GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

CONTRATO DE APOIO TÉCNICO - CAT

RODOVIA : VRS-873
TRECHO : ENTR. BRS-116 (MORRO REUTER) – SANTA MARIA DO HERVAL
SEGMENTO : KM 0+000 AO KM 13+870
CÓDIGO SRE : 873VRS0010

VOLUME ÚNICO - ANTEPROJETO SIMPLIFICADO DE RECONSTRUÇÃO E RESILIÊNCIA RODOVIÁRIA - EVENTOS CLIMÁTICOS

NOVEMBRO/2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. OBJETIVO 4
3. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO CLIMÁTICO 5
4. DESCRIÇÃO DA RODOVIA 6
5. SERVIÇOS PRELIMINARES 10
   A. Sinalização de Emergência e Controle de Tráfego 10
   B. Limpeza e Desobstrução da Pista 10
   C. Estabilização Provisória de Encostas 10
   D. Reparos Temporários no Sistema de Drenagem 11
   E. Reparos de Emergência no Pavimento 11
   F. Monitoramento e Inspeção Contínua 11
   G. Instalação de Proteções Temporárias em Áreas Sensíveis 11
6. SOLUÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO 11
   6.1. RECONSTRUÇÃO 15
   6.2. RESILIÊNCIA/RESTAURAÇÃO 15
7. DRENAGEM 16
   A. Bueiros 17
   B. Valetas de Drenagem 17
   C. Sarjetas de Concreto 17
   D. Drenos Longitudinais Profundos 17
   E. Estruturas de Dissipação de Energia 18
   F. Caixas de Passagem 18
8. SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO 20
   8.1. CHAVETA 21
   8.2. GABIÃO E CORTINA ATIRANTADA 21
   8.3. SOLO GRAMPEADO 22
   8.4. DIMENSIONAMENTO DAS SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO 23
9. SINALIZAÇÃO 24
10. CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA 25
11. SERVIÇOS COMPLEMENTARES 26
12. ESTIMATIVA DE CUSTOS 26
13. PROJETO EXECUTIVO 28
14. TERMO DE ENCERRAMENTO 29

1. INTRODUÇÃO

As rodovias desempenham um papel fundamental na infraestrutura de transporte, garantindo a mobilidade e a conectividade essenciais para o desenvolvimento socioeconômico de uma região. No entanto, eventos climáticos extremos, como enchentes e tempestades, frequentemente impactam severamente essas vias, comprometendo não apenas a segurança dos usuários, mas também a eficiência do sistema logístico e o acesso a serviços básicos.

Este anteprojeto visa primeiramente restaurar as condições essenciais de segurança e trafegabilidade ao longo da rodovia VRS-873, severamente impactada pelas recentes enchentes no estado do Rio Grande do Sul. Em um segundo momento, busca-se a completa restauração da pavimentação, visando restabelecer a integridade estrutural da rodovia. Durante os eventos climáticos, o aumento exponencial do tráfego resultou em significativos desgastes e danos à estrutura e aos dispositivos rodoviários.

Ao longo deste volume, serão delineadas as etapas essenciais para a avaliação das condições atuais da rodovia, a definição de medidas de intervenção prioritárias, a elaboração de modelos de execução de obras e a estimativa de custos. A colaboração entre entidades governamentais e especialistas em infraestrutura viária foi crucial para o desenvolvimento desta iniciativa, visando não apenas a recuperação, mas também a preparação para enfrentar os desafios climáticos emergentes.

Os elementos necessários para a construção deste anteprojeto simplificado estão contidos na nota técnica.

2. OBJETIVO

Os objetivos, deste anteprojeto simplificado, são definir e implementar medidas eficazes para a recuperação da rodovia VRS-873 Entr. BRS-116 (Morro Reuter) – Santa Maria Do Herval. Este anteprojeto simplificado visa:

- Desenvolver um modelo básico para os serviços de restauração e recuperação necessários;
- Elaborar uma estimativa de custos para todas as fases da obra;
- Definir critérios da execução das obras de recuperação de forma eficiente.

Esses objetivos buscam recuperar a infraestrutura rodoviária danificada, garantindo um sistema viário seguro e confiável para os usuários e para o desenvolvimento regional.

O anteprojeto simplificado contempla seções pré-definidas para atender às necessidades identificadas no local, incluindo a recuperação de taludes, encostas e a reconformação do pavimento asfáltico.

É fundamental a disponibilidade contratual de serviços específicos que apoiem os esforços dos agentes rodoviários na restauração completa da extensão do trecho da rodovia. A realização de ensaios técnicos durante e após a execução dos serviços é essencial para garantir o controle na liberação dos trechos intermediários, devolvendo a segurança e a trafegabilidade da rodovia para os usuários. Além disso, é fundamental contar com o contrato de apoio técnico (CAT) para oferecer suporte contínuo ao longo de todo o processo de recuperação.

Frente ao cenário de risco iminente, da segurança das rodovias aliado ao curto espaço de tempo para desenvolvimento de elementos técnicos que subsidiem as soluções, respeitando as normativas de projeto, se faz necessário um olhar conservador para o horizonte do projeto com vistas a não extrapolar o orçamento, sendo assim o anteprojeto se baseou em uma expectativa de 5 anos para garantir as condições de trafegabilidade.

O prazo de cinco anos de atendimento dos indicadores de desempenho, foram fundamentados nas instruções de serviços dos projetos CREMA-RS, projeto este que

já foi aplicado anteriormente como programa de restauração e manutenção das rodovias pavimentadas do Estado.

3. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO CLIMÁTICO

O Estado do Rio Grande do Sul foi atingido, entre os meses de maio de 2024 e junho de 2024, por um grande volume de precipitação, o maior de sua história. As chuvas foram intensas principalmente devido a uma massa de ar quente sobre a área central do país, que bloqueou a frente fria na região sul, causando instabilidade e alagamentos em todo o estado. A figura abaixo registra o volume de precipitação e as regiões mais afetadas.

