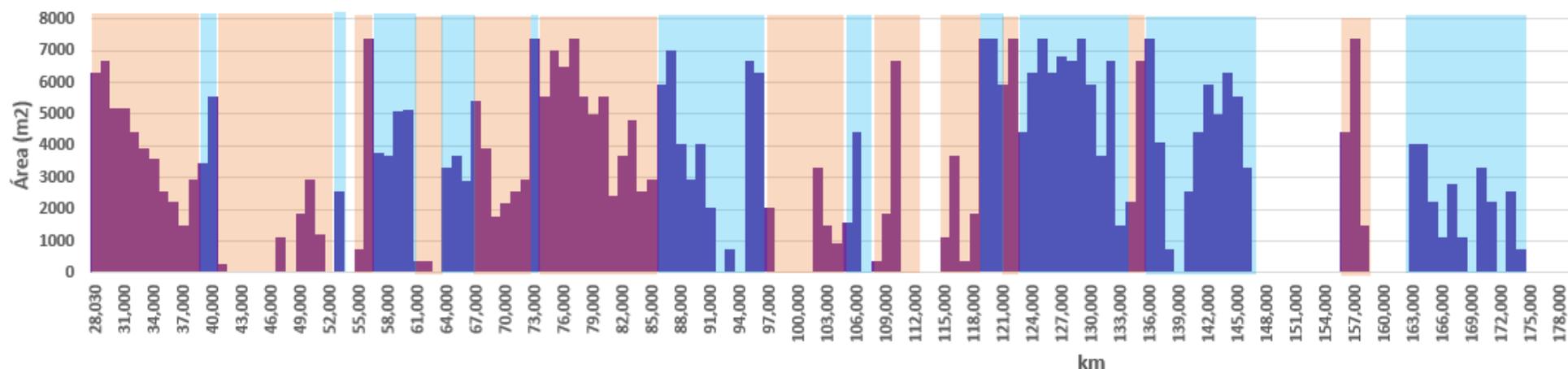
Rodovia: RSC-287

Data: 27 a 30/07/21

Rodovia	Pista	Sentido	Faixa	km Início	km Fim	Extensão (km)	Observação
RSC-287	Leste	Decrescente	1	81,470	82,600	1,130	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	79,740	80,000	0,260	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	78,600	79,250	0,650	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	72,710	78,270	5,560	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	71,520	71,570	0,050	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	71,270	71,370	0,100	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	68,070	68,570	0,500	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	67,090	67,590	0,500	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	59,410	60,770	1,360	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	57,370	57,930	0,560	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	55,870	56,970	1,100	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	39,920	40,170	0,250	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	38,900	38,980	0,080	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	38,180	38,500	0,320	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	36,780	37,220	0,440	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	35,020	35,380	0,360	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	32,950	33,350	0,400	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	29,450	30,750	1,300	
RSC-287	Leste	Decrescente	1	27,160	28,950	1,790	
RSC-287	Leste	Decrescente	3	134,710	135,250	0,540	
RSC-287	Leste	Decrescente	3	101,900	102,700	0,800	

Adicionalmente, após observado que o fenômeno de exsudação se concentra nas áreas recém intervindas, elaborou-se um gráfico representativo das áreas que sofreram fresagem e recomposição e das áreas exsudadas para melhor observar a localização das ocorrências

Área de Exsudação



No gráfico acima, as zonas com destaque em laranja são aquelas em que a Concessionária já obteve a confirmação de que houve obras em 2021, posteriores à licitação. As zonas destacadas em azul são aquelas em que há fortes indícios de que também tenham sofrido intervenções, tendo em vista que o pavimento possui aparentemente pouca oxidação (evidenciando sua construção recente) e as patologias são as mesmas encontradas nos demais trechos. Será indicado à Concessionária que realize estudos nestes locais que permitam avaliar as misturas empregadas nestes pontos.

Desta forma, pode-se observar que as áreas de exsudação estão concentradas nos locais onde a EGR realizou obras entre o período de janeiro a junho de 2021.

Cabe ressaltar que o gráfico apresentado tomou como base as informações disponibilizadas pela EGR, as quais, conforme verificado em campo, possuíam lacunas, ou seja, há locais em que a EGR realizou obras e não foram apontadas nos documentos disponibilizados.

Avaliou-se ainda a representatividade da ocorrência da exsudação em relação as demais patologias encontradas no sistema rodoviário administrado pela concessionária. Os gráficos representativos desta comparação são apresentados a seguir.

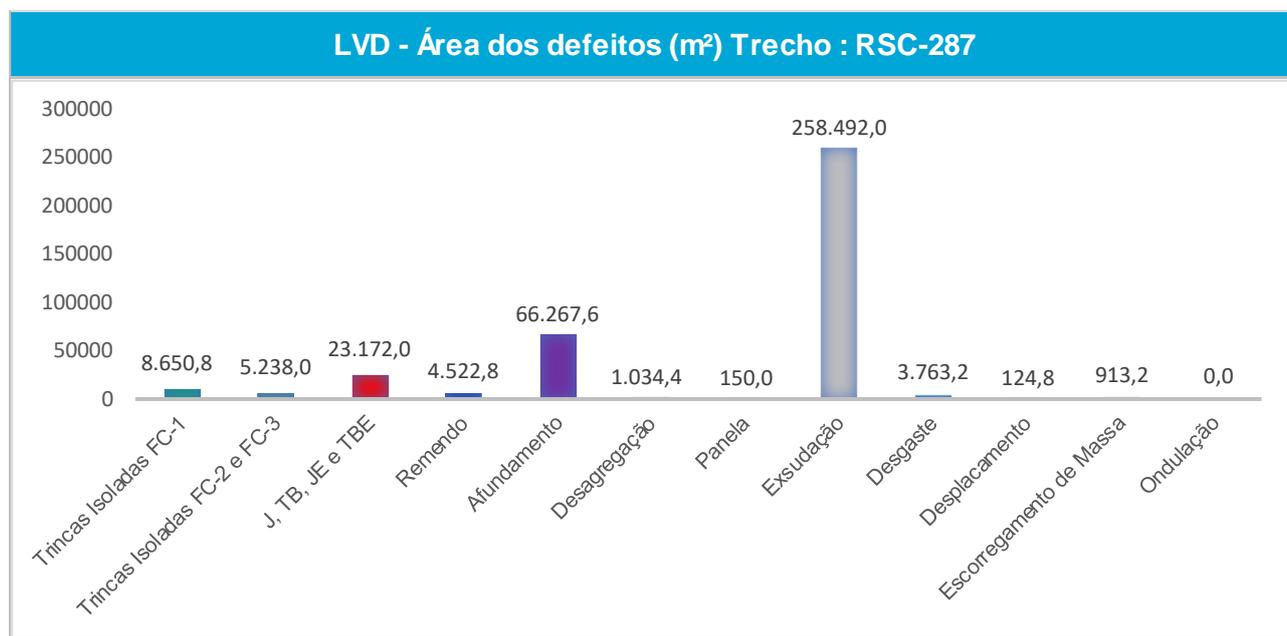
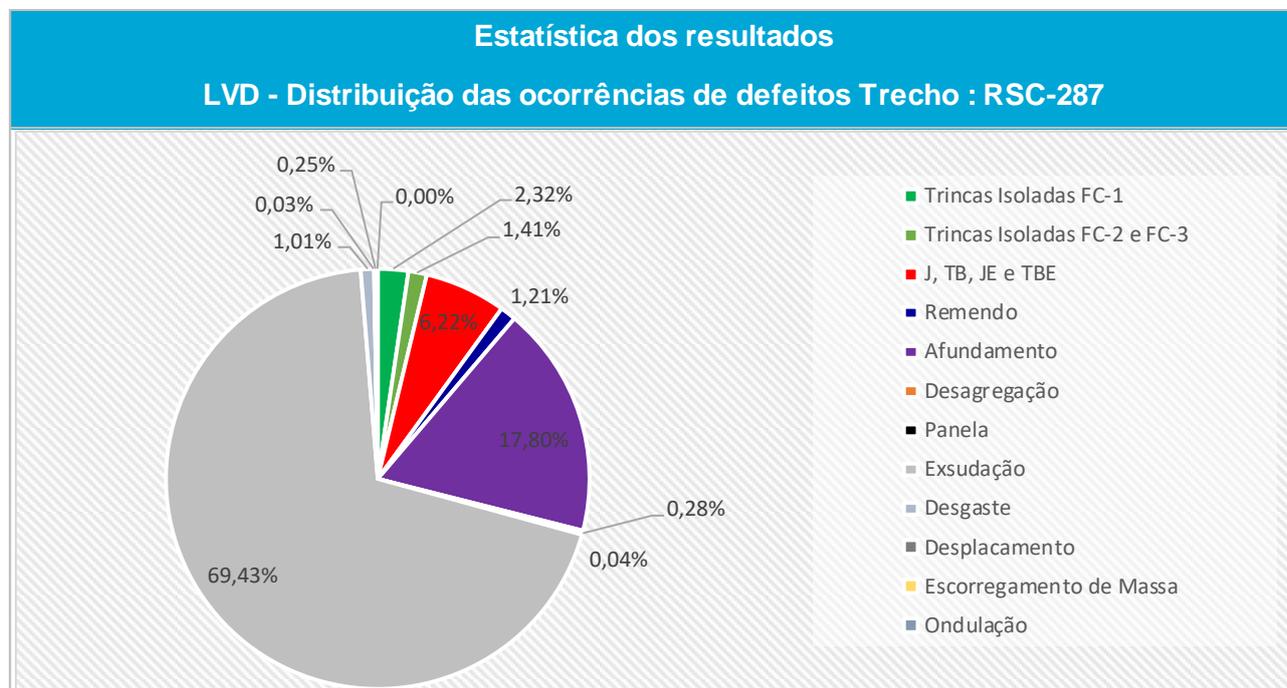


Gráfico 1: Análise Estatística da Ocorrência de Defeitos (*auscultação do pavimento realizada entre 18 e 21 de abril de 2021*)

Cabe ressaltar que a **patologia mais recorrente ao longo da rodovia é a exsudação**, de forma que, as ações para reestabelecimento dos parâmetros de desempenho do pavimento aos limites estabelecidos no edital de concessão, serão majoritariamente em função deste defeito.

5.2 Visita Técnica (15/02/22)

Por ocasião da visita técnica realizada em 15/02/2022 pela equipe de engenharia da Dynatest em conjunto com a equipe técnica da concessionária, realizou-se uma inspeção com o objetivo de verificar o aspecto atual da rodovia, tendo em vista a evolução das patologias no período entre a realização dos Cadastros Iniciais até o presente momento.

Com isto, foi observado um aumento significativo na ocorrência de defeitos nos trechos objeto de obra do primeiro semestre de 2021 em um curto espaço de tempo. Há que se destacar uma evolução acentuada das patologias nos locais que apresentam Exsudação, com um aumento significativo das Deformações Permanentes nas Trilhas de Rodas e o surgimento de diversos pontos com Escorregamentos de massa.

5.3 Soluções propostas

Diante da abrangência dos trechos afetados por Exsudação, inicialmente propôs-se executar soluções mais brandas para reestabelecimento das condições de superfície, através de obras características para a fase de Trabalhos Iniciais de rodovias, tais como Microfresagem e Microrrevestimento Asfáltico.

Foi realizado no quilômetro 29 da rodovia RSC-287, um piloto das soluções pré-definidas, a partir do reestabelecimento das condições de superfície por meio da execução de Microrrevestimento asfáltico sobre a superfície exsudada. A seguir apresentam-se algumas imagens ilustrativas do trecho e solução empregada.



Figura 19 – Superfície Exsudada antes da aplicação do microrrevestimento



Figura 20 – Superfície Exsudada após a aplicação do microrrevestimento

Após a monitoração do teste realizado no trecho piloto, verificou-se que 30 dias após a execução da obra para mitigação da Exsudação, o Mástique Asfáltico da camada que fora sobreposta por Microrrevestimento migrou novamente para superfície, ocasionando novamente no fenômeno de Exsudação.

Outro teste conduzido pela concessionária, foi a realização da Microfresagem como atividade preliminar a execução de Microrrevestimento, todavia mesmo antes da aplicação do Microrrevestimento, já se observou a migração do mástique a superfície microfresada, conforme ilustrado na figura a seguir.



Figura 20 – Superfície Exsudada após a execução da microfresagem

Face ao exposto, os testes realizados em pista demonstraram a ineficácia de soluções mais brandas para reestabelecimento dos parâmetros funcionais e de segurança da via. Somando-se ao fato de que os ensaios laboratoriais revelaram diversas inconformidades na camada de concreto asfáltico executada pela administradora anterior da rodovia. Resta claro que a única solução plausível para mitigação definitiva das patologias ora observadas, é a remoção total do concreto asfáltico nestes locais, seguido pela recomposição da camada em espessura equivalente. A seguir apresenta-se a um quantitativo a partir das soluções para mitigação de áreas exsudadas maiores que 1m² na rodovia.

5.4 Tabela de Quantidades

A partir das soluções de restauração dos pavimentos nas áreas onde há ocorrência de exsudação, elaborou-se uma tabela resumo para quantificar as atividades a serem empregadas para o reestabelecimento das condições funcionais e de segurança da via, a qual é apresentada abaixo.

ITEM	SERVIÇOS	UND	QUANTIDADE
TOTAL			
1			
1.1	Fresagem contínua de revestimento asfáltico	M3	21.100,50
1.2	Carga, manobra e descarga de fresagem contínua solta em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com fresadora e descarga livre	TON	52.751,25
1.3	Transporte com caminhão basculante com caçamba estanque com capacidade de 14 m ³ - rodovia pavimentada	TON X KM	263.756,25
1.4	Espalhamento de material em bota-fora	M3	52.751,25
1.5	Carga, manobra e descarga de concreto asfáltico com borracha em caminhão basculante de 10 m ³ - carga em usina de asfalto 100/140 t/h e descarga em vibroacabadora	TON	52.751,25
1.6	Transporte com caminhão basculante com caçamba estanque com capacidade de 14 m ³ - rodovia pavimentada	TON X KM	2.004.547,50
1.7	Pintura de ligação	M2	422.010,00
1.8	Concreto asfáltico com borracha - faixa C - brita comercial	M3	52.751,25
2			
2.1	CAP com polímero SBS 55/75 (preço comercial)	TON	2.637,56
2.2	Emulsão para pintura de ligação RR-1C (preço comercial)	TON	126,60
3			
3.1	Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação	UN	14.654,00
3.2	Manutenção/recomposição de sinalização - pintura de faixa com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm	M2	35.167,50

Vale ressaltar que o quantitativo apresentado baseia-se nas manifestações patológicas apresentadas até o presente momento, sendo que os trechos em que ocorreram obras e não apresentaram exsudação estão sendo monitorados para garantia de desempenho e segurança ao usuário.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A malha viária objeto de estudo, composta pela rodovia RSC-287 entre os quilômetros 28+030 e 232+540, a qual estende-se de Tabaí a Santa Maria no Rio Grande do Sul, quando dos estudos de engenharia/período licitatório (entre 2019 e 2020) para as diversas fases do projeto **não apresentava frequência expressiva da patologia denominada Exsudação.**

No período de janeiro a junho de 2021, através dos contratos de manutenção dos pavimentos ora vigentes, **período este compreendido entre a conclusão do período licitatório e a assunção da administração da rodovia pela Concessionária Rota de Santa Maria,** foram executadas diversas obras em segmentos da rodovia.

Em 2021 quando da assunção do trecho pela concessionária, **verificou-se uma quantidade excessiva de área afetada por Exsudação** na rodovia, conforme pode ser observado no comparativo apresentado no capítulo 3.2 do presente documento, sendo que o **surgimento precoce da patologia ocorreu sistematicamente nos locais de obras realizadas no primeiro semestre de 2021** pela então administradora do trecho.

Diante disso realizaram-se extrações de amostras do concreto asfáltico executado no referido período para execução de ensaios laboratoriais, os quais demonstraram **ineficiência no controle tecnológico das obras realizadas,** haja visto a não observância do limite de diversos parâmetros de controle de qualidade do concreto asfáltico.

No que tange o fenômeno de exsudação, por meio dos resultados dos ensaios laboratoriais, observou-se uma **relação fíler-betume muito superior aos valores recomendados pela literatura técnica,** além de uma **granulometria muito fina, com ausência de estrutura pétreia (agregados graúdos e intermediários),** o que potencialmente pode ter culminado na migração do mástique (ligante asfáltico mais finos) para a superfície da camada de rolamento.

Ademais, do acima exposto, existe a possibilidade de que outras falhas no processo de usinagem da mistura asfáltica possam ter contribuído para o surgimento da exsudação no concreto asfáltico, conforme descrito no capítulo 4.2.5. De forma que se observa uma série de fatores de forma isolada ou uma combinação entre eles, que resultaram no surgimento precoce da patologia de forma sistemática e contínua nos segmentos recém intervindos.

Observou-se ainda, que nestes mesmos locais, há ocorrências de outras patologias, tais como Reflexão de Trincas Isoladas e Interligadas, Bombeamento de Finos e Afundamento nas Trilhas de Roda, indicando falhas executivas e ou de técnicas e materiais utilizados nas obras realizadas.

Outrossim, cabe ressaltar que conforme verificado, **as áreas de intervenção para atendimento da fase de Trabalhos Iniciais do contrato de concessão, aumentaram de maneira significativa,** dado que as obras executadas não corrigiram definitivamente os defeitos existentes e ainda ocasionaram no surgimento de **Exsudação de forma contínua ao longo do trecho, bem como, em afundamentos nas trilhas de rodas e escorregamento de massa, ambos decorrentes das mesmas deficiências nas obras executadas.**

Ou seja, para cumprimento integral dos parâmetros de desempenho exigidos pelo PER, a concessionária necessitará atuar em uma área muito superior a que se atuaria, caso não houvesse nenhuma intervenção no período.

Além disso, as experiências da concessionária para reestabelecimento da condição funcional e de segurança destes trechos, mostraram que técnicas mais brandas, usuais para fase de Trabalhos Iniciais da rodovia, tais como Microfresagem e Microrrevestimento não obtiveram bom desempenho em locais em que o grau de severidade da Exsudação encontra-se alto.

Desta forma, resta claro que, em função das não conformidades do concreto asfáltico executado e da experiência da concessionária nas obras de reestabelecimento dos parâmetros. A única solução técnica plausível para os trechos em questão é a remoção total da camada asfáltica empregada seguida pela recomposição da camada a partir de um novo projeto de mistura.

7 RESPONSABILIDADES TÉCNICAS

Os responsáveis técnicos pela elaboração do presente Parecer Técnico, são apresentados na sequência, bem como, suas respectivas assinaturas.



Dynatest Engenharia Ltda.

Leonardo Appel Preussler

Sócio/Administrador

CREA/SP: 5062022199

CONFEA: 260268888-6



Dynatest Engenharia Ltda.

Luciana Moreira Barbosa

Engenheira Sênior / Coordenadora

CREA/SP: 5061504090

CONFEA: 260268808-8



Dynatest Engenharia Ltda.

Celso Miguel de Medeiros

Técnico de Estradas

CONFEA: 5060105024

ANEXO I - PARECER TÉCNICO ACERCA DO EMPREGO DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – CASO DA RST 287 – ROTA DE SANTA MARIA



PARECER TÉCNICO LMCC/UFSM Nº 138906

**PARECER TÉCNICO ACERCA DO EMPREGO DE LIGANTES
ASFÁLTICOS MODIFICADOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO
SUL – CASO DA RST 287 – ROTA DE SANTA MARIA**

Dr Eng. Luciano Pivoto Specht

DEZEMBRO DE 2021

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. LIGANTES ASFÁLTICOS.....	5
2.1 Composição química	5
2.2 Propriedades físicas e comportamento	7
2.3 Envelhecimento	8
2.4 Classificação.....	8
2.5 Especificação Brasileira	11
2.6 Especificação Norte-Americana - SUPERPAVE	15
2.6.1 Métodos de envelhecimento dos ligantes	17
2.6.2 Testes de desempenho dos ligantes	20
2.7 Considerações acerca das especificações	32
3. LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS.....	35
4. ESTUDO DE CASO – EMPREGO DE LIGANTES EM RODOVIAS DE TRÁFEGO PESADO E MUITO PESADO NO RIO GRANDE DO SUL	39
4.1 Seleção de ligantes – Especificação SUPERPAVE	39
4.2 Seleção de ligantes – Especificação Nacional	51
4.3 Aplicações em Misturas Asfálticas	52

5. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1. INTRODUÇÃO

Este relatório técnico discute e aponta diretrizes de aplicação de ligantes modificados na execução de misturas asfálticas à quente em rodovias no estado do Rio Grande de Sul e foi demandado pela Concessionária Rota de Santa Maria que detém contrato de concessão da RST 287 entre Tabai (RS) e Santa Maria (RS).

A demanda se deu em virtude de patologias observadas pela concessionária em meados de 2021, logo após assumir a concessão. Defeitos este observados principalmente em segmentos recém contratados EGR (obras de Janeiro a Maio de 2021) e executados pela empresa Coesul e cujo projeto de mistura asfáltica está apresentado no documento EGR PROA 211800000310-6 ENG 001 RSM 2021.pdf.

A referida mistura, faixa C da ESP 031/2006 do DNIT apresentava dois materiais em sua composição que chamam atenção: ligante 50-70 (teor 5,1) e 7% de areia.

As manifestações patológicas observadas em duas avaliações realizadas pela concessionária indicam um leve espelhamento (exsudação leve) com pontos que até o momento apresentam pouca evolução (entre Agosto e Novembro de 2021) mas que preocupam ações futuras da Concessionária Rota de Santa Maria no sentido do cumprimento integral dos parâmetros de desempenho previstos no contrato.

O relatório está conduzido da seguinte maneira: em uma primeira parte é feita uma contextualização do assunto no cenário nacional e internacional possibilitando que a experiência acumulada auxilie na discussão (ligantes, especificações e asfaltos modificados). Na sequência é apresentado o caso de aplicação da especificação Superpave para o Estado do Rio Grande do Sul, bem como são apresentados elementos técnicos necessários para a avaliação do emprego de ligantes modificados no contexto da rodovia em estudo.

Por fim, os pontos principais são sumarizados nas conclusões.

2. LIGANTES ASFÁLTICOS

Segundo Roberts (1991), o ligante asfáltico é um material cimentício de coloração marrom escura a preta que ocorre naturalmente na superfície terrestre ou é separado do petróleo pelo processo de destilação. O cimento asfáltico é um dos materiais mais antigos utilizados pela humanidade em função das suas excelentes propriedades de impermeabilização, adesividade e durabilidade. Existem diversos relatos da utilização de ligantes asfálticos na antiguidade, como no Oriente Médio, no Egito e na Índia.

No início do século XX foram registradas as primeiras aplicações de ligantes asfálticos para a pavimentação de ruas em países como França, Estados Unidos e Inglaterra. No Brasil, a primeira aplicação de materiais provenientes do petróleo para a pavimentação foi registrada na cidade do Rio de Janeiro.

As características reológicas do ligante, a diferentes temperaturas são determinadas tanto pela constituição do material como pela sua estrutura (Read e Whiteoak 2003). Dessa forma, o conhecimento dessas propriedades é importante já que elas interagem com a reologia, ciência que estuda o comportamento de fluxo dos materiais quando submetidos a carregamentos.

2.1 Composição química dos ligantes

Os CAPs (Cimentos Asfálticos de Petróleo) são compostos de 90% a 95% de hidrocarbonetos e de 5 a 10% de heteroátomos, como oxigênio, enxofre, nitrogênio, e metais, como níquel, ferro e vanádio (Read; Whiteoak 2003). A forma como os átomos que compõem o ligante asfáltico se arranjam é extremamente complexa e a proporção das moléculas formadas por esses átomos e a maneira como elas interagem entre si afetam o comportamento físico e químico do material (Roberts, 1991).

Os asfaltos podem ser fracionados em duas porções, uma dissolvida e outra precipitada, conhecidas respectivamente, como asfaltenos e maltenos. Os asfaltenos constituem entre 5 a 25% dos ligantes e tem grande efeito nas propriedades reológicas. Os maltenos são divididos em resinas, aromáticos e saturados.

A proporção de cada fração desses componentes varia de acordo com o tempo e em função da exposição ao oxigênio e a luz, da temperatura do ambiente, do contato com outros materiais provenientes do petróleo, como óleos, graxas e combustíveis (Balbo, 2007). Além disso, segundo Roberts, as proporções dependem da fonte de onde o CAP foi extraído. A Figura 1 ilustra a taxa de envelhecimento do CAP em função do tempo, assim como a variação das partes constituintes do material.

Segundo AASHTO SP-1 (1997), as ligações químicas entre as moléculas explicam a natureza viscoelástica dos ligantes, uma vez que elas são relativamente fracas e se quebram facilmente em função da temperatura e de esforços cisalhantes. As ligações polares formam uma cadeia que resulta em propriedades elásticas, já as ligações não polares formam o corpo do ligante e contribuem para as propriedades viscosas.

