



E. ESTUDOS GEOTÉCNICOS



E. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

E.1 INTRODUÇÃO

Os Estudos Geotécnicos têm como finalidade obter informações do solo da região onde está inserida a rodovia ERS-143, trecho Entroncamento ERS-143 – Engenho Velho, com extensão aproximada de 8,80 km, e avaliar as condições do subleito por meio de sondagens e ensaios de reconhecimento do solo a fim de fornecer os elementos necessários a elaboração dos projetos Geométrico, Terraplenagem e Pavimentação.

O trecho tem início no km 0+000 (interseção com o trecho SRE 143ARS1005 aproximadamente no km 18,26), e se desenvolve-se por 8.134,08 km no sentido ao município de Engenho Velho. A orientação geral do traçado coincide com a estrada existente, buscando-se dotar o trecho de características satisfatórias, compatíveis com os níveis técnico-econômicos esperados. Também são seguidas as definições já estabelecidas no projeto original desenvolvido no ano de 2013 pela empresa Magna Engenharia Ltda, fornecido pelo DAER e objeto desta readequação. No desenvolvimento do trecho de projeto, são também projetadas 3 interseções: no km 0+000, no km 4+075 e no km 7+650; e 15 acessos locais.

Nesse estudo será apresentada a análise estatística da readequação do projeto, unificando a campanha de sondagem executada no ano de 2013 pela empresa Magna a 1ª campanha complementar executada no ano de 2023 e a 2ª campanha complementar executada no ano de 2024.

Destaca-se que devido a reduzida extensão do trecho, aproximadamente 8,80 km, e a pequena extensão das interseções, não foi considerada a separação do trecho em segmentos menores. Assim, todas as amostras foram analisadas considerando um segmento único, aplicado a linha geral e as interseções visando aumentar o número de amostragem e consequentemente a precisão do estudo, a análise estatística foi elaborada sobre a soma de todas as amostras coletadas. O Volume Anexo 1B apresenta os Quadros Resumos dos ensaios realizados.

E.2 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

E.2.1 Sondagem do subleito à trado

As investigações do subleito realizadas no projeto original foram executadas a trado e/ou a pá e picareta e, com coleta de amostras. A profundidade mínima investigada foi de 1,00m abaixo do greide de terraplenagem projetado sendo a amostragem realizada nos diversos horizontes de



solo detectado. As sondagens realizadas na nova campanha foram executadas onde houve a necessidade de alteração de greide, ocasionando a demanda pela complementação de modo que a profundidade dos furos ficasse a no mínimo 1,0 m abaixo do greide de terraplenagem. Onde não houve a alteração de greide na readequação do projeto, foram mantidas as sondagens a executadas na campanha de 2013, no projeto original.

As sondagens foram executadas com espaçamento de 100 em 100 metros, variando entre eixo e bordos.

Como já citado, no Projeto de Readequação, devido a ajustes no greide de terraplenagem, houve a necessidade de complementação das investigações. Foram executadas sondagens pontuais onde o greide de terraplenagem foi rebaixado, visando manter a profundidade de 1,00 abaixo do referido greide. Foram executados 64 novos furos à trado e 1 janela de inspeção na interseção do km 0+000, somando 121 horizontes analisados.

Observa-se também, que após a revisão do greide terraplenagem e a inclusão dos novos furos de sondagem, 37 atingiram o impenetrável, indicando que abaixo do horizonte B encontra-se material pétreo confirmando a descrição apontada nos estudos geológicos.



Quadro 1 – Locais onde as sondagens atingiram o impenetrável.

km	Profundidade (m)	Situação em relação ao greide de terraplenagem	Providência
0+300	0,40	Abaixo do greide	-
0+700	0,50	Aterro	-
1+400	2,20	Abaixo do greide	-
1+600	0,80	Aterro	-
1+800	2,10	Aterro	-
1+900	0,60	Aterro	-
2+000	0,50	Aterro	-
2+100	0,86	Acima do greide	Camada Drenante
2+200	0,33	Acima do greide	Camada Drenante
2+300	0,60	Aterro	-
2+400	0,33	Acima do greide	Camada Drenante
2+500	0,41	Abaixo do greide	-
2+900	0,40	Aterro	-
3+000	0,85	Aterro	-
3+100	0,60	Aterro	-
3+200	0,36	Acima do greide	Camada Drenante
3+300	0,80	Abaixo do greide	Camada Drenante
3+700	0,70	Abaixo do greide	-
3+800	0,50	Aterro	-
4+000	1,50	Aterro	-
4+100	0,70	Acima do greide	Camada Drenante
4+200	1,00	Acima do greide	Camada Drenante
4+500	0,40	Aterro	-
4+600	0,50	Abaixo do greide	-
4+700	0,40	Aterro	-
4+800	0,42	Abaixo do greide	-
5+000	0,60	Aterro	-
5+300	1,50	Aterro	-
5+500	0,34	Acima do greide	Camada Drenante
5+800	0,70	Aterro	-
5+900	1,00	Aterro	-
6+200	3,81	Abaixo do greide	-
6+300	4,14	Abaixo do greide	-
6+500	2,61	Abaixo do greide	-
6+600	2,83	Abaixo do greide	-
6+800	1,20	Aterro	-
6+900	1,02	Abaixo do greide	-
7+000	1,20	Aterro	-
7+100	3,02	Abaixo do greide	-
7+200	2,97	Abaixo do greide	-
7+300	1,60	Aterro	-
7+500	2,10	Abaixo do greide	-
7+800	1,00	Aterro	-
7+900	0,50	Aterro	-

Fonte: Consultoria de Projetos.

As observações quanto ao nível d'água foram realizadas em todas as sondagens, incluindo a nova campanha complementar. Após 24 horas, constatando-se que apenas 1 furo de sondagem intercepta o lençol freático, conforme relacionado no Quadro 2.



Quadro 2 – Furos de sondagem no subleito com presença de água.

km	Profundidade (m)	Situação em relação ao greide de terraplenagem	Providência
5+900	1	Abaixo do greide	Drenar

Fonte: Consultoria de Projetos.

E.2.2 Ensaios geotécnicos

Tanto para as amostras do Projeto Original quanto para as amostras do Projeto de Readequação, foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos em laboratório:

- Análise granulométrica por peneiramento;
- Limites de Atterberg (LL, LP);
- Compactação na energia do Proctor Normal; e
- Índice de Suporte Califórnia (ISC).

Os resultados destes ensaios de ambas as campanhas, bem como as classificações visuais e de solos, de acordo com a HRB/AASHTO, estão resumidos nas planilhas apresentadas no Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos.

E.2.3 Sondagem do subleito mista e rotativa

Nos locais onde não foi possível atingir a profundidade de 1 m abaixo do greide terraplenagem utilizando apenas o trado, foram utilizadas sondagens mistas e rotativas para este fim.

Ao longo da linha geral foram executadas 9 sondagens deste tipo, a saber:

- SM01 – 2,15m;
- SM02 - 3,50m;
- SM03 – 7,40m;
- SM04 – 2,00m;
- SM05 – 2,00m;
- SM07 – 2,70m;
- SM08 – 2,00m;
- SM09 – 4,50m; e
- SM014 – 3,00m.

Foram executadas na linha geral 29,25 metros de sondagens mistas e rotativas. Todos furos, até o limite da execução das sondagens, apresentaram rocha basáltica. De modo geral, as



sondagens indicaram a presença de basalto alterado, variando entre as cores amarelo, marrom e cinza. Não houve presença de nível d'água elevado. Em relação ao parâmetro RQD as amostras foram classificadas como Muito Pobre. Já com relação ao fraturamento, as amostras variaram entre muito fratura e extremamente fraturada. Os boletins de sondagens podem ser conferidos no Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos.

Pelo mesmo motivo citado anteriormente, houve a necessidade de sondagens mistas e rotativas nas interseções, a saber:

- Inter Km 0+000: SM09 – 3,80m;
- Inter Km 4+000: SM18 – 2,50m;
- Inter Km 4+000: SM19 – 2,50m;
- Inter Km 4+000: SM20 – 4,50m;

Foram executadas nas interseções 13,30 metros de sondagens mistas e rotativas. Todos furos, até o limite da execução das sondagens apresentaram, rocha basáltica. Assim como na linha geral, as sondagens indicaram a presença de basalto alterado, variando entre as cores amarelo, marrom e cinza. Não houve presença de nível d'água elevado. Em relação ao parâmetro RQD as amostras foram classificadas como Muito Pobre. Já com relação ao fraturamento, as amostras das interseções também variaram entre muito fratura e extremamente fraturada. Não houve execução de sondagem mista ou rotativa na interseção do Km 7+600. Os boletins de sondagens podem ser conferidos no Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos.

E.2.4 Sondagem SPT

Apenas na interseção do Km 7+600, houve a necessidade de sondagem SPT para verificação de presença de solos moles. A sondagem teve profundidade de 4,50m. As amostras variaram entre argila arenosa marrom e argila marrom. Apenas nos primeiros 95 cm a argila foi classificada como mole, com resistência a penetração de 30 cm variando de 4 a 6 golpes, este material será completamente removido devido ao greide de terraplenagem estar em corte aproximado de 2,60m neste local. A partir dos 95 cm até 2,90m foi classificada como resistência média, com resistência a penetração de 30 cm variando de 6 a 12 golpes. A partir de 2,90m, foi classificada como rija, com resistência a penetração de 30 cm variando de 12 a 38 golpes. Não foi constata a presença de nível d'água elevado. Os boletins de sondagens podem ser conferidos no Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos.



Nas demais regiões, a partir dos dados de maior confiabilidade obtidos nas inspeções e ensaios, as investigações geotécnicas indicaram a presença de camadas de solo com características adequadas em termos de resistência e compressibilidade, não sendo observadas formações que apresentem comportamento típico de solos moles.

E.2.5 Janela de inspeção

Na interseção do Km 0+000 foi executada uma janela de inspeção visando obter informações a respeito das características do pavimento existente na ERS-143, bem como, as características do subleito. As características do pavimento são as seguintes:

- Revestimento: CBUQ - 4 cm;
- Base: Brita Graduada de Basalto – 17 cm;
- Sub-base: Rachão – 23 cm; e
- Subleito: Argila arenosa amarela com basalto em decomposição – 76 cm.

Foram coletadas amostras do subleito e submetidas a ensaios de laboratório, resultando nos seguintes resultados:

- Classificação HRB: A7-6;
- LL: 54;
- LP: 30,7;
- D_{máx.}: 1.570;
- Hot.: 19,6;
- Exp.: 1,12; e
- ISC: 8.