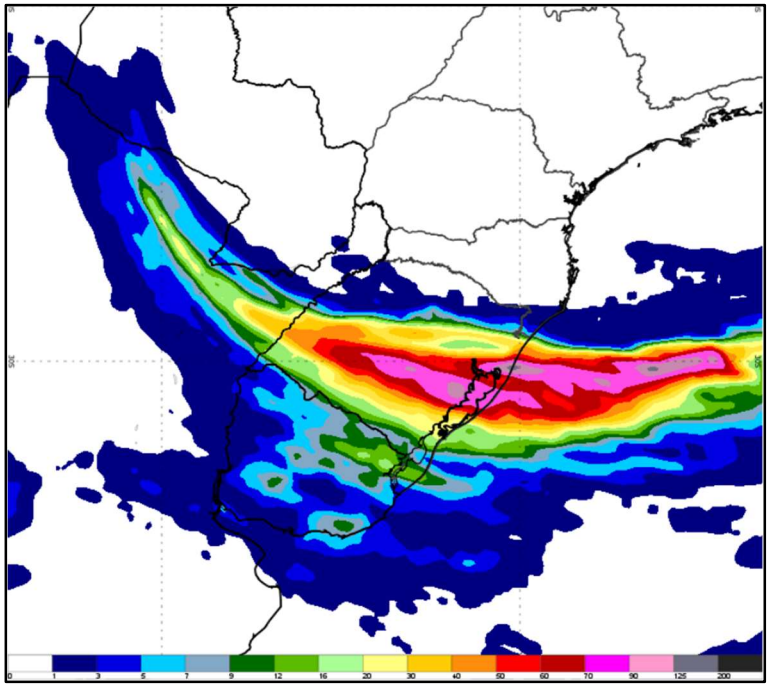


Figura 1: Acumulado de precipitação ocorrido no dia 11/05.

Ao longo da rodovia os municípios a seguir tiveram Situação de Emergência estabelecido pelo Decreto nº 57.626, de 21/05/2024, em decorrência do evento: Morro Reuter e Santa Maria do Herval. A via passa por estes municípios ou seus acessos têm origem da VRS-873.

4. DESCRIÇÃO DA RODOVIA

A VRS-873 é uma rodovia estadual de 13,87km que conecta cidades como Morro Reuter e Santa Maria do Herval, sendo fundamental para o transporte de pessoas e mercadorias na região, atravessando áreas agrícolas e industriais. Durante o período das enchentes a estrada foi utilizada como um dos principais desvios e alternativas às Rodovias BRS-116 e ERS-115, tornando-se também em determinado período a única forma de acesso entre a região metropolitana e a serra gaúcha (Gramado e Canela).

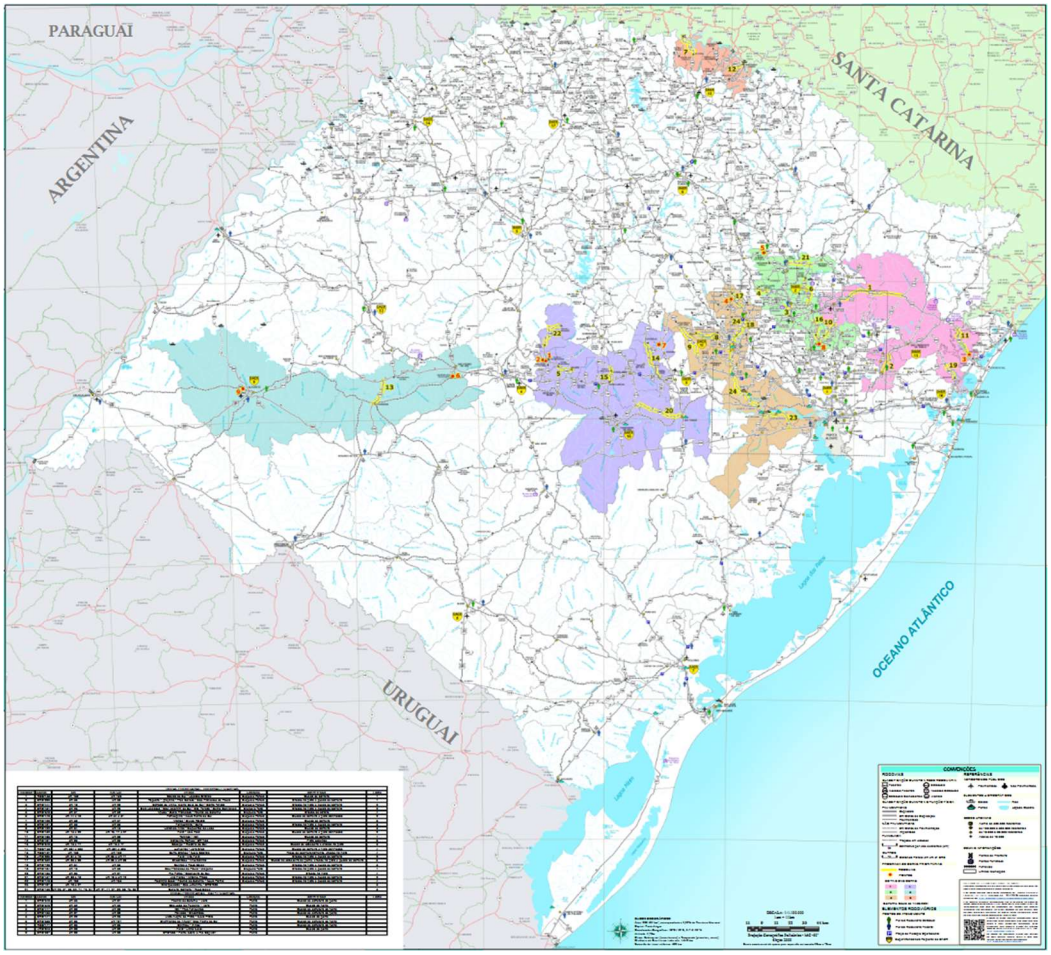


Figura 2: Mapa de situação das rodovias afetadas.