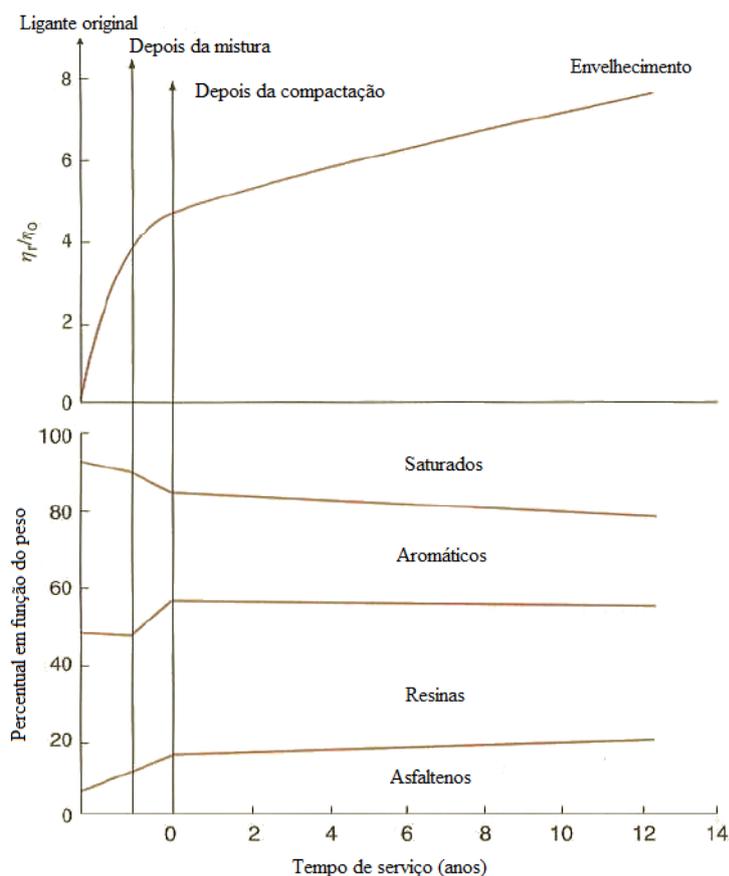


Figura 1 - Mudanças na composição do ligante durante a construção e vida de serviço da rodovia (Read e Whiteoak, 2003)

2.2 Propriedades físicas e comportamento dos ligantes

Segundo Balbo (2007), as propriedades físicas mais importantes do CAP, sob o ponto de vista da tecnologia de pavimentação são: durabilidade, adesividade, suscetibilidade térmica e endurecimento.

Em função da natureza viscoelástica, o comportamento do CAP depende tanto da temperatura como da taxa de aplicação dos carregamentos. Os efeitos do tempo e da temperatura estão relacionados conforme ilustra a Figura 2; o comportamento que o ligante apresenta quando mantido a altas temperaturas por um curto período de tempo é semelhante ao que apresenta quando mantido por longos períodos a baixas temperaturas.

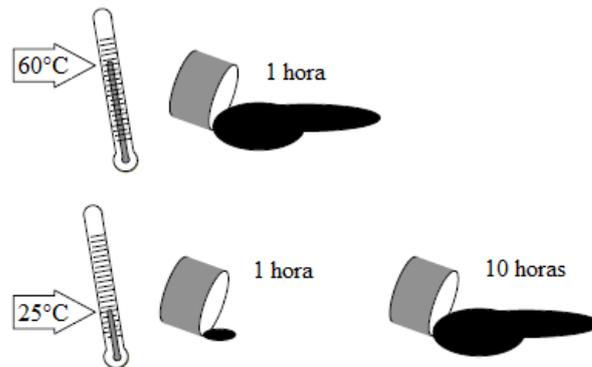


Figura 2 - Efeito do tempo e da temperatura no comportamento dos ligantes asfálticos
(AASHTO SP-1, 1997)

Em altas temperaturas ou quando solicitado por carregamentos estacionários (veículos trafegando a baixas velocidades e caminhões estacionados), o CAP se assemelha a um líquido viscoso. Nessas circunstâncias os agregados são os materiais encarregados por resistir às solicitações na mistura asfáltica.

Muitas vezes os líquidos viscosos são chamados de plásticos devido à parcela de deformação que o material não consegue recuperar após o carregamento ser retirado.

Em temperaturas baixas ou quando solicitado por carregamentos rápidos (veículos trafegando a altas velocidades) o CAP apresenta um comportamento elástico.

Consequentemente, o material se deformará ao ser solicitado e ao retirar o carregamento o material retornará a sua forma original.

Caso o material for solicitado por uma tensão superior a sua resistência, ele pode romper. Ou seja, mesmo que o ligante asfáltico seja um material elástico a baixas temperaturas pode se tornar muito frágil quando excessivamente carregado e romper.

A maioria das temperaturas enfrentadas pelo pavimento está entre extremos máximos e mínimos, logo, em temperaturas intermediárias o CAP apresenta tanto comportamento viscoso como comportamento elástico.

2.3 Envelhecimento de ligantes

A presença de compostos que reagem com o oxigênio presente na atmosfera, resulta no envelhecimento do CAP ao longo de sua vida útil. A reação com o oxigênio varia a composição do ligante asfáltico e a composição de suas moléculas, tornando-o mais frágil. O envelhecimento dos CAPs ocorre lentamente, porém a taxa é maior em climas mais quentes.

Existem outras formas de envelhecimento do CAP além da que ocorre durante a vida de serviço do pavimento, e acontece nas etapas de construção das rodovias, conforme ilustrado na Figura 1. O aquecimento do ligante asfáltico durante as etapas de mistura, espalhamento e compactação das misturas asfálticas gera a oxidação do material e o envelhecimento a partir da volatilização de componentes do CAP.

2.4 Classificação dos ligantes

Asfaltos naturais:

São asfaltos provenientes de lagos formados a partir de depósitos de petróleo que migraram para a superfície. Após ficarem expostos ao tempo, perderam parte de seus constituintes e formam-se naturalmente depósitos de ligantes asfálticos. Um exemplo de

depósito natural é o lago asfáltico de Trinidad na Ilha de Trinidad que atualmente é comercializado como aditivo para CAP.

Asfaltos derivados do petróleo:

- Cimentos asfálticos de petróleo (CAP):

Os cimentos asfálticos de petróleo são um dos materiais obtidos a partir do refinamento do petróleo cru. O CAP é um material aglutinante que possui boa aderência aos agregados, além de apresentar propriedades impermeabilizantes. Segundo Balbo (2007), é um material termoplástico que apresenta um comportamento reológico complexo e dependência em relação à temperatura, é um produto semi-sólido a temperaturas baixas, viscoelástico à temperatura ambiente e líquido a altas temperaturas.

- Asfaltos diluídos (ADP):

Asfaltos diluídos são produzidos pela adição de um diluente volátil que varia conforme o tempo e, com a perda desse componente adicionado, resta apenas o asfalto residual após a aplicação do material (Bernucci *et al.* 2006). A função do diluente é diminuir a viscosidade do ligante para que o material possa ser aplicado à temperatura ambiente.

A velocidade de evaporação da parte volátil depende da natureza do diluente empregado e é denominada cura. Se o solvente é gasolina ou nafta, a cura será rápida (CR); já se o solvente é a querosene, a cura será média (CM).

Esse material é utilizado para serviços de imprimação, pinturas de ligação e pode ser utilizado para executar tratamentos superficiais pelo método de penetração invertida.

- Emulsões asfálticas (EAP):

Emulsões são dispersões estáveis de dois ou mais líquidos imiscíveis, no entanto quando são mantidos em suspensão por agitação ou, mais frequentemente, por pequenas quantidades de substâncias conhecidas como emulsificantes, formam uma mistura estável. No caso da emulsão asfáltica, os líquidos imiscíveis são asfalto e água.

Os emulsionantes ou emulsificantes são substâncias que reduzem a tensão superficial, o que permite que as moléculas de asfalto fiquem em suspensão na água por algum tempo, evitando com que as partículas de ligante se aproximem e a emulsão dure por mais tempo.

As emulsões são utilizadas para a execução de pinturas de ligação, em tratamentos superficiais simples, duplos ou triplos (ruptura rápida), pré-misturados a frio abertos e semi-densos (ruptura média) ou densos (ruptura lenta).

- Asfaltos modificados por polímero (AMP):

São ligantes aos quais são acrescentados polímeros ou borracha visando melhorar o seu desempenho. Condições como o aumento do volume de tráfego, peso do eixo crescente a cada ano, rodovias especiais como aeroportos, corredores de tráfego pesado e variações bruscas de temperatura, geram maiores solicitações ao pavimento, necessitando, portanto, de materiais que apresentem um comportamento diferenciado em relação ao CAP.

Segundo Bernucci *et al.* (2006), é importante que o polímero seja resistente à degradação nas temperaturas de campo, misture-se homoganeamente com o asfalto, melhore as características de fluidez do asfalto a altas temperaturas, sem que o ligante fique muito viscoso para a mistura e espalhamento, nem tão rígido ou quebradiço a baixas temperaturas para que a modificação do ligante seja viável técnica e economicamente.

- Asfaltos modificados por borracha (AMB):

Asfaltos em que são incorporadas características de polímeros, porém com a vantagem de reduzir os problemas ambientais gerados pela falta de locais para armazenamento dos pneus inservíveis.

Segundo Specht (2004), diversas propriedades apresentam melhor desempenho a partir da adição dos polímeros; nas altas temperaturas, por exemplo, há a redução da suscetibilidade térmica e aumento da ductilidade, já nas baixas temperaturas, há um menor risco de fratura. Além disso, as misturas apresentam maior resistência ao intemperismo e uma melhor adesão ligante/agregado.

- Agentes rejuvenescedores (AR e ARE):

Agentes rejuvenescedores são utilizados para executar técnicas de recuperação da flexibilidade do ligante asfáltico, uma vez que este sofre oxidação ao longo do tempo resultando no enrijecimento do material. Esse produto repõe as frações maltênicas perdidas pelo ligante asfáltico ao longo da vida de serviço.

2.5 Especificação Brasileiras

As especificações brasileiras são baseadas no sistema de classificação com base no ensaio de penetração (DNER ME 003-99) e os ligantes são classificados em CAP 30/45; CAP 50/70; CAP 85/100 e CAP 150/200 (Resolução ANP Nº 19, de 11 de julho de 2005). A antiga classificação, apresentada na Tabela 1 e 2, por Viscosidade e Penetração ficou suprimida a partir desta resolução. Os antigos asfaltos CAP 7, CAP 20 e CAP 40 passaram a ser denominados pelo parâmetro penetração e não mais a Viscosidade. A especificação de ligantes asfálticos brasileiros está apresentada na Tabela 3.

O ensaio de penetração determina a profundidade, em décimos de milímetros, que uma agulha com carga de 100 gramas penetra numa amostra de CAP por 5 segundos à

temperatura de 25°C, conforme ilustra a Figura 3. A consistência do CAP será tanto maior quanto menor for a penetração da agulha.

Tabela 1 – Antiga especificação brasileira de ligantes asfálticos por viscosidade (DNER, 1996)

CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio	Tipos		
		CAP-7	CAP-20	CAP-40
1 - Viscosidade a 60°C, poise	MB-827	700 a 1500	2000 a 3500	4000 a 5000
2 - Viscosidade a 135°C, SSF, mínimo	MB-517	100	120	170
3 - Viscosidade a 177°C, SSF	MB-517	15-60	30-150	40-150
4 - Penetração normal, 100 g, 5s, 25°C, 0,1 mm, mínimo	MB-107	90	50	30
5 - Ponto de Fulgor, °C mínimo	MB-50	220	235	235
6 - Solubilidade do Tricloroetileno, %, peso, mínimo	MB-166	99,5	99,5	99,5
7 - Índice de Suscetibilidade Térmica (*)		(-1,5) a (+1,0)	(-1,5) a (+1,0)	(-1,5) a (+1,0)
8 - Efeito do Calor e do ar:				
8.1 - Variação em peso, %, máximo	MB-425	1,0	1,0	1,0
8.2 - Viscosidade a 60°C, poise, máximo	MB-827	3000	9000	24000
8.3 - Ductilidade a 25°C, cm, mínimo	MB-167	50	20	10

$$(*) \text{ Índice Pfeiffer e Van Doormall} = \frac{(500) (\log \text{ PEN}) + (20) (t^{\circ}\text{C}) - 1951}{120 - (50) (\log \text{ PEN}) + (t^{\circ}\text{C})}$$

(t°C) = Ponto de amolecimento, MB-164

O produto não deve produzir espuma quando aquecido a 175 °C

Tabela 2 – Antiga especificação brasileira de ligantes asfálticos por penetração (DNER, 1996)

CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio	Tipos			
		30/45	50/60	85/100	150/200
a) Penetração, 100 g, 5s a 25°C, 0,1 mm	MB-107	30-45	50-60	85-100	150-200
b) Ponto de fulgor, °C, mínimo	MB-50	235	235	235	220
c) Ductilidade a 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	MB-167	60	60	100	100
d) Viscosidade Saybolt Furol, s, a 135°C, mínimo	MB-517	110	110	85	70
e) Teor de betume, % em peso, mínimo	MB-166	99,5	99,5	99,5	99,5
f) Índice de Suscetibilidade Térmica (*)		(-1,5) a (+1,0)	(-1,5) a (+1,0)	(-1,5) a (+1,0)	(-1,5) a (+1,0)
g) Efeito do Calor e do ar	MB-425				
% Penetração original, mínimo		50	50	47	40
% Variação em peso, máximo		1,0	1,0	1,0	1,5

$$(*) \text{ Índice Pfeiffer e Van Doormall} = \frac{(500) (\log \text{ PEN}) + (20) (t^{\circ}\text{C}) - 1951}{120 - (50) (\log \text{ PEN}) + (t^{\circ}\text{C})}$$

(t°C) = Ponto de amolecimento, MB-164

O produto não deve produzir espuma quando aquecido a 175 °C

Tabela 3 - Especificação brasileira de ligantes asfálticos (ANP, 2005)

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LIMITES				MÉTODOS	
		CAP 30-45	CAP 50-70	CAP 85- 100	CAP 150-200	ABNT	ASTM
Penetração (100 g, 5s, 25°C)	0,1mm	30 45	50 70	85 100	150 200	NBR 6576	D 5
Ponto de amolecimento, mín	°C	52	46	43	37	NBR 6560	D 36
Viscosidade SayboltFurol	s					NBR 14950	E 102
a 135 °C, mín		192	141	110	80		
a 150 °C, mín		90	50	43	36		
a 177 °C		40 150	30 150	15 60	15 60		
OU							
Viscosidade Brookfield	cP					NBR 15184	D 4402
a 135°C, SP 21, 20 rpm, mín		374	274	214	155		
a 150 °C, SP 21, mín.		203	112	97	81		
a 177 °C, SP 21		76 285	57 285	28 114	28 114		
Índice de susceptibilidade térmica (1)		(1,5) a (+0,7)	(1,5) a (+0,7)	(1,5) a (+0,7)	(1,5) a (+0,7)		
Ponto de fulgor mín	°C	235	235	235	235	NBR 11341	D 92
Solubilidade em tricloroetileno, mín	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	NBR 14855	D 2042
Ductilidade a 25° C, mín	cm	60	60	100	100	NBR 6293	D 113

Do ponto de vista de comportamento o ensaio de penetração traduz muito pouco o que se pode esperar de cada classe de ligante, apenas que uma classe tem mais consistência que a outra.

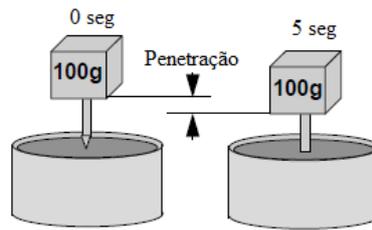


Figura 3 - Esquema do ensaio de penetração

Neste sentido foi incorporado também à especificação de 2005, o ensaio de ponto de amolecimento (PA), que é a temperatura em que o ligante asfáltico amolece sob condições padronizadas (NBR 6560; ABNT, 2000), conforme ilustra a Figura 4. Este parâmetro apresenta uma relação mais direta com o campo, ou seja, para que o ligante mantenha consistência suficiente para atuar como agente cimentante e aglutinador a temperatura do CAP não deverá exceder o PA.

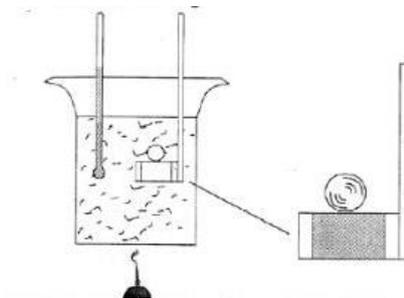


Figura 4 - Esquema do ensaio de ponto de amolecimento

Evidentemente que devemos ter em mente algum critério estatístico para definir a temperatura do pavimento, bem como se trabalhar com temperatura em algum ponto no interior da camada e não na superfície, todavia, é válido mencionar que o CAP produzido e comercializado no Estado do Rio Grande do Sul (seja ele produzido pela Refinaria Alberto Pasqualini ou pela Refinaria de Petróleo Riograndense) é o CAP 50-70 que tem PA na ordem de 46°C e que os pavimentos apresentam temperaturas muito acima deste valor.

2.6 Especificação Norte-Americana - SUPERPAVE

Em 1987, o Strategic Highway Research Program (SHRP) a partir de um investimento de 150 milhões de dólares aprovado pelo Congresso Americano, iniciou-se um programa para melhorar o desempenho e a durabilidade das estradas dos Estados Unidos, assim como para construir estradas mais seguras para os usuários. Grande parte das rodovias de tráfego pesado nessa época apresentavam deformações permanentes prematuras, em função do excesso de ligante que vinha sendo empregado nas misturas asfálticas. A necessidade por novos testes e especificações para projetar pavimentos que atingissem o desempenho desejado e controlassem seu comportamento, levou ao investimento no desenvolvimento de especificações e testes para seleção de materiais e projeto de misturas. Assim, o produto final da pesquisa realizada pelo programa SHRP foi um novo sistema denominado Superpave (Superior Performing Asphalt Pavements).

Visando uma melhoria nas especificações de ligantes e nos procedimentos Marshall e Hveem (de dosagem de misturas), surgiu o sistema Superpave que substituiu as diversas especificações e métodos de projeto de misturas asfálticas que eram adotados nos estados americanos e em outras agências de transporte. Esse método é baseado no desempenho que os materiais e as misturas apresentaram, levando em conta as diferentes configurações de tráfego e as condições ambientais (SHRP, 1994b). Atualmente é reconhecido em todo mundo pela vanguarda científica e vem sendo, paulatinamente, incorporado à prática brasileira.

A especificação de ligantes asfálticos foi desenvolvida durante o SHRP e ficou conhecida como “Grau de desempenho” (Performance Grade - PG). A proposta principal desta seleção e classificação é agrupar os ligantes asfálticos conforme o seu comportamento em função do ambiente onde será implantado, levando em conta as temperaturas do pavimento ao longo de sua vida útil, e do tráfego previsto para a rodovia (NCHRP, 2011). Os testes buscam quantificar o desempenho dos ligantes em três estágios da sua vida: no estado original, depois da fase de mistura, espalhamento e compactação e o

envelhecimento ocorrido durante a vida de serviço do pavimento. A Tabela 4 apresenta os PGs da especificação.

As especificações de ligantes que seguem essa metodologia podem ser utilizadas tanto para ligantes convencionais como para ligantes modificados, incluindo ligantes com aditivos dispersos, dissolvidos ou que reagem com os cimentos asfálticos (SHRP, 1994b).

Tabela 4 - Especificação Superpave de ligantes

Performance Graded Asphalt Binder Specification (from AASHTO MP 1)

Performance Grade	PG 46				PG 52				PG 58				PG 64				PG 70				PG 76				PG 82												
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34					
Average 7-day Maximum Pavement Design Temperature, °C ^a	< 46				< 52				< 58				< 64				< 70				< 76				< 82												
Minimum Pavement Design Temperature, °C ^a	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34					
ORIGINAL BINDER																																					
Flash Point Temp. T 48, Minimum (°C)	230																																				
Viscosity, ASTM D 4402 ^b Maximum, 3 Pa*s, Test Temp, °C	135																																				
Dynamic Shear, TP 5: ^c G* _{high} , Minimum, 1,00 kPa Test Temp @ 10 rad/s, °C	46				52				58				64				70				76				82												
ROLLING THIN FILM OVEN RESIDUE (T 240)																																					
Mass Loss, Maximum, percent	1,00																																				
Dynamic Shear, TP 5: G* _{high} , Minimum, 2,20 kPa Test Temp @ 10 rad/s, °C	46				52				58				64				70				76				82												
PRESSURE AGING VESSEL RESIDUE (PP 1)																																					
PAV Aging Temperature, °C ^d	90				90				100				100				100 (110)				100 (110)				100 (110)												
Dynamic Shear, TP 5: G* _{high} , Maximum, 5000 kPa Test Temp @ 10 rad/s, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28
Physical Hardening^e																																					
Creep Stiffness, TP 1 Determine the critical cracking temperature as described in PP 42	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24
Direct Tension, TP 3 Determine the critical cracking temperature as described in PP 42	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24

a. Pavement temperatures are estimated from air temperatures using an algorithm contained in the LTPP Bind program, may be provided by the specifying agency, or by following the procedures as outlined in MP 2 and PP 28.
b. This requirement may be waived at the discretion of the specifying agency if the supplier warrants that the asphalt binder can be adequately pumped and mixed at temperatures that meet all applicable safety standards.
c. For quality control of unmodified asphalt binder production, measurement of the viscosity of the original asphalt cement may be used to supplement dynamic shear measurements of G*_{high} at test temperatures where the asphalt is a Newtonian fluid.
d. The PAV aging temperature is based on simulated climatic conditions and is one of three temperatures 90°C, 100°C or 110°C. The PAV aging temperature is 100°C for PG 58- and above, except in desert climates, where it is 110°C.
e. Physical hardening – TP 1 is performed on a set of asphalt beams according to Section 12, except the conditioning time is extended to 24 hours ± 10 minutes at 10°C above the minimum performance temperature. The 24-hour stiffness and m-value are reported for information purposes only.
f. G*_{high} = high temperature stiffness and G*_{intermediate} = intermediate temperature stiffness



Diferentemente dos outros sistemas, nas especificações Superpave o desempenho que cada propriedade física deve apresentar é um valor constante em cada item avaliado. No entanto, o que varia são as temperaturas máximas e mínimas que cada quesito deve apresentar. O Superpave busca solucionar o problema de 3 defeitos nos pavimentos: deformação permanente, ruptura por fadiga e ruptura por retração térmica. Os requisitos que os ligantes asfálticos devem apresentar segundo (SHRP, 1994b) são:

- Rigidez mínima de 1,0 kPa em ligantes virgens;
- Rigidez mínima de 2,2 kPa em ligantes “shorts term aged” (envelhecidos em curto prazo) para garantir uma resistência à deformação permanente suficiente imediatamente após a construção da rodovia;

- Rigidez máxima de 5000 kPa em ligantes “long term aged” (envelhecidos em longo prazo) para evitar a ruptura por fadiga em ligantes asfálticos que apresentam alta rigidez;

- Rigidez máxima de 300 MPa e módulo de relaxação mínimo de 0,30 resultantes do carregamento estático para limitar a rigidez do ligante em baixas temperaturas;

Uma maior rigidez estática é permitida pela especificação se um mínimo de 1% da tensão de tração for atingida por determinados ligantes; geralmente ligantes modificados que apresentam um rigidez estática em baixa temperatura.

2.6.1 Métodos de envelhecimento dos ligantes

Segundo SHRP (1994b), a especificação Superpave requer envelhecimento do ligante asfáltico para simular o envelhecimento durante a construção (curto prazo) e o envelhecimento do ligante asfáltico em serviço (longo prazo - primeiros 5 à 10 anos de serviço).

O envelhecimento do ligante asfáltico se dá por dois mecanismos: a evaporação dos óleos leves presentes no material e pela oxidação do ligante ao reagir com o oxigênio. O processo de mistura e agitação durante a produção das misturas asfálticas e o processo de implantação da massa asfáltica em campo resulta no envelhecimento do material em função das altas temperaturas e do fluxo de ar envolvidos no processo (AASHTO SP-1, 1997).

Envelhecimento em Curto Prazo - Estufa de película delgada rotacional:

O procedimento conhecido como Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT), requer um forno elétrico que contém internamente um mecanismo que segura as garrafas das amostras e gira em torno de seu centro. Além disso, o forno RTFOT possui um jato de ar que irá soprar ar quando as garrafas atingirem a posição mais inferior do ciclo. A Figura 5 demonstra o interior de um forno RTFOT.



Figura 5 - Interior de um forno RTFOT

Nesse ensaio, 8 frascos como os da Figura 6 são preenchidos com uma fina película de asfalto de 35g cada uma e são continuamente giradas dentro do forno a 163°C por 85 minutos, com uma injeção de ar a cada 3 a 4 segundos.

A estufa de película delgada rotacional é usada para duas finalidades, a primeira é o envelhecimento de ligantes que serão utilizados para testar propriedades físicas do material, e a segunda, a determinação da perda de massa resultante das operações de mistura e construção. O conteúdo de dois frascos é reservado para a determinação da perda de massa do ligante e é a média do percentual de perda das duas amostras.

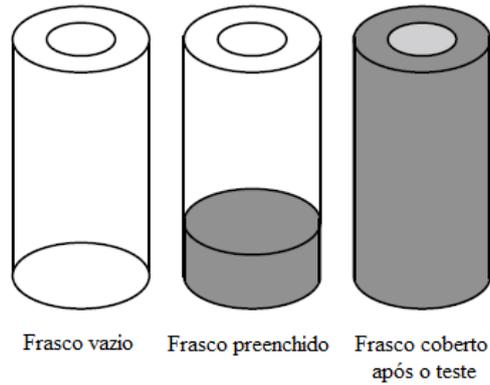


Figura 6 - Garrafa utilizada no ensaio RTFO (AASHTO SP-1, 1997)

Envelhecimento em Longo Prazo - Vaso de envelhecimento sob pressão

Após o pavimento ser construído, o envelhecimento do ligante asfáltico continua ocorrendo, porém o mecanismo de oxidação é o mais presente em função das temperaturas moderadas a que o pavimento está sujeito (AASHTO SP-1, 1997). As especificações Superpave indicam a utilização do equipamento denominado Pressure Aging Vessel (PAV) para atingir esse nível de envelhecimento.

O PAV consiste de uma câmara de pressão, onde uma estante com amostras de ligante é alocada dentro sob temperatura e pressão controlada de ar sintético. A Figura 7 ilustra um forno PAV e suas partes constituintes.

O PAV expõe o ligante asfáltico à alta pressão de ar de 2,1MPa por 20 horas o que simula o envelhecimento resultante após a vida de serviço da rodovia. Uma vez que antes de ser implantado na via, o ligante sofre envelhecimento durante a mistura dos materiais e construção da via, a amostra é primeiro envelhecida no RTFO e depois no PAV (AASHTO SP-1, 1997).