Não houve presença de nível d'água elevado. Os boletins de sondagens podem ser conferidos no Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos.

E.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Conforme mencionado, para o Projeto de Readequação foram unificadas as campanhas de ensaios realizadas no ano de 2013, 2023 e 2024 em uma única data-base, de modo a atualizar os resultados dos estudos geotécnicos. Assim, de acordo com a classificação HRB, na qual os solos ensaiados são reunidos por grupos e subgrupos em função da granulometria e plasticidade, a



análise estatística das amostras válidas (solos e subleito) apresentou a distribuição características indicadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação HRB para os solos do subleito.

Grupo (HRB)	Sub Grupo (HRB)	Cor	ISC (%)	Frequência Absoluta	Frequência Relativa Sub Grupo	Frequência Relativa Grupo
A7	A7-5	Vermelho	8	12	14,46%	56,63%
	A7-5	Outras	-	11	13,25%	
	A7-6	Amarelo	6	9	10,84%	
	A7-6	Vermelho	8	9	10,84%	
	A7-6	Outras	-	6	7,23%	
A6	A-6	-	-	13	15,66%	15,66%
A2	A2-7	-	-	11	13,25%	26,51%
	A2-6	-	-	8	9,64%	
	A2-4	-	-	3	3,61%	
A1	A1-B	-	-	1	1,20%	1,20%
Total				83	100,00%	100,00%

Fonte: Consultoria de Projetos.

Observa-se que o subleito é constituído predominantemente de solos do grupo A-7, com frequência de 56,63% dos ensaios realizados. O grupo A-7 é caracterizado pelos solos finos argilosos. Na sua maior parte tratam-se de solos derivados da intemperização de rochas vulcânicas de caráter básico ou intermediário.

Pela Classificação HRB, os solos destes grupos tendem a apresentar, a rigor, comportamento regular a mau como subleito. Todavia, os resultados dos ensaios de Índice de Suporte Califórnia indicam valores satisfatórios, com baixa expansão (inferior a 2%) e ISC superior ou igual a 8%, pressupondo boa capacidade de suporte do subleito.

Destaca-se os solos classificados como A-7-5 e A-7-6, sendo predominantemente composto por partículas de argila, apresentando um índice de plasticidade entre 10% e 40% e um limite de liquidez na faixa de 35% a 65%. Isso significa que o solo possui uma significativa capacidade de se deformar sob tensões de cisalhamento pequenas quando em condições plásticas, sendo capaz de ser moldado quando úmido. Devido ao alto teor de argila, o solo tende a apresentar comportamento de expansão, nas amostras a média de expansão foi de 1,17%,

A fim mitigar os efeitos de valores atípicos e validar os resultados obtidos na análise estatística por grupos, o ISP também foi calculado pelo método cumulativo - desconsiderando os valores de ISC cuja expansão é maior que 2%. Os resultados estão apresentados no Quadro 4.



Quadro 4 – Quadro resumo de frequências por ISC.

ISC	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Relativa Acumulada
19	1	1,20%	1,20%
18	1	1,20%	2,41%
17	2	2,41%	4,82%
16	3	3,61%	8,43%
15	2	2,41%	10,84%
14	4	4,82%	15,66%
13	6	7,23%	22,89%
12	8	9,64%	32,53%
11	7	8,43%	40,96%
10	2	2,41%	43,37%
9	4	4,82%	48,19%
8	13	15,66%	63,86%
7	5	6,02%	69,88%
6	11	13,25%	83,13%
5	7	8,43%	91,57%
4	5	6,02%	97,59%
3	2	2,41%	100,00%
	83	100,00%	-

Fonte: Consultoria de Projetos.

E.4 ÍNDICE DE SUPORTE DE PROJETO (ISP)

O Índice de Suporte de Projeto (ISP) é definido como a capacidade de suporte do subleito a adotar para o dimensionamento da estrutura do pavimento. De acordo com a IS-101/92 do DAER é determinado pela análise estatística (tamanho da amostra, média, desvio padrão, etc.) dos valores de ISC (Ensaio CBR) e pela classificação geotécnica dos materiais do subleito.

Em outras palavras, o ISP é um valor representativo das condições de suporte do subleito que conduz às espessuras mínimas das camadas do pavimento e que compatibiliza as substituições ou reforços do subleito com as disponibilidades de empréstimos e jazidas de solo.

À luz deste conceito e dos estudos geotécnicos, a determinação do ISP foi realizada analisando-se estatisticamente os valores do ISC, levando-se em consideração as seguintes premissas:

- Eliminação de qualquer resultado de ensaio com $ISC \leq 2\%$ e expansão $\geq 2\%$ para a camada final. Para o corpo do aterro $ISC \leq 2\%$ e expansão $\geq 4\%$.
- Reunião em grupos de acordo com a classificação HRB e cor, determinando estatisticamente o ISC de cada grupo; e
- Não se consideraram na análise os grupos com número de amostras inferiores a nove (estes são analisados individualmente).



Os resultados da análise grupo/cor realizada estão apresentados em detalhe para cada grupo de solo nas planilhas constantes no Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos.

Quadro 5 – Resultado da análise dos grupos/cor com solos do subleito.

Grupo (HRB)	Número de Amostras/Cor						Total
	Amarela	Cinza	Marrom	Rosa	Vermelha	Variegada	
A1-B	1						1
A2-4	1	1				1	3
A2-6	2		4		1	1	8
A2-7	5		3			3	11
A6	4		5		2	2	13
A7-5	1	1	3		12	6	23
A7-6	9		5	1	8	1	24
Total	23	2	20	1	23	14	83

Fonte: Consultoria de Projetos.

O cálculo estatístico do ISC para cada grupo/cor com número de amostras maior ou igual a nove conduziu aos valores indicados no Quadro 6.

Quadro 6 – Análise estatística dos valores de ISC do subleito.

Grupo/Cor	Limites do Intervalo		N	ISC	σ	ISCg	Observações
	ISC mín.	ISC máx.					
A7-5 (Vermelho)	6	13	12	8	3,40	8	

Grupo/Cor	Limites do Intervalo		N	ISC	σ	ISCg	Observações
	ISC mín.	ISC máx.					
A7-6 (Vermelho)	4	10	10	6	2,67	6	

Grupo/Cor	Limites do Intervalo		N	ISC	σ	ISCg	Observações
	ISC mín.	ISC máx.					
A7-6 (Vermelho)	6	12	9	8	2,64	8	

Fonte: Consultoria de Projetos.

A análise estatística foi desenvolvida a partir das seguintes equações.

Média:

$$ISC_{med} = \frac{\sum ISC}{\sqrt{N}}$$

Desvio Padrão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (ISC - ISC_{med})^2}{N - 1}}$$



ISC mínimo provável:

$$ISC_{min} = ISC_{med} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$$

ISC_g Índice de Suporte Califórnia do grupo:

$$ISC_g = ISC_{med} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}}$$

De acordo com a metodologia adotada pelo DAER, os valores de ISC dos ensaios fora dos intervalos mínimos e máximos foram eliminados para a determinação do ISC_g final. Os valores adotados de ISC_g no projeto, os quais determinam o Índice Suporte dos materiais dentro dos intervalos mínimos e máximos para os grupos de solos em que foi possível realizar a análise estatística, estão sintetizados no

Quadro 7. Para os demais grupos adotou-se como ISC o valor observado em cada ponto.

Quadro 7 – Índice de Suporte Califórnia adotado para os grupos de solos (ISC_g).

Grupo/Cor	ISC _g (%)	Limites do Intervalo	
		ISC Mín.	ISC Máx.
A7-5 (Vermelho)	8	6,21	13,36
A7-6 (Amarelo)	6	4,10	9,90
A7-6 (Vermelho)	8	5,85	11,70

Fonte: Consultoria de Projetos.

O grupo dominante foi o grupo A7, subgrupos A7-5 (Vermelho) e A7-6 (Vermelho), ambos com ISC_g de 8%, indicando boa capacidade de suporte e o grupo A7-5 (Amarelo) apresentando ISC_g de 6%. O subgrupo A7-5 (Vermelho) representa 14,46% do total de amostras. O subgrupo A7-6 representa (Vermelho) 10,84%. O subgrupo A7-6 representa (Amarelo) 10,84%. Desta forma o grupo A7 representa acumuladamente 56,63% das amostras.

Analisando o greide projetado, os resultados da análise estatística e a frequência acumulada para 83,13% do método cumulativo, de forma a maximizar o aproveitamento das propriedades geotécnicas dos materiais do subleito definiu-se o Índice de Suporte de Projeto sendo igual a:

ISP = 6%



E.5 SUBTRECHOS COM SUBSTITUIÇÃO DE MATERIAIS DO SUBLEITO

Os grupos de solos cujo ISC é inferior ao índice de suporte estabelecido para o segmento devem ter seus materiais de subleito substituídos ou reforçados, conforme orientações dos projetos de terraplenagem e pavimentação.

Com base no greide projetado e no Índice de Suporte de Projeto (ISP), foram identificados os segmentos onde os materiais do subleito precisam ser substituídos ou removidos devido às suas inadequadas características geotécnicas, quando o ISC é menor que o ISP ou a expansão excede 2%. O Quadro 8 corresponde aos locais de substituição.

Quadro 8 – Substituição do subleito.

QUADRO DE SUBSTITUIÇÃO DE MATERIAIS DO SUBLEITO									
Rebaixo	Início (km)	Fim (km)	Extensão (m)	HRB	Cor	Cat.	ISC	Exp. (%)	Espessura (cm)
R-1	1+000	1+050	50,00	A-7-6	Marrom	1ª	9	2,61	60
R-2	1+050	1+150	100,00	A-7-6	Marrom	1ª	7	2,48	60
R-3	1+820	1+850	30,00	A-7-5	Variegado	1ª	7	3,26	60
R-4	5+550	5+580	30,00	A-7-5	-	1ª	6	3,28	60
R-5	6+150	6+250	100,00	A-7-6	Amarelo	1ª	3	1,73	60
R-6	6+520	6+550	30,00	A-2-6	Amarelo	2ª	3	3,21	60
R-7	7+500	7+550	50,00	A-7-5	Marrom	1ª	7	2,53	60
R-8	7+550	7+640	90,00	A-7-5	Vermelha	1ª	8	2,44	60

Fonte: Consultoria de Projetos.