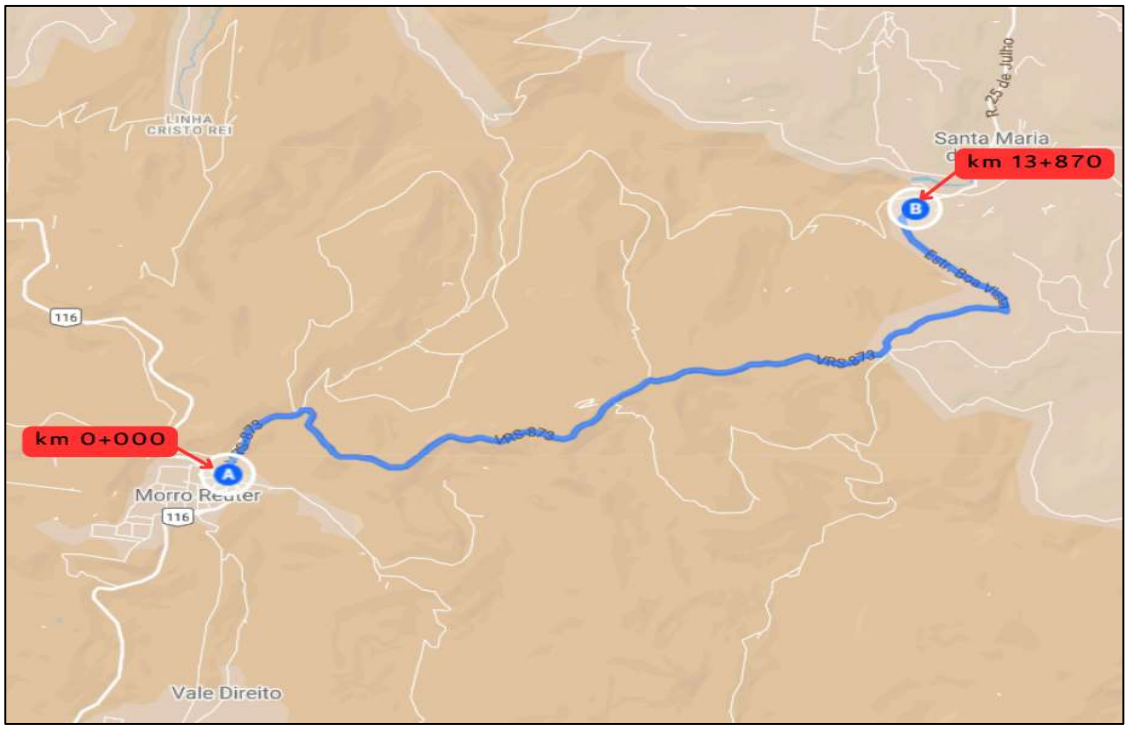


Figura 3: Especificação do trecho.

Figura 4: Escorregamento - km 10+000

Figura 5: Escorregamento - km 11+600

Em 02/05/2024, a rodovia VRS-873 sofreu bloqueio no trecho compreendido entre o km 0+000 e o km 2+200 em virtude da eminência de deslizamentos, acarretando na remoção preventiva de moradores que residiam às margens da rodovia. Adicionalmente a este trecho inicial, conforme levantamento realizado em campo foram identificados diversos pontos críticos, impactados por instabilidades significativos, os quais agravaram as condições de segurança e a transitabilidade. A relação destes trechos é a que segue, e para cada um destes pontos foi preenchida

uma ficha cadastral conjuntamente com a indicação de uma solução de engenharia, presentes em anexo ao fim deste segmento.

1. km 0+720
2. km 0+800
3. km 1+090
4. km 5+340
5. km 9+960
6. km 11+000
7. km 11+600

A resposta a essa situação envolveu ações conjuntas das comunidades locais e do serviço de conservação contratado, resultando em intervenções emergenciais para a liberação parcial dos trechos interditados.

Como características da rodovia que serão bases para obtenção das soluções há o Número N de anteprojeto para 5 anos e o levantamento de campo com a classificação dos trechos em Reconstrução e Resiliência.

O aumento do volume de carga na via, a partir dos dados de tráfego obtidos da Contagem Volumétrica Classificatória de Tráfego do DAER realizadas em 2018, e da passagem perceptível de veículos pesados dado o bloqueio de rodovias adjacentes, conforme a Nota Técnica da rodovia. Ainda, os grandes deslizamentos de massa que ocorreram por sobre o pavimento causaram danos severos a sua integridade. O escopo deste anteprojeto é a restauração das condições de segurança e de trafegabilidade da rodovia com o emprego de soluções técnicas tipo, as quais incluem reperfilagem, fresagem e recapeamento no aspecto da pavimentação e muros gabião, solo grampeado, cortinas atirantadas e chavetas no que tange a proteção de encostas. Estas alternativas serão analisadas e aprofundadas pela Executora previamente à execução dos serviços.

km Inicial	km Final	Extensão (km)	Classificação
00+000,00	00+280,00	0,28	Reconstrução
00+280,00	01+000,00	0,72	Resiliência
01+000,00	01+200,00	0,20	Reconstrução
01+200,00	01+980,00	0,78	Resiliência
01+980,00	02+180,00	0,20	Reconstrução
02+180,00	05+100,00	2,92	Resiliência
05+100,00	05+500,00	0,40	Reconstrução
05+500,00	06+200,00	0,70	Resiliência
06+200,00	07+040,00	0,84	Resiliência
07+040,00	07+240,00	0,20	Reconstrução
07+240,00	09+050,00	1,81	Resiliência
09+050,00	10+000,00	0,95	Resiliência
10+000,00	10+200,00	0,20	Reconstrução
10+200,00	11+000,00	0,80	Resiliência
11+000,00	11+200,00	0,20	Reconstrução
11+100,00	12+100,00	1,00	Resiliência
12+100,00	12+300,00	0,20	Reconstrução
12+300,00	13+870,00	1,57	Resiliência

Figura 6: Classificação dos trechos - Reconstrução e Resiliência

Para fins de classificação da intervenção como reconstrução ou resiliência, foram utilizados como referência o relatório técnico de 2018 com Projeção do Tráfego e do número N, e o relatório gerencial das rodovias do Estado, elaborado em 2021/2022. Com base nessas informações, foi possível determinar se as intervenções necessárias têm como objetivo apenas restaurar a funcionalidade original (reconstrução) ou se incluem medidas para adaptar e fortalecer a estrutura, preparando-a para enfrentar futuros eventos adversos (resiliência).

No arquivo em anexo temos a projeção de tráfego do número N para o período atual (2025) e para o ano de estudo (2030).

Os demais estudos referidos acima, podem ser encontrados em Anexo.

5. SERVIÇOS PRELIMINARES

Os serviços preliminares necessários para garantir a segurança e a trafegabilidade são fundamentais para estabilizar a área e permitir a realização dos levantamentos, estudos e ensaios necessários para o projeto executivo. A empresa responsável pelo contrato de recuperação deve adotar medidas imediatas para minimizar os riscos à segurança dos usuários e das equipes de trabalho.

A seguir, estão listados os principais serviços preliminares que deverão ser executados:

A. Sinalização de Emergência e Controle de Tráfego

Primeiramente deverá ser realizada a instalação de sinalização provisória adequada para alertar os usuários sobre as condições da rodovia, com placas de advertência, cones e barreiras de proteção ao longo dos trechos afetados. Poderão ser implementados sistemas de controle de tráfego, como sinalização semafórica ou de mão única, especialmente em pontos críticos, garantindo o fluxo seguro de veículos até a reabilitação completa. Se necessário, trechos da rodovia poderão ser interditados temporariamente.

B. Limpeza e Desobstrução da Pista

É essencial realizar a remoção imediata de detritos, como pedras, galhos, lama e qualquer material que esteja obstruindo a via. Essa limpeza inicial é fundamental para permitir a passagem segura de veículos e equipamentos, além de prevenir novos deslizamentos ou alagamentos que possam agravar a situação.