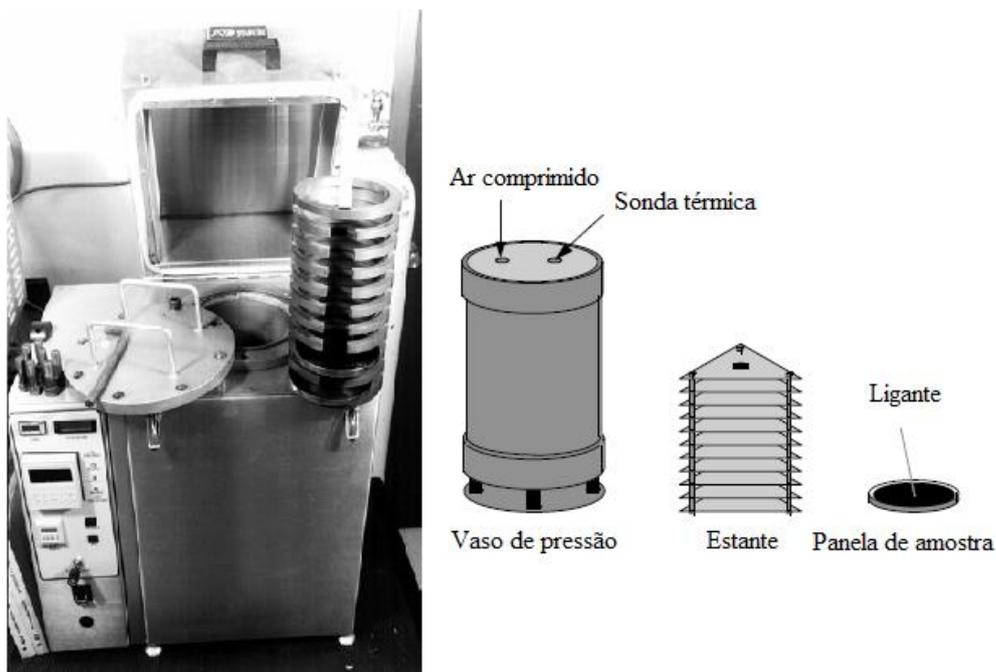


Figura 7 - Forno PAV e seus componentes

2.6.2 Testes de desempenho dos ligantes

Os testes de desempenho são importantes para a prática de engenharia, uma vez que as propriedades dos ligantes deixaram de ser medidas de forma empírica e passaram a verificar o comportamento do CAP nas diferentes condições ambientais. A Figura 8 ilustra os ensaios de desempenho realizados nas diferentes temperaturas que o pavimento é submetido além do ensaio de viscosidade rotacional.

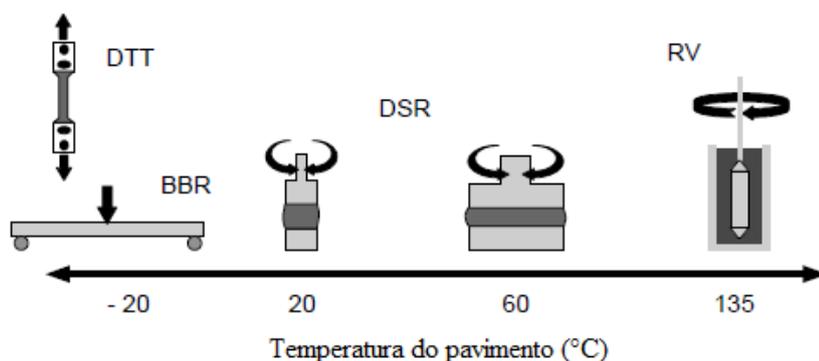


Figura 8 - Ensaios de desempenho do ligante asfáltico segundo a metodologia Superpave

Viscosímetro Rotacional

A finalidade deste ensaio é determinar a viscosidade do ligante asfáltico para garantir que este é fluido o suficiente para ser bombeado e misturado com os agregados, ou seja, para determinação das temperaturas de usinagem e compactação. Por esta razão, o ligante testado nesta fase de ensaios é um ligante “virgem”. O equipamento utilizado chama-se Viscosímetro Rotacional ou Rotational Viscometer (RV) e está ilustrado na Figura 9. Esta técnica de mensuração já foi incorporada à especificação brasileira de CAPs de 2005.

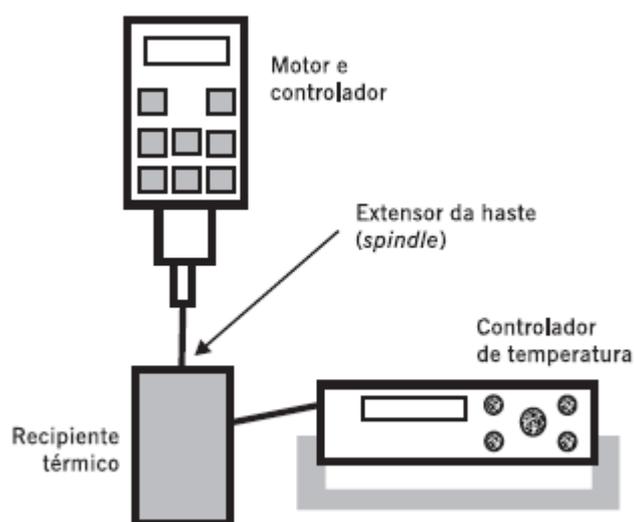


Figura 9 - Viscosímetro rotacional (Bernucci et al. 2006)

A viscosidade da amostra é medida a partir do torque necessário para manter uma velocidade de rotação constante na haste do equipamento quando submergida no ligante asfáltico, em detalhe na Figura 10. O torque é diretamente proporcional à viscosidade que é calculada automaticamente pelo dispositivo. O ensaio é realizado a 135°C, quando uma amostra entre 8 a 11 gramas é aquecida na estufa por 30 minutos. A amostra é então acoplada no equipamento e uma haste é introduzida no recipiente para realizar o movimento rotacional de 20 rpm para testes da especificação Superpave. O resultado é calculado a partir da média de 3 amostras.

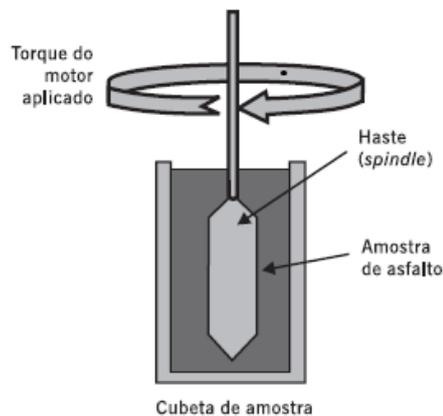


Figura 10 - Esquema em detalhe do recipiente de ensaio do viscosímetro rotacional

Reômetro de cisalhamento dinâmico

O ligante asfáltico é um material que apresenta um comportamento que depende da frequência do carregamento e da temperatura, assim um teste que inclui os dois fatores é importante para prever a resposta do material aos carregamentos. Quando o ligante está sujeito a temperaturas e carregamentos equivalentes aos que enfrentará em campo, o comportamento apresentado será tanto viscoso como elástico. A partir da medição do módulo complexo de cisalhamento (G^*) e ângulo de fase (δ) pelo equipamento, também conhecido como Dynamical Shear Rheometer (DSR), é possível ter uma noção de como o material se comportará em temperaturas de serviço. A Figura 11 mostra um reômetro utilizado na especificação Superpave.



Figura 11 - Reômetro de cisalhamento dinâmico do GEPPASV/UFSM

A propriedade G^* representa a medida da resistência do material à deformação quando submetido a repetidos pulsos de deformação cisalhante. Já δ é um indicador da proporção das deformações elásticas e viscosas apresentadas pelo ligante asfáltico. As propriedades G^* e δ podem ser definidas como:

$$G^* = \frac{\tau_{m\acute{a}x}}{\gamma_{m\acute{a}x}}$$

$$\delta = \omega \times (\Delta t)$$

Onde:

G^* = módulo complexo de cisalhamento, Pa;

$\tau_{m\acute{a}x}$ = máxima tensão de cisalhamento aplicada, Pa;

$\gamma_{m\acute{a}x}$ = máxima deformação devido à tensão de cisalhamento aplicada;

δ = ângulo de fase;

ω = frequência angular, 1/s;

Δt = tempo de defasagem, s.

Uma amostra de ligante asfáltico é disposta entre duas placas paralelas sendo uma fixa e a outra oscilante, permitindo a aplicação do esforço de torção à amostra. A placa oscilante tem sua posição no ponto A da Figura 12 e move-se para o ponto B. A partir de B a placa oscilante move no outro sentido passando novamente pelo ponto A até alcançar o ponto C. Depois a placa oscilante volta para o ponto A. O movimento de A para B, B para C e C até o ponto inicial, compõe um ciclo que é continuamente repetido durante o ensaio. A frequência do ensaio é de 10 radianos por segundo.

O ligante apresentará comportamento viscoso, não tendo capacidade de recuperar as deformações, quando o ensaio for realizado a altas temperaturas. O eixo vertical representa apenas a componente viscosa, portanto, a componente elástica de G^* será nula desde que $\delta = 90^\circ$. Por outro lado, o ligante apresentará comportamento elástico, com recuperação das deformações, quando o ensaio for realizado a baixas temperaturas. Este comportamento é representado pela componente elástica do ligante asfáltico onde a componente viscosa de G^* será nula desde que $\delta = 0^\circ$.

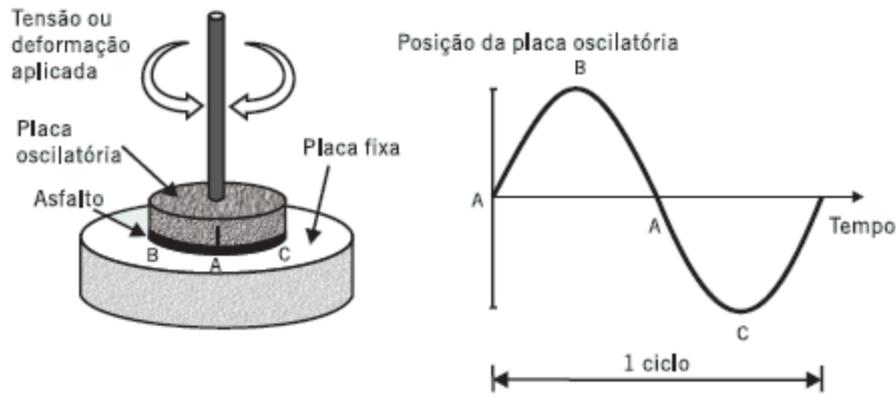


Figura 12 - Esquema de aplicação da tensão na amostra de asfalto

A Figura 13 indica o comportamento de dois ligantes, 1 e 2, que quando solicitados apresentam parte da deformação sendo elástica (E) e parte viscosa (V). Assim, os dois materiais são viscoelásticos. Porém o ligante 2 é mais elástico que o ligante 1, já que apresenta um δ menor e, com isso, apresentará uma recuperação muito maior da deformação decorrente de um carregamento aplicado a ambos ligantes. Portanto, apenas G^* não é uma propriedade suficiente para descrever o comportamento dos ligantes, sendo necessário também o conhecimento do δ .

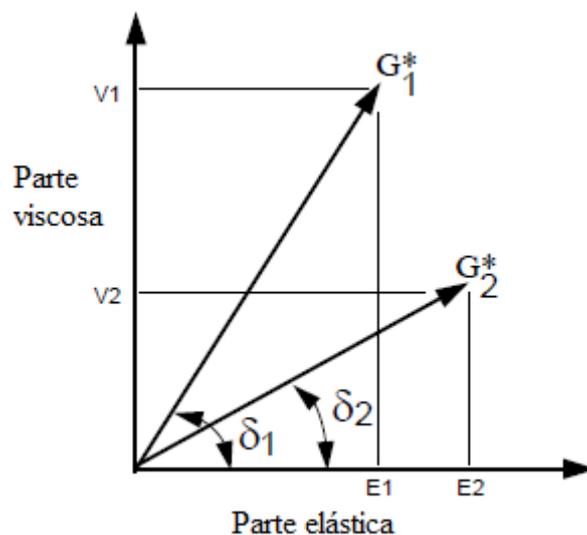


Figura 13 - Comportamento viscoelástico do ligante asfáltico (AASHTO SP-1 1997)

O tempo de atraso entre a aplicação da tensão cisalhante e a resposta da deformação cisalhante está relacionado com δ . Um carregamento aplicado em materiais perfeitamente elásticos causa uma resposta imediata, sendo assim, o tempo de atraso ou δ é zero. Já materiais viscosos têm um atraso de tempo em relação ao carregamento e a respectiva deformação, nesse caso δ é 90° . Em temperaturas de serviço o ligante asfáltico apresenta um comportamento entre os dois extremos, apresentando assim um comportamento semelhante ao da Figura 14, tendo um tempo de atraso por certo intervalo de tempo Δt .

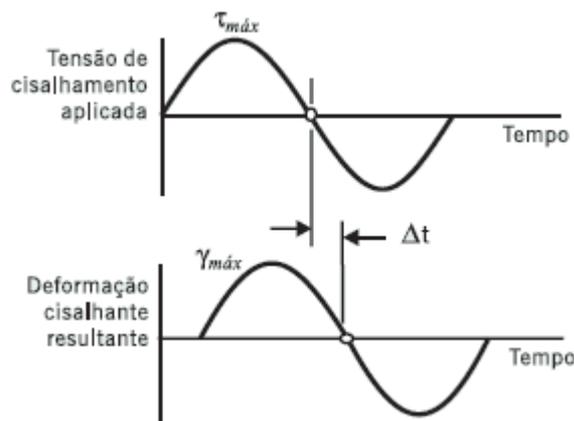


Figura 14 - Defasagem entre tensão e deformação (Bernucci et al. 2006)

Duas formas de G^* e δ são adotadas pela especificação Superpave de ligantes asfálticos. A deformação permanente é limitada por $G^*/\text{sen } \delta$ a valores maiores que 1,00 kPa para ligantes “virgens” e 2,20 kPa para ligantes envelhecidos no RTFO. Já as fraturas da mistura asfáltica por fadiga são limitadas por $G^*\text{sen } \delta$, sendo 5000kPa o limite que ligantes envelhecidos no PAV podem apresentar.

Reômetro de fluência em viga

Segundo AASHTO SP-1 (1997), o equipamento Bending Beam Rheometer (BBR) é utilizado para medir a deformação do ligante asfáltico quando sujeito à carregamentos constantes a temperaturas equivalentes as mais baixas enfrentadas pelo pavimento ao longo de sua vida útil. Quando submetido a baixas temperaturas, o ligante apresenta um comportamento semelhante a um elástico sólido. As amostras testadas no BBR são tanto

envelhecidas no forno RTFOT como no forno PAV. A Figura 15 apresenta um BBR recomendado pela especificação Superpave.



Figura 15 - Reômetro de fluência em viga do GEPPASV/UFSM

O método de teste utiliza a teoria de viga para calcular a rigidez de uma vigota de ligante, como a da Figura 16. A carga aplicada na amostra simula as tensões resultantes da diminuição da temperatura do ambiente que imperam no pavimento. Desta forma, a rigidez estática S , que é a resistência do ligante à deflexão, e o logaritmo do módulo de relaxação m , que representa a variação da rigidez ao longo do carregamento. A Figura 17 ilustra graficamente como são obtidos os coeficientes S e m .

Ligantes que possuem baixo S não apresentarão trincas em climas frios. Assim como, ligantes com altos valores de m , são mais eficientes na dissipação das tensões resultantes da contração do material quando da redução abrupta das temperaturas minimizando assim a formação de trincas e fissuras. Desta forma, S e m estão relacionadas com a formação de trincas térmicas que resultam da diminuição das temperaturas (Bernucci et al. 2006). As propriedades S e m são obtidas segundo as seguintes expressões:

$$S = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$m = S \times t$$

Onde:

S = módulo de rigidez, MPa;

σ = tensão aplicada, mN;

ε = deformação resultante;

m = parâmetro de relaxação, MPa/s;

t = 60 segundos.

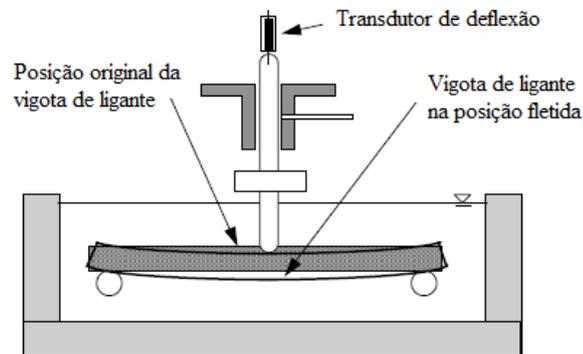


Figura 16 - Esquema de ensaio no reômetro de fluência em viga

Segundo AASHTO SP-1 (1997), o valor desejado de S é encontrado após duas horas de ensaio na temperatura mínima de projeto. No entanto, utilizando um conceito de superposição de tempo e temperatura, pesquisadores do SHRP confirmaram que aumentando a temperatura de ensaio em 10°C , um mesmo S pode ser obtido depois de apenas 60 segundos de carregamento.

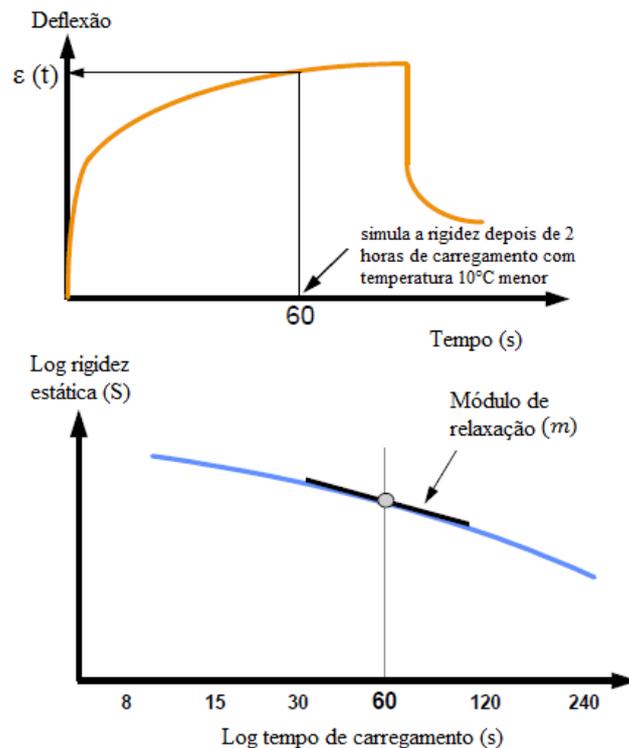


Figura 17 - Gráfico da deflexão obtido pelo ensaio no BBR e procedimento para obter m (AASHTO SP-1 1997)

A especificação Superpave requer que o S não exceda 300 MPa aos 60 segundos de ensaio, porém se o valor de S for entre 300 e 600MPa, o ensaio de tração direta deve ser realizado. Além disso, o m deve ser maior ou igual a 0,300 ao final do ensaio.

Ensaio de tração direta

Alguns ligantes asfálticos apresentam alta rigidez estática e também podem ser alongados antes de romperem. Devido à importância dessa propriedade, pesquisadores do SHRP desenvolveram um ensaio para testar os ligantes que apresentam esse comportamento. Este ensaio é exigido apenas para ligantes com rigidez estática entre 300 e 600 MPa, geralmente ligantes modificados por polímeros. O ensaio é realizado em ligantes que foram envelhecidos tanto no forno RTFOT como no forno PAV.

O equipamento, também chamado de Direct Tension Test (DTT), que mede a tensão de deformação na ruptura de ligantes a baixas temperaturas está ilustrado na Figura 18.

Uma amostra na forma de uma gravatinha-borboleta é moldada, conforme a Figura 19, e é ensaiada a baixas temperaturas, entre +6°C e -36°C.



Figura 18 - Equipamento para realização do ensaio de tração direta

A tensão de deformação na ruptura do ligante asfáltico é a relação entre a variação do comprimento da amostra pelo comprimento inicial e é calculada pela seguinte expressão:

$$\varepsilon_f = \frac{\Delta L}{L_e}$$

Onde:

ε_f = tensão de deformação na ruptura;

ΔL = variação do comprimento;

L_e = comprimento inicial.

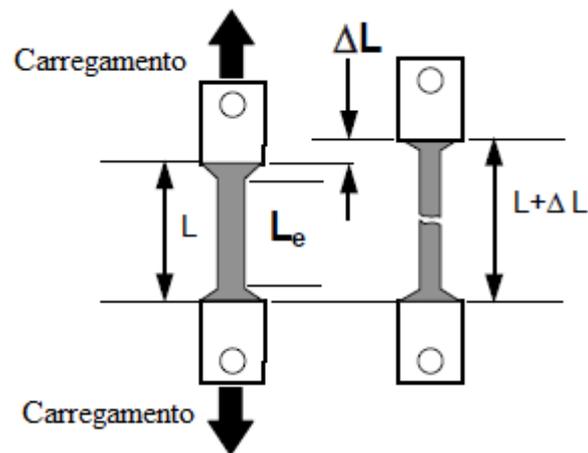


Figura 19 - Amostra antes e depois de ser ensaiada no ensaio de tração direta

Conforme AASHTO SP-1 (1997), no ensaio DTT a ruptura é definida como a deformação quando a tensão atinge o seu valor máximo (σ_f), não necessariamente ao carregamento na amostra quando ela rompe, como ilustrado na Figura 20. A especificação exige que a tensão de deformação seja no mínimo 1 por cento na ruptura.

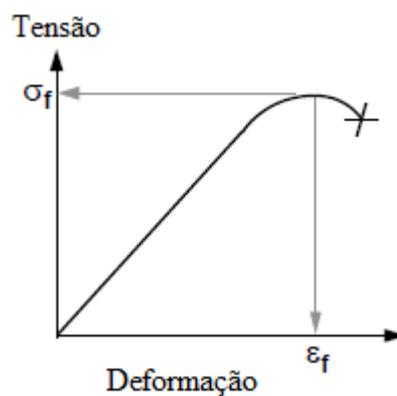


Figura 20 - Tensão de ruptura e deformação no ensaio de tração direta

2.7 Considerações acerca das especificações

Devido às complexidades químicas dos ligantes asfálticos, as especificações brasileiras e norte-americanas foram desenvolvidas em função das propriedades físicas do material. Todavia há uma diferença importante quando se compara a especificação brasileira, baseada em ensaios empíricos e semiempíricos, e a especificação Superpave, baseada em uma abordagem lógica e racional.

O ensaio de penetração representa a consistência do CAP, porém as relações entre o desempenho do ligante e a sua consistência são adquiridas pela experiência, o que nem sempre apresenta resultados satisfatórios. Outra limitação deste ensaio é a falta de previsão de comportamento do ligante nas diferentes temperaturas que o pavimento apresenta ao longo de sua vida útil, uma vez que os resultados apenas são verificados a 25°C.

Conseqüentemente, ligantes que se enquadram na mesma classificação podem apresentar comportamentos bastante distintos em diferentes temperaturas como ilustrado pela Figura 21. Enquanto Asfaltos A e B apresentam a mesma dependência em relação à temperatura, eles têm consistências diferentes em todas as temperaturas; os CAPs A e C têm a mesma consistência em baixas temperaturas, porém a altas temperaturas o comportamento varia significativamente; os CAPs B e C apresentam a mesma consistência somente a 60°C.

Observa-se um movimento claro na academia e no mercado brasileiro no sentido de incorporar as práticas do Superpave à prática nacional, isto já vem acontecendo com a compra de equipamentos por universidades e centros de pesquisa e pela adoção de ensaios da especificação norte-americana na especificação brasileira (caso do ensaio de viscosidade). A maior restrição desta migração é a necessidade de importação dos equipamentos de ensaios de ligantes de forma generalizada para atender as demandas da prática rodoviária nacional, bem como a capacitação de técnicos e Engenheiros para tanto.

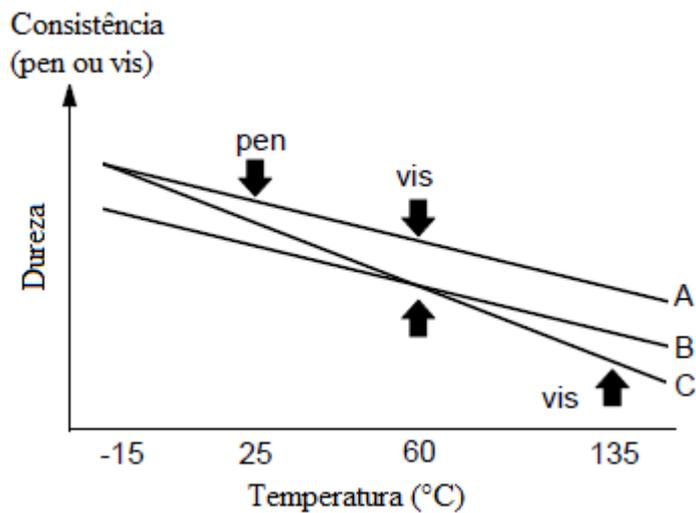


Figura 21- Variação da consistência de três asfaltos que pertencem à mesma classificação

Nos Estados Unidos a especificação SUPERPAVE (resultante do programa SHRP (Strategic Highway Research Program) classifica os ligantes independentemente de modificação ou não por polímeros mas conforme o grau de desempenho (PG – Performance Grade) no qual a seleção de ligantes para uso em determinada obra deve seguir três etapas: estudo do clima local para determinação estatística da máxima e mínima temperatura de atuação do pavimento, estudo do volume de tráfego e estudo da velocidade do tráfego.

A Figura 22 apresenta os PGs SUPERPAVE usuais, ou seja, as combinações possíveis para graus de desempenho de alta e baixa temperatura, seja para ligantes convencionais e/ou modificados. Nota-se claramente que para se obter ligantes que atendam temperaturas extremas (seja em alta ou baixa) e/ou tráfego elevado é necessário ter ligantes convencionais produzidos com petróleo de alta qualidade (em amarelo) ou modificados.

No sentido de ilustrar esta realidade, Specht (2004) determinou os PGs de um ligante convencional produzido no Rio Grande do Sul em comparação com 3 ligantes asfalto-borracha (Figura 23), com teores de 6, 12 e 18% de borracha. Nota-se claramente o incremento do PG com a modificação.