Destaca-se que, as substituições de solo se deram em função das expansões elevadas, por essa razão as espessuras estão com 60 cm. Para o caso da substituição da estaca 6+150 a 6+250, em função do ISC, foi mantida a espessura de 60cm a favor da segurança do projeto.

Durante a execução da obra, se surgirem situações não detectadas na fase de projeto, em locais onde o ISC seja inferior ao ISP ou o subleito apresente expansão superior a 2% (conforme o ensaio CBR), a Fiscalização deverá indicar substituições adicionais, mantendo as premissas básicas dos Estudos Geotécnicos e os critérios de dimensionamento adotados no projeto de pavimentação.

E.6 SOLOS MOLES

Nas sondagens realizadas na ERS-143 não foram observados indícios de presença de solos moles.



E.7 ESTUDO DAS FONTES DE MATERIAIS

E.7.1 Considerações Iniciais

No estudo de pedreiras desenvolvido no ano de 2013, foram estudadas quanto à viabilidade técnica e econômica, duas pedreiras, Pedreira P.1 e Pedreira P.2. No atual estudo foi considerada a inclusão da Pedreira P.3.

A Pedreira P.1 trata-se de uma área pertencente à Britagem Caresia Ltda., a qual está próxima à RS-324, nas coordenadas Lat.: - 27.54325210°; LON. -52.91504612°. A pedreira está ativa e conta com equipamentos necessários ao beneficiamento do material pétreo. Em consulta recente ao processo 810466/2015, a pedreira segue ativa com o licenciamento vigente. A Pedreira P.1 está situada a 38,70 km em relação ao centro do trecho.

A Pedreira P.2 trata-se de uma área pertencente à Construbrás Construtora de Obras Rodoviárias Ltda., a qual está próxima à BR-386, nas coordenadas Lat.: -27.8114136°; Long.: -53.03612871. A pedreira está ativa e conta com equipamentos necessários ao beneficiamento do material pétreo. Em consulta recente ao processo 810.317/2003 a pedreira segue ativa com o licenciamento vigente. A Pedreira P.2 está situada a 17,65 km em relação ao centro do trecho.

A Pedreira P.3 trata-se de uma área pertencente à Marcio Batalha e Cia. Ltda., a qual está próxima à RS-569 nas coordenadas geográficas -27.89884666 e -53.11645999. A pedreira também se encontra ativa e conta com equipamentos necessários ao beneficiamento do material pétreo. Em consulta recente ao processo 810.198/2004 a pedreira segue ativa com o licenciamento vigente. A Pedreira P.3 está situada a 51,40 km em relação ao centro do trecho.

E.7.2 Resultado do estudo de pedreiras

Considerando que a Pedreira P.1 está a 38,70 km e Pedreira P.3 apresenta um DMT de 51,40km, definiu-se a Pedreira P.2 como fornecedora de material pétreo à obra. A Pedreira P.2 apresenta volume suficiente e material com qualidade comprovada pelos ensaios tecnológicos de acordo com a IS-102/94.

Por se tratar de pedreira comercial em plena atividade e avanço de lavra contínuo, realizou-se uma nova coleta de amostras para a análise em laboratório, obtendo-se os seguintes resultados.

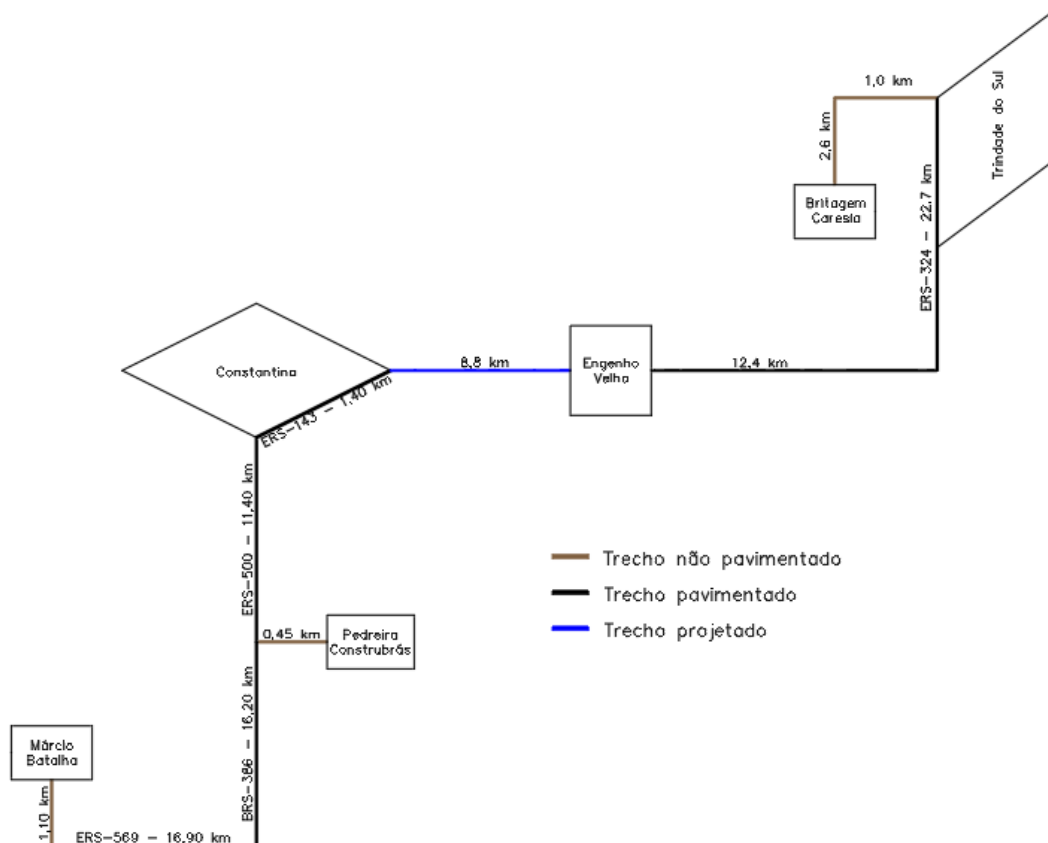
- Densidade Real dos Grãos: 2,992;
- Densidade Aparente dos Grãos: 2,821;
- Absorção (%): 1,72;
- Índice de Lamelaridade Brita 3/4: 14,1;
- Índice de Lamelaridade Brita 3/8: 19,2;



- Adesividade a Ligante Betuminoso: Satisfatório.

Os laudos relativos aos ensaios, bem como a licença de operação junta à FEPAM e a declaração de suficiência de volume da jazida foram apresentados no Volume Anexo 1B.

Figura 1 – Diagrama materiais pétreos



Fonte: Consultoria de Projetos.

Materiais		Origem	Destino	Distâncias (km)		
				Pav.	Não Pav.	Total
Cimento	(1)	Erechim	Canteiro de Obras	101	4,4	105,4
Areia	(1)	Santa Maria	Canteiro de Obras	300	4,4	304,4
Emulsões Asfálticas	(1)	Passo Fundo	Canteiro de Obras	106,6	4,4	111,00
Aço	(1)	Erechim	Canteiro de Obras	101	4,4	105,4
Tubos	(1)	Erechim	Canteiro de Obras	101	4,4	105,4
Brita (Pedreira Indicada)	(1)	Construbrás	Canteiro de Obras	12,8	4,85	17,65
Materiais Asfálticos	(2)	Canoas	Pedreira	337	0,45	337,45
(1) Até o meio do trecho						
(2) Até a pedreira						



E.8 USINA DE ASFALTO E BOTA-FORA

Para a usinagem do revestimento asfáltico é indicada a usina localizada junto à Pedreira Construbrás, Linha Cescon, Rodovia RS 500, N.º 4.500 – Sarandi – RS, coordenadas geográficas: Lat.: -27.8114136º; Long.: -53.03612871, o mapa de localização é apresentado no Volume 2. De acordo com a Licença de Operação L.O. N.º 019/2022 Processo N.º 105203/2022, a usina tem capacidade de operação de 12.000,00 toneladas por mês, sendo suficiente para a execução da obra.

Para o local de bota-fora é indicado o aterro sanitário da empresa Simpex, Estrada Palmeira das Missões – São José das Missões, Km 5 – Palmeira das Missões – RS, coordenadas geográficas: Lat.: -27.86922655; Long.: -53.24172064, o mapa de localização é apresentado no Volume 2. De acordo com a Licença de Operação L.O. N.º 02865/2022 Processo N.º 8177-05.67/21.1, o bota-fora tem capacidade de recebimento de 6.000,00 toneladas por mês, sendo suficiente para a execução da obra.

E.9 DISTRIBUIDORA DE EMULSÃO ASFÁLTICA

Para as emulsões asfálticas utilizadas na imprimação e na pintura de ligação, é indicada a distribuidora localizada na RS-324, 4 - São João da Bela Vista, Passo Fundo - RS, 99001-970, coordenadas geográficas: Lat.: -28.30194; Long.: -52.33139, o mapa de localização é apresentado no Volume 1B.

E.10 ESTUDO DE EMPRÉSTIMO

Não foi realizado estudo de empréstimos de terraplenagem para utilização na execução da plataforma da rodovia pois o volume de material extraído de corte atende o volume previsto para aterro. O mesmo ocorre para os locais onde estão sendo previstas as remoções do material para substituição por materiais adequados.

Não está sendo prevista a execução de camada de reforço do subleito, sendo este o motivo pelo não estudo de jazidas.



E.11 TALUDES

E.11.1 Inclinação dos Taludes

Conforme definido pelo projeto de terraplenagem e levando em consideração as especificações normativas do DAER, definiu-se as seguintes inclinações para os taludes de corte e aterro da linha geral do trecho de projeto.

- 1,0(H):1,0(V) para cortes em solo;
- 1,0(H):1,0(V) para cortes em material de 2ª categoria;
- 1,0(H):4,0(V) para cortes em rocha;
- 1,5(H):1,0(V) para aterros.



PARTE II - PROJETOS

Projeto Final de Engenharia
Volume 1 – Relatório do Projeto

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



A. PROJETO GEOMÉTRICO



A1 PROJETO GEOMÉTRICO

A.1 Introdução

O Projeto Geométrico da Rodovia ERS-143 contempla o trecho do SRE (Sistema Rodoviário Estadual) 143ARS1005, Entr. ERS-143 no km 0,00 (interseção com o trecho SRE 143ARS1005 aproximadamente no km 18,26), até o trecho de Engenho Velho no km 8.134,08 m. O projeto geométrico foi desenvolvido conforme as Normas Técnicas vigentes do DAER/91, sendo objeto de lote único de construção.