C. Estabilização Provisória de Encostas

Nos trechos em que ocorreram deslizamentos de terra ou que apresentam risco iminente de novos deslizamentos, é necessário executar intervenções temporárias de contenção. Isso pode incluir a instalação de lonas plásticas ou geotêxteis sobre as encostas expostas, estruturas provisórias de contenção com sacos de areia ou muros de suporte temporários, e drenagem superficial para reduzir a infiltração de água nas áreas instáveis.

D. Reparos Temporários no Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem deve ser restabelecido provisoriamente para evitar novos alagamentos e garantir o escoamento adequado das águas pluviais. Isso pode incluir a desobstrução de bueiros e canaletas, limpeza de valas de drenagem e a instalação de tubulações provisórias em trechos críticos. A drenagem temporária deve garantir que a água não fique acumulada na pista, o que poderia comprometer ainda mais a segurança.

E. Reparos de Emergência no Pavimento

Nos segmentos do pavimento que sofreram danos severos, como afundamentos, erosões ou panelas, devem ser realizados reparos de emergência para garantir a trafegabilidade até a execução das obras definitivas. Isso pode incluir a aplicação de material granular ou asfáltico de caráter provisório para nivelar a superfície e permitir o trânsito seguro de veículos.

F. Monitoramento e Inspeção Contínua

Durante a execução dos serviços preliminares, é crucial que a empresa realize monitoramento contínuo das condições da rodovia e das áreas adjacentes. Técnicos especializados devem inspecionar diariamente as encostas, as condições de drenagem e o estado do pavimento para identificar qualquer risco iminente que possa exigir ações emergenciais adicionais.

G. Instalação de Proteções Temporárias em Áreas Sensíveis

Nas áreas próximas a rios, cursos d’água ou em regiões com infraestrutura sensível (como pontes e viadutos), pode ser necessário instalar proteções temporárias, como barreiras de contenção de água ou estruturas que evitem o desgaste das margens e protejam a integridade das obras de arte especiais.

6. SOLUÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO

Diante dos danos severos causados pela calamidade climática previamente mencionada, torna-se imperativa a realização de reparos que restabeleçam

plenamente as condições de trafegabilidade e segurança da rodovia. Em resposta a essa necessidade, o DAER, junto ao CAT, iniciou um processo de análise que resultou no estudo de soluções técnicas padronizadas para a restauração e reconstrução do pavimento.

Com base em levantamentos de campo e na elaboração de uma nota técnica pelas equipes de consultoria, foram coletados dados detalhados sobre os danos sofridos pela rodovia. A partir dessas informações, foi possível desenvolver um gráfico unifilar que relaciona as soluções de engenharia projetadas para os diferentes trechos da via, conforme as patologias observadas. Esse levantamento também permitiu a quantificação dos serviços propostos a serem executados, bem como a elaboração de uma estimativa de custos.

Portanto, o projeto executivo a ser desenvolvido pela empresa contratada deverá, com base em estudos, ensaios e parâmetros, definir a solução mais adequada para cada trecho. Como o levantamento preliminar foi feito em segmentos de 200 metros, os pontos de remendo profundo foram convertidos em percentuais para gerar uma representação gráfica no unifilar.

A avaliação técnica revelou que o pavimento se encontrava em um estágio avançado de deterioração, caracterizado por trincamentos significativos, trilhas de roda acentuadas e panelas de grandes proporções em diversos pontos críticos da rodovia. Essas observações foram feitas durante o levantamento expedito realizado in loco.

O desenvolvimento das soluções de reconstrução do pavimento teve como base, também, um estudo gerencial de rodovias realizado pelo DAER. Este estudo utilizou como dados de entrada os levantamentos de caracterização da malha de 2021/2022 e as contagens de tráfego efetuadas em 2018. Foram considerados os dados sobre as condições da pista de rolamento levantados em 2021 e 2022, ou seja, antes dos eventos climáticos ocorridos em maio de 2024. As soluções obtidas por meio desse relatório gerencial foram tomadas como comparativas às soluções subsidiadas pelo levantamento atual de campo após as enchentes. Preconizando-se as soluções mais robustas para o pavimento do trecho.

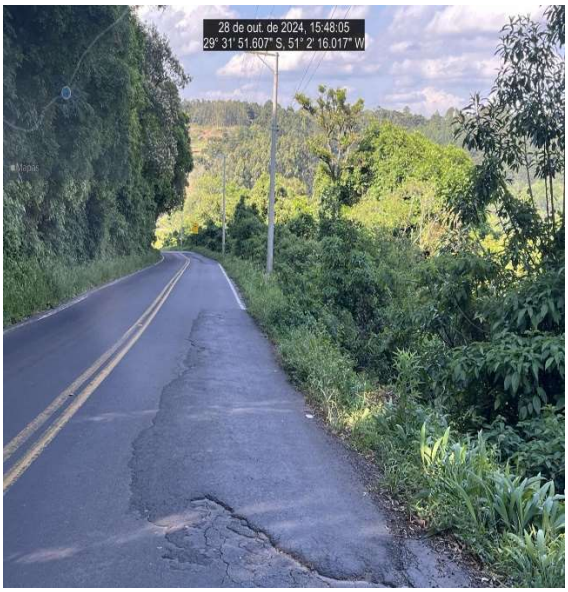
Estudo unifilar realizado, encontra-se no Anexo, ao final deste documento.

Segue a comparação entre as soluções adotadas no unifilar e as obtidas no estudo gerencial das rodovias.

LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO - LVC (DNIT-PRO.008/2003) | **LEVANTAMENTO EXPEDITO** (STE maio/2024)

Rodovia: 873VRS0010
Pista: Simples
Trecho: km 0.000 ate km 13.870

Inicio	Fim	ICPF	IGGE	IES	Código	Conceito	km	Solução					Solução adotada
								Contenções	Reperf./Binder (cm)	Recapeamento (cm)	Fresagem (%)	Remento Superficial (%)	Remendo Profundo (%)	
5,200	5,400	4,5	1	0	A	Ótimo	5,200						25%	Remendo Profundo
5,400	5,600	3,6	20	0	A	Ótimo	5,400							Remendo Profundo



5,34 km (Pavesys 2021)	5,34 km (STE 2024)