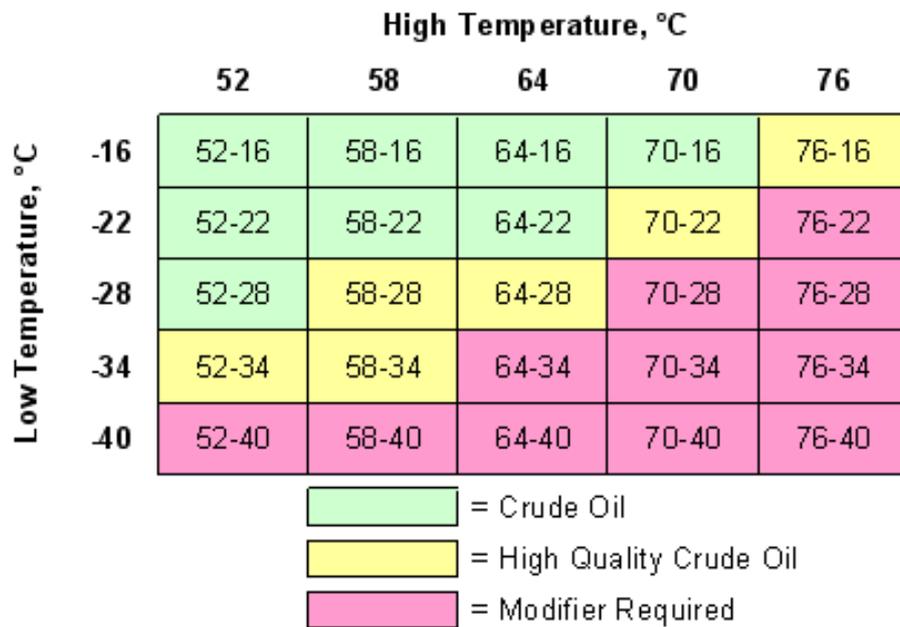


Figura 22 - PGs Superpave e sua relação com natureza do CAP
 (<http://www.pavementinteractive.org/>)

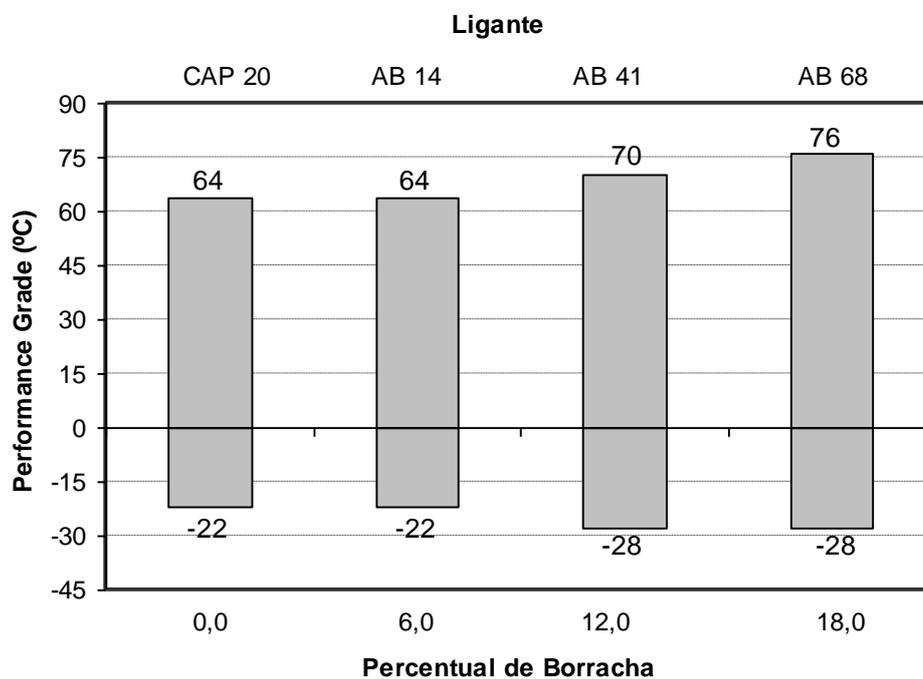


Figura 23 - Graus de desempenho PG dos ligantes modificados com borracha

3. LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS

O uso de modificadores em ligantes não é algo novo; no Brasil os primeiros estudos datam da década de 1990 e eram justificados pela necessidade de materiais de melhor desempenho para algumas rodovias em especial e/ou para uso em misturas não convencionais como SMA ou CPA. Com o passar dos anos, como aconteceu na Europa e Estados Unidos, a utilização de asfaltos modificados tornou-se uma necessidade nas principais rodovias brasileiras principalmente pelo incessante incremento de tráfego.

Existem diversos modificadores empregados em pavimentação, os principais são mencionados a seguir:

Termoplásticos: amolecem quando aquecidos e endurecem ao serem resfriados, o EVA (Etileno Acetato de Vinila) é um exemplo já aplicado no Brasil.

Elastômeros: propriedades elásticas semelhantes às borrachas e são empregados em emulsões asfálticas.

Elastômeros Termoplásticos: são aqueles que, a baixa temperatura, apresentam comportamento elástico, porém quando a temperatura aumenta passam a apresentar comportamento termoplástico. Por exemplo: SBS e EVA

O objetivo das modificações do CAP é torná-lo mais rígido em altas temperaturas (reduzir suas deformações) e fazê-lo mais resiliente para aliviar os esforços nas misturas betuminosas em temperaturas baixas (maior recuperação elástica e melhor comportamento frente à fadiga). Algumas são as vantagens da adição de polímeros aos ligantes: elevação da coesão, redução da suscetibilidade térmica, redução da viscosidade à temperatura de mistura e aplicação, redução da fluência (deformações nas trilhas de roda), elevação da resistência do ligante frente à deformação plástica, fissuração e fadiga, melhoria da adesividade e redução do envelhecimento/oxidação (Bonemazzi *et al.*, 1996; Jacobs *et al.*,

1996; Shin *et al.*, 1996; Ceratti *et al.*, 1996; DNER, 1998; Gonçalves *et al.*, 2000; Leite, 1999; Silva, 2000; Silva *et al.* 2002 e Bernucci *et al.*, 2006).

Em 2011 a especificação DNIT 129/2011 (*Cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico – Especificação de material*) consolida a prática no Brasil, possibilitando e incentivando o uso de modificadores em rodovias da malha federal sob sua administração. A Tabela 5 apresenta as características do CAP modificado nas três classes da especificação.

Uma das grandes dificuldades e atraso na definição da especificação pela ANP (publicada no ano de 2009) e posteriormente adotada pelo DNIT (no ano de 2011) foi a forma de especificar o material, se por teor de polímero ou por desempenho, esta última foi adotada de maneira acertada, a exemplo da especificação SUPERPAVE.

No Brasil, além do polímero SBS, amplamente utilizado, está cada vez mais comum, (a partir de 2001) o uso de ligantes modificados com pneus, o asfalto-borracha, predominantemente com a técnica *terminal blending*, mas já utilizando também a técnica *just in time*. A especificação DNIT 111/2009-EM apresenta especificação para o asfalto borracha (Tabela 6).

O TLA (Trinidad Lake Asphalt) ou asfalto natural também é comercializado no mercado brasileiro como aditivo para aplicações especiais, principalmente para enrijecer as misturas asfálticas e já tem especificação do DNIT (Tabela 7).

Tabela 5 - Características do CAP modificado por polímero elastomérico (DNIT 129/2011-EM)

Características	Unidade	55/75-E	60/85-E	65/90-E	Método de Ensaio	
		Limite da Especificação			ABNT / NBR	DNIT- ME
Penetração 25°C, 5s, 100g	0,1 mm	45 – 70	40-70	40-70	-	155/2010
Ponto de Amolecimento, min.	°C	55	60	65	-	131/2010
Ponto de Fulgor, min.	°C	235	235	235	11341	-
Viscosidade Brookfield a 135°C, spindle 21, 20 rpm, máx.	cP	3000	3000	3000	15184	-
Viscosidade Brookfield a 150°C, spindle 21, 50 rpm, máx.	cP	2000	2000	2000	15184	-
Viscosidade Brookfield a 177°C, spindle 21, 100 rpm, máx.	cP	1000	1000	1000	15184	-
Ensaio de Separação de Fase, máx.	°C	5	5	5	15166	-
Recuperação Elástica a 25°C, 20 cm, min.	%	75	85	90	-	130/2010
Efeito do calor e do ar - RTFOT , 163 °C, 85 minutos						
Varição de massa, máx., (1)	% massa	1,0	1,0	1,0	15235	-
Varição do PA, máx.	°C	- 5 a +7	- 5 a +7	- 5 a +7	-	131/2010
Porcentagem de Penetração Original, min.	%	60	60	60	-	155/2010
Porcentagem de Recuperação Elástica Original a 25°C, min.	%	80	80	80	-	130/2010

Tabela 6 - Especificação de asfaltos borracha (DNIT 111/2009-EM)

Características	Unid.	Asfalto Borracha		Métodos de ensaio
		Tipo AB 8	Tipo AB 22	
Penetração, 100g, 5s, 25°C	0,1mm	30-70	30-70	DNER ME 003/99
Ponto de Amolecimento, min, °C	°C	55	57	DNER ME-247/94
Viscosidade Brookfield, 175°C, 20rpm, Spindle 3	cP	800-2000	2200-4000	NBR 15529
Ponto de Fulgor, min	°C	235	235	DNER ME 148/94
Recuperação Elástica Ductilômetro, 25°C, 10 cm, min	%	50	55	NBR 15086:2006
Estabilidade à estocagem, máx	°C	9	9	DNER ME-384/99
Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163°C:				
- Variação em massa, máx.	%	1	1	NBR 15235:2006
- Variação do Ponto de Amolecimento, máx	°C	10	10	DNER ME-247/94
- Porcentagem de Penetração Original, min.	%	55	55	DNER ME 003/99
- Porcentagem da Recuperação Elástica Original, 25°C 10cm, min.	%	100	100	NBR 15086:2006

* Ensaio no resíduo do material resultante do ensaio NBR 15235:2006

Tabela 7: Especificação de asfaltos tipo CAP-TLA (DNIT 168/2013-EM)

Características	Unidade	CAP-TLA 40/55	Método de Ensaio		
		Limite da Especificação	ABNT / NBR	DNIT- ME	ASTM
Penetração (25°C, 5s, 100g)	0,1 mm	40 – 55	-	DNIT-155/2010	-
Ponto de Amolecimento, mín.	°C	50	-	DNIT-131/2010	-
Ponto de Fulgor, mín.	°C	232	11341:2008	-	-
Viscosidade Brookfield a 135°C, spindle 21, 20 rpm, mín.	cP	400	15184:2004	-	-
Viscosidade Brookfield a 150°C, spindle 21, 50 rpm, mín.	cP	215	15184:2004	-	-
Viscosidade Brookfield a 175°C, spindle 21, 100 rpm, mín.	cP	80	15184:2004	-	-
Solubilidade em tricloroetileno	%	75 - 90	14855:2002	-	-
Teor de Cinzas	%	7,5 - 19	9842:2009	-	-
Ductilidade a 25°C, 5 cm/min., mín.	cm	100	-	DNER-163/1998	-
Presença de TLA	-	Presença	-	-	D6608-12
Estabilidade ao Armazenamento, máx.	°C	5	-	DNER-384/1999	-
Efeito do calor e do ar - RTFOT, 163 °C, 85 minutos					
Variação de massa, máx. (1)	% massa	1,0	15235:2009	-	-
Porcentagem da Penetração Original, mín.	%	55	-	DNIT-155/2010	-
Ductilidade a 25°C, 5 cm/min., mín.	cm	50	-	DNER-163/1998	-

(1) A variação de massa, em porcentagem, é definida como: $\Delta M, \% = [(M_{\text{inicial}} - M_{\text{final}}) / M_{\text{inicial}}] \times 100$;
 onde: M_{inicial} – massa antes do ensaio RTFOT
 M_{final} – massa após o ensaio RTFOT

4. ESTUDO DE CASO - EMPREGO DE LIGANTES EM RODOVIAS NO RIO GRANDE DO SUL

4.1 Seleção de ligantes – Especificação SUPERPAVE

Leite e Tonial (1994) realizaram um estudo para classificação dos CAPs brasileiros segundo as especificações da metodologia Superpave, utilizando temperaturas do ar obtidas das Normais Climatológicas de 1961 a 1990, que contém dados de 209 estações climatológicas brasileiras. O resultado da comparação dos ligantes brasileiros com as especificações Superpave está ilustrado na Figura 24, onde são apresentados os PGs recomendados para cada região do país.

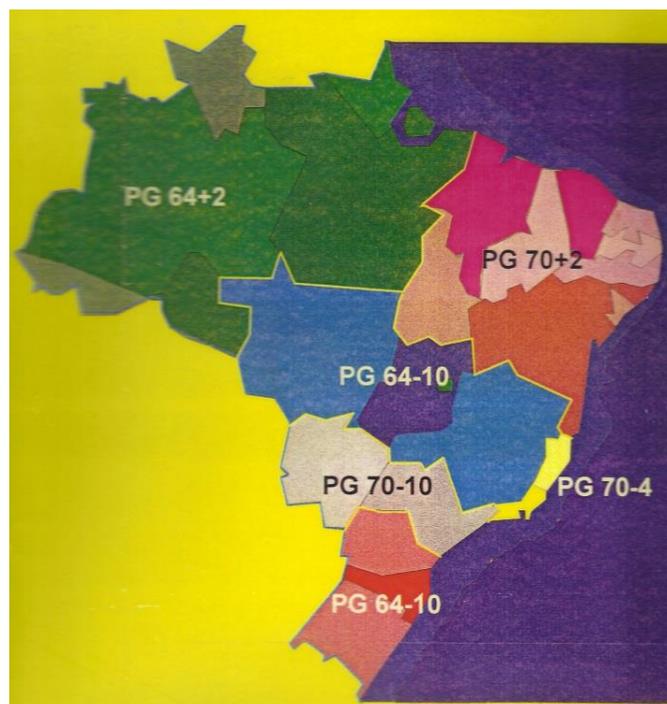


Figura 24 - Grau PG indicado para as diferentes regiões do Brasil (fonte: Leite e Tonial, 1994)

É possível verificar que, pelo critério da temperatura, um ligante PG 64-22 seria adequado para a região sul do Brasil e que, na época, o ligante CAP 20, comercializado no

Estado, atenderia está condição. Specht (2004) confirmou que o ligante comercializado no Rio Grande do Sul tratava-se de um PG 64-22 em sua tese de doutorado.

Bruxel (2016) em sua dissertação, encontrou para o CAP 50-70 um PG de 58-16 enquanto que Silveira (2016) encontrou PGs de 58-16 e 64-16 para o mesmo ligante comercializado no Rio Grande do Sul em 2013 e 2014.

As equações utilizadas pelos autores desse estudo (Leite e Tonial, 1994), as primeiras desenvolvidas pelo programa SHRP, não são mais empregadas atualmente em função do desenvolvimento de modelos que representam às temperaturas do pavimento de forma mais eficiente. No entanto, este estudo é válido uma vez que demonstra a preocupação em relação ao desenvolvimento de novas especificações de ligantes asfálticos brasileiros não dependentes de métodos empíricos ainda na década de 90.

Cunha *et al.* (2007) revisaram o grau de desempenho PG para ligantes asfálticos brasileiros, adotando-se a mesma base de dados utilizada por Leite e Tonial (1994), porém aplicando as novas equações desenvolvidas pelo Superpave, com resultados conforme apresentado na Tabela 8, indicam a necessidade de um ligante com PG 70 ao invés de um 64.

O novo modelo, de 2004, foi baseado em temperaturas horárias do ar, velocidade do vento e radiação solar de aproximadamente 8.000 estações meteorológicas, cujos dados serviram de base para o cálculo das temperaturas máximas diárias do ar. O modelo utiliza, ainda, a latitude de cada estação meteorológica e calcula a temperatura máxima do pavimento a 20mm de profundidade:

$$T_{MAX} = 32,7 + 0,837 * T_{MAXar} - 0,0029 * Lat^2 + z * (\sigma^2 + \delta_{modelo}^2)^{0,5}$$

Onde:

T_{MAXar} : temperatura máxima do ar, utilizando critérios estatísticos;

δ_{modelo} : erro padrão do modelo = 2,1°C;

z: confiabilidade;

σ : desvio padrão da temperatura do ar (°C).

Tabela 8 - Comparação do PG sugerido em 1994 e em 2007 para os estados brasileiros
(Cunha *et al.*, 2007)

Estado	Leni e Tonial (1994)	Revisão 2007
AC	PG64+2	PG70-10
AL	PG70+2	PG70-10
AM	PG64+2	PG70-10
AP	PG64+2	PG70-10
BA	PG70+2	PG70-10
CE	PG70+2	PG70-10
DF	PG64-10	PG70-10
ES	PG70-4	PG70-10
GO	PG64-10	PG70-10
MA	PG70+2	PG70-10
MG	PG64-10	PG64-10
MS	PG70-10	PG70-10
MT	PG64-10	PG70-10
PA	PG64+2	PG70-10
PB	PG70+2	PG64-10
PE	PG70+2	PG70-10
PI	PG70+2	PG70-10
PR	PG64-10	PG64-10
RJ	PG70-4	PG70-10
RN	PG70+2	PG64-10
RO	PG64+2	PG70-10
RS	PG64-10	PG70-10
SC	PG64-10	PG70-10
SE	PG70+2	PG70-10
SP	PG70-10	PG70-10
TO	PG70+2	PG70-10

Para fins de cálculo de PG e considerando dados típicos do Estado, apresentam-se, na Tabela 9, os dados de temperatura entre 10 de dezembro de 2015 e 02 fevereiro de 2016 obtidos com o INMET - Instituto Nacional de Meteorologia para a cidade de Santa Rosa (como ilustração e que representa uma das cidades mais quentes do estado). Nota-se que o critério de se adotar como máxima a média de sete temperaturas máximas consecutivas é plenamente atendido quando se utiliza 35°C. Este dado é típico e do Estado, como será mostrado a seguir.

Entre 15/1 e 10/2 foram registrados, consecutivamente:

20 dias acima de 30 °C

16 dias acima de 33 °C

09 dias acima de 35°C

04 dias acima de 36 °C

01 dia acima de 37°C

Para fins ilustrativos complementa-se, na Tabela 9, os dados de temperatura máxima entre 15 de janeiro e 10 fevereiro de 2014 extraído do site da Prefeitura de Porto Alegre (http://www2.portoalegre.rs.gov.br/metroclima/default.php?reg=747&p_secao=6); os dados são da estação Sertório, do Sistema Metroclima (próxima a BR 290/RS). Nota-se que o critério de se adotar como máxima a média de sete temperaturas máximas consecutivas é plenamente atendido quando se utiliza 39°C, para o ano de 2014, que foi considerado um verão quente.

Entre 15/1 e 10/2 foram registrados:

21 dias acima de 35 °C

20 dias acima de 36 °C

18 dias acima de 37 °C

16 dias acima de 38 °C

14 dias acima de 39 °C

05 dias acima de 40 °C

03 dias acima de 41 °C

01 dia acima de 42 °C

Tabela 9 – Temperaturas no verão de 2015/2016 (Santa Rosa)

Data	Temperatura (°C)		
	Máx	Mín	Amplitude
10/12/2015	26	19,40	6,20
11/12/2015	31	17,20	13,60
12/12/2015	31	21,30	9,80
13/12/2015	28	19,00	8,50
14/12/2015	23	19,10	3,80
15/12/2015	29	18,60	10,10
16/12/2015	32	19,60	12,50
17/12/2015	34	22,90	10,70
18/12/2015	32	20,70	11,20
19/12/2015	27	20,90	5,80
20/12/2015	30	19,40	10,70
21/12/2015	29	21,70	6,80
22/12/2015	34	21,30	12,30
23/12/2015	29	21,40	7,40
24/12/2015	25	19,90	4,80
25/12/2015	29	21,20	7,60
26/12/2016	33	20,70	12,00
27/12/2015	28	22,80	5,40
28/12/2015	32	22,20	10,10
29/12/2015	29	23,00	6,00
30/12/2015	31	23,70	7,30
31/12/2015	31	22,10	8,70
01/01/2016	32	23,40	8,50
02/01/2016	33	21,90	11,20
03/01/2016	33	22,80	9,80
04/01/2016	28	23,60	4,70
05/01/2016	26	23,40	2,20
06/01/2016	30	22,40	7,30
07/01/2016	31	24,00	6,60
08/01/2016	33	21,70	11,40
09/01/2016	32	23,30	8,70
10/01/2016	33	22,30	10,60
11/01/2016	33	20,20	13,10
12/01/2016	36	21,60	14,00
13/01/2016	35	24,30	10,20
14/01/2016	33	22,30	10,50
15/01/2016	34	20,60	13,10
16/01/2016	35	22,10	13,10
17/01/2016	36	21,20	14,40
18/01/2016	36	20,50	15,60
19/01/2016	36	20,90	15,20
20/01/2016	36	21,10	14,70
21/01/2016	35	21,10	13,90
22/01/2016	35	21,00	13,70
23/01/2016	36	20,20	15,90
24/01/2016	37	20,30	16,60
25/01/2016	34	21,60	12,40
26/01/2016	23	18,80	4,10
27/01/2016	30	19,10	10,90
28/01/2016	33	19,20	13,50
29/01/2016	35	23,50	11,90
30/01/2016	30	22,50	7,00
31/01/2016	27	21,10	5,40
01/02/2016	29	19,80	9,60
02/02/2016	28	20,50	7,60
03/02/2016	23	20,50	2,80

Tabela 10 – Temperaturas máximas na estação Sertório do Sistema Metroclima (zona Norte de Porto Alegre):

Data	Tempertura (°C)
15/01/2014	29,0
16/01/2014	34,8
17/01/2014	36,9
18/01/2014	37,9
19/01/2014	38,0
20/01/2014	39,2
21/01/2014	39,3
22/01/2014	39,2
23/01/2014	39,5
24/01/2014	38,9
25/01/2014	25,1
26/01/2014	28,2
27/01/2014	37,3
28/01/2014	39,6
29/01/2014	40,2
30/01/2014	39,6
31/01/2014	34,1
01/02/2014	35,1
02/02/2014	40,0
03/02/2014	39,1
04/02/2014	39,4
05/02/2014	41,5
06/02/2014	42,6
07/02/2014	41,4
08/02/2014	34,1
09/02/2014	39,3
10/02/2014	36,8

O modelo foi utilizado para o caso de Santa Rosa – caso que conduz ao menor PG – (latitude =27,5; confiabilidade = 0,95 e desvio padrão=8) com temperatura máxima do ar de 35°C e a temperatura do pavimento a 20mm de profundidade chega aos 67,3°C, ou seja indica a necessidade de um PG de pelo menos 70 °C, confirmando o encontrado por Cunha et al., 2007 .

Ainda, para ilustrar com dados mais recentes, foram buscados dados no INMET, de Porto Alegre, no verão de 2018/2019, neste caso o mês de janeiro, (Figura 25) e nota-se que para sete dias consecutivos a temperatura de 35°C também é atendida. Refazendo o cálculo do PG com a latitude de Porto Alegre e 35°C o valor encontrado é 66,9, conduzindo novamente a necessidade de um PG de alta de pelo menos 70°C.

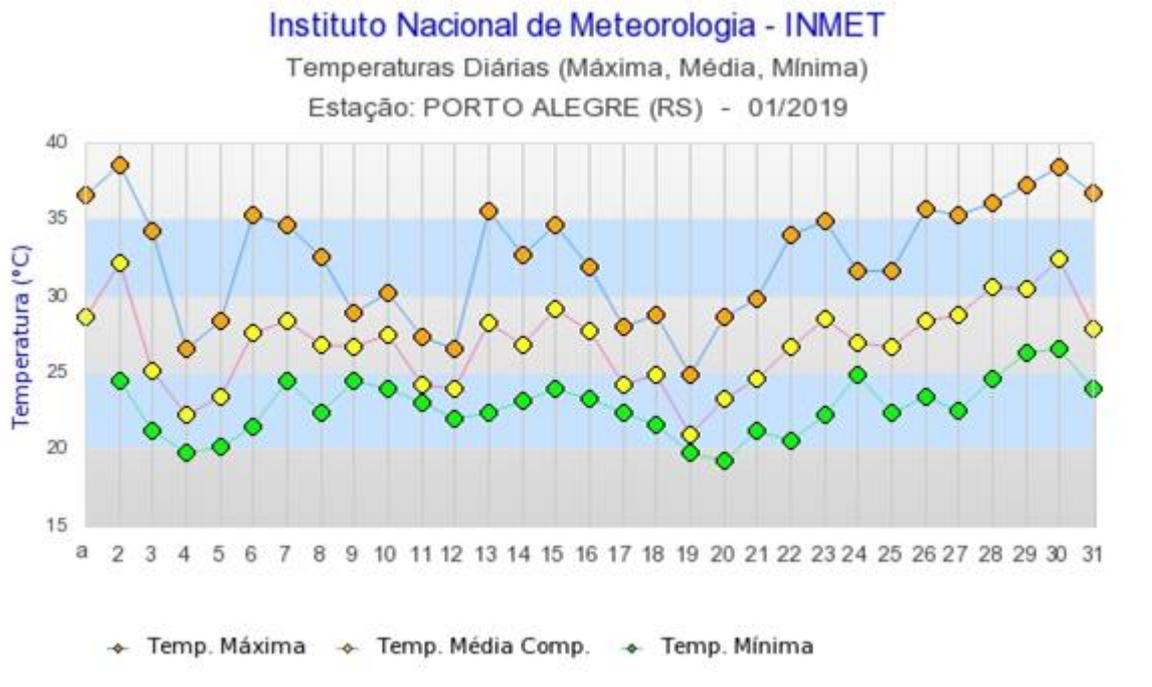


Figura 25 – Temperaturas diárias Porto Alegre (INMET, 2019 - fonte: http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php)

Aplicando o modelo com temperatura máxima do ar acima de 32°C já ultrapassa a temperatura do pavimento a 20mm de 64°C, corroborando com a necessidade de um PG=70°C (conforme apresentado por Cunha *et al.*, 2007).