O trecho projetado da rodovia ERS-143 inicia no perímetro urbano do município de Constantina no km 0+000, e se desenvolve-se por 8.134,08 km no sentido ao município de Engenho Velho. A orientação geral do traçado coincide com a estrada existente, buscando-se dotar o trecho de características satisfatórias, compatíveis com os níveis técnico-econômicos esperados. Também são seguidas as definições já estabelecidas no projeto original desenvolvido no ano de 2013 pela empresa Magna Engenharia Ltda, fornecido pelo DAER e objeto desta readequação. No desenvolvimento do trecho de projeto, são também projetadas 3 interseções: no km 0+000, no km 4+075 e no km 7+650; e 15 acessos locais.

Os elementos necessários à elaboração do Projeto Geométrico foram obtidos através da locação e nivelamento do eixo, e do levantamento de seções transversais, conforme descrito no item referente aos Estudos Topográficos. Também foram utilizados os elementos obtidos nos Estudos de Drenagem e Geotécnico.

A.2 Características Técnicas e Operacionais

Através dos Estudos de Tráfego realizados, conforme as normas de Projetos Rodoviários do DAER de 1991, a rodovia foi definida como Classe IV-A. O trecho em questão está locado em região ondulada / Montanhosa e sua velocidade diretriz normatizada foi estabelecida em 40km/h / Adotado 60km/h. Conforme dados obtidos nos Estudos de Tráfego, o veículo de projeto adotado para o projeto da rodovia foi o veículo tipo 3S3 (Semirreboque). Diante disto, todos os parâmetros geométricos (raios de curvatura, tapers, faixas de aceleração e desaceleração) foram dimensionados considerando estas premissas.

A seguir, no Quadro 1, abordam-se as principais características técnicas e operacionais do trecho em estudo.



Quadro 1- Quadro de Características Técnicas da Rodovia

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO PROJETO GEOMÉTRICO DAS RODOVIAS ESTADUAIS					
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM / DAER RS					
Sistema Rodoviário Estadual					
COD SRE:	143ARS1005	Nome:	ERS-143	Rede:	ACESSOS ESTADUAIS
Extensão Trecho SRE:	8,8 km	Superint. Regional:	PALMEIRA DAS MISSÕES	Administração:	PLANEJADA
Local Inicial:	ENTR. ERS-143				
km:	0				
Local Final:	ENGENHO VELHO				
km:	8,8				
Situação:	PLANEJADA	Revestimento:	NULO	Faixa de Domínio:	40,0 m
Dados de Projeto (Edital)					
Segmento:	km Inicial: 0,000 km Final: 8134,080	Topografia Região:	Ondulada / Montanhosa	Classe de Rodovia:	Classe IV-A
Extensão:	8.134,080 km	Volume Diário Médio (VDM):		Pista:	Simplex
		Ano: 2027 754		Velocidade Diretriz:	60,0 km/h
		Ano: 2036 984		Velocidade Operacional:	37,0 km/h
Faixa de Domínio (mín):	40,0 m	Número N:	7,77 x 10 ⁵		
Caraterísticas Geométricas					
Geometria Horizontal		Geometria Vertical		Seção Transversal	
Superelevação Máxima:	6,0%	Rampa Máxima:	6% / 8%	Inclinação Transv:	2,00%
Distância de Visibilidade de Parada:		Valor de K p/ Curvas Convexas:		Largura da Faixa Rolamento:	3,50 m
Desejável:	- m	Desejável:	5,0	Largura do Acostamento Ext:	1,00 m
Mínima:	45 / 75 m	Mínimo:	5,0	Largura do Acostamento Int:	- m
Distância de Visibilidade de Ultrapassagem:		Valor de K p/ Curvas Cêncavas:		Largura do Acostamento Mínimo:	- m
Desejável:	270 / 420 m	Desejável:	7,0	Folga Plataforma (C/A):	(C)1,0 / (A)0,5 m
		Mínimo:	7,0	Semiplataforma de Aterro:	5,5 - 6,10 m
Raio Mínimo (c/ transição):	50 / 125 m			Semiplataforma de Corte:	6,00 m
Raio Mínimo (s/ transição):	350 / 700 m			Afastam. Lateral Mínimo*:	0,30 m
Raio Mínimo p/ SE Dispensável:	1400 / 2300 m			(p/ Obstáculos Contínuos)*	

Fonte: Consultoria de Projetos.

No projeto original do trecho em questão, a rodovia foi classificada como ondulada/montanhosa em função da características topográficas ao longo do traçado. Tendo em vista que os critérios altimétricos principais adotados do projeto original são: o aproveitamento máximo de perfil existente e a cota mínima de cobertura dos bueiros, entre outros, tornou-se necessário a adoção do critério de rampa máxima para a classe de relevo montanhosa (8%) no projeto altimétrico.

O mesmo se deu neste projeto, onde ainda, houveram situações em que foi necessário ultrapassar o critério da rampa máxima de forma a evitar grandes alterações no greide existente. Em relação à planimetria, o projeto seguiu os critérios relativos à classe ondulada.

A.3 Projeto Planimétrico

Ao longo do trecho projetado tem a ocorrência de 22 curvas horizontais, cuja localização e características geométricas no Quadro 2.



Quadro 2 - Curvas Horizontais do Projeto da Rodovia.

TABELA DE CURVAS CIRCULARES					
Nº	PC/SC	PT/CS	Espiral (m)	Raio (m)	Espiral (m)
C1	0+041.31	0+051.20	40	100	40
C2	0+156.57	0+316.39	-	4000	-
C3	0+460.58	0+674.87	-	750	-
C4	1+321.39	1+438.89	-	700	-
C5	1+915.29	1+959.82	40	250	40
C6	2+114.44	2+220.10	40	125	40
C7	2+301.35	2+374.22	40	125	40
C8	2+491.73	2+554.25	-	700	-
C9	2+683.60	2+797.36	40	375	40
C10	3+189.63	3+250.84	40	175	40
C11	3+620.09	3+705.65	40	200	40
C12	3+906.08	3+972.96	40	160	40
C13	4+065.44	4+174.36	40	125	40
C14	4+258.07	4+395.28	40	200	40
C15	4+670.27	4+811.15	40	300	40
C16	4+906.66	5+172.70	40	170	40
C17	5+652.43	5+938.69	-	2500	-
C18	6+150.41	6+303.23	40	200	40
C19	6+506.07	6+599.91	40	350	40
C20	6+704.09	6+808.31	40	125	40
C21	7+004.58	7+141.39	40	290	40
C22	8+020.58	8+082.42	40	200	40

Fonte: Consultoria de Projetos.

Em função das concordâncias necessárias para a adequação do traçado existente no trecho de projeto, a a curva nº 1, com raio de 100 metros, e apresenta a única exceção em relação às diretrizes de projeto para a classe e a região adotada na planimetria.

A.4 Projeto Altimétrico

Quanto à altimetria, o projeto geométrico do greide foi desenvolvido buscando nas condições estabelecidas para Classe IV-A em região montanhosa, onde a rampa máxima admissível é de 8% com tolerância de +1% em 150 m e a declividade mínima de 0,35%, de forma a se adequar ao máximo ao traçado existente. Porém, ainda, houveram exceções em que foram necessário adotar rampas maiores para evitar grandes intervenções na faixa de domínio existente. No Quadro 3 estão indicadas as rampas em que os critérios máximos normativos para a altimetria do trecho não foram atendidas.



Quadro 3 – Rampas fora de Norma.

km Inicial	km Final	Rampa
1+630.53	1+630.53	9.05%
5+390.97	5+390.97	8.07%
7+927.16	7+927.16	8.18%

Fonte: Consultoria de Projetos.

Nos casos citados, a adequação da rampa conforme os parâmetros normativos implicariam em volumes elevados de corte e, também, de aterros, bem como implicaria a necessidade de uso de dispositivos de drenagem subterrânea devido à proximidade do lençol freático, conforme observado nas sondagens realizadas.

Foram projetadas correções no greide existente objetivando melhorar as condições altimétricas do trecho, entretanto também se buscou o máximo aproveitamento da situação existente, compatibilizando a plataforma de terraplenagem projetada com a existente.

Ainda, foram considerados para o projeto do greide, os critérios mínimos necessários para a distância de visibilidade segura, para as condições de drenagem, bem como o volume mínimo de corte em rocha e a melhor compensação entre volumes de corte e aterro.

A.5 Seção Transversal

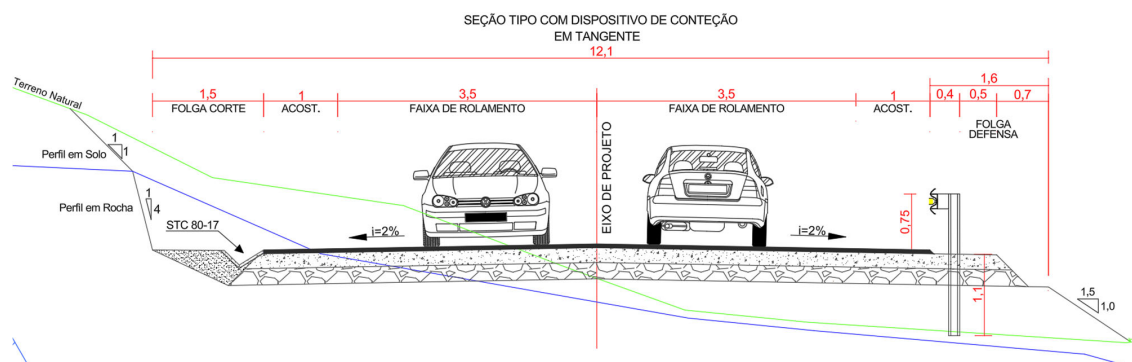
Para garantir o espaço necessário para implantação de dispositivos adjacentes ao acostamento, tais como dispositivos de drenagem, defensas e placas de sinalização, a seção transversal apresenta uma semi-plataforma de terraplenagem com largura total que varia de 6,00 m para os cortes 6,10 m para aterros, com inclinação transversal de 2% nos trechos em tangente, e superelevação máxima de 8%.

Para a inclinação dos taludes de solo e de material de 2ª categoria, adotou-se para cortes 1,0(H):1,0(V), já para os taludes em rocha, optou-se por inclinação 1(H):4(V). Em relação aos taludes de aterros, adotou-se a relação 1,5(H):1,0(V).