Tabela 1: Comparativo - km 5+340

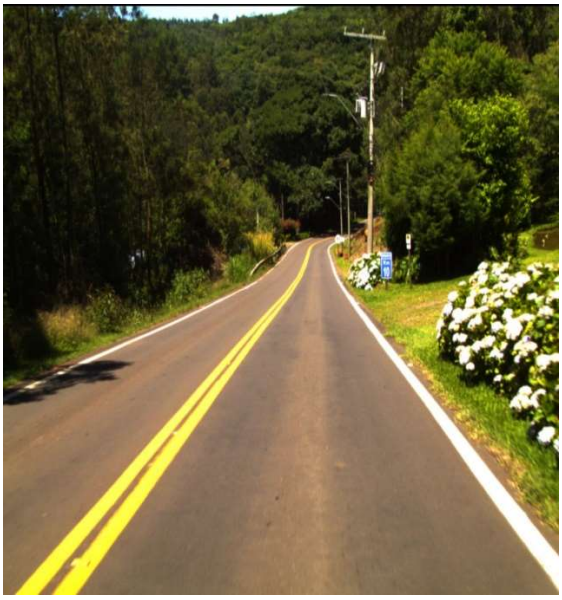
LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO - LVC (DNIT-PRO.008/2003) | **LEVANTAMENTO EXPEDITO** (STE maio/2024)

Rodovia: 873VRS0010

Pista: Simples

Trecho: km 0.000 ate km 13.870

Inicio	Fim	ICPF	IGGE	IES	Código	Conceito	km	Solução				Remento Superficial (%)	Remendo Profundo (%)	Solução adotada
								Contenções	Reperf./Binder (cm)	Recapeamento (cm)	Fresagem (%)			
9,400	9,600	4,5	0	0	A	Ótimo	9,400			5cm				Recapeamento (5cm)
9,600	9,800	4,6	0	0	A	Ótimo	9,600							Recapeamento (5cm)
9,800	10,000	4,5	0	0	A	Ótimo	9,800							Recapeamento (5cm)
10,000	10,200	4,3	0	0	A	Ótimo	10,000					40%		Remendo Superficial



10,0 km (Pavesys 2021)

10,0 km (STE 2024)

Tabela 2: Comparativo - km 10+000

6.1. RECONSTRUÇÃO

A solução para a reconstrução do pavimento degradado, com a execução de remendos profundos aliados à aplicação de 5 cm de binder e 5 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), é tecnicamente viável devido à sua capacidade de tratar tanto as camadas inferiores quanto superiores do pavimento. O remendo profundo corrige as falhas estruturais em pontos ou segmentos específicos, enquanto o binder oferece uma transição eficaz, garantindo maior resistência à deformação e trincas. As camadas de CBUQ, por sua vez, proporcionam excelente resistência ao tráfego intenso e condições climáticas adversas, assegurando durabilidade e segurança.

Do ponto de vista econômico, embora a solução exija um investimento inicial maior, ela se destaca pela sua relação custo-benefício a longo prazo. Soluções superficiais, como recapagens ou tratamentos temporários, tendem a necessitar de manutenções frequentes, aumentando os custos ao longo do tempo. Já a solução com binder e CBUQ oferece maior durabilidade, reduzindo significativamente a necessidade de intervenções futuras e, consequentemente, os custos com manutenção.

Além disso, essa técnica é amplamente reconhecida e aplicada, garantindo uma execução eficiente e rápida. A combinação de remendos profundos, binder e CBUQ se adapta bem às condições gerais da via e oferece uma solução robusta, com uma vida útil prolongada em comparação com outras opções de reparo.

6.2. RESILIÊNCIA/RESTAURAÇÃO

A solução de resiliência definida para o trecho de rodovia com pavimento danificado, que inclui remendos superficiais, reperfilagem de 3 cm e a aplicação de 5 cm de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), capa, apresenta-se como uma solução técnica consolidada e eficaz. A reperfilagem desempenha um papel crucial nesse processo, pois atua na regularização da superfície do pavimento,

corrigindo as deformações e ondulações que afetam a qualidade do rolamento e a distribuição uniforme das cargas.

O uso da reperfilagem não só corrige defeitos superficiais, mas também melhora o desempenho estrutural do pavimento ao restaurar a uniformidade da camada de base e da superfície, essencial para evitar a progressão de danos mais severos, coibindo a reflexão de patologias. Essa técnica minimiza o surgimento de trincas e deformações posteriores, que são comuns em pavimentos irregulares. Além disso, a reperfilagem garante que a camada de CBUQ seja aplicada de forma nivelada, o que potencializa a resistência mecânica e a durabilidade do pavimento.

Soluções sem a execução destes dois revestimentos, reperfilagem e capa, correm o risco de refletir as irregularidades do revestimento remanescente, o que compromete a durabilidade e funcionalidade do novo pavimento.

7. DRENAGEM

A partir da inspeção de campo para identificar os pontos atingidos e das patologias levantadas na Nota Técnica, o anteprojeto teve como objetivo alinhar as informações obtidas previamente, buscando tanto solucionar as deficiências identificadas quanto definir as necessidades de intervenção.

Os dados apontados na Nota Técnica, reforçando a necessidade de uma revisão dos sistemas de drenagem da rodovia. A análise técnica indicou que, para mitigar os riscos de alagamentos e preservar a integridade da rodovia, serão necessárias intervenções corretivas e preventivas. Essas medidas incluirão o redimensionamento das sessões de drenagem e a adequação dos dispositivos existentes, de modo a garantir uma maior capacidade de escoamento e resistência aos eventos climáticos futuros.

Levando essas premissas em consideração, foi quantificado uma taxa, especificamente no que se refere aos elementos de drenagem. Esta é definida através da recorrência de patologias no trecho levantado, que indicam danos ao

sistemas de drenagem. Dessa forma, toda a extensão da rodovia terá suficiência hidráulica frente ao novo padrão de pluviometria observado.

A seguir, estão elencados os dispositivos e serviços conforme os levantamentos de campo:

A. Bueiros

Durante a avaliação, foi constatado que muitos bueiros apresentam obstruções significativas devido ao carreamento de sedimentos e detritos, limitando a sua capacidade de escoamento. Alguns bueiros estavam completamente soterrados ao severamente danificados, exigindo reconstrução completa. A maior parte dos dispositivos precisará de limpeza, desassoreamento e, em casos mais graves, substituição por bueiros de maior capacidade para acomodar o novo regime pluviométrico.

B. Valetas de Drenagem

As valetas laterais, projetadas para coletar e direcionar o escoamento pluvial, apresentam sinais de erosão acentuada e assoreamento por materiais coluvionares. A recuperação dessas estruturas exigirá a desobstrução, reabilitação das bordas e a restituição de sua seção para absorver volumes de água maiores.

C. Sarjetas de Concreto

Observou-se que as sarjetas de concreto, usadas em áreas de taludes, sofreram danos por deslizamento do material e recalque das encostas. Sugere-se a reavaliação da sessão hídrica e a reconstrução de segmentos danificados.