Conforme a média climatológica baseada em 30 anos de dados (1981-2010), usando estações oficiais no INMET, e posteriormente interpolando para as localidades que não tem estação de medição de dados meteorológicos, o IRGA apresenta dados consolidados para o município de Novo Hamburgo, (<https://irga.rs.gov.br/medias-climatologicas>), conforme Tabela 11, novamente o valor da máxima está acima de 32 °C.

Tabela 11 – Médias climatológicas para Novo Hamburgo / RS

Médias Climatológicas para Novo Hamburgo

Mês	Temp Min.	Temp Max.	Chuva
Jan	19.6 °C	32.3 °C	137 mm
Fev	19.6 °C	31.7 °C	128.1 mm
Mar	18.6 °C	30.7 °C	112.2 mm
Abr	15.5 °C	27.3 °C	120.4 mm
Mai	11.8 °C	23.2 °C	110.5 mm
Jun	10.1 °C	20.9 °C	132.6 mm
Jul	9.1 °C	20.5 °C	148.1 mm
Ago	10.3 °C	22.7 °C	130.7 mm
Set	11.9 °C	23.5 °C	166.5 mm
Out	14.6 °C	26.8 °C	153.1 mm
Nov	16.3 °C	29.4 °C	114.6 mm
Dez	18.2 °C	31.6 °C	112.9 mm

Observação: Média climatológica baseada em 30 anos de dados (1981-2010), usando estações oficiais no INMET, e posteriormente interpolando para as localidades que não tem estação de medição de dados meteorológicos.

Conforme apresentado na Tabela 8, e checando em diferentes cenários, para o caso específico do Rio Grande do Sul, pode-se observar que o PG de alta necessário é de 70°C (considerarmos apenas temperatura).

Para fins ilustrativos, a Tabela 12 apresenta dados coletados por Blass (2011) em Ijuí no Rio Grande do Sul no mês de janeiro de 2010, mostrando temperaturas máximas na ordem de 65 – 70°C, corroborando com o que foi apresentado para o estado; ligantes com PG de alta de 70°C seriam adequados do ponto de vista da temperatura.

Tabela 12– Dados coletado no RS em fevereiro de 2010 (Blass, 2011)

horario	15 cm	12 cm	9 cm	6 cm	3 cm	T.sup	T.ar
08:00	28,4	29,2	29,1	27,8	28,4	29,7	27,6
08:20	28,3	29,2	29,5	28,4	30,5	33,8	28,2
08:40	28,5	29,5	30,1	29,6	33,0	37,5	30,1
09:00	28,5	29,6	30,8	31,2	35,5	40,8	31,3
09:20	28,5	30,3	31,6	33,2	38,4	44,6	32,0
09:40	28,8	30,8	32,6	35,1	41,1	47,5	32,9
10:00	29,0	31,4	33,8	36,8	42,8	50,7	33,6
13:00	32,7	39,7	45,5	52,0	61,6	67,0	37,9
13:20	32,9	40,8	46,8	54,3	63,2	68,8	38,6
13:40	33,7	41,6	47,5	55,5	64,2	69,9	38,9
14:00	33,9	42,2	48,7	56,1	64,8	70,8	39,5
14:20	34,7	43,2	49,3	56,8	64,2	69,7	39,4
14:40	35,1	43,8	49,9	57,0	63,1	67,2	38,2
15:00	35,4	44,3	50,3	56,4	61,0	65,2	38,2
15:20	36,2	44,6	50,5	55,5	59,6	63,5	37,4
15:40	36,3	45,1	50,6	54,7	58,4	61,7	36,9
16:00	36,8	45,3	50,7	54,5	57,1	59,8	36,7
16:20	33,2	40,6	45,8	48,8	50,8	53,9	32,6

Na mesma linha de determinação do PG para cada localidade o GEPPASV da UFSM criou em 2021, a partir do banco de dados disponível no INMET, um aplicativo que calcula o PG para todas as localidades do Brasil onde os dados estão sendo coletados. O aplicativo está disponível em <https://smartpav.shinyapps.io/VersaoApp/>. Neste cenário o valor de PG requisitado para Porto Alegre e Santa Maria seria de 64-10 (modelo da SHRP, 20 anos de banco de dados e confiabilidade de 90%)

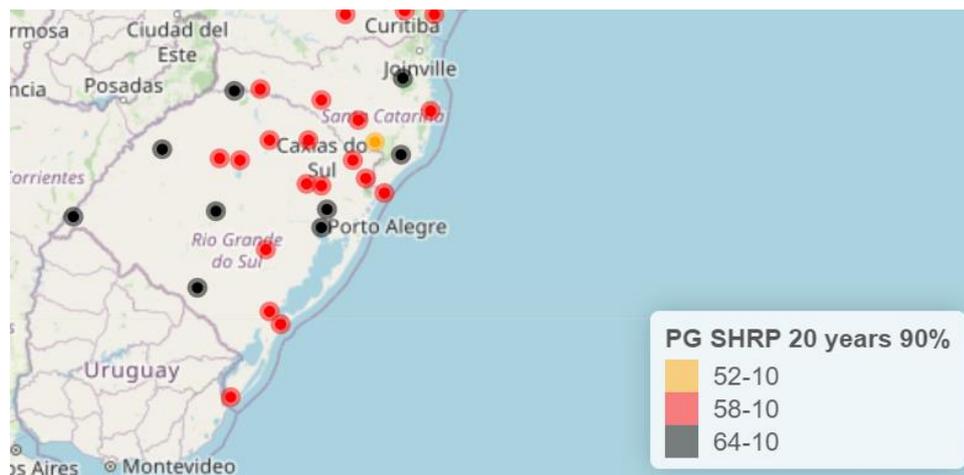


Figura 26 – PGs para cidades do RS – Modelo SHRP, 20 anos e confiabilidade de 90%
(fonte: <https://smarpav.shinyapps.io/VersaoApp/>)

Em termos de ligantes convencionais, os mais utilizados no Brasil atualmente, são o CAP 30/45 e o CAP 50/70. O CAP 30/45 pode ser classificado, segundo o Método SUPERPAVE, como PG 64-22 ou PG 70-16, dependendo da refinaria. Já o CAP 50/70 pode ser classificado como PG 58-16, PG 58-22, PG 64-16 ou PG 64-22, também dependendo da refinaria (Cunha *et al.*, 2007, Bruxel, 2016 e Silveira, 2016).

É importante observar que a adequação dos ligantes à metodologia SUPERPAVE não levou em conta, até então, as velocidades e o volume de tráfego, logo, dependendo das características de projeto poderá haver a necessidade de adoção de PGs de alta um ou dois graus acima do já determinado.

Parte do programa SHRP para seleção do ligante asfáltico é baseada no ensaio de cisalhamento dinâmico (Dynamic Shear Rheometer – DSR), que simula a condição de carregamento aplicado pelos caminhões à alta velocidade (90km/h). Sob menor velocidade de passagem dos veículos o tempo de carregamento é maior e, sabendo-se da característica viscoelástica dos ligantes asfálticos, que sob aplicação de carga prolongada se comportam como fluídos viscosos, o PG requerido à alta temperatura deve ser aumentado em um ou dois níveis, dependendo da velocidade do tráfego a que a mistura vai ser imposta. Em outras palavras, um asfalto com o grau PG de alta temperatura mais elevado significa um ligante mais viscoso e, portanto, mais resistente à aplicação de cargas mais prolongadas (Leite, 1999).

O PG a alta temperatura deve ser aumentada segundo o nível de tráfego ao qual a via será submetida. A Tabela 13 apresenta os ajustes que devem ser feitos no PG em relação ao volume de tráfego e à velocidade (SHRP, 1999).

Tabela 13 – Ajustes de PG em função do nível de tráfego e velocidade

N Projeto (10 ⁶)	Ajuste do grau do ligante a alta temperatura		
	Velocidade de tráfego		
	Parado (V < 20km/h)	Lento (20km/h < V < 70km/h)	Normal (V > 70km/h)
< 0,3	-	-	-
0,3 < N < 3	2	1	-
3 < N < 10	2	1	-
10 < N < 30	2	1	-
N > 30	2	1	1

Nota: o número N é AASTHO e não USACE.

Com relação ao volume de tráfego do caso em tela, da RST 287, conforme dados disponibilizados pela Concessionária e para períodos de 10 anos seria acima de 1.10^7 repetições do eixo padrão USACE – equivalente a aproximadamente 3.10^6 repetições do eixo padrão AASHTO) para o período de projeto.

Nesta rodovia a velocidade máxima permitida para veículos comerciais é de 80km/h e nesta condição a velocidade de operação cai, muitas vezes, para menos de 70km/h e não raras vezes acontecem congestionamentos em que o tráfego fica parado, com velocidades abaixo de 20 km/h.

Desta forma, do ponto de vista de Engenharia Rodoviária e para aplicações práticas, é possível inferir, conforme a Tabela 13 a necessidade de uma ligante com 1 ou 2 graus de desempenho acima do PG de temperatura. Seria necessário o uso de ligantes com PG de alta igual a 70 ou 76 para esta rodovia (dependendo das considerações adotadas), o que definitivamente não pode ser atendido com o ligante 50-70, conforme já mencionado (que aliás é o único ligante disponível no estado, o 30-45 é restrito a 3 refinarias na região sudeste).

Mais recentemente a especificação americana incorporou o ensaio de MSCR (Multiple Stress Creep Recovery - AASHTO M 332-14) que classifica através de um ensaio no DSR, que deve ser conduzido na temperatura PG de alta e então elimina a necessidade de aplicação da Tabela 12. Desta forma o grau de desempenho é composto pelas temperaturas alta e baixa mais uma letra indicativa do tráfego que poderá ser suportado, conforme Tabela 15. Para o caso da RST 287 seria necessário então um ligante classe PG de alta de 64 ou 70 para nível de tráfego ou H ou V.

Tabela 15 – Ajustes de PG em função do nível de tráfego e velocidade - MSCR

Limites $J_{nr3200}, J_{nr,diff} < 0,75$	Classificação MSCR	ESAL
$\leq 4,5 \text{ kPa-1}$	S – Standard (tráfego padrão)	< 10 milhões e velocidades > 70 km/h
$\leq 2,0 \text{ kPa-1}$	H – Heavy (tráfego pesado)	> 10 até 30 milhões ou tráfego lento (20 a 70 km/h)
$\leq 1,0 \text{ kPa-1}$	V – Very Heavy (tráfego muito pesado)	> 30 milhões ou tráfego permanente (< 20 km/h)
$\leq 0,5 \text{ kPa-1}$	E – Extreme (tráfego extrapesado)	> 30 milhões e tráfego permanente (< 20 km/h)

Pesquisas realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Pavimentação e Segurança Viária (GEPPASV) da UFSM caracterizaram, sob esta ótica, diferentes ligantes comercializados no Brasil, conforme apresentado nas Tabelas 16 e 17. Mais uma vez é possível inferir sobre a incapacidade do ligante convencional CAP 50-70 de atender os critérios da especificação americana (seja na versão mais antiga quanto na versão mais nova da Especificação) dando um claro indicativo da necessidade de emprego de ligantes modificados para o caso em discussão.

Tabela 16 – Ligantes convencionais caracterizados no GEPPASV em 2017/18

CAP BRASILEIRO	PG
CAP 50/70 LUBNOR	64S-16
CAP 50/70 REGAP	64S-16
CAP 50/70 REPAR	64S-22
CAP 50/70 REFAP	58S-16
CAP 50/70 REVAP	64S-22
CAP 30/45 REGAP	70S-16

Tabela 17 – Ligantes caracterizados pelo GEPPASV em 2016/17

CAP	PG	Tráfego
Hard Cap	82-22	Extremamente pesado (E)
50/70 Greca	58-16	Pesado (H)
30/45 Betunel	82-16	Extremamente pesado (E)
30/45 Greca	70-22	Pesado (H)
TLA Modificado	76-10	Muito pesado (V)
Flexpave (60/85)	82-22	Extremamente pesado (E)
Stylink (76/22)	70-28	Muito pesado (V)
TLA AM	70-22	S (Padrão)
HIMA II	76-28	Extremamente pesado (E)
HIMA I	82-22	Extremamente pesado (E)
Ecoflex B	82-28	Extremamente pesado (E)
Borracha	76-28	Pesado (H)

4.2 Seleção de ligantes – Especificação Nacional

No que tange as especificações nacionais de ligantes convencionais e modificados e a temperatura máximas que os pavimentos da região em questão atingem, é possível afirmar que os ligantes convencionais (com PA - Ponto de Amolecimento entre 46 e 52, CAP 50-70 e 30-45, respectivamente) têm muita dificuldade de manter suas propriedades de engenharia (coesão, elasticidade e cimentação) e fazer frente ao dano causado pelo tráfego. Mesmo considerando que na fase de mistura o ligante sofra um envelhecimento, o PA dificilmente passará de 56-58°C.

Não se pode esperar que um ligante que tem PA de 46°C possa atender uma rodovia com volumes de tráfego acima de 1.10^7 e que tem temperatura calculadas e medidas acima de 65°C.

No caso da especificação do CAP modificado por polímero elastomérico (pontos de amolecimento de 55, 50 e 65), se considerarmos o envelhecimento, estaremos próximos da necessidade do caso em estudo.

4.3 Aplicações em Misturas Asfálticas

Resultados de pesquisas que estão sendo desenvolvidas no Grupo de Estudos e Pesquisas Sobre Pavimentação e Segurança Viária da Universidade Federal de Santa Maria (Figuras 25 e 26) estudaram a resistência ao acúmulo de deformações permanente de misturas, medidos através do Flow Number (ABNT NBR 16505:2016), e estão publicados na dissertação de mestrado de Almeida Júnior (2016); foram utilizados materiais pétreos basálticos e dois ligante, um convencional e outro modificado onde fica demonstrado claramente a superioridade do ligante modificado.

Neste caso foram utilizadas duas metodologias de dosagem (Marshall e Superpave), dois ligante (CAP 50-70 e AMP 60-85), duas faixas granulométricas (B e C do DNIT – ESP16) e também se utilizou a técnica de travamento de agregados (Método Baylei). Todos estes ensaios foram realizados nas mesmas condições de volume de vazios de 7% ($\pm 1\%$) (por recomendação de norma).

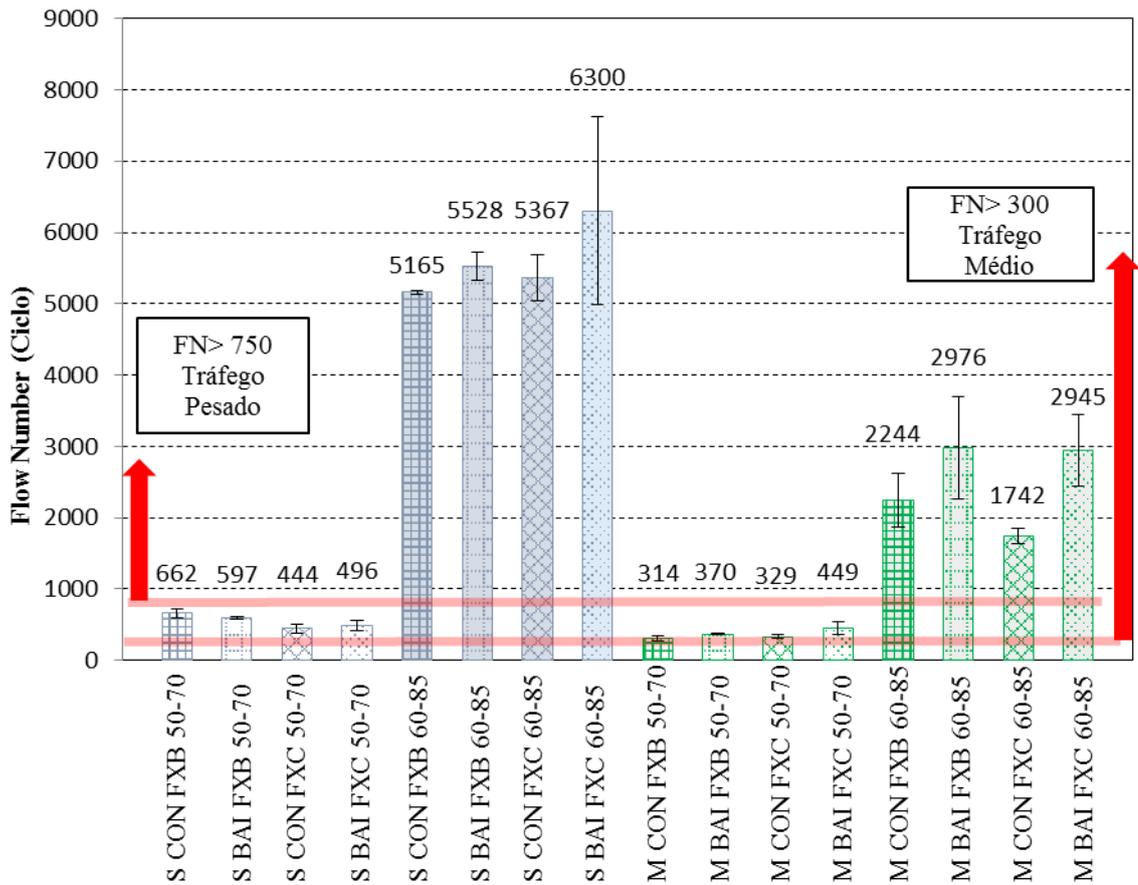


Figura 25 – Resultados de FN para diferente misturas asfálticas e limites sugeridos por Nascimento (2008) (fonte: Almeida Júnior, 2016)

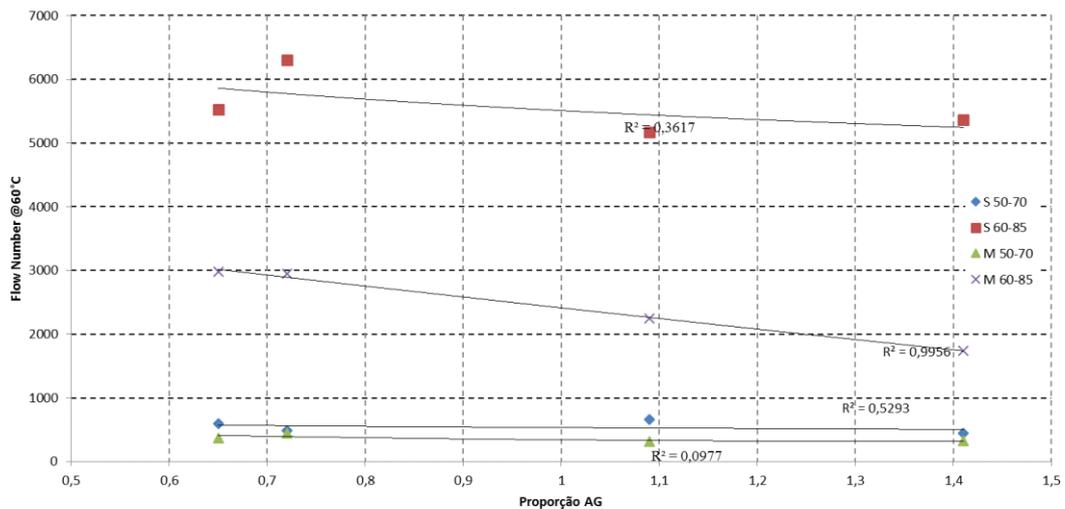


Figura 26 – Resultados de FN para diferentes misturas asfálticas (fonte: Almeida Júnior, 2016)

Na Figura 25 fica clara a importância da dosagem (grupo verde contra azul) mostrando que a dosagem Superpave, que conduz a menores teores de ligante produz misturas mais resistentes (vale lembrar que reduzir teor de ligante pode reduzir a vida de fadiga das misturas). Todavia a grande diferença de grupos de resultados aparece quando se utiliza o AMP 60-85 em contraponto aos CAP 50-70, o que corrobora com o caso em discussão.

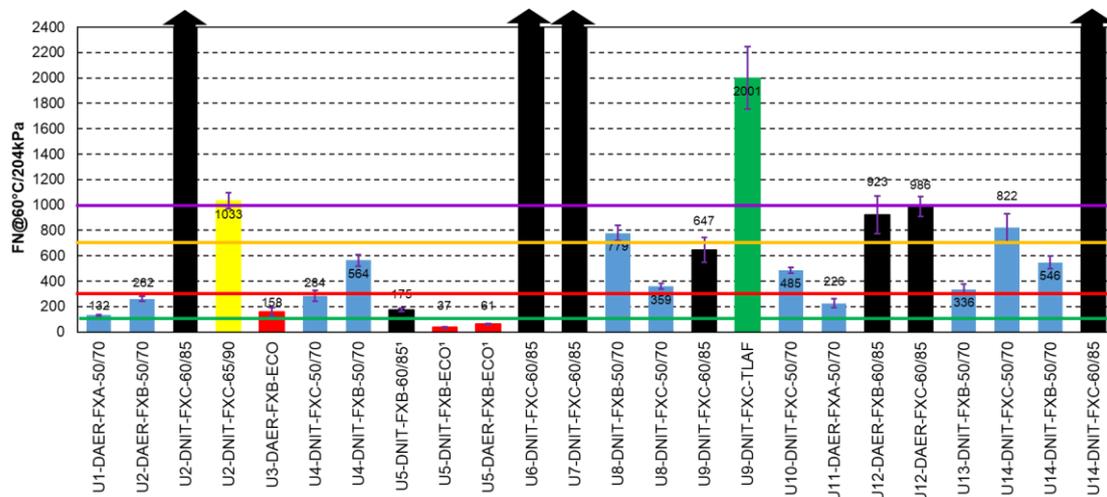
Vale reforçar que os limites estabelecidos por Nascimento (2008) em sua dissertação na UFRJ só são atendidos, para tráfego pesado, quando se utiliza o ligante modificado.

Na Figura 26 os mesmos resultados são plotados em função do AG do Método Baylei; verifica-se que para a faixa recomendada de AG (0,6 a 0,75) os quatro grupos de mistura (diferentes dosagens e ligantes) são mais resistentes, indicando a eficácia da metodologia de travamento de agregados, todavia a grande diferença entre grupo aparece quando se utiliza o ligante modificado.

Ainda, Bruxel (2015) comparou 4 ligantes asfálticos (um convencional e 3 modificados) e através da caracterização viscoelástica associada a uma análise de desempenho de pavimento utilizando o software PAVEWARE da AASHTO (atual método de dimensionamento norte americano) aponta a incapacidade do ligante convencional CAP 50-70 em atender a demanda da BR 116 (com dados de tráfego da praça do Retiro/Ecosul) bem como a superioridade dos ligantes modificado com polímero e TLA.

Faccin (2018) em sua dissertação intitulada Concretos asfálticos em utilização no Rio Grande do Sul: comportamento mecânico e desempenho em campo quanto a deformação permanente, coletou diferentes massas asfálticas produzidas no estado e testou quanto à deformação permanente com o ensaio Flow Number e fica patente que, mesmo que se tratem de misturas diferentes, é clara a importância do ligante neste quesito, aliás, para tráfego pesado (neste caso assumido com acima de 1000 ciclos) só é conseguido com ligantes modificados.

Figura 26 – Resultados de FN para diferentes misturas asfálticas aplicadas no RS (fonte: Faccin 2018)



Sobre o emprego de areia em misturas asfálticas, a Figura 27 apresenta os resultados de FN obtidos por Schuster (2016) com diferentes teores adicionados. Vale reforçar que o material de origem é basáltico da pedra da TRS em Santo Antônio da Patrulha e o teor de ligante convencional utilizado foi o mesmo em todas as misturas. Fica patente que a presença de areia reduz a resistência ao cisalhamento das misturas potencializando a presença de afundamentos plásticos em trilhas de roda e deve, sempre que possível, ser evitada. Por paralelismo, isso condenaria a prática de se utilizar a areia em elevados teores para enquadramento nas faixas granulométricas correntes, como foi feito no caso em tela. A equipe técnica do DAER, desde a UNP e depois no CPR, já limitava fortemente o emprego de teores elevados de areia em misturas asfálticas.

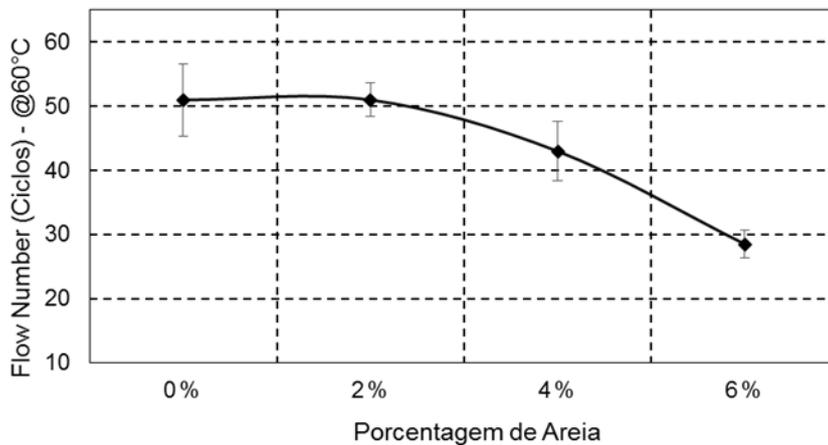


Figura 27: FN em função do teor de areia

Sobre seleção de ligantes, o livro publicado por Ceratti, Bernucci e Soares em 2015 – Utilização de Ligantes Asfálticos em Serviços de Pavimentação apresenta, em três Tabelas, reproduzidas nas Figuras 27, 28 e 29, recomendações sobre emprego de ligantes em misturas asfálticas. Para tráfego médio (entre 1.10^6 e 1.10^7) o ligante recomendado é o CAP 30-45 (não disponível no RS) enquanto que para alto volume de tráfego (entre 1.10^7 e 5.10^7) (caso em tela) o ligante recomendado é o AMP 60-85, mas ainda considera adequado o 30-45; o 50-70 é considerado inadequado para camadas de rolamento. Já para tráfego muito pesado (número N acima de 5.10^7), os ligantes o 50-70 é tido como não adequado tanto para concreto asfáltico quanto para binder e base sendo adequado o ligante modificado 60/85E, 65/90E ou altamente modificado (ligante Hima ainda não especificado no Brasil).