Apresenta-se, a seguir, na Figura 1, a seção tipo adotada para o presente projeto.



Figura 1 - Seção Transversal.



Fonte: Consultoria de Projetos.

A.5.1 Superlargura e Superelevação

Com exceção à curva nº 16, o cálculo da superelevação foi realizado conforme a fórmula do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - IPR 706 (DNIT, 1999), a saber:

$$e = e_{max} \left(\frac{2R_{min}}{R} - \frac{R_{min}^2}{R^2} \right)$$

Onde:

e = taxa de superelevação;

$e_{máx}$ = taxa de superelevação máxima adotada;

R = raio da curva (m);

R_{min} = raio mínimo para a taxa máxima de superelevação adotada para a velocidade diretriz (m).

Já para o cálculo da superlargura, adotou-se a fórmula apresentada nas Normas de Projetos Rodoviários do DAER, a saber:

$$SL = n[R - (R^2 - b^2)^{1/2}] + \frac{Vd}{10R^{1/2}}$$

Onde:

SL = superlargura a ser adotada (valor mínimo a ser adotado: 0,40 m);

n = número de faixas de tráfego;



R = raio da curva (m);
b = distância entre eixos (m) do veículo de projeto;
Vd = velocidade diretriz (km/h).

A superlargura e superelevação de cada curva do projeto está apresentada no Quadro 4 que segue.

Quadro 4 – Superlargura e Superelevação das curvas

TABELA DE CURVAS CIRCULARES						
Nº	PC/SC	PT/CS	Raio (m)	SL*Faixa	SL*Total	SE
C1	0+041.31	0+051.20	100	0,50	1,00	6,0%
C2	0+156.57	0+316.39	4000	0,00	0,00	-
C3	0+460.58	0+674.87	750	0,00	0,00	2,0%
C4	1+321.39	1+438.89	700	0,00	0,00	2,1%
C5	1+915.29	1+959.82	250	0,30	0,60	4,7%
C6	2+114.44	2+220.10	125	0,40	0,80	6,0%
C7	2+301.35	2+374.22	125	0,40	0,80	6,0%
C8	2+491.73	2+554.25	700	0,00	0,00	2,1%
C9	2+683.60	2+797.36	375	0,20	0,40	3,5%
C10	3+189.63	3+250.84	175	0,30	0,60	5,7%
C11	3+620.09	3+705.65	200	0,30	0,60	5,4%
C12	3+906.08	3+972.96	160	0,40	0,80	5,9%
C13	4+065.44	4+174.36	125	0,40	0,80	6,0%
C14	4+258.07	4+395.28	200	0,30	0,60	5,4%
C15	4+670.27	4+811.15	300	0,20	0,40	4,2%
C16	4+906.66	5+172.70	170	0,30	0,60	5,7%
C17	5+652.43	5+938.69	2500	0,00	0,00	-
C18	6+150.41	6+303.23	200	0,30	0,60	5,4%
C19	6+506.07	6+599.91	350	0,20	0,40	3,7%
C20	6+704.09	6+808.31	125	0,40	0,80	6,0%
C21	7+004.58	7+141.39	290	0,20	0,40	4,3%
C22	8+020.58	8+082.42	200	0,30	0,60	5,4%

Fonte: Consultoria de Projetos.



A.6 Ficha Resumo do Projeto Geométrico

Apresenta-se a seguir, no Quadro 5, no Quadro 6 e no Quadro 7 o resumo das características técnicas, operacionais, planimétricas e altimétricas do Projeto Geométrico da rodovia 143ARS1005 do km 0+000,0 ao km 8+131,8

Quadro 5 - Quadro de Características Técnicas e Operacionais.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Classe da Rodovia		Classe IV-A	
Extensão Total (m)		8.134,08	
Relevo da região		Ondulada / Montanhosa	
Velocidade diretriz (km/h)		Norma: 40km/h / Adotado 60km/h	
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS			
Volume Médio Diário (total):			
Ano de Abertura:	2027	Ano de Fechamento:	2036
VDM (UCP):	754		984
"N" Número - Equivalente ao Eixo Padrão		7.77 x 10 ⁵	

Fonte: Consultoria de Projetos.

Quadro 6 - Quadro de Características Planimétricas e da Seção Transversal.

SEÇÃO TRANSVERSAL			
CARACTERÍSTICAS		VALORES	
Pista		Simples	
Declividade Transversal		2,00%	
Superelevação Máxima		6,00%	
LARGURAS	Faixa de Rolamento	(m)	3,50
	Acostamento Externo	(m)	1,00
	Acostamento Interno	(m)	-
	Canteiro	(m)	
	Semiplataforma de Aterro / Corte	(m)	5,50 - 6,10 / 6,00
INCLINAÇÃO DOS TALUDES	Corte em Solo	(V:H)	1:1,0
	Corte em Rocha	(V:H)	1:4,0
	Aterro Compactado	(V:H)	1:1,5
	Altura Máxima de Aterro	(m)	5,00
	Largura da Banqueta	(m)	3,00
	Decliv. Transv. da Banqueta	%	5,00

GEOMETRIA HORIZONTAL			
CARACTERÍSTICAS DA CLASSE		VALORES	
Largura da Faixa de Domínio		(m)	40,0
Raio Mínimo da Curva Horizontal c/ transição:		(m)	50 / 125
Raio Mínimo da Curva Horizontal s/ transição:		(m)	350 / 700
Raio Mínimo para SE Dispensável		(m)	1400 / 2300
Distância de Visibilidade de Parada:		Mín (m): 45 / 75	Desej (m): -
Distância de Visibilidade de Ultrapassagem:		Mín (m): 270 / 420	Desej (m): -

ELEMENTOS PLANIMÉTRICOS	EXTENSÃO (m)	REL (%)
-------------------------	--------------	---------

Projeto Final de Engenharia

Readequação do Projeto Final de Engenharia

Volume 1 – Relatório do Projeto

SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



Curvas	3.963,33	48,72%
Tangentes	4.170,75	51,28%
Extensão Total:	8.134,08	100,00%

CURVAS HORIZ.	RAIO (m)	DC	DE	Frequência	
		(m)	(m)	Abs	Rel (%)
COM TRANSIÇÃO	Raio Mínimo = 55	-	-	-	-
	55 < 200	1233,1	960,0	12	54,5%
	200 < 300	322,2	240,0	3	13,6%
	300 < 400	207,6	160,0	2	9,1%
	400 < 500	-	-	-	-
	500 < 600	-	-	-	-
SEM TRANSIÇÃO	600 < 350	-113,8	-80,0	-1	-4,5%
	350 < 800	508,1	80,0	4	18,2%
	800 < 900	-	-	-	-
	900 < 2000	-	-	-	-
	2000 < 4000	446,1	-	2	9,1%
	> 4000	-	-	-	-
TOTAIS		2603,3	1360,0	22	100,0%

Tortuosidade Total:	3,7080 °/m	Distância Diretriz:	7.446,94 m
Tortuosidade Média:	0,4559 °/m.km	Acréscimo em Diretriz:	9,23 %

Fonte: Consultoria de Projetos.

Quadro 7 - Quadro de Características Altimétricas.

PERFIL LONGITUDINAL			
CARACTERÍSTICAS		VALORES	
Rampa Máxima (%)		6% / 8%	
Curva Convexa - K	Desejável:	5,0	
	Mínimo:	5,0	
Curva Côncava - K	Desejável:	7,0	
	Mínimo:	7,0	
Rampas Projetadas	Máxima - Extensão (m):	9,05 %	308,2
	Mínima - Extensão (m):	0,35 %	81,9

ELEMENTOS ALTIMÉTRICOS	EXTENSÃO (m)	REL (%)
Extensão em Nível (m)	0,00	-
Extensão em Curvas (m)	2.860,64	35,62%
Extensão em Rampas (m)	5.171,18	64,38%
Extensão Total:	8.031,82	100,00%

CURVAS	Extensão (m)	Relativa (%)	RAMPA	Extensão (m)	Relativa (%)
Côncava	1.510,6	18,81%	Aclive	3.032,6	37,76%
Convexa	1.350,0	16,81%	Declive	2.138,6	26,63%

RAMPAS



ACLIVE	EXTENSÃO (m)	FREQUÊNCIA	
		ABS	REL
0 < i < 1	507,2	2	20,0%
1 < i < 2	-	-	-
2 < i < 3	-	-	-
3 < i < 4	584,3	1	10,0%
4 < i < 5	-	-	-
5 < i < 6	880,2	2	20,0%
6 < i < 7	121,0	1	10,0%
7 < i < 8	592,0	2	20,0%
8 < i < 9	39,7	1	10,0%
9 < i < 10	308,2	1	10,0%
i > 10	-	-	-
Total:		10	100,0%

DECLIVE	EXTENSÃO (m)	FREQUÊNCIA	
		ABS	REL
0 < i < 1	81,9	1	11,1%
1 < i < 2	248,6	1	11,1%
2 < i < 3	-	-	-
3 < i < 4	46,4	1	11,1%
4 < i < 5	131,2	1	11,1%
5 < i < 6	-	-	-
6 < i < 7	1301,4	4	44,4%
7 < i < 8	-	-	-
8 < i < 9	329,1	1	11,1%
9 < i < 10	-	-	-
i > 10	-	-	-
Total:		9	100,0%

Comprimento Virtual ($\mu = 0,02$)	Ida: 15.703,63	Volta: 14.180,55	Média: 14.942,09
--------------------------------------	----------------	------------------	------------------

Fonte: Consultoria de Projetos.

A.7 Paradas de Ônibus

Ao longo do desenvolvimento do trecho também foi prevista a implantação de 10 (dez) Paradas de Ônibus de forma a atender as comunidades lindeiras à rodovia, em ambos os sentidos de tráfego. A estrutura projetada prevê a implementação de bainhas, abrigo, passeios e meios-fios, afim de proporcionar ao usuário mais conforto e segurança.

A seguir, no Quadro 8, são apresentados a localização para implantação das paradas de ônibus no trecho:

Quadro 8 – Localização Paradas de Ônibus.

Nº	km	Lado
PO-1	0+705	LE
PO-2	0+760	LD
PO-3	2+805	LE
PO-4	2+910	LD
PO-5	3+065	LE
PO-6	3+140	LD
PO-7	5+835	LE
PO-8	5+895	LD
PO-9	7+575	LE
PO-10	7+730	LD

Fonte: Consultoria de Projetos.