D. Drenos Longitudinais Profundos

Foram previstos drenos nos locais onde verificou-se afloramento de água no revestimento ou pelo pavimento apresentar deformações plásticas características de insuficiência de drenagem. Estas extensões levantadas

foram quantificadas e indicou-se a implantação de novos drenos com a finalidade de aumentar a capacidade hídrica da rodovia.

E. Estruturas de Dissipação de Energia

Os dispositivos de dissipação de energia são críticos para reduzir a velocidade da água, observou-se que alguns desses dispositivos foram totalmente destruídos ou severamente danificados. Em áreas críticas, onde a erosão removeu por completo as proteções, será necessária a reconstrução total dessas estruturas, utilizando técnicas mais robustas para dissipar a energia das chuvas intensas.

F. Caixas de Passagem

Essas estruturas, projetadas para permitir a transição de grandes volumes de água sob a rodovia, também foram severamente impactadas. Observou-se que as caixas de passagem apresentavam tanto obstruções causadas por sedimentos quanto danos estruturais devido à pressão hidráulica. A intervenção exigirá a reconstrução parcial ou total dessas estruturas.

A quantificação dos serviços para cada dispositivo será baseada na extensão dos danos observados em campo e na necessidade de adequar cada estrutura ao novo regime pluviométrico, levando em consideração o aumento da intensidade e frequência das chuvas.

O trecho rodoviário em questão apresenta um acúmulo de demandas de manutenção, agravado pelas obstruções causadas por um recente evento climático extremo com grandes precipitações. Esse evento provocou o carreamento de sedimentos, detritos e vegetação para os dispositivos de drenagem, resultando em bloqueios significativos que dificultam a avaliação precisa de suas condições estruturais. A combinação entre as demandas de manutenção pendentes e os impactos das chuvas intensas deixou bueiros, valetas e canaletas parcialmente bloqueados, ocultando possíveis patologias, como fissuras, recalques ou colapsos.

Sem a realização de serviços de limpeza e desobstrução, o levantamento técnico seria prejudicado, já que as reais condições dos dispositivos de drenagem continuariam encobertas por essas barreiras naturais e artificiais.

Nesse contexto, torna-se essencial realizar serviços de manutenção corretiva para desobstruir os dispositivos de drenagem afetados, possibilitando um levantamento mais preciso das condições e danos resultantes do evento climático. Essas intervenções são fundamentais para garantir a obtenção de dados confiáveis e detalhados, indispensáveis à elaboração de um projeto executivo que oriente de forma eficaz a reconstrução e o reparo da rodovia. Além de facilitar um diagnóstico mais preciso, a manutenção assegura que o dimensionamento das intervenções reflita fielmente as condições reais do trecho, garantindo que as obras sejam planejadas e executadas de maneira eficiente e eficaz.

Visando assegurar a eficiência e a durabilidade das intervenções realizadas na rodovia, após a desobstrução inicial dos dispositivos de drenagem e a coleta de dados sobre as condições do pavimento, seja dada continuidade às ações de manutenção de forma programada e preventiva. Estas ações visam não apenas restaurar as condições de tráfego e segurança, mas também evitar o agravamento de problemas futuros e preservar os investimentos realizados. A manutenção de maneira contínua e rotineira permite a antecipação de eventuais desgastes e danos, minimizando riscos e garantindo que a infraestrutura rodoviária se mantenha em bom estado ao longo do tempo.

Conforme as diretrizes apontadas acima, entre os serviços a serem executados, de acordo com Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do DNIT, estão:

- **Limpeza de valetas e sarjetas:** (Código SICRO 1114101), que consiste na remoção de sedimentos, detritos e vegetação que possam comprometer o fluxo adequado de água;
- **Desobstrução de bueiros e dispositivos de drenagem subterrânea:** (Código SICRO 1120301), para garantir que o escoamento das águas pluviais ocorra de forma eficiente, evitando alagamentos;

- **Reconformação de taludes e encostas para evitar erosões e desmoronamentos:** (Código SICRO 13111010), o serviço visa estabilizar encostas adjacentes à rodovia, as quais apresentam riscos iminentes de erosão devido à ação das chuvas ou saturação do solo;

8. SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO

Os danos causados ao pavimento e às estruturas da rodovia VRS-873 foram documentados na Nota Técnica, enquanto os deslizamentos de maciços e quedas de encostas foram detalhados nas Fichas Cadastrais em anexo, que categorizam os tipos e volumes dos escorregamentos ocorridos. Com base nesse levantamento, foram definidas as soluções mais adequadas para a contenção e recuperação das áreas afetadas. No anteprojeto simplificado, as primeiras ações incluem a remoção de sedimentos e materiais acumulados pelas enchentes e a limpeza do entorno para preparar o terreno. Em seguida, conforme as especificidades de cada ocorrência, foram estabelecidas soluções técnicas com caráter estimativo: a utilização de chavetas para estabilização de quedas de barreiras; solo grampeado, uma solução eficaz para encostas instáveis, que reduz o risco de quedas de maciços de grandes dimensões; estruturas de gabião e cortinas atirantadas para contenção de encostas;

As condicionantes que guiam a escolha da solução de engenharia incluem a probabilidade de novos escorregamentos nas áreas de corte, o risco de aumento de recalque em áreas de aterro após fissuras iniciais e a ocorrência de rompimento total ou parcial da via.

As soluções de engenharias aqui contidas no anteprojeto deverão ser tomadas como sugestões. Somente o Projeto Executivo, respaldado por ensaios geotécnicos e sondagens, estabelecerá a solução técnica mais adequada.

Segue o detalhamento das soluções sugeridas neste anteprojeto.

8.1. CHAVETA

Em encostas onde houveram danos à estrutura do corpo estradal, foi sugerida a execução de um muro de rocha com chaveta de travamento para reconstruir o talude. O método construtivo consiste na escavação do talude até a sua base ou, caso possível, até ser atingida uma rocha sã, para oferecer o devido suporte à estrutura. Seguido da escavação de vala para a execução da chaveta de travamento, que deverá ser constituída de material íntegro e de resistência satisfatória para este tipo de carregamento, como por exemplo pedra detonada. Para a segurança e estabilidade de toda a estrutura são feitos drenos profundos, de preferência com tubos PEAD, para drenar a água de dentro do corpo do maciço. Na sequência, é erguido o restante do corpo do talude com material pétreo, a superfície desta estrutura deve receber tratamento contra a erosão e percolação de água, no caso de uso de pedra de mão para a execução da estrutura pode ser utilizado concreto magro nesta proteção superficial. Por fim, no topo do talude é necessário também o dimensionamento de drenagem para retirar a água que porventura possa se empossar no local.