Figura 27 – Recomendações de emprego de ligantes – tráfego moderado (fonte Ceratti, Bernucci e Soares, 2015)

Tabela 2.3: Tipos de serviços a quente ou mornos para moderado volume de tráfego – misturas asfálticas usinadas a quente ou usinadas mornas e tratamentos superficiais a quente adequados e recomendados em obras de implantação de rodovias e vias urbanas

Tipos de serviços (misturas usinadas e tratamentos superficiais)	Nível de tráfego: M (moderado volume de tráfego $10^6 < N \leq 10^7$)									
	Ligantes asfálticos a quente									
	CAP convencional			CAP modificados					CAP de baixa penetração (modificado ou não)	
				CAP elastomérico			CAP borracha			
30-45	50-70	85-100 ou 150-200	55/75-E	60/85-E	65/90-E	Altamente modificado	AB8	AB22		
Tratamentos superficiais de penetração a quente sobre camada asfáltica usinada										
TSD (duplo)	x	x	x	✓✓						✓✓
TST (triplo)	x	x	x	✓✓						✓✓
Camadas intermediárias (binder) e bases										
Macadame betuminoso por penetração a quente (base)			✓	✓						
Misturas asfálticas usinadas a quente ou mornas (binder e base)	✓	✓	x	✓	✓	✓			✓	✓
EME - mistura de módulo elevado (base)										✓
SAMI (sobre camada que possui trincas de retração)					✓	✓✓	✓✓		✓	
Camadas de rolamento: misturas usinadas										
Concreto asfáltico - CA	✓✓	✓	x	✓	✓	✓			✓	
Camadas de rolamento: misturas especiais usinadas										
Camada porosa de brita - CPA ^(*)	x	x	x	x	✓	✓✓			✓	x
Mistura asfáltica tipo <i>Gap-grades</i> - GG ^(*)	x	x	x	x	✓	✓✓			✓✓	x
Mistura asfáltica tipo BBTM / RAUD ^(*)	x	x	x	✓	✓✓	✓✓			x	x
Mistura asfáltica tipo SMA	x	x	x	✓✓	✓✓	✓✓				

- x **Não adequado:** produto cuja aplicação não é indicada tecnicamente.
- ✓ **Adequado:** produto cuja aplicação pode levar ao sucesso técnico (pressupõe realização de ensaios de dosagem e de propriedades, seguindo especificações, e aplicação dentro das boas técnicas executivas).
- ✓✓ **Recomendado:** produto cuja aplicação é recomendada do ponto de vista técnico e de durabilidade (pressupõe realização de ensaios de dosagem e de propriedades, seguindo especificações, e aplicação dentro das boas técnicas executivas).

A não indicação de uso ou de restrição significa muitas vezes que se trata de uma solução não usual ou economicamente inviável, ou mesmo de pouca experiência prática neste tipo de serviço ou emprego específico.

(*) Camadas que devem ser executadas sobre camadas asfálticas densas (não drenantes).

Observação importante: trata-se de sugestão de seleção de uso e não assegura sucesso caso não sejam feitos os ensaios de caracterização de materiais, dosagem e determinação de propriedades mecânicas e hidráulicas indicados para cada caso, que acompanhem um projeto estrutural. As espessuras mínimas estruturais de projeto devem ser seguidas, a menos que estudos complementares sejam realizados e que comprovem a eficiência de adoção de menores espessuras.

Figura 28 – Recomendações de emprego de ligantes – tráfego elevado (fonte Ceratti, Bernucci e Soares, 2015)

Tabela 2.4: Tipos de serviços a quente ou mornos para alto volume de tráfego – misturas asfálticas usinadas a quente ou usinadas mornas adequadas e recomendadas em obras de implantação de rodovias e vias urbanas

Tipos de serviços (misturas usinadas e tratamentos superficiais)	Nível de tráfego: A (alto volume de tráfego $10^7 < N \leq 5 \times 10^7$)									
	Ligantes asfálticos a quente									
	CAP convencional			CAP modificados						CAP de baixa penetração (modificado ou não)
	30-45	50-70	85-100 ou 150-200	CAP elastomérico			CAP borracha			
			55/75-E	60/85-E	65/90-E	Altamente modificado	AB8	AB22		
Camadas intermediárias (binder) e bases										
Misturas asfálticas usinadas a quente ou mornas (binder e base)	✓		✗	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓		
EME - mistura de módulo elevado (base)										✓✓
SAMI (sobre camada que possui trinças de retração)						✓	✓✓		✓	
Camadas de rolamento: misturas usinadas										
Concreto asfáltico - CA	✓	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓		
Camada porosa de atrito - CPA ^(*)	✗	✗	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓	✗	
Mistura asfáltica tipo Gap Graded- GG ^(*)	✗	✗	✗	✗	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✗	
Mistura asfáltica tipo BBTM / RAUD ^(*)	✗	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓		
Mistura asfáltica tipo SMA ^(*)	✗	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✗	✗	

- ✗ **Não adequado:** produto cuja aplicação não é indicada tecnicamente.
- ✓ **Adequado:** produto cuja aplicação pode levar ao sucesso técnico (pressupõe realização de ensaios de dosagem e de propriedades, seguindo especificações, e aplicação dentro das boas técnicas executivas).
- ✓✓ **Recomendado:** produto cuja aplicação é recomendada do ponto de vista técnico e de durabilidade (pressupõe realização de ensaios de dosagem e de propriedades, seguindo especificações, e aplicação dentro das boas técnicas executivas).

A não indicação de uso ou de restrição significa muitas vezes que se trata de uma solução não usual ou economicamente inviável, ou mesmo de pouca experiência prática neste tipo de serviço ou emprego específico.

(*) Camadas que devem ser executadas sobre camadas asfálticas densas (não drenantes).

Observação importante: trata-se de sugestão de seleção de uso e não assegura sucesso caso não sejam feitos os ensaios de caracterização de materiais, dosagem e determinação de propriedades mecânicas e hidráulicas indicados para cada caso, que acompanhem um projeto estrutural. As espessuras mínimas estruturais de projeto devem ser seguidas, a menos que estudos complementares sejam realizados e que comprovem a eficiência de adoção de menores espessuras.

Figura 29 – Recomendações de emprego de ligantes – tráfego elevado (fonte Ceratti, Bernucci e Soares, 2015)

Tabela 2.5: Tipos de serviços a quente ou mornos para volume de tráfego muito pesado e vias especiais – misturas asfálticas usinadas a quente ou usinadas mornas adequadas e recomendadas em obras de implantação de rodovias e vias urbanas

Tipos de serviços (misturas usinadas e tratamentos superficiais)	Nível de tráfego: MP (tráfego muito pesado $N > 5 \times 10^7$)									
	Ligantes asfálticos a quente									
	CAP convencional			CAP modificados						CAP de baixa penetração (modificado ou não)
	30-45	50-70	85-100 ou 150-200	CAP elastomérico			CAP borracha			
			55/75-E	60/85-E	65/90-E	Altamente modificado	AB8	AB22		
Camadas intermediárias (binder) e bases										
Misturas asfálticas usinadas a quente ou mornas (binder e base)	✓	✗	✗	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓		
EME - mistura de módulo elevado (base)										✓✓
SAMI (sobre camada que possui trincas de retração)						✓	✓✓		✓	
Camadas de rolamento: misturas usinadas										
Concreto asfáltico - CA	✗	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓✓			
Camada porosa de atrito - CPA ^(*)	✗	✗	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓	✗	
Mistura asfáltica tipo Gap-graded - GG ^(*)	✗	✗	✗	✗	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓		
Mistura asfáltica tipo BBTM / RAUD ^(*)	✗	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓✓		✗	
Mistura asfáltica tipo SMA ^(*)	✗	✗	✗	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✗	✗	

- ✗ **Não adequado:** produto cuja aplicação não é indicada tecnicamente.
- ✓ **Adequado:** produto cuja aplicação pode levar ao sucesso técnico (pressupõe realização de ensaios de dosagem e de propriedades, seguindo especificações, e aplicação dentro das boas técnicas executivas).
- ✓✓ **Recomendado:** produto cuja aplicação é recomendada do ponto de vista técnico e de durabilidade (pressupõe realização de ensaios de dosagem e de propriedades, seguindo especificações, e aplicação dentro das boas técnicas executivas).

A não indicação de uso ou de restrição significa muitas vezes que se trata de uma solução não usual ou economicamente inviável, ou mesmo de pouca experiência prática neste tipo de serviço ou emprego específico.

^(*) Camadas que devem ser executadas sobre camadas asfálticas densas (não drenantes).

Observação importante: trata-se de sugestão de seleção de uso e não assegura sucesso caso não sejam feitos os ensaios de caracterização de materiais, dosagem e determinação de propriedades mecânicas e hidráulicas indicados para cada caso, que acompanhem um projeto estrutural. As espessuras mínimas estruturais de projeto devem ser seguidas, a menos que estudos complementares sejam realizados e que comprovem a eficiência de adoção de menores espessuras.

Em que pese todos estes aspectos, associados a evidências de campo, incluindo, especialmente sob a ótica da especificação americana que classifica o ligante CAP 50-70 como inadequado ao clima do Rio Grande do Sul e quando utilizado em tráfegos importantes, bem como o ponto de amolecimento deste ligante (na ordem de 46°C), além da literatura nacional já indicar sua incapacidade de suportar tráfegos pesados, fica evidente a necessidade de utilização de ligantes modificados para o caso em tela.

Não obstante a tudo que foi apresentado vale indicar que a prática de engenharia rodoviária no Estado já vem empregando de forma sistemática os ligantes modificados conforme exemplos que seguem:

No âmbito do DNIT:

- projeto de duplicação da BR 116 Sul;
- execução da BR 448 na entrada de Porto Alegre;
- projeto da Travessia Urbana em Santa Maria;
- restauração das BRs 470, 386, 285, 158, dentre outras;
- revestimento da nova ponte do Guaíba

No âmbito das concessões federais:

- tanto a Ecosul quanto a Concepa e a CCR utilizaram e utilizam em suas malhas, exclusivamente, ligantes modificados por polímero, TLA e Borracha com eficiência comprovada pelas equipes de engenharia.

No âmbito do DAER/RS:

- há recomendação de uso de ligante modificados para tráfegos acima de 10^7 repetições do eixo padrão USACE;
- emprego de ligante modificado por polímero em restaurações na ERS 223, 342, 344, 287 dentre outras.

- emprego de ligante modificado por borracha na duplicação da ERS 509 em Santa Maria - RS.

Não se tem a pretensão de se apresentar um levantamento exaustivo, mas apenas de ilustrar que mesmo em rodovias de menor tráfego, ou de tráfego similar, a prática rodoviária é unânime no emprego de ligantes modificados.

Uma das restrições do uso de modificadores é o custo do material que é maior que o convencional, todavia seu desempenho em campo compensa o desembolso inicial maior. O artigo publicado em 2016 pelo grupo de pesquisa da UFSM – disponível em <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/28497> - (Bueno *et. al* 2016) calculou o custo de operação por eixo padrão de pavimentos contendo 3 ligantes e concluiu que tanto o ligante modificado por polímeros quanto o ligante do tipo asfalto borracha proporcionam melhorias estruturais e econômicas significativas em longo prazo.

4 – CONCLUSÕES

A partir do que foi apresentado é possível delinear as seguintes conclusões:

- a especificação SUPERPAVE, em uso nos EUA desde a década de 1990, apresenta uma nova forma de abordagem, baseada em parâmetros racionais e que se aproximam da realidade; seguindo estes procedimentos fica evidente a necessidade de utilização de ligantes modificados para o caso do estado do RS, mais evidente ainda em rodovias troncais e de tráfego elevado.
- do ponto de vista operacional e calcados em séries históricas de temperaturas, é possível recomendar um ligante com PG de alta igual ou superior a 64°C ou 70°C e classe de tráfego V ou E; este ligante é compatível com os ligantes modificados por polímero, borracha e TLA especificados e comercializados no Rio Grande do Sul.
- as especificações brasileiras vigentes, calcadas em ensaios empíricos, não fornecem informações precisas e suficientes para garantir uma adequada escolha do tipo de ligante, principalmente para rodovias de tráfego pesado, como é o caso; o Ponto de Amolecimento do CAP 50/60 na ordem de 46°C está muito aquém de atender temperaturas máximas médias na ordem de 65°C.
- ensaios de laboratório e simulações de desempenho apresentados em pesquisas acadêmicas na UFSM com materiais do Estado do RS não deixam dúvida da necessidade do emprego de materiais modificados para rodovias de tráfego pesado, bem como sua necessidade e efetividade econômica de longo prazo.
- a literatura técnica recente também recomenda a necessidade do emprego de ligantes modificados para rodovias de tráfego elevado bem como considera o 50-70 inadequado.

- a prática de engenharia no Estado já tem reconhecido o emprego de modificadores e tem empregado esta técnica extensivamente no âmbito das concessões, da administração pública estadual e federal, consolidando como prática corrente.

- a utilização de ligante convencional CAP 50-70 aliado a um esqueleto fraco, com a utilização de teores elevados de areia deixa a misturas suscetível a exsudação e deformações permanentes podendo chegar a afundamentos plásticos localizados e em trilhas de roda e explica.

- fica patente que o material utilizado pela EGR no período entre janeiro e agosto de 2021 na RST 287 foi inadequado levando as manifestações patológicas (exsudação).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO M 332-14 - Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR)

ALMEIDA JÚNIOR, P. O. **Comportamento mecânico de concretos asfálticos com diferentes granulometrias, ligantes e métodos de dosagem**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – PPGEC/UFSM. 2016.

ASPHALT INSTITUTE. Superpave level 1 mix design. Lexington, Superpave Series Nº2 (SP-2). 1995b.141p.

ASPHALT INSTITUTE. **Superpave – performance grade asphalt – binder specification and testing**. Lexington, Superpave Series Nº2 (SP-1). 1994. 69p.

ASPHALT INSTITUTE. **Superpave protocols for modified asphalt binders**. Lexington, NCHRP 9-10 (Preliminary Darft). 2000. 183p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais Betuminosos - Determinação do Ponto de Amolecimento de Materiais Betuminosos - Método do Anel e Bola: ABNT/MB-164/NBR 6560**. Rio de Janeiro, 1972.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais Betuminosos - Determinação da Penetração: ABNT/NBR 6576**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **Misturas asfálticas - Resistência à deformação permanente utilizando o ensaio uniaxial de carga repetida. ABNT/NBR 16505**. Rio de Janeiro, 2016.

BERNUCCI, L; CERATTI, J; MOTTA, L; SOARES, J. **Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro. 504p. 2006.

BLASS, L. **Modelagem matemática de respostas estruturais em pavimentos flexíveis considerando a variação sazonal de temperatura**. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

BROWN, S. F. **Achievements and challenges in asphalt pavement engineering**. In: ISAP – 8th International Conference of Asphalt pavements. Seattle. Proceedings. 1997.

BRUXEL, D. **Estudo do comportamento viscoelástico de misturas asfálticas através do ensaio laboratoriais e de análise de desempenho**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – PPGEC/UFSM. 2016.

BUENO, L. D. ; SPECHT, L. P. ; PEREIRA, D. S. ; RIBAS, J. . **Cost-benefit construction analysis of different flexible pavement structures considering axle load and type of binder**. Acta Scientiarum. Technology (Impresso), v. 38, p. 445-453, 2016.

CERATTI, J. A.; BERNUCCI, L.; B.; SOARES J. **Utilização de Ligantes Asfálticos em Serviços de Pavimentação**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABEDA, 2015. v. 2. 144 p.

CERATTI, J. A.; RUWER, P. M.; OLIVEIRA, J. A. **Estudo do comportamento mecânico de concreto asfáltico com ligante modificado com polímeros**. In: 13º ENCONTRO DE ASFALTO DO INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO. Rio de Janeiro. Anais... p. 290-303. 1996.

CUNHA, M. C.; ZEGARRA, J. R. E.; FERNANDES JR., J. L. **Revisão da seleção do grau de desempenho (PG) de ligantes asfálticos por estados do Brasil**. XXI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Pesquisa de asfaltos modificados por polímeros: DNER – ME**. Rio de Janeiro, Tomos I, II e III. 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico – Especificação de material: DNIT – ES 129/2011**. Rio de Janeiro, 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Pavimentação Flexível - Cimento asfáltico modificado por borracha de pneus inservíveis pelo processo via úmida, do tipo “Terminal Blending” - Especificação de material. DNIT 111/2009 - EM**. Rio de Janeiro, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Cimento asfáltico de petróleo modificado por asfalto natural do tipo TLA (Trinidad Lake Asphalt) – Especificação de serviço. DNIT 168/2013 - ES**. Rio de Janeiro, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Pesquisa Frota de Veículos no Brasil**. Disponível em <<http://www.denatran.gov.br/frota2013.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2013.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Superpave mixture design guide**. FHWA. Washington, 2001, 23p.

FACCIN, C. **Concretos asfálticos em utilização no Rio Grande do Sul: comportamento mecânico e desempenho em campo quanto a deformação permanente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2018.

FRANCO, F. A. C. P. **Método de dimensionamento mecanístico-empírico de pavimentos asfálticos – SisPav**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2007.

GONÇALVES, F. P.; CERATTI, J. A.; SOMACAL, L; **Investigação do desempenho de misturas asfálticas convencionais e modificadas com polímeros: proposição de um estudo envolvendo ensaios acelerados de pavimentos com um simulador linear de tráfego**. In: Simpósio Internacional de Manutenção e Restauração de Pavimentos e Controle Tecnológico. São Paulo. Anais... 2000.

JACOBS, M. M. J.; HOPMAN, P. C.; MOLENAAR, A. A. **Characterization of fracture in asphaltic mixes based on a molecular approach**. Transportation Research Record. Washington, n.1535, p.22-28. 1996.

LEITE, L. F. M. e TONIAL, I. A. **Qualidade dos cimentos asfálticos brasileiros segundo as especificações SHRP**. 12º Encontro do asfalto do instituto brasileiro de petróleo. 1994.

NASCIMENTO, L.A. **Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente**. 204 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

READ, J.; WHITEOAK, D. **The Shell Bitumen Handbook** . 5. ed. London Thomas Telford Publishing, 2003.

ROBERTS, F. L. et al., **Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction**. Napa Research and Education Foundation, Maryland, USA, editora, 1991.

SHRP. **Superior Performing Asphalt Pavements (Superpave): The Product of the SHRP Asphalt Research Program**, Strategic Highway Research Program, SHRP-A-410. Washington, DC. 1994a.

SHRP. **Weather Database for the Superpave Mix Design System**, Strategic Highway Research Program, SHRP-A-648. Washington, DC. 1994b.

SHIN, E. E.; BHURKE, E. S.; ROSVELD, S.;LAWRENCE, T. D. **Microstructure, morphology, and failure modes of polymer-modified asphalts**. Transportation Research Record. Washington, n.1535, p.61-73. 1996.

SILVA, L. S. **Preparação e caracterização de ligantes asfálticos modificados com polímeros**. Porto Alegre, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 107p.

SILVA L. S.; FORTE M. C.; SPECHT L. P.; CERATTI J. A. P. **Polímeros modificadores asfálticos**. Transportes. Rio de Janeiro, v.10, n.1, 2002. p. 84-106.

SCHUSTER, S. L. **Estudo da influência da areia natural nas propriedades mecânicas de uma mistura asfáltica**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria.

SPECHT, L. P. **Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus**. Porto Alegre. Tese (Doutorado em Engenharia) – PPGEC/UFRGS. 2004. 279p.

SILVEIRA, M. **Desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho a partir da implantação de trechos monitorados na região de Santa Maria**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - PPGEC/UFSM. 2016

**ANEXO II - RELATÓRIO TÉCNICO nº 3287 - PLACAS EXTRAÍDAS DE PISTA
RODOVIA RSC 287**

RELATÓRIO TÉCNICO
nº 3287

PLACAS EXTRAÍDAS DE PISTA
RODOVIA RSC 287

TEOR DE BETUME
GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO
DENSIDADE APARENTE CORPOS DE PROVA DE PISTA
GRAU DE COMPACTAÇÃO
RECUPERAÇÃO ELÁSTICA DE CAP
DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA

SACYR
INGENIERIA E INFRAESTRUCTURAS

agosto / 2021



Porto Alegre, 27 de agosto de 2021.

À SACYR - A/C do Sr. José Eduardo

Em atenção à vossa solicitação, encaminhamos o relatório do estudo realizado em corpos de prova e placas de cbuq extraídos da Rodovia RSC 287 no dia 12/08/2021, segmento entre o km 28 ao km 177, trecho sob administração da EGR.

O estudo foi realizado através dos ensaios de Densidade Aparente nos corpos de prova extraídos da pista e Densidade Máxima Medida através do ensaio Rice, ambos para cálculo de Grau de Compactação, extração de betume e granulometria, assim como recuperação de ligante das extrações de betume para realização de Retorno Elástico para reconhecimento de adição de polímero às misturas.

As identificações dos locais onde foram extraídas as amostras foram disponibilizadas pela Sacyr, através do Sr Engº José Eduardo e seguem conforme a seguir:

Localização dos pontos de ensaio

Ponto	Descrição	Coordenadas		Sentido do Tráfego
		S	W	
4	Km 29+490 – Pista Oeste	29°41'23.9928"	51°43'40.5084"	Sentido Santa Maria
5	Km 56+430 – Pista Oeste	29°41'20.1336"	51°59'00.6648"	Sentido Santa Maria
3	Km 77+760 – Pista Leste	29°38'47.274"	52°11'22.524"	Sentido Tabaí
6	Km 80+240 – Pista Oeste	29°39'09.2412"	52°12'51.6996"	Sentido Santa Maria
2	Km 85+680 – Pista Leste	29°39'57.3336"	52°16'05.556"	Sentido Tabaí
1	Km 91,200 – Pista Leste	29°40'46.5708"	52°19'22.8144"	Sentido Tabaí
7	Km 111+640 – Pista Oeste	29°42'03.7404"	52°31'03.6768"	Sentido Santa Maria
8	Km 121+780 – Pista Leste	29°41'50.7804"	52°37'15.0672"	Sentido Tabaí

DETERMINAÇÃO DA PERCENTAGEM DE BETUME - SOXHLET (DNIT 158/2011 - ME)

AMOSTRA	P. 4 - AM1	P.5 AM 1	P.3 AM 1	P.6 AM 1	P.2 AM 1	P.1 AM 1	P.7 AM 1	P.8 AM 1
AM. INICIAL	1053,0	1039,5	1074,4	1053,3	1047,9	1050,2	1066,7	1031,4
AM. FINAL	1000,8	991,8	1018,9	1002,2	996,8	1003,2	1017,9	985,5
% BETUME	4,96%	4,59%	5,17%	4,85%	4,88%	4,48%	4,57%	4,45%

AMOSTRA	P. 4 - AM1	P.5 AM 1	P.3 AM 1	P.6 AM 1	P.2 AM 1	P.1 AM 1	P.7 AM 1	P.8 AM 1
PENEIRA (mm)	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" (12,7)	84,86	88,42	80,89	81,25	81,94	81,94	90,25	87,19
#3/8" (9,5)	69,23	74,70	69,26	70,63	70,24	70,24	82,98	80,01
#4 (4,76)	49,14	51,37	54,77	54,41	49,66	49,66	59,57	57,16
#10 (2,00)	31,03	33,31	37,32	35,12	31,33	31,33	37,66	35,92
#40 (0,42)	16,57	18,71	19,99	18,43	17,91	17,91	20,23	19,99
#80 (0,18)	10,23	11,47	11,76	11,02	11,14	11,14	14,02	13,75
#200 (0,07)	6,87	7,53	7,81	7,52	6,41	6,41	8,58	8,29

AMOSTRA	P.4 AM 2	P.5 AM 2	P.3 AM 2	P.6 AM 2	P.2 AM 2	P.1 AM 2	P.7 AM 2	P.8 AM 2
AM. INICIAL	1044,6	1051,0	1069,3	1069,4	1046,5	1060,0	1072,3	1038,3
AM. FINAL	992,4	1003,5	1014,7	1019	995,2	1012,8	1024,1	991,9
% BETUME	5,00%	4,52%	5,11%	4,71%	4,90%	4,45%	4,50%	4,47%

AMOSTRA	P. 4 - AM2	P.5 AM 2	P.3 AM 2	P.6 AM 2	P.2 AM 2	P.1 AM 2	P.7 AM 2	P.8 AM 2
PENEIRA (mm)	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" - 12,7	86,26	91,30	83,09	78,34	80,00	82,92	91,01	90,68
#3/8" - 9,5	72,87	75,88	69,62	64,42	64,82	70,41	84,61	83,35
#4 - 4,76	52,94	52,36	54,64	49,60	48,59	49,11	64,50	56,92
#10 - 2,00	33,06	34,11	37,19	32,46	28,82	31,06	42,28	35,13
#40 - 0,42	17,74	19,71	19,65	17,30	16,16	17,66	20,33	19,07
#80 - 0,18	11,02	12,83	11,56	10,54	9,61	10,74	13,57	12,88
#200 - 0,07	7,87	8,62	7,74	7,34	6,03	6,03	7,81	7,23

AMOSTRA	P.4 AM 3	P.5 AM 3	P.3 AM 3	P.6 AM 3	P.2 AM 3	P.1 AM 3	P.7 AM 3	P.8 AM 3
AM. INICIAL	1048,9	1043,5	1065,9	1069,6	1056,9	1055,4	1070,5	1056,2
AM. FINAL	997,9	997,5	1009,9	1018,8	1003,6	1007,2	1023,4	1008,2
% BETUME	4,86%	4,41%	5,25%	4,75%	5,04%	4,57%	4,40%	4,54%