A.8 Faixa de Domínio

A largura da faixa de domínio prevista para a rodovia foi consultada no projeto final de engenharia do ano de 2013 e fornecido pelo DAER para a readequação, pois não consta no SRE 2023 do DAER.

Assim. Para o trecho 143ARS1005 a faixa de domínio é de 40 metros, sendo 20 metros para cada lado do eixo.



B. PROJETO DE TERRAPLENAGEM



B. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

B.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo são descritos os trabalhos desenvolvidos para a elaboração do Projeto de Terraplenagem da Rodovia ERS-143. Para a elaboração do projeto foram utilizados os seguintes elementos de referência:

- Normas e especificações técnicas do DAER;
- Classe da rodovia;
- Estudos Topográficos, Projeto Geométrico e Projeto de Interseções;
- Estudos Hidrológicos e Projeto de Drenagem; e
- Estudos Geotécnicos.

Com base nas informações obtidas nos Estudos Topográficos, em conjunto com as características técnicas próprias da classe da rodovia, foram elaborados os Projetos Geométrico e de Interseções, nos quais foram definidas as características planialtimétricas da rodovia e as dimensões da seção transversal de projeto.

Os Estudos Geotécnicos, através das sondagens efetuadas no subleito e dos resultados dos ensaios executados em laboratório, mostram que o terreno natural é constituído de materiais relativamente heterogêneos, com uma variação significativa nos índices de suporte (ISC) e nos percentuais de expansões. As sondagens do subleito e a inspeção visual realizada em campo indicam que os materiais dos cortes são constituídos predominantemente por materiais de 1ª categoria, seguidos pelos materiais de 2ª categoria e por fim, os materiais de 3ª categoria.

B.2 DEFINIÇÃO DO PERFIL DE PROJETO

O greide de terraplenagem foi elaborado com base nas normas de Projeto Geométrico vigentes do DAER, respeitando as cotas mínimas definidas no Projeto de Drenagem.

B.3 SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO

Neste item são apresentados os elementos que compõem a Seção Transversal-Tipo.



B.3.1 FAIXA DE ROLAMENTO

Para o projeto da Rodovia ERS-143 foram adotadas faixas de rolamento com largura de 3,50m.

B.3.2 ACOSTAMENTO EXTERNOS

Para os acostamentos externos, a largura adotada no projeto é de 1,00m.

B.3.3 INCLINAÇÃO TRANSVERSAL DA PISTA

A inclinação transversal das faixas de tráfego nos segmentos em tangente é de -2%, enquanto nas curvas este valor varia entre -6% e +6%.

B.3.4 INCLINAÇÃO TRANSVERSAL DOS ACOSTAMENTOS EXTERNOS

Para os acostamentos externos, a inclinação transversal adotada no projeto é de -2% para os segmentos em tangente. Nas curvas a inclinação transversal seguirá a inclinação da pista.

B.3.5 INCLINAÇÃO DOS TALUDES

Para os cortes em solos de primeira e de segunda categorias foi utilizada a inclinação de 1:1 para os taludes. Para os aterros com solo, a inclinação adotada para os taludes foi de 1.1,5.

B.3.6 BANQUETAS DE CORTE

Nos cortes e/ou aterros com alturas superiores a 5m, foram projetadas banquetas com 3m de largura e 5% de inclinação.

B.3.7 BANQUETAS DE ATERRO

Nos cortes e/ou aterros com alturas superiores a 5m, foram projetadas banquetas com 3m de largura e 5% de inclinação.

B.3.8 ESCALONAMENTO DE ATERRO

Nos aterros onde o terreno natural apresenta inclinação maior do que 25%, recomenda-se a execução de denteamento dos taludes do terreno natural, a partir do off-set, como forma de melhorar o entrosamento entre o talude do terreno natural junto ao aterro projetado e permitir a execução.



Quadro 1 – Segmentos para execução de escalonamento.

Eixo	km inicial	km final
LINHA GERAL	0+360	0+380
LINHA GERAL	0+740	0+740
LINHA GERAL	0+940	0+940
LINHA GERAL	1+220	1+220
LINHA GERAL	1+460	1+500
LINHA GERAL	1+920	1+960
LINHA GERAL	2+340	2+360
LINHA GERAL	2+520	2+520
LINHA GERAL	2+580	2+580
LINHA GERAL	3+160	3+160
LINHA GERAL	3+980	4+000
LINHA GERAL	6+700	6+800
LINHA GERAL	6+980	7+000
LINHA GERAL	7+040	7+040
LINHA GERAL	7+380	7+460
LINHA GERAL	7+900	7+920

Os volumes referentes a execução de denteamento estão calculados no maciço de aterro e no maciço de corte.

B.3.9 FOLGAS DE TERRAPLENAGEM

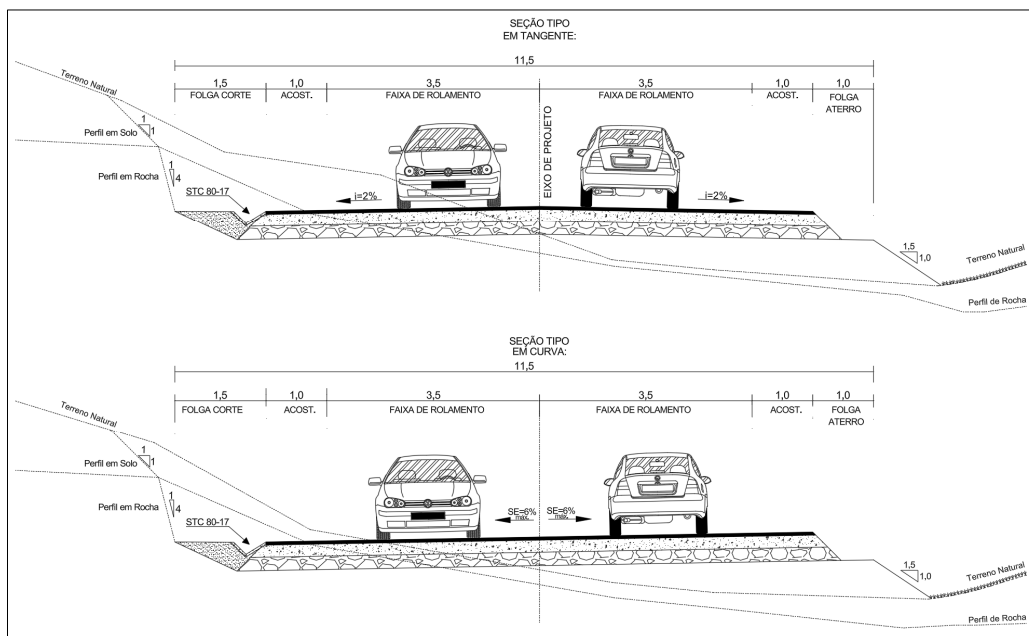
Em relação às folgas da plataforma de terraplenagem, foi adotada a largura de 1,50m para cada semiplataforma de corte. Para as semiplataformas de aterro foi adotada a largura de 1,00m sem defensas e 1,60m com defensas.

B.3.10 SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO

A Figura 1, abaixo, ilustra os elementos da seção transversal-tipo de terraplenagem descritos acima.

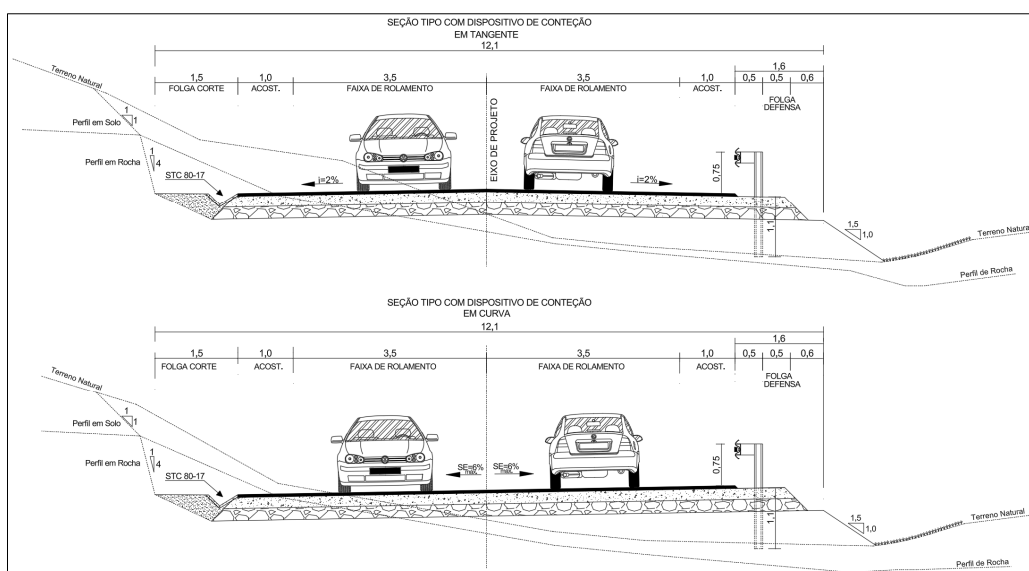


Figura 1 - Elementos da Seção Transversal-Tipo de Terraplenagem.



Fonte: Consultoria de Projetos.

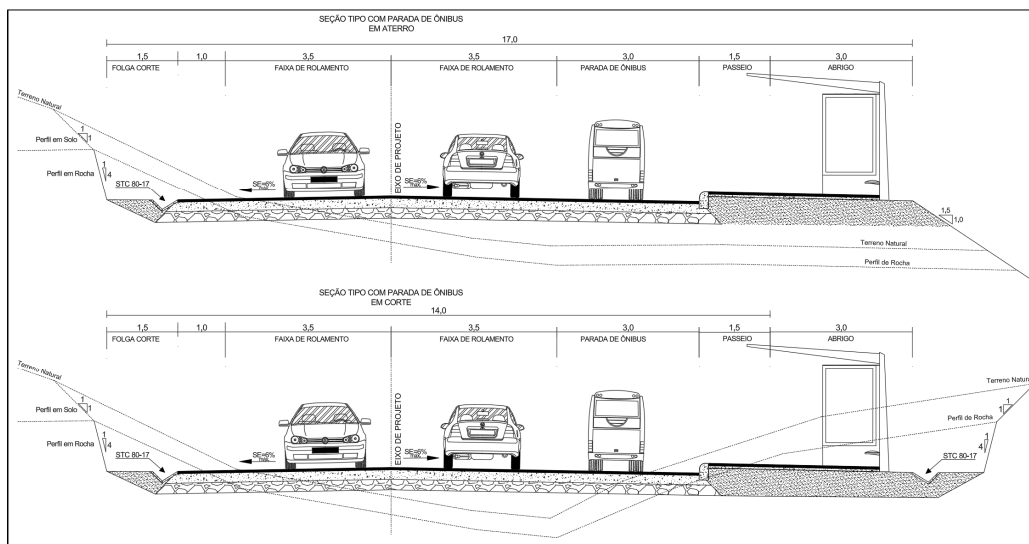
Figura 2 - Elementos da Seção Transversal-Tipo de Terraplenagem – Dispositivo de Contenção



Fonte: Consultoria de Projetos.