Em casos específicos pode ser previsto ainda o deslocamento do eixo da rodovia para montante do ponto, criando maior espaço para trabalho das máquinas e aliviando a inclinação do aterro construído. Na região de montante de cada ponto também deverá ser instalada ou recuperada os dispositivos de drenagem superficial e profunda, novamente, garantindo maior segurança e estabilidade à estrutura com o correto escoamento da água.

8.2. GABIÃO E CORTINA ATIRANTADA

Devido a instabilidade das encostas ocasionadas pela precipitação, há uma preocupação de que a acomodação do solo com o peso d'água causado pela sua percolação gere mais deslizamentos de massa. As soluções para esta questão foram concebidas na forma de muros gabião e de cortinas atirantadas.

O muro de gabião funciona como um muro de gravidade para conter movimentos coluviais ou materiais que caiam sobre a pista decorrente de novos escorregamentos das encostas. Ainda, dispositivos de drenagem como drenos profundos, sarjetas trapezoidais e descidas d'água devem ser instalados como complementos da estrutura.

Já a cortina atirantada é um tipo de contenção cuja estrutura se baseia em um muro de concreto fixado a uma superfície através de tirantes protendidos e ancorados à parede de concreto, projetadas com um comprimento estimado de 10 a 40 metros dentro do terreno. As cortinas são contenções significantemente mais robustas em relação ao gabião, porém também necessitam de elementos drenantes que aliviam a pressão hidrostática da estrutura como drenos horizontais e um filtro de areia.

8.3. SOLO GRAMPEADO

A solução de solo grampeado foi proposta com o objetivo de estabilizar encostas e mitigar quedas acentuadas de maciços de grande magnitude, visando garantir a segurança e a continuidade do tráfego na rodovia. Esta técnica consiste na introdução de elementos metálicos, denominados grampos, que são inseridos diretamente no solo para reforçar a estrutura do maciço e reduzir o risco de movimentações indesejadas. Ao melhorar a coesão e a resistência da massa de solo, o solo grampeado é uma medida eficaz para antecipar deslizamentos, permitindo a adaptação do terreno às cargas e pressões de forma segura e duradoura.

Além disso, essa técnica pode ser aplicada com agilidade e minimiza a necessidade de grandes movimentações de terra, reduzindo o impacto ambiental. A solução é especialmente indicada para áreas onde o risco de desmoronamento compromete tanto a segurança dos usuários quanto a utilização da rodovia. O solo grampeado permite que a estrutura do maciço seja estabilizada de forma eficaz, evitando interrupções no tráfego e aumentando a vida útil da infraestrutura viária.

8.4. DIMENSIONAMENTO DAS SOLUÇÕES DE CONTENÇÃO

As fichas de caracterização dos deslizamentos serviram de base para a sugestão das soluções de contenção mais adequadas a cada situação específica. A metragem quadrada de cada deslizamento, levantada em campo, foi o dado essencial para a estimativa de custo de cada solução. Para cada tipo de contenção descrita, foi desenvolvido um projeto básico com o objetivo de calcular o valor por metro quadrado (m²), facilitando a obtenção do custo estimado das intervenções.

O processo de estimativa de custos seguiu uma metodologia estruturada, que envolveu a coleta de dados de campo, a classificação das áreas afetadas e a definição das soluções de contenção mais apropriadas para cada caso. As fichas cadastrais utilizadas seguiram a instrução normativa IS-112/21 (Instrução de Serviço Para Estudos e Projetos Crema) do DAER, garantindo a padronização e a consistência dos dados levantados.

Após a definição das soluções, foi realizada a medição da área total afetada por cada deslizamento, levando em consideração a área vertical das encostas que necessitam de intervenção. Com a metragem quadrada de cada encosta estabelecida, aplicaram-se os valores específicos por metro quadrado (m²) de cada técnica de contenção previamente calculada.

Embora a metodologia utilizada ofereça uma estimativa de custo sólida, fundamentada em levantamentos de campo e critérios técnicos, o valor final pode ser ajustado conforme a realização de ensaios geotécnicos e sondagens detalhadas, além de eventuais mudanças nas soluções de contenção que poderão ser propostas no projeto executivo.

9. SINALIZAÇÃO

Durante as avaliações realizadas nos trechos impactados pela situação de calamidade, com foco principal na estrutura do corpo estradal e nas áreas adjacentes, foi constatada a insuficiência de sinalização horizontal e vertical, comprometendo a segurança e a orientação dos usuários. Embora essas deficiências tenham sido observadas, é necessária uma análise mais detalhada e específica das condições de sinalização ao longo da via, a fim de assegurar uma adequação completa às normas de trânsito vigentes.

Recomenda-se a implementação de nova sinalização horizontal em toda a extensão do trecho trabalhado, visando melhorar a visibilidade e a organização do fluxo de veículos. Além disso, deverá ser realizada a recuperação parcial da sinalização vertical, incluindo placas de regulamentação, advertência e marcos quilométricos. Esses elementos devem ser revisados, limpos e, se necessário, substituídos, para garantir a durabilidade e a eficácia das sinalizações, de modo a atender plenamente aos padrões de segurança rodoviária.

A fim de garantir a sinalização do trecho rodoviário e em conformidade com as normas estabelecidas, é imprescindível uma rotina de manutenção preventiva. Essa prática não apenas reforça a durabilidade dos dispositivos de sinalização, mas também contribui para a conservação da infraestrutura rodoviária. A manutenção periódica permitirá a correção de danos na sinalização, reduzindo os riscos ao longo da rodovia.

A manutenção dos elementos de sinalização vertical ao longo do trecho é essencial para garantir a segurança dos usuários da rodovia, especialmente em casos onde os dispositivos podem ter sido danificados por colisão de veículos. Os serviços necessários incluem a substituição de placas danificadas ou derrubadas, que envolve a remoção dos componentes comprometidos e a instalação de novas placas. Além disso, deve-se realizar a revisão da fixação e alinhamento das placas, garantindo que estejam corretamente posicionadas e visíveis aos motoristas.

Outros serviços incluem a limpeza e desobstrução das placas , removendo sujeira, vegetação ou materiais que possam obstruir a visibilidade dos sinais, e a reparação das bases e suportes, especialmente em casos de colisões que possam

ter afetado a estrutura de sustentação das placas, comprometendo sua estabilidade. Em áreas críticas, onde há alta incidência de sinistros, deve-se considerar a implantação de proteções, como barreiras físicas, para minimizar danos futuros.

Essa manutenção garante que os elementos de sinalização estejam sempre operacionais, fundamental para a segurança na VRS-873, onde as condições do traçado geométrico e condições climáticas podem aumentar os riscos de acidentes.

10. CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

Os serviços de conservação rodoviária a serem executados foram subdivididos em duas categorias, os serviços preliminares e a conserva rotineira. Considerou-se que Serviço Preliminar é todo e qualquer serviço de limpeza da plataforma da rodovia e áreas adjacentes necessário para o acesso aos dispositivos de drenagem e da própria rodovia em casos específicos de deslizamentos. Para fins de levantamento de previsão de quantidades foi considerada uma largura de limpeza igual à 5 metros para cada lado da rodovia, contando com o destocamento de indivíduos vegetais com diâmetro maior que 15cm.

Por outra via, os serviços de conservação rotineira contemplam atividades usuais de conserva rodoviária como roçadas mecanizadas e manuais para a faixa de domínio, a limpeza e desobstrução de bueiros e dispositivos de drenagem e a limpeza e recomposição de placas de sinalização. A quantificação destes serviços se baseou nos quantitativos utilizados nos contratos ativos de conserva da Autarquia.

Esta subdivisão foi motivada pelo Regimento do DAER de que duas empresas de engenharia não podem ter a responsabilidade de manter as condições de segurança e trafegabilidade de um mesmo trecho da rodovia. Uma vez que a vencedora do certame de que trata este Anteprojeto Simplificado assumir a responsabilidade do trecho, este ficaria desamparado pelo contrato de conservação, sendo assim necessário a inclusão dos serviços de custeio ao contrato. A prática foi estabelecida, anteriormente, e bem sucedida, nos contratos de CREMA e a alocação da verba para estes serviços será de responsabilidade da Autarquia. Ressalta-se que

a verba destinada ao pagamento da Conserva Rotineira, somente, será provida de recursos do DAER.

11. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Nos locais críticos para a preservação de taludes, foram quantificados meio-fios de concreto a serem instalados, a partir dos dados dos levantamentos. Esses meio-fios direcionarão o escoamento das águas pluviais para pontos específicos de descida, reduzindo a erosão e protegendo a estabilidade do solo. Além disso, é essencial incluir o plantio de grama para a recuperação das áreas de talude desgastadas, melhorando a contenção superficial e a vegetação protetiva ao longo da rodovia.

Para otimizar o processo de revegetação, recomenda-se a aplicação de técnicas de hidrossemeadura, promovendo uma cobertura uniforme e acelerada do solo. A instalação, recolocação ou reparo (quando danificados) de cercas de quatro fios, defensa metálica, são medidas fundamentais para garantir a segurança dos usuários e a integridade das áreas adjacentes à rodovia. Esses dispositivos adicionais devem ser considerados indispensáveis para proteger os usuários da rodovia, bem como quaisquer outros elementos de segurança necessários.

Esses serviços complementares desempenham um papel vital na manutenção e melhoria da infraestrutura rodoviária, contribuindo para a estabilidade dos taludes e para a eficiência do sistema de drenagem. A execução de todas as atividades deve seguir as melhores práticas e normas técnicas aplicáveis, assegurando que os resultados sejam duradouros, eficazes e atendam às expectativas de segurança e conforto dos usuários da via.

12. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Como finalidade dentro deste anteprojeto simplificado está a elaboração de uma estimativa de custos para a realização da licitação para execução das obras propostas neste anteprojeto. Como metodologia para a definição desta estimativa, seguiu-se a IN-003/24 do DAER. Nela determina-se que as bases de custos adotadas para a obtenção dos valores sejam o SICRO e o CMG (Custos Médios Gerenciais), ambas elaboradas pelo DNIT e utilizadas em todas as suas contratações. O DAER vem utilizando a metodologia do SICRO, desde 2021, para a elaboração dos seus orçamentos de obras. Já o CMG foi adotado na contratação integrada de empresas de engenharia para a construção da ponte sobre o Arroio Carvalho, na ERS-030, e da ponte sobre o Arroio Morro Azul, na ERS-494.

Os valores para a remuneração de Mobilização e Desmobilização, Administração Local e Canteiro de Obras foram calculados a partir dos Custos Médios Gerenciais. O método permite ajustar o valor para o tipo de intervenção a ser realizada na via, neste caso Recuperação. A partir da definição obtém-se o porte da obra, em função do tempo de execução e da extensão do trecho, e em conjunto com os dados de Classe da rodovia e do tipo de terreno em que ela se situa é possível obter os valores.

As intervenções de longa extensão tiveram seu custo estimado com base no levantamento de campo expedito realizado pelas equipes. Estes levantamentos geraram um gráfico unifilar de onde as quantidades de cada serviço puderam ser extraídas. Já para as intervenções pontuais, como deslizamentos de encostas e danos às obras de arte, formulou-se soluções tipo de onde se originaram quantitativos em função das áreas atingidas por cada aplicação.

Diante dos elementos apontados, considerou-se o uso das duas metodologias de modo integrado a melhor forma para a obtenção de custos para contratação. Vide a variabilidade dos preços dos insumos e mão de obra apresentados no estado nos meses subsequentes à enchente, gerando uma distorção nos custos obtidos por cotações. Ainda, os Custos Médios Gerenciais trazem valores baseados na condição prévia da economia, dando maior credibilidade à estimativa.

Por fim, foi calculado uma estimativa de valor para pagamento do ISSQN, imposto municipal, com base no valor da maior alíquota dentre as cidades do trecho. Esta decisão leva em conta a impossibilidade, no momento, de estabelecer o volume de serviços dentro do território de cada município, assim tomando a maior alíquota se garante a segurança financeira do contrato no futuro.

13. PROJETO EXECUTIVO

Com base no modelo de Contratação Integrada, a Contratada é responsável por elaborar e desenvolver os projetos básico e executivo, executar obras e serviços de engenharia nos moldes da Lei Nº 14.133, de 1º de abril de 2021, considerando ainda os efeitos da Lei 14.981, de 20/09/2024.

No que tange o objeto deste anteprojeto, a obtenção de valor estimado para a remuneração de elaboração de projeto executivo completo e orçamento para cada disciplina a ser desenvolvida foi feita com base na Nota Técnica de Referência para Orçamento de Projetos, onde utilizou-se a Tabela de Consultoria do DNIT, descrita no documento.

A Nota Técnica de Referência para Orçamento de Projetos traz os elementos básicos necessários nas etapas de Estudo e de Projeto Executivo a serem entregues para a avaliação do DAER. As diretrizes sobre os projetos são abordadas em mais detalhes no Termo de Referência para a contratação.

14. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente volume, denominado Volume Único - Anteprojeto Simplificado de Reconstrução e Resiliência Rodoviária - Eventos Climáticos, contém 29 folhas numeradas em ordem crescente e anexos.

Porto Alegre, novembro de 2024.

Eng. Carlos Augusto Monser
CREA/RS 77620-D
Coordenador CAT/Região Sudeste