AMOSTRA	P. 4 - AM3	P.5 AM 3	P.3 AM 3	P.6 AM 3	P.2 AM 3	P.1 AM 3	P.7 AM 3	P.8 AM 3
PENEIRA (mm)	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" - 12,7	88,13	87,96	85,33	83,84	86,71	82,84	90,31	90,91
#3/8" - 9,5	73,53	71,10	73,41	65,57	70,75	73,30	83,76	85,10
#4 - 4,76	54,91	47,91	56,40	49,25	51,78	53,98	61,53	61,43
#10 - 2,00	34,06	31,71	38,39	31,90	31,04	34,93	39,79	38,71
#40 - 0,42	18,21	17,95	20,27	17,12	17,41	19,35	20,11	20,84
#80 - 0,18	11,26	11,07	11,51	10,30	10,39	11,74	13,41	13,90
#200 - 0,07	7,77	7,28	7,92	7,04	6,46	6,67	7,88	8,01

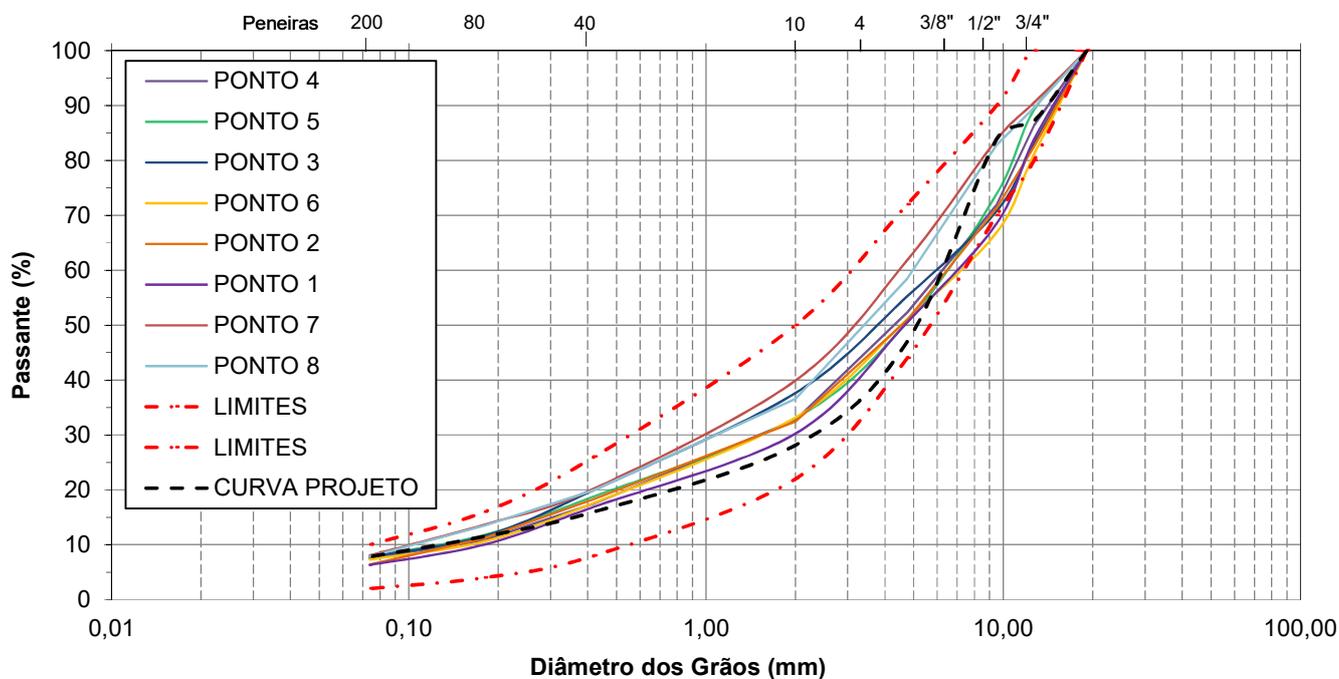
RESUMO RESULTADOS ENCONTRADOS DE EXTRAÇÃO E GRANULOEMETRIA PÓS EXTRAÇÃO

AMOSTRA	P.4 Média	P.5 Média	P.3 Média	P.6 Média	P.2 Média	P.1 Média	P.7 Média	P.8 Média
% BETUME	4,94%	4,51%	5,18%	4,77%	4,94%	4,50%	4,49%	4,49%
TEOR PROJETO	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%
DIFERENÇA	-0,13%	-0,56%	0,11%	-0,30%	-0,13%	-0,57%	-0,58%	-0,58%

DNER-ME 080/94 - AGREGADOS - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMETRICA PÓS EXTRAÇÃO

AMOSTRA	P. 4 - AM1	P.5 AM 1	P.3 AM 1	P.6 AM 1	P.2 AM 1	P.1 AM 1	P.7 AM 1	P.8 AM 1
PENEIRA (mm)	MÉDIA % PASS							
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" (12,7)	86,41	89,23	83,10	81,15	83,86	82,57	90,52	89,60
#3/8" (9,5)	71,88	73,89	70,76	66,87	68,49	71,32	83,79	82,82
#4 (4,76)	52,33	50,55	55,27	51,09	50,55	50,92	61,87	58,50
#10 (2,00)	32,72	33,04	37,64	33,16	30,24	32,44	39,91	36,59
#40 (0,42)	17,51	18,79	19,97	17,62	16,91	18,31	20,22	19,97
#80 (0,18)	10,84	11,79	11,61	10,62	10,04	11,21	13,67	13,51
#200 (0,07)	7,50	7,81	7,82	7,30	6,32	6,37	8,09	7,84

**Composição Granulométrica após extração de betume
FX C DNIT 031/06 - ES**



DENSIDADE APARENTE DOS CORPOS DE PROVA EXTRAÍDOS DE PISTA

PONTO	CP nº	ESPESSURA (cm)	DENSIDADE APARENTE DOS CP'S					% VV (% Vazios)	DENSIDADE APARENTE	DMM ENCONTRADA
			P. AR (g)	P. IMERSO (g)	TEMP. (°C)	PISTA	GC (%)			
PONTO 4	1	4,73	782,5	474,5	25,5	2,533	101,9	1,57	2,486	2,573
	2	4,82	799,6	484,2	25,3	2,528	101,7	1,78		
	3	4,73	784,8	474,5	25,2	2,522	101,4	2,01		
MÉDIA		4,76	789,0	477,7	25,3	2,527	101,7	1,79	2,486	2,573
PONTO 5	1	5,92	945,1	577,0	25,1	2,560	103,0	0,78	2,486	2,580
	2	5,53	896,4	546,5	25	2,554	102,7	1,00		
	3	5,62	925,8	564,4	24,9	2,554	102,7	1,00		
MÉDIA		5,69	922,4	562,6	25,0	2,556	102,8	0,92	2,486	2,580
PONTO 3	1	5,01	825,1	498,6	25	2,520	101,4	1,74	2,486	2,564
	2	5,84	924,1	558,5	24,9	2,520	101,4	1,72		
	3	4,70	716,1	432,0	25,7	2,513	101,1	2,01		
MÉDIA		5,18	821,8	496,4	25,2	2,518	101,3	1,82	2,486	2,564
PONTO 6	1	4,31	669,1	399,8	24,8	2,477	99,7	3,95	2,486	2,579
	2	4,27	648,4	386,7	24,7	2,471	99,4	4,22		
	3	4,40	657,6	391,3	25,7	2,462	99,0	4,56		
MÉDIA		4,33	658,4	392,6	25,1	2,470	99,4	4,24	2,486	2,579
PONTO 2	1	5,19	862,3	524,7	25,4	2,546	102,4	1,63	2,486	2,589
	2	4,43	747,2	456,6	25,3	2,563	103,1	0,97		
	3	6,22	997,5	604,8	25,1	2,533	101,9	2,16		
MÉDIA		5,28	869,0	528,7	25,3	2,547	102,5	1,59	2,486	2,589
PONTO 1	1	5,99	976,4	591,3	25,7	2,528	101,7	1,64	2,486	2,570
	2	6,37	1.026,9	622,0	25,6	2,528	101,7	1,60		
	3	6,13	961,9	583,0	25,5	2,531	101,8	1,51		
MÉDIA		6,16	988,4	598,8	25,6	2,529	101,7	1,58	2,486	2,570
PONTO 7	1	4,66	697,6	412,7	25,6	2,441	98,2	7,26	2,486	2,632
	2	5,17	793,2	469,4	25,6	2,442	98,2	7,22		
	3	4,26	644,1	383,1	25,5	2,460	99,0	6,53		
MÉDIA		4,70	711,6	421,7	25,6	2,448	98,5	7,01	2,486	2,632
PONTO 8	1	4,18	700,9	428,2	25,3	2,562	103,1	3,57	2,486	2,657
	2	4,62	732,3	447,1	25,3	2,560	103,0	3,66		
	3	4,51	713,7	435,5	25,1	2,558	102,9	3,74		
MÉDIA		4,44	715,6	436,9	25,2	2,560	103,0	3,66	2,486	2,657

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA DAS PLACAS EXTRAÍDAS DA PISTA (ABNT NBR 15619:2016)

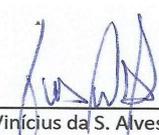
PONTO	TEOR ENCONTRADO	Amostra seca (g)	Massa Kita+amostra+água (g)	Massa kitasato + água (g)	DMM (g/cm ³)
4	4,94%	1256,1	8357,8	7588,4	2,573
5	4,51%	1252,8	8357,2	7588,4	2,581
3	5,18%	1248,6	8351,5	7588,4	2,564
6	4,77%	1249,2	8354,7	7588,4	2,579
2	4,94%	1525,5	8526,3	7588,4	2,589
1	4,50%	1278,5	8370,8	7588,4	2,570
7	4,49%	1259,5	8370,8	7588,4	2,632
8	4,49%	1015,4	8222,8	7588,4	2,657

RECUPERAÇÃO ELÁSTICA LIGANTE PÓS EXTRAÇÃO DE SOLVENTE (%) - NBR 15086

AMOSTRA	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 3	PONTO 6	PONTO 2	PONTO 1	PONTO 7	PONTO 8
LEIT. INICIAL	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	--	--
LEIT. FINAL 1	17,4	16,4	15,9	16,9	18,3	17,0	--	--
LEIT. FINAL 2	17,4	16,4	15,9	16,8	18,2	17,0	--	--
LEIT. FINAL 3	17,4	16,4	15,9	16,8	18,2	17,0	--	--
MÉDIA LEIT.	17,4	16,4	15,9	16,8	18,2	17,0	--	--
REC. (%)	13,0	18,0	20,5	15,8	8,8	15,0	--	--

OBSERVAÇÕES:

- OS CORPOS DE PROVA QUE APRESENTARAM CAMADAS INFERIORES FORAM SERRADOS AFIM DE NÃO INTERFERÊNCIA DOS RESULTADOS COM O MATERIAL ABAIXO. (FOTOS PAG. 5)
- OS CORPOS DE PROVA FORAM CONDICIONADOS EM ESTUFA A 35°C ATÉ CONSTÂNCIA DE PESO ANTES DO INICIO DAS PESAGENS.
- AS PLACAS FORAM DESTORROADAS COM CUIDADO DE SEPARAÇÃO DAS CAMADAS INFERIORES, QUANDO SE MOSTROU NECESSÁRIO, E RETIRADAS FACES CORTADOS DE AGREGADOS EVITANDO DIFERENÇAS EM GRANULOMETRIA.
- PARA O GRAU DE COMPACTAÇÃO CALCULADO FOI UTILIZADO O VALOR DE DENSIDADE APARENTE DE PROJETO FORNECIDA PELA CONTRATANTE. O VOLUME DE VAZIOS DEMONSTRADO NOS RESULTADOS SE UTILIZOU DOS RESULTADOS DE DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA REALIZADAS EM CADA PLACA.
- OS PONTOS 7 E 8 PARA O ENSAIO DE RECUPERAÇÃO ELÁSTICA NÃO SUPORTARAM O CONDICIONAMENTO DO ENSAIO.
- OS RESULTADOS DE RECUPERAÇÃO ELÁSTICA DOS LIGANTES RECUPERADOS DAS EXTRAÇÕES DAS PLACAS NÃO DEMOSTRAM CERTEZA DE LIGANTES COM ADIÇÃO DE POLÍMERO. UMA VEZ QUE A MV PAV ENSAIOU UM CAP 50/70 PARA CALIBRAÇÃO DO MÉTODO E ENCONTROU UM VALOR EM TORNO DE 12,5%. UM VALOR PARA AVALIAÇÃO DO LIGANTE SER POLIMERIZADO SERIA EM TORNO DE PELO MENOS 20% DE RETORNO ELÁSTICO. PARÂMETRO ENCONTRADO SOMENTE NA AMOSTRA PONTO 3 E PRÓXIMO DISSO PARA O PONTO 5.


 Eng. Civil Vinícius da S. Alves CREA/RS-215116

MV PAV ENGENHARIA

PONTO 4 - PISTA OESTE (29°41'23.9928"S 51°43'40.5084"W)



PONTO 5 - PISTA OESTE (29°41'20.1336"S 51°59'00.6648"W)



PONTO 3 - PISTA LESTE (29°38'47.274"S 52°11'22.524"W)



PONTO 6 - PISTA OESTE (29°39'09.2412"S 52°12'51.6996"W)



PONTO 2 - PISTA LESTE (29°39'57.3336"S 52°16'05.556"W)



PONTO 1 - PISTA LESTE (29°40'46.5708"S 52°19'22.8144"W)



PONTO 7 - PISTA OESTE (29°42'03.7404"S 52°31'03.6768"W)



PONTO 8 - PISTA LESTE (29°41'50.7804"S 52°37'15.0672"W)



CPS COM IDENTIFICAÇÃO DA MARCA DE CORTE COM SERRA PARA EXTRAÇÃO DE CAMADA INFERIOR



CPs ANTES E APÓS OS CORTES



CPs EM CONDICIONAMENTO EM ESTUFA ATÉ COSTÂNCIA DE PESO PARA ENSAIO DE DENSIDADE APARENTE







WWW.DYNATEST.COM.BR

**PROJETAMOS CAMINHOS
PARA QUE VOCÊ POSSA
SEGUIR O SEU**

RELATÓRIO TÉCNICO
nº 3287

PLACAS EXTRAÍDAS DE PISTA
RODOVIA RSC 287

TEOR DE BETUME
GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO
DENSIDADE APARENTE CORPOS DE PROVA DE PISTA
GRAU DE COMPACTAÇÃO
RECUPERAÇÃO ELÁSTICA DE CAP
DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA

SACYR
INGENIERIA E INFRAESTRUCTURAS

agosto / 2021



Porto Alegre, 27 de agosto de 2021.

À SACYR - A/C do Sr. José Eduardo

Em atenção à vossa solicitação, encaminhamos o relatório do estudo realizado em corpos de prova e placas de cbuq extraídos da Rodovia RSC 287 no dia 12/08/2021, segmento entre o km 28 ao km 177, trecho sob administração da EGR.

O estudo foi realizado através dos ensaios de Densidade Aparente nos corpos de prova extraídos da pista e Densidade Máxima Medida através do ensaio Rice, ambos para cálculo de Grau de Compactação, extração de betume e granulometria, assim como recuperação de ligante das extrações de betume para realização de Retorno Elástico para reconhecimento de adição de polímero às misturas.

As identificações dos locais onde foram extraídas as amostras foram disponibilizadas pela Sacyr, através do Sr Eng^o José Eduardo e seguem conforme a seguir:

Localização dos pontos de ensaio

Ponto	Descrição	Coordenadas		Sentido do Tráfego
		S	W	
4	Km 29+490 – Pista Oeste	29°41'23.9928"	51°43'40.5084"	Sentido Santa Maria
5	Km 56+430 – Pista Oeste	29°41'20.1336"	51°59'00.6648"	Sentido Santa Maria
3	Km 77+760 – Pista Leste	29°38'47.274"	52°11'22.524"	Sentido Tabaí
6	Km 80+240 – Pista Oeste	29°39'09.2412"	52°12'51.6996"	Sentido Santa Maria
2	Km 85+680 – Pista Leste	29°39'57.3336"	52°16'05.556"	Sentido Tabaí
1	Km 91,200 – Pista Leste	29°40'46.5708"	52°19'22.8144"	Sentido Tabaí
7	Km 111+640 – Pista Oeste	29°42'03.7404"	52°31'03.6768"	Sentido Santa Maria
8	Km 121+780 – Pista Leste	29°41'50.7804"	52°37'15.0672"	Sentido Tabaí

DETERMINAÇÃO DA PERCENTAGEM DE BETUME - SOXHLET (DNIT 158/2011 - ME)

AMOSTRA	P. 4 - AM1	P.5 AM 1	P.3 AM 1	P.6 AM 1	P.2 AM 1	P.1 AM 1	P.7 AM 1	P.8 AM 1
AM. INICIAL	1053,0	1039,5	1074,4	1053,3	1047,9	1050,2	1066,7	1031,4
AM. FINAL	1000,8	991,8	1018,9	1002,2	996,8	1003,2	1017,9	985,5
% BETUME	4,96%	4,59%	5,17%	4,85%	4,88%	4,48%	4,57%	4,45%

AMOSTRA	P. 4 - AM1	P.5 AM 1	P.3 AM 1	P.6 AM 1	P.2 AM 1	P.1 AM 1	P.7 AM 1	P.8 AM 1
PENEIRA (mm)	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" (12,7)	84,86	88,42	80,89	81,25	81,94	81,94	90,25	87,19
#3/8" (9,5)	69,23	74,70	69,26	70,63	70,24	70,24	82,98	80,01
#4 (4,76)	49,14	51,37	54,77	54,41	49,66	49,66	59,57	57,16
#10 (2,00)	31,03	33,31	37,32	35,12	31,33	31,33	37,66	35,92
#40 (0,42)	16,57	18,71	19,99	18,43	17,91	17,91	20,23	19,99
#80 (0,18)	10,23	11,47	11,76	11,02	11,14	11,14	14,02	13,75
#200 (0,07)	6,87	7,53	7,81	7,52	6,41	6,41	8,58	8,29

AMOSTRA	P.4 AM 2	P.5 AM 2	P.3 AM 2	P.6 AM 2	P.2 AM 2	P.1 AM 2	P.7 AM 2	P.8 AM 2
AM. INICIAL	1044,6	1051,0	1069,3	1069,4	1046,5	1060,0	1072,3	1038,3
AM. FINAL	992,4	1003,5	1014,7	1019	995,2	1012,8	1024,1	991,9
% BETUME	5,00%	4,52%	5,11%	4,71%	4,90%	4,45%	4,50%	4,47%

AMOSTRA	P. 4 - AM2	P.5 AM 2	P.3 AM 2	P.6 AM 2	P.2 AM 2	P.1 AM 2	P.7 AM 2	P.8 AM 2
PENEIRA (mm)	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" - 12,7	86,26	91,30	83,09	78,34	80,00	82,92	91,01	90,68
#3/8" - 9,5	72,87	75,88	69,62	64,42	64,82	70,41	84,61	83,35
#4 - 4,76	52,94	52,36	54,64	49,60	48,59	49,11	64,50	56,92
#10 - 2,00	33,06	34,11	37,19	32,46	28,82	31,06	42,28	35,13
#40 - 0,42	17,74	19,71	19,65	17,30	16,16	17,66	20,33	19,07
#80 - 0,18	11,02	12,83	11,56	10,54	9,61	10,74	13,57	12,88
#200 - 0,07	7,87	8,62	7,74	7,34	6,03	6,03	7,81	7,23

AMOSTRA	P.4 AM 3	P.5 AM 3	P.3 AM 3	P.6 AM 3	P.2 AM 3	P.1 AM 3	P.7 AM 3	P.8 AM 3
AM. INICIAL	1048,9	1043,5	1065,9	1069,6	1056,9	1055,4	1070,5	1056,2
AM. FINAL	997,9	997,5	1009,9	1018,8	1003,6	1007,2	1023,4	1008,2
% BETUME	4,86%	4,41%	5,25%	4,75%	5,04%	4,57%	4,40%	4,54%

AMOSTRA	P. 4 - AM3	P.5 AM 3	P.3 AM 3	P.6 AM 3	P.2 AM 3	P.1 AM 3	P.7 AM 3	P.8 AM 3
PENEIRA (mm)	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS	% PASS
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" - 12,7	88,13	87,96	85,33	83,84	86,71	82,84	90,31	90,91
#3/8" - 9,5	73,53	71,10	73,41	65,57	70,75	73,30	83,76	85,10
#4 - 4,76	54,91	47,91	56,40	49,25	51,78	53,98	61,53	61,43
#10 - 2,00	34,06	31,71	38,39	31,90	31,04	34,93	39,79	38,71
#40 - 0,42	18,21	17,95	20,27	17,12	17,41	19,35	20,11	20,84
#80 - 0,18	11,26	11,07	11,51	10,30	10,39	11,74	13,41	13,90
#200 - 0,07	7,77	7,28	7,92	7,04	6,46	6,67	7,88	8,01

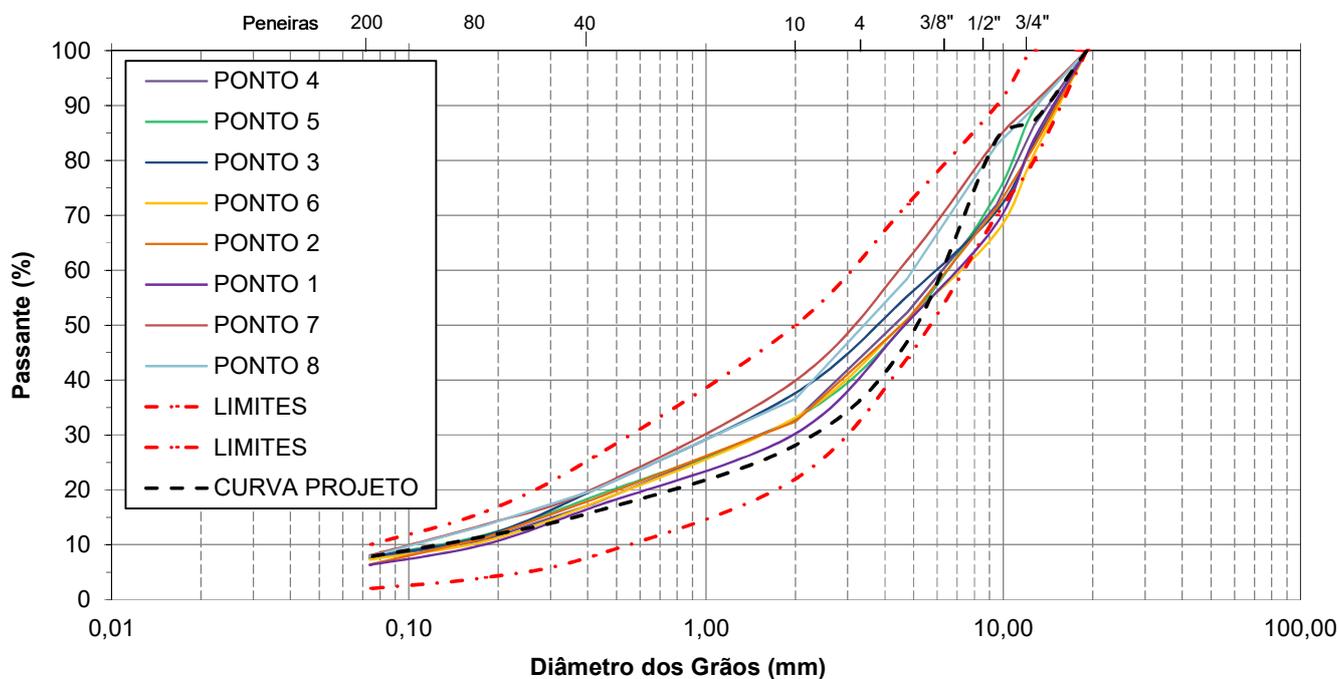
RESUMO RESULTADOS ENCONTRADOS DE EXTRAÇÃO E GRANULOEMETRIA PÓS EXTRAÇÃO

AMOSTRA	P.4 Média	P.5 Média	P.3 Média	P.6 Média	P.2 Média	P.1 Média	P.7 Média	P.8 Média
% BETUME	4,94%	4,51%	5,18%	4,77%	4,94%	4,50%	4,49%	4,49%
TEOR PROJETO	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%	5,07%
DIFERENÇA	-0,13%	-0,56%	0,11%	-0,30%	-0,13%	-0,57%	-0,58%	-0,58%

DNER-ME 080/94 - AGREGADOS - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMETRICA PÓS EXTRAÇÃO

AMOSTRA	P. 4 - AM1	P.5 AM 1	P.3 AM 1	P.6 AM 1	P.2 AM 1	P.1 AM 1	P.7 AM 1	P.8 AM 1
PENEIRA (mm)	MÉDIA % PASS							
#3/4" (19,10)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
#1/2" (12,7)	86,41	89,23	83,10	81,15	83,86	82,57	90,52	89,60
#3/8" (9,5)	71,88	73,89	70,76	66,87	68,49	71,32	83,79	82,82
#4 (4,76)	52,33	50,55	55,27	51,09	50,55	50,92	61,87	58,50
#10 (2,00)	32,72	33,04	37,64	33,16	30,24	32,44	39,91	36,59
#40 (0,42)	17,51	18,79	19,97	17,62	16,91	18,31	20,22	19,97
#80 (0,18)	10,84	11,79	11,61	10,62	10,04	11,21	13,67	13,51
#200 (0,07)	7,50	7,81	7,82	7,30	6,32	6,37	8,09	7,84