Figura 3 - Elementos da Seção Transversal-Tipo de Terraplenagem – Parada de Ônibus



Fonte: Consultoria de Projetos.

B.4 PARADAS DE ÔNIBUS

Ao longo do desenvolvimento do trecho também foi prevista a implantação de 10 (dez) Paradas de Ônibus de forma a atender as comunidades lindeiras à rodovia, em ambos os sentidos de tráfego. A estrutura projetada prevê a implementação de bainhas, abrigo, passeios e meios-fios, a fim de proporcionar ao usuário mais conforto e segurança.

A seguir são apresentados a localização para implantação das paradas de ônibus no trecho:

Quadro 2 – Localização Paradas de Ônibus.

Nº	km	Lado
PO-1	0+705	LE
PO-2	0+760	LD
PO-3	2+805	LE
PO-4	2+910	LD
PO-5	3+065	LE
PO-6	3+140	LD
PO-7	5+835	LE
PO-8	5+895	LD
PO-9	7+575	LE
PO-10	7+730	LD

Fonte: Consultoria de Projetos.

Para terraplenagem, as paradas de ônibus foram modeladas junto à linha geral.



B.5 NOTAS DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM

As notas de serviço, contendo as informações necessárias à materialização da plataforma de terraplenagem (distâncias ao eixo de projeto e cotas de cada ponto característico da seção transversal) foram elaboradas com auxílio de software específico para esta finalidade.

As notas de serviço de terraplenagem são apresentadas no Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

B.6 DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

Os volumes de cortes e de aterros envolvidos na implantação da plataforma de terraplenagem foram calculados com base nas seções transversais de projeto. Para o cálculo dos volumes foi utilizado o método da Área Final Média, também com auxílio de software específico para esta finalidade. A classificação dos materiais a serem escavados foi feita a partir das informações obtidas nas sondagens efetuadas no subleito e na inspeção visual realizada em campo.

Os cálculos de volumes são apresentados no Volume Anexo 1ª – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

B.7 DISTRIBUIÇÃO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

A distribuição dos volumes de terraplenagem foi elaborada levando-se em conta as seguintes premissas:

- O subleito deve apresentar características de suporte compatíveis com o ISC de projeto (6%);
- Sempre que possível, deve ser feita a compensação lateral entre cortes e aterros a fim de diminuir as distâncias de transportes;
- Simplificação dos movimentos de materiais.

A classificação dos materiais por categoria deu-se a partir da análise das sondagens realizadas. Nos locais onde não foram observados fragmentos de rocha (basalto em decomposição), o solo foi classificado como 1ª categoria. Em locais com a presença de fragmentos de rocha (basalto em decomposição), 2ª categoria. Para os locais com presença de impenetrável, o solo foi classificado como de 3ª categoria.

Os coeficientes de homogeneização de volumes (relação entre os volumes escavados e os volumes compactados) utilizados neste projeto foi de 1,30 para materiais de 1ª categoria e, como medida conservadora, 1,00 para materiais de 2ª e 3ª categoria.



O Quadro de Orientação de Terraplenagem é apresentado no Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

B.8 LIMPEZA DO TERRENO

Os serviços de limpeza do terreno consistem no desmatamento e destocamento da vegetação existente, bem como na remoção de solos orgânicos e de outros materiais não adequados para a construção da plataforma de terraplenagem. A remoção dos solos orgânicos deve ser feita até uma profundidade de 20 cm a partir da superfície do terreno existente. O volume total previsto para remoção de solo vegetal é apresentado no Quadro 3 e Quadro 4.

Quadro 3 – Maciços de Remoção da Camada Vegetal – Linha Geral

CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE REMOÇÃO DA CAMADA VEGETAL				
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
CV-1	0+000	1+000	0+667	2.286,30
CV-2	1+020	2+020	1+687	2.433,80
CV-3	2+040	3+040	2+707	2.398,70
CV-4	3+060	4+060	3+727	2.699,10
CV-5	4+080	5+080	4+747	2.636,60
CV-6	5+100	6+100	5+767	2.451,90
CV-7	6+120	7+120	6+787	2.612,40
CV-8	7+140	8+134	7+803	2.584,55
TOTAL:				20.103,35

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 4 – Maciços de Remoção da Camada Vegetal – Interseções e Acessos

REMOÇÃO CAMADA VEGETAL - INTERSEÇÕES E ACESSOS				
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
CV-AC-INTER-1	0+000	0+100	0+050	1.749,40
CV-AC-1	0+296	0+296	0+297	75,89
CV-AC-2	0+508	0+508	0+509	106
CV-AC-3	0+644	0+644	0+644	130,83
CV-AC-4	0+800	0+800	0+803	71,58
CV-AC-5	0+977	0+977	0+978	104,92
CV-AC-6	1+092	1+092	1+093	141,85
CV-AC-7	1+657	1+657	1+655	67,84
CV-AC-8	2+753	2+753	2+754	64,41
CV-AC-9	2+864	2+864	2+864	56,92
CV-AC-10	3+253	3+253	3+253	66,58
CV-AC-11	3+354	3+354	3+354	69,58
CV-AC-INTER-2	4+000	4+000	4+000	461,59
CV-AC-12	5+940	5+940	5+942	77,3
CV-AC-13	6+079	6+079	6+079	131,35
CV-AC-14	6+270	6+270	6+270	68,4
CV-AC-15	7+101	7+101	7+102	66,34



REMOÇÃO CAMADA VEGETAL - INTERSEÇÕES E ACESSOS				
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
CV-AC-INTER-3	7+600	7+600	7+600	945,56
				4.456,33

Fonte: Consultoria de Projetos

Os cálculos das áreas de limpeza do terreno e dos volumes de remoção de solos orgânicos são apresentados no Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

B.9 ATERROS

B.9.1 CAMADAS INFERIORES

Para a execução das camadas inferiores dos aterros (camadas situadas a profundidades superiores a 60 cm, contadas a partir do greide de terraplenagem) foram indicados materiais de cortes com características geotécnicas adequadas obtidos na linha geral.

A compactação das camadas inferiores dos aterros deve ser executada em espessuras sucessivas de 20cm e atingir no mínimo 100% do ensaio de Proctor Normal.

B.9.1 CAMADAS SUPERIORES

Para a execução das camadas superiores dos aterros (camadas situadas a profundidades que variam de 0 cm a 0,60 cm contadas a partir do greide de terraplenagem) foram indicados somente materiais com ISC acima do ISC de projeto. A compactação das camadas superiores deve ser executada em espessuras sucessivas de 20cm e atingir no mínimo 100% do ensaio de Proctor Intermediário.

B.10 MACIÇOS

B.10.1 MACIÇOS DE ATERRO

O volume total previsto para os aterros compactados é apresentado no Quadro 5, Quadro 6, Quadro 7 e Quadro 8.



Quadro 5 – Maciços de Aterro - Corpo do Aterro – Linha Geral

CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE ATERRO - CORPO DO ATERRO				
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
CA-1	0+100	0+100	0+100	8,25
CA-2	0+140	0+180	0+154	14,21
CA-3	0+720	0+880	0+774	1.556,62
CA-4	0+920	0+960	0+934	11,21
CA-5	1+200	1+320	1+240	1.904,49
CA-6	1+440	1+820	1+567	9.667,66
CA-7	1+920	2+000	1+947	1.600,52
CA-8	2+300	2+400	2+334	393,31
CA-9	2+600	2+760	2+654	4.868,46
CA-10	2+860	3+180	2+967	11.380,18
CA-11	3+340	3+420	3+367	336,37
CA-12	3+680	3+720	3+694	8,69
CA-13	3+860	3+920	3+880	498,17
CA-14	3+980	4+020	3+994	0,03
CA-15	4+260	4+320	4+280	118,94
CA-16	4+360	4+360	4+360	0,01
CA-17	4+420	4+420	4+420	0,01
CA-18	4+520	4+580	4+540	0,04
CA-19	4+640	4+760	4+680	218,95
CA-20	4+840	4+880	4+854	76,12
CA-21	5+240	5+320	5+267	38,4
CA-22	5+600	6+140	5+780	13.657,21
CA-23	6+380	6+520	6+427	160,45
CA-24	6+660	6+840	6+720	3.656,22
CA-25	6+960	7+040	6+987	468,76
CA-26	7+320	7+500	7+380	3.189,78
CA-27	7+720	7+780	7+740	162,79
CA-28	7+820	8+040	7+894	5.713,88
			TOTAL:	59.709,73

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 6 – Maciços de Aterro – Camada Final – Linha Geral

CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE ATERRO - CAMADA FINAL				
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
CF-1	0+100	0+280	0+160	541,29
CF-2	0+320	0+540	0+394	164,34
CF-3	0+680	1+020	0+794	1.655,53
CF-4	1+180	1+340	1+234	1.024,08
CF-5	1+420	1+840	1+560	2.772,16
CF-6	1+900	2+060	1+954	754,76
CF-7	2+280	2+800	2+454	1.978,92
CF-8	2+840	3+180	2+954	2.373,28
CF-9	3+280	3+460	3+340	642,65
CF-10	3+540	4+060	3+714	2.173,34
CF-11	4+220	5+420	4+620	3.459,56
CF-12	5+560	6+180	5+767	4.232,79
CF-13	6+300	6+880	6+494	2.421,75
CF-14	6+940	7+060	6+980	603,44

Projeto Final de Engenharia

Readequação do Projeto Final de Engenharia

Volume 1 – Relatório do Projeto

SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE ATERRO - CAMADA FINAL				
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
CF-15	7+260	7+520	7+347	1.368,19
CF-16	7+720	8+040	7+827	1.993,70
TOTAL:				28.159,78

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 7 – Maciços de Aterro - Corpo do Aterro – Interseções e Acessos