**Composição Granulométrica após extração de betume
FX C DNIT 031/06 - ES**



DENSIDADE APARENTE DOS CORPOS DE PROVA EXTRAÍDOS DE PISTA

PONTO	CP nº	ESPESSURA (cm)	DENSIDADE APARENTE DOS CP'S					% VV (% Vazios)	DENSIDADE APARENTE	DMM ENCONTRADA
			P. AR (g)	P. IMERSO (g)	TEMP. (°C)	PISTA	GC (%)			
PONTO 4	1	4,73	782,5	474,5	25,5	2,533	101,9	1,57	2,486	2,573
	2	4,82	799,6	484,2	25,3	2,528	101,7	1,78		
	3	4,73	784,8	474,5	25,2	2,522	101,4	2,01		
MÉDIA		4,76	789,0	477,7	25,3	2,527	101,7	1,79	2,486	2,573
PONTO 5	1	5,92	945,1	577,0	25,1	2,560	103,0	0,78	2,486	2,580
	2	5,53	896,4	546,5	25	2,554	102,7	1,00		
	3	5,62	925,8	564,4	24,9	2,554	102,7	1,00		
MÉDIA		5,69	922,4	562,6	25,0	2,556	102,8	0,92	2,486	2,580
PONTO 3	1	5,01	825,1	498,6	25	2,520	101,4	1,74	2,486	2,564
	2	5,84	924,1	558,5	24,9	2,520	101,4	1,72		
	3	4,70	716,1	432,0	25,7	2,513	101,1	2,01		
MÉDIA		5,18	821,8	496,4	25,2	2,518	101,3	1,82	2,486	2,564
PONTO 6	1	4,31	669,1	399,8	24,8	2,477	99,7	3,95	2,486	2,579
	2	4,27	648,4	386,7	24,7	2,471	99,4	4,22		
	3	4,40	657,6	391,3	25,7	2,462	99,0	4,56		
MÉDIA		4,33	658,4	392,6	25,1	2,470	99,4	4,24	2,486	2,579
PONTO 2	1	5,19	862,3	524,7	25,4	2,546	102,4	1,63	2,486	2,589
	2	4,43	747,2	456,6	25,3	2,563	103,1	0,97		
	3	6,22	997,5	604,8	25,1	2,533	101,9	2,16		
MÉDIA		5,28	869,0	528,7	25,3	2,547	102,5	1,59	2,486	2,589
PONTO 1	1	5,99	976,4	591,3	25,7	2,528	101,7	1,64	2,486	2,570
	2	6,37	1.026,9	622,0	25,6	2,528	101,7	1,60		
	3	6,13	961,9	583,0	25,5	2,531	101,8	1,51		
MÉDIA		6,16	988,4	598,8	25,6	2,529	101,7	1,58	2,486	2,570
PONTO 7	1	4,66	697,6	412,7	25,6	2,441	98,2	7,26	2,486	2,632
	2	5,17	793,2	469,4	25,6	2,442	98,2	7,22		
	3	4,26	644,1	383,1	25,5	2,460	99,0	6,53		
MÉDIA		4,70	711,6	421,7	25,6	2,448	98,5	7,01	2,486	2,632
PONTO 8	1	4,18	700,9	428,2	25,3	2,562	103,1	3,57	2,486	2,657
	2	4,62	732,3	447,1	25,3	2,560	103,0	3,66		
	3	4,51	713,7	435,5	25,1	2,558	102,9	3,74		
MÉDIA		4,44	715,6	436,9	25,2	2,560	103,0	3,66	2,486	2,657

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA DAS PLACAS EXTRAÍDAS DA PISTA (ABNT NBR 15619:2016)

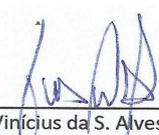
PONTO	TEOR ENCONTRADO	Amostra seca (g)	Massa Kita+amostra+água (g)	Massa kitasato + água (g)	DMM (g/cm ³)
4	4,94%	1256,1	8357,8	7588,4	2,573
5	4,51%	1252,8	8357,2	7588,4	2,581
3	5,18%	1248,6	8351,5	7588,4	2,564
6	4,77%	1249,2	8354,7	7588,4	2,579
2	4,94%	1525,5	8526,3	7588,4	2,589
1	4,50%	1278,5	8370,8	7588,4	2,570
7	4,49%	1259,5	8370,8	7588,4	2,632
8	4,49%	1015,4	8222,8	7588,4	2,657

RECUPERAÇÃO ELÁSTICA LIGANTE PÓS EXTRAÇÃO DE SOLVENTE (%) - NBR 15086

AMOSTRA	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 3	PONTO 6	PONTO 2	PONTO 1	PONTO 7	PONTO 8
LEIT. INICIAL	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	--	--
LEIT. FINAL 1	17,4	16,4	15,9	16,9	18,3	17,0	--	--
LEIT. FINAL 2	17,4	16,4	15,9	16,8	18,2	17,0	--	--
LEIT. FINAL 3	17,4	16,4	15,9	16,8	18,2	17,0	--	--
MÉDIA LEIT.	17,4	16,4	15,9	16,8	18,2	17,0	--	--
REC. (%)	13,0	18,0	20,5	15,8	8,8	15,0	--	--

OBSERVAÇÕES:

- OS CORPOS DE PROVA QUE APRESENTARAM CAMADAS INFERIORES FORAM SERRADOS AFIM DE NÃO INTERFERÊNCIA DOS RESULTADOS COM O MATERIAL ABAIXO. (FOTOS PAG. 5)
- OS CORPOS DE PROVA FORAM CONDICIONADOS EM ESTUFA A 35°C ATÉ CONSTÂNCIA DE PESO ANTES DO INICIO DAS PESAGENS.
- AS PLACAS FORAM DESTORROADAS COM CUIDADO DE SEPARAÇÃO DAS CAMADAS INFERIORES, QUANDO SE MOSTROU NECESSÁRIO, E RETIRADAS FACES CORTADOS DE AGREGADOS EVITANDO DIFERENÇAS EM GRANULOMETRIA.
- PARA O GRAU DE COMPACTAÇÃO CALCULADO FOI UTILIZADO O VALOR DE DENSIDADE APARENTE DE PROJETO FORNECIDA PELA CONTRATANTE. O VOLUME DE VAZIOS DEMONSTRADO NOS RESULTADOS SE UTILIZOU DOS RESULTADOS DE DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA REALIZADAS EM CADA PLACA.
- OS PONTOS 7 E 8 PARA O ENSAIO DE RECUPERAÇÃO ELÁSTICA NÃO SUPORTARAM O CONDICIONAMENTO DO ENSAIO.
- OS RESULTADOS DE RECUPERAÇÃO ELÁSTICA DOS LIGANTES RECUPERADOS DAS EXTRAÇÕES DAS PLACAS NÃO DEMOSTRAM CERTEZA DE LIGANTES COM ADIÇÃO DE POLÍMERO. UMA VEZ QUE A MV PAV ENSAIOU UM CAP 50/70 PARA CALIBRAÇÃO DO MÉTODO E ENCONTROU UM VALOR EM TORNO DE 12,5%. UM VALOR PARA AVALIAÇÃO DO LIGANTE SER POLIMERIZADO SERIA EM TORNO DE PELO MENOS 20% DE RETORNO ELÁSTICO. PARÂMETRO ENCONTRADO SOMENTE NA AMOSTRA PONTO 3 E PRÓXIMO DISSO PARA O PONTO 5.


 Eng. Civil Vinícius da S. Alves CREA/RS-215116

MV PAV ENGENHARIA

PONTO 4 - PISTA OESTE (29°41'23.9928"S 51°43'40.5084"W)



PONTO 5 - PISTA OESTE (29°41'20.1336"S 51°59'00.6648"W)



PONTO 3 - PISTA LESTE (29°38'47.274"S 52°11'22.524"W)



PONTO 6 - PISTA OESTE (29°39'09.2412"S 52°12'51.6996"W)



PONTO 2 - PISTA LESTE (29°39'57.3336"S 52°16'05.556"W)



PONTO 1 - PISTA LESTE (29°40'46.5708"S 52°19'22.8144"W)



PONTO 7 - PISTA OESTE (29°42'03.7404"S 52°31'03.6768"W)



PONTO 8 - PISTA LESTE (29°41'50.7804"S 52°37'15.0672"W)



CPS COM IDENTIFICAÇÃO DA MARCA DE CORTE COM SERRA PARA EXTRAÇÃO DE CAMADA INFERIOR



CPs ANTES E APÓS OS CORTES



CPs EM CONDICIONAMENTO EM ESTUFA ATÉ COSTÂNCIA DE PESO PARA ENSAIO DE DENSIDADE APARENTE





ORÇAMENTO - CORREÇÃO DE ÁREAS COM EXSUDAÇÃO

Descrição	%	Custo
Custo direto SICRO	75,52%	R\$ 30.612.350,05
Fresagem contínua de revestimento asfáltico	75,52%	R\$ 30.612.350,05
Indireto	1,99%	R\$ 807.731,00
Projetos	1,99%	R\$ 807.731,00
Custo total	77,51%	R\$ 31.420.081,05
Custo proporcionais sobre PV	22,49%	R\$ 9.116.728,46
Lucro	9,11%	R\$ 3.692.903,35
Adm central	6,83%	R\$ 2.768.664,09
Retirada / Imprevistos - despesas financeiras	0,80%	R\$ 324.294,48
Riscos e oportunidades	0,50%	R\$ 202.684,05
Seguros e garantias	0,25%	R\$ 101.342,02
Impostos e taxas	5,00%	R\$ 2.026.840,48
PIS	0,00%	R\$ -
COFINS	0,00%	R\$ -
ISSQN	5,00%	R\$ 2.026.840,48
Descrição	%	
	100,00%	R\$ 40.536.809,51

* Custos conforme tabela 62 do SICRO / CPU SICRO out/21

* Isento de PIS-COFINS (cadastrado no REIDI)

* Inflação acumulada dos últimos 4 meses de 2,20% (nov-21 - dez-21 - jan-22 e projeção de fev-22)

84,90% R\$ 34.417.463,95

Resultado da Correção pelo IPCA-E (IBGE)

Dados básicos da correção pelo IPCA-E (IBGE)

Dados informados

Data inicial	05/2019
Data final	10/2021
Valor nominal	R\$ 1,00 (REAL)

Dados calculados

Índice de correção no período	1,15095750
Valor percentual correspondente	15,095750 %
Valor corrigido na data final	R\$ 1,15 (REAL)

[Fazer nova pesquisa](#)

[Imprimir](#)

*O cálculo da correção de valores pelo IGP-M foi atualizado e está mais preciso. Saiba mais clicando [aqui](#).

Gostou desse serviço? Dê sua opinião.

ORÇAMENTO PRELIMINAR - CORREÇÃO DE ÁREAS COM EXSUDAÇÃO

ITEM	BASE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND	QUANTIDADE	CUSTO DIRETO	VALOR
CUSTO DIRETO							30.612.350,05
1	TRABALHOS INICIAIS - PAVIMENTO						11.005.071,29
1.1	SICRO	4011479	Fresagem contínua de revestimento asfáltico	M3	21.100,50	44,53	939.605,27
1.2	SICRO	5915440	Carga, manobra e descarga de fresagem contínua solta em caminhão basculante de 10 m³ - carga co	TON	52.751,25	2,05	108.140,06
1.3	SICRO	5901640	Transporte com caminhão basculante com caçamba estanque com capacidade de 14 m³ - rodovia pavimentada	TON X KM	263.756,25	0,41	108.140,06
1.4	SICRO	4413942	Espalhamento de material em bota-fora	M3	52.751,25	1,26	66.466,58
1.5	SICRO	5914646	Carga, manobra e descarga de concreto asfáltico com borracha em caminhão basculante de 10 m³ - c	TON	52.751,25	6,15	324.420,19
1.6	SICRO	5901640	Transporte com caminhão basculante com caçamba estanque com capacidade de 14 m³ - rodovia pav	TON X KM	2.004.547,50	0,41	821.864,48
1.7	SICRO	4011353	Pintura de ligação	M2	422.010,00	0,24	101.282,40
1.8	SICRO	4011471	Concreto asfáltico com borracha - faixa C - brita comercial	M3	52.751,25	161,80	8.535.152,25
2	FORNECIMENTO DE MAT. BETUMINOSOS						18.596.419,27
2.1	PREÇO MERCADO	-	CAP com polímero SBS 55/75 (preço comercial)	TON	2.637,56	6.854,00	18.077.853,38
2.2	PREÇO MERCADO	-	Emulsão para pintura de ligação RR-1C (preço comercial)	TON	126,60	4.096,00	518.565,89
3	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL						1.010.859,49
3.1	SICRO	5219619	Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação	UN	14.654,00	32,36	474.203,44
3.2	SICRO	5213355	Manutenção/recomposição de sinalização - pintura de faixa com tinta acrílica emulsão em água -	M2	35.167,50	15,26	536.656,05

* Conforme tabela 62 do SICRO



DMT = 38 KM
Teor ótimo = 5%
Densidade = 2.500 kg/m3
Preço dos mat. betuminosos praticado em fev/22
Unitários de serviços conforme SICRO out/21

Tabela 62 - Valores de referência para as taxas de bonificação e despesas indiretas

Descrição das Parcelas		Construção e Restauração Rodoviária						Conservação Rodoviária	
		Pequeno Porte		Médio Porte		Grande Porte			
Despesas Indiretas		% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD
Administração Central	Variável - f (CD)	4,75	6,00	4,81	6,00	4,87	6,00	6,83	9,00
Despesas Financeiras	0,80% do PV	0,80	1,01	0,80	1,00	0,80	0,98	0,80	1,05
Seguros e Garantias Contratuais	0,25% do PV	0,25	0,32	0,25	0,31	0,25	0,31	0,25	0,33
Riscos	0,50% do PV	0,50	0,63	0,50	0,62	0,50	0,62	0,50	0,66
Subtotal 1		6,30	7,96	6,36	7,93	6,42	7,91	8,38	11,04
Benefícios		% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD
Lucro	Variável - f (CD)	7,92	10,00	6,82	8,50	5,69	7,00	9,11	12,00
Subtotal 2		7,92	10,00	6,82	8,50	5,69	7,00	9,11	12,00
Tributos		% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD	% sobre PV	% sobre CD
PIS	0,65% do PV	0,65	0,82	0,65	0,81	0,65	0,80	0,65	0,86
COFINS	3,00% do PV	3,00	3,79	3,00	3,74	3,00	3,69	3,00	3,95
ISSQN	3,00% do PV	3,00	3,79	3,00	3,74	3,00	3,69	3,00	3,95
Subtotal 3		6,65	8,40	6,65	8,29	6,65	8,19	6,650	8,77
BDI (%)	Total	20,86	26,36	19,83	24,73	18,76	23,09	24,13	31,81

Anexo 8 – Notas de reclamação das condições do pavimento na RSC-287

Portal Arauto: [Novo asfalto ficará pronto em 2021](#)

Muito criticado por moradores de Linha Andréas e Dona Josefa, o trecho inicial da estrada que dá acesso às localidades recebeu nesta segunda-feira, dia 13, trabalhos de fresagem na pista, processo que consiste no corte de uma ou mais camadas de um pavimento asfáltico por intermédio de processo mecânico a frio.

Conforme o prefeito de Vera Cruz, Gilson Becker, a recuperação do trecho entre a RSC-287 e a captação de água era necessária diante da precariedade que a via se encontrava. *“Com a grande quantidade de veículos pesados utilizando a estrada diariamente, a gente entendeu que seria necessário intervir de forma mais intensa. Até agora, sempre realizávamos medidas paliativas, como operações tapa-buracos e outras manutenções pontuais. Então, agora decidimos fazer essa recuperação completa para deixar em boas condições a via, garantindo uma melhor trafegabilidade e segurança para quem utiliza”,* destacou Becker.

Investimento local

Segundo o chefe do Executivo, a obra com aproximadamente 1,2 quilômetro está sendo executada pela própria Prefeitura de Vera Cruz e conta com o apoio de empresas locais, principalmente em relação ao maquinário. Até o momento, já havia sido realizada a escavação e aplicação de rachão. Com o início da retirada do antigo asfalto, por meio da fresagem, logo será feita a aplicação da nova camada asfáltica, feita com o CBUQ.

Ao todo, o investimento na pavimentação do trecho será de R\$ 500 mil. Inicialmente, estava orçado o valor de R\$ 300 mil, que teve que ser revisto diante da necessidade de fazer uma melhoria completa no asfalto. *“Esse aumento no valor se dá, principalmente, por conta da colocação de toda uma camada asfáltica nova, sem contar nos investimentos com material, maquinário, entre outras demandas”,* salientou. Conforme Becker, a previsão é de que em até duas semanas sejam concluídos os trabalhos de fresagem e aplicação da camada asfáltica pela RGS Engenharia, empresa responsável por realizar a manutenção. Após, ainda será realizada a sinalização vertical e horizontal da via.



Portal Arauto: [Concessionária Rota de Santa Maria amplia equipes para recuperação da RSC-287](#)

Concessionária Rota de Santa Maria amplia equipes para recuperação da RSC-287

Por: Portal Arauto

Fonte: Assessoria de Imprensa

Publicado 11/02/2022 16:05

Atualizado 11/02/2022 16:12

Geral  MELHORIAS

A Concessionária Rota de Santa Maria, empresa do Grupo Sacyr, iniciou a recuperação mais robusta do pavimento da RSC-287, considerando o trecho mais crítico da rodovia. Atualmente são duas frentes de trabalho, no sentido Santa Maria/Tabaí. “Em função da degradação acelerada que está acontecendo no pavimento existente, principalmente no trecho entre Santa Cruz e Tabaí, em função do calor e aumento do tráfego pesado, a Concessionária mobilizou mais duas equipes, que iniciam dia 21 de fevereiro, para antecipar a recuperação do trecho entre Venâncio e Santa Cruz”, destaca o diretor Geral da Rota de Santa Maria, Renato Bortoletti.

Em nota divulgada nesta sexta-feira (11), a empresa se disse atenta às manifestações dos usuários e de lideranças da comunidade com relação à manutenção da rodovia, e reforçou que vem cumprindo todos os prazos previstos no Contrato de Concessão, sob a fiscalização da Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos do Rio Grande do Sul (Agergs). Atualmente, a empresa está gerando 300 postos de trabalho junto à concessão, sendo 150 diretos e 150 terceirizados, além dos indiretos. “Em muitos casos, inclusive, estamos até antecipando alguns parâmetros previstos para os trabalhos iniciais do primeiro ano de concessão”, completa o diretor.

Rádio Santa Cruz: [Concessionária Rota de Santa Maria amplia equipes para recuperação da RSC-287](#)

Desde que assumiu a concessão da RSC-287, em 30 de agosto de 2021, a Concessionária Rota de Santa Maria, empresa do Grupo Sacyr, tem trabalhado, de forma contínua, na melhoria das condições de tráfego da rodovia no trecho entre Tabai (km 28,03, no entroncamento com a BR-386/RS) e Santa Maria (km 232,54, no entroncamento com a ERS-509), totalizando 204,51 km de extensão. A recuperação mais robusta do pavimento, considerando o trecho mais crítico da rodovia, iniciou com duas frentes de trabalho, no sentido Santa Maria/Tabai. "Em função da degradação acelerada que está acontecendo no pavimento existente, principalmente no trecho entre Santa Cruz e Tabai, em função do calor e aumento do tráfego pesado, a Concessionária mobilizou mais duas equipes, que iniciam dia 21 de fevereiro, para antecipar a recuperação do trecho entre Venâncio e Santa Cruz", destaca o diretor Geral da Rota de Santa Maria, Renato Bortoletti.

Atenta às manifestações dos usuários e de lideranças da comunidade com relação à manutenção da rodovia, a Concessionária reforça que vem cumprindo todos os prazos previstos no Contrato de Concessão, sob a fiscalização da Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos do Rio Grande do Sul (Agergs). Atualmente, a empresa está gerando 300 postos de trabalho junto à concessão, sendo 150 diretos e 150 terceirizados, além dos indiretos. "Em muitos casos, inclusive, estamos até antecipando alguns parâmetros previstos para os trabalhos iniciais do primeiro ano de concessão", completa o diretor. No primeiro ano, os trabalhos iniciais referem-se a atuações emergenciais, sanando buracos, deformações, trincas e ondulações, sinalização, pinturas e roçadas, executados gradativamente, com o objetivo de eliminar problemas que comprometam a segurança e conforto dos usuários. A recuperação completa da rodovia ocorrerá em até cinco anos, incluindo a estrutura do pavimento, pontes, elementos de segurança, dentre outros.

Portal Gaz: [Grandes buracos na RSC-287 exigem atenção de motoristas](#)

A quantidade de buracos no asfalto da RSC-287 surpreendeu leitor da *Gazeta do Sul* que viajou sábado, 16, até Santa Maria. Em contato com a redação nessa segunda-feira, 18, ele afirmou que o problema se acentua a partir de Candelária e, em alguns locais, a profundidade chega a quase 30 centímetros.

Disse que, por pouco, não ocorreu um acidente na frente dele com um carro que atingiu uma das crateras. O risco aos motoristas aumenta ainda mais durante a noite, diante das dificuldades de visualização. Com a nova concessão da rodovia, o leitor imaginava que a estrada estivesse em melhores condições de trafegabilidade.

Portal RVA: [Vereadores cobram melhorias após reclamações de buracos e desníveis](#)

Os buracos e os desníveis presentes na RSC-287 voltaram a ser abordados pelos vereadores de Venâncio Aires. Na programação da Rádio Venâncio Aires, parlamentares do Partido Democrático Trabalhista (PDT) destacaram que têm sido procurados pela comunidade por conta dos problemas, especialmente no trecho que liga o Acesso Dona Leopoldina ao trevo de Vila Mariante.

Os pontos mais críticos foram listados e foram encaminhados para a Rota de Santa Maria, responsável pela gestão da duplicação integral da região e da realização de atividades de operação, manutenção e conservação ao longo de 30 anos nos mais de 204 quilômetros. "A gente formalizou um e-mail e passou os quilômetros onde tem mais cocurutos e onde está mais perigoso", disse o secretário de Infraestrutura e Serviços Públicos, Sid Ferreira.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MINISTÉRIO PÚBLICO

PROMOTORIA DE JUSTIÇA DE VENÂNCIO AIRES

Procedimento nº **00927.000.113/2022** — Notícia de Fato

Ofício nº **00927.000.113/2022-0001**

Venâncio Aires, 01 de fevereiro de 2022.

Prioridade: Normal Entrega: E-mail

Ilmo. Senhor Diretor

Concessionária Rota de Santa Maria - SACYR CONCESIONES

Avenida Independência, nº 3284, Bairro Independência, CEP 96816-250, Santa

Cruz do Sul - RS

rsm.contato@sacyr.com

Prezado Senhor,

Pelo presente, informo-lhe que foi instaurado nesta Promotoria de Justiça o Procedimento **NF 00927.000.113/2022**, para avaliar as condições de trafegabilidade da RSC 287, tendo em conta reclamações de usuários e notícias recentemente veiculadas pela imprensa regional. Assim, para instruir referido procedimento solicito presente relatório contendo as seguintes informações:

a) localização dos pontos da rodovia 287, no trecho de Santa Cruz do Sul a Tabaí, em que o asfalto encontra-se corrompido com buracos ou ondulações capazes de desestabilizar veículos ou provocar danos materiais ou pessoais aos usuários da rodovia;

b) cronograma de solução das falhas apontadas no item supra.

Favor mencionar o número de ofício na sua resposta e, preferencialmente, enviar de forma eletrônica no Portal do Ministério Público na internet (<http://www.mprs.mp.br/atendimento/envio-de-documentos/>).

Prazo: 15 dias.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MINISTÉRIO PÚBLICO

PROMOTORIA DE JUSTIÇA DE VENÂNCIO AIRES

Procedimento nº **00927.000.113/2022** — Notícia de Fato

Atenciosamente,

Pedro Rui da Fontoura Porto,
Promotor de Justiça.

Nome: **Pedro Rui da Fontoura Porto**
Promotor de Justiça — 3427706
Lotação: **Promotoria de Justiça de Venâncio Aires**
Data: **01/02/2022 15h06min**

Documento eletrônico assinado por login e senha (Provimento nº 63/2016-PGJ).

Documento assinado digitalmente por (verificado em 01/02/2022 16:17:01):

Nome: **RIO GRANDE DO SUL PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA**

Data: **01/02/2022 15:06:59 GMT-03:00**

Documento eletrônico assinado digitalmente conforme MP nº 2.200-2/2001 de 24/08/2001, que institui a infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil. A conferência de autenticidade do documento está disponível no endereço eletrônico:

"<http://www.mprs.mp.br/autenticacao/documento>"
informando a chave **000013823170@SIN** e o CRC **8.9032.3233**.

1/1



Ofício nº **01732.000.291/2020-0012**
Candelária, 04 de fevereiro de 2022.

Prioridade: Normal Entrega: E-mail

Concessionária Rota de Santa Maria - SACYR CONCESIONES
Avenida Independência, nº 3284, Bairro Independência, CEP 96816-250, Santa Cruz do Sul - RS

Senhor Concessionário:

Tenho a satisfação de cumprimentá-lo e, para fins de instruir o procedimento nº **01732.000.291/2020**, requiro-lhe que, **no prazo máximo de 20 (vinte) dias**, providencie regular manutenção da rodovia RSC-287, mais precisamente entre os quilômetros 131 a 155 (limites de Candelária com os municípios de Vale do Sol e Novo Cabrais, respectivamente), haja vista a precariedade da conservação do asfalto em alguns trechos, causando sério risco à segurança viária dos usuários, devendo apresentar relatório circunstanciado das medidas adotadas, instruído com levantamento fotográfico.

Com efeito, favor mencionar o número de ofício na sua resposta e, preferencialmente, enviar de forma eletrônica no Portal do Ministério Público na internet (<http://www.mprs.mp.br/atendimento/envio-de-documentos/>).

Restrito ao exposto, atenciosamente,

Martin Albino Jora,
Promotor de Justiça.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MINISTÉRIO PÚBLICO

PROMOTORIA DE JUSTIÇA DE CANDELÁRIA

Procedimento nº **01732.000.291/2020** — Inquérito Civil

Nome: **Martin Albino Jora**
Promotor de Justiça — 3433056
Lotação: **Promotoria de Justiça de Candelária**
Data: **04/02/2022 12h20min**

Documento eletrônico assinado por login e senha (Provimento nº 63/2016-PGJ).

Documento assinado digitalmente por (verificado em 04/02/2022 13:12:00):

Nome: **RIO GRANDE DO SUL PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA**

Data: **04/02/2022 12:20:51 GMT-03:00**

Documento eletrônico assinado digitalmente conforme MP nº 2.200-2/2001 de 24/08/2001, que institui a infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil. A conferência de autenticidade do documento está disponível no endereço eletrônico:

"<http://www.mprs.mp.br/autenticacao/documento>"
informando a chave **000013900958@SIN** e o CRC **2.9860.9464**.

1/1