CÁLCULO DE VOLUMES - ATERRO INTERSEÇÃO - CORPO DO ATERRO				
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
A-CA-AC-INTER-1	0+000	0+100	50,00	120,82
A-CA-AC-1	0+297	0+297	0+297	83,14
A-CA-AC-2	0+509	0+509	0+509	116,78
A-CA-AC-3	0+644	0+644	0+644	1,29
A-CA-AC-4	0+803	0+803	0+803	322,18
A-CA-AC-5	0+978	0+978	0+978	185,40
A-CA-AC-7	1+655	1+655	1+655	560,52
A-CA-AC-8	2+754	2+754	2+754	233,91
A-CA-AC-9	2+864	2+864	2+864	103,93
A-CA-AC-10	3+253	3+253	3+253	50,78
A-CA-AC-11	3+354	3+354	3+354	102,57
A-CA-AC-INTER-2	4+000	4+000	4+000	3,00
A-CA-AC-12	5+940	5+942	5+940	459,29
A-CA-AC-13	6+079	6+079	6+079	1.977,73
A-CA-AC-14	6+270	6+270	6+270	55,11
A-CA-AC-INTER-3	7+600	7+600	7+600	1.321,76
TOTAL:				5.698,20

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 8 – Maciços de Aterro – Camada Final – Interseções e Acessos

Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)
A-CF-AC-1	0+296	0+296	0+296	20,78
A-CF-AC-2	0+508	0+508	0+508	29,19
A-CF-AC-3	0+644	0+644	0+644	0,32
A-CF-AC-4	0+800	0+800	0+800	80,54
A-CF-AC-5	0+977	0+977	0+977	46,35
A-CF-AC-7	1+657	1+657	1+657	140,13
A-CF-AC-8	2+753	2+753	2+753	58,48
A-CF-AC-9	2+864	2+864	2+864	25,98
A-CF-AC-10	3+253	3+253	3+253	12,70
A-CF-AC-11	3+354	3+354	3+354	25,64
A-CF-AC-INTER-2	4+000	4+000	4+000	0,75
A-CF-AC-12	5+940	5+940	5+940	114,82
A-CF-AC-13	6+079	6+079	6+079	494,43
A-CF-AC-14	6+270	6+270	6+270	13,78
A-CF-AC-INTER-3	7+600	7+600	7+600	330,44
TOTAL:				1.394,34

Fonte: Consultoria de Projetos



Os cálculos dos maciços de aterro são apresentados no Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

B.10.2 MACIÇOS DE CORTE

Os Estudos Geotécnicos e a inspeção visual indicaram a presença de materiais a escavar classificados em 1ª, 2ª e 3ª categorias. O volume total previsto para os cortes é apresentado no Quadro 9, Quadro 10, Quadro 11, Quadro 12, Quadro 13 e Quadro 14.

Quadro 9 – Maciços de Corte – 1ª Categoria – Linha Geral

CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE CORTE 1ª					
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
C1A-1	0+120	0+140	0+134	10,08	2,28
C1A-2	0+180	0+200	0+194	0,07	0,03
C1A-3	0+240	0+720	0+560	2.980,33	2.284,45
C1A-4	1+000	1+200	1+134	3.342,90	2.571,37
C1A-5	1+340	1+440	1+407	4.048,74	3.113,77
C1A-6	1+820	1+920	1+887	1.864,98	1.428,45
C1A-7	2+000	2+600	2+400	6.419,75	4.868,86
C1A-8	2+780	2+920	2+874	1.339,33	1.019,39
C1A-9	3+160	3+340	3+280	2.565,81	1.966,17
C1A-10	3+420	3+860	3+714	12.362,76	9.428,57
C1A-11	3+940	4+260	4+154	14.229,22	10.771,60
C1A-12	4+340	4+660	4+554	8.305,26	6.316,66
C1A-13	4+760	4+860	4+827	64,21	47,12
C1A-14	4+900	5+220	5+114	8.796,42	6.740,73
C1A-15	5+320	5+580	5+494	5.349,49	4.112,34
C1A-16	6+160	6+360	6+294	6.134,03	4.698,65
C1A-17	6+520	6+660	6+614	487,45	371,26
C1A-18	6+840	6+960	6+920	295,46	225,42
C1A-19	7+040	7+360	7+254	6.647,55	5.096,15
C1A-20	7+500	7+600	7+567	2.699,61	2.074,57
C1A-21	7+740	7+820	7+794	399,84	289,1
TOTAL:				88.343,29*	67.426,94*

*Volumes já descontam 2.289,15 m³ de compensação lateral que irão permanecer no maciço.

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 10 – Maciços de Corte – 2ª Categoria – Linha Geral

CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE CORTE 2ª					
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
C2A-1	0+260	0+360	0+327	257,01	257,01
C2A-2	2+060	2+260	2+194	2.334,34	2.334,34
C2A-3	3+160	3+260	3+227	474,13	474,13
C2A-4	4+160	4+260	4+227	2.804,24	2.804,24
C2A-5	4+560	4+660	4+627	113,33	113,33
C2A-6	4+760	4+860	4+827	188,18	188,18
C2A-7	6+860	6+960	6+927	504,19	504,19

Projeto Final de Engenharia

Readequação do Projeto Final de Engenharia

Volume 1 – Relatório do Projeto

SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE CORTE 2ª					
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
TOTAL:				6.675,42	6.675,42

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 11 – Maciços de Corte – 3ª Categoria – Linha Geral

CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE CORTE 3ª					
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
C3A-1	0+280	0+300	0+294	4,56	4,56
C3A-2	0+340	0+360	0+354	1,46	1,46
C3A-3	2+060	2+260	2+194	8.768,50	8.768,50
C3A-4	3+160	3+260	3+227	1.125,51	1.125,51
C3A-5	4+160	4+260	4+227	8.209,73	8.209,73
C3A-6	4+560	4+600	4+587	55,24	55,24
C3A-7	4+760	4+840	4+814	58,24	58,24
C3A-8	6+900	6+920	6+914	1,14	1,14
TOTAL:				18.224,38	18.224,38

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 12 – Maciços de Corte – 1ª Categoria – Interseções e Acessos

Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
AC-C1A-INTER-1	0+000	0+100	50,00	4.604,62	3.542,01
AC-C1A-2	0+508	0+508	0+508	86,88	66,83
AC-C1A-3	0+644	0+644	0+644	625,61	481,23
AC-C1A-4	0+800	0+800	0+800	0,04	0,03
AC-C1A-5	0+977	0+977	0+977	2,57	1,97
AC-C1A-6	1+092	1+092	1+092	834,01	641,54
AC-C1A-9	2+864	2+864	2+864	1,29	0,99
AC-C1A-10	3+253	3+253	3+253	12,67	9,74
AC-C1A-11	3+354	3+354	3+354	63,47	48,82
AC-C1A-INTER-2	4+000	4+000	4+000	1.471,23	1.131,71
AC-C1A-14	6+270	6+270	6+270	162,63	125,10
AC-C1A-15	7+101	7+101	7+101	329,88	253,75
AC-C1A-INTER-3	7+600	7+600	7+600	2.413,31	1.856,39
				10.608,21	8.160,11

Fonte: Consultoria de Projetos



Quadro 13 – Maciços de Corte – 2ª Categoria – Interseções e Acessos

Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
AC-C2A-1	0+296	0+296	0+296	50,16	50,16
AC-C2A-10	3+253	3+253	3+253	25,59	25,59
AC-C2A-15	7+101	7+101	7+101	169,91	169,91
				245,66	245,66

Fonte: Consultoria de Projetos

Quadro 14 – Maciços de Corte – 3ª Categoria – Interseções e Acessos

Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
AC-C3A-1	0+296	0+296	0+296	11,23	11,23
AC-C3A-10	3+253	3+253	3+253	16,00	16,00
AC-C3A-11	3+354	3+354	3+354	32,20	32,20
AC-C3A-INTER-2	4+000	4+000	4+000	4.079,45	4.079,45
				4.138,88	4.138,88

Fonte: Consultoria de Projetos

Os cálculos dos maciços de corte são apresentados no Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

B.11 MACIÇOS COMPENSAÇÃO LATERAL

O volume total previsto para a movimentação de terra por compensação lateral é apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 – Compensação lateral

Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
CL-1	0+120	0+140	0+130	23,72	18,24
CL-2	0+180	0+180	0+180	0,03	0,02
CL-3	0+360	0+380	0+370	27,09	20,83
CL-4	0+720	0+720	0+720	7,60	5,84
CL-5	1+200	1+200	1+200	0,21	0,16
CL-6	1+340	1+340	1+340	2,15	1,65
CL-7	1+440	1+440	1+440	0,54	0,41
CL-8	1+820	1+820	1+820	16,06	12,35
CL-9	1+920	1+920	1+920	10,43	8,02
CL-10	2+000	2+020	2+010	15,76	12,11
CL-11	2+300	2+400	2+350	87,44	67,23

Projeto Final de Engenharia
Volume 1 – Relatório do Projeto

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
CL-12	2+520	2+600	2+560	196,84	151,39
CL-13	2+780	2+800	2+790	23,70	18,22
CL-14	2+860	2+920	2+890	23,25	17,87
CL-15	3+160	3+180	3+170	24,10	18,53
CL-16	3+340	3+340	3+340	8,30	6,38
CL-17	3+420	3+440	3+430	12,35	9,49
CL-18	3+580	3+720	3+650	283,00	217,65
CL-19	3+820	3+860	3+840	56,36	43,34
CL-20	3+940	4+040	3+990	747,98	575,33
CL-21	4+240	4+260	4+250	5,49	4,21
CL-22	4+340	4+360	4+350	24,47	18,82
CL-23	4+400	4+580	4+490	279,96	215,29
CL-24	4+640	4+660	4+650	7,14	5,48
CL-25	4+760	4+760	4+760	4,29	3,30
CL-26	4+840	4+860	4+850	5,43	4,17
CL-27	4+900	4+940	4+920	59,14	45,47
CL-28	4+980	5+020	5+000	7,10	5,45
CL-29	5+100	5+140	5+120	38,60	29,67
CL-30	5+180	5+220	5+200	6,42	4,93
CL-31	5+320	5+320	5+320	3,50	2,69
CL-32	5+580	5+580	5+580	7,67	5,90
CL-33	6+160	6+160	6+160	82,18	63,21
CL-34	6+360	6+360	6+360	3,60	2,76
CL-35	6+520	6+540	6+530	11,86	9,11
CL-36	6+660	6+660	6+660	4,01	3,08
CL-37	6+840	6+860	6+850	7,28	5,60
CL-38	6+960	6+960	6+960	0,62	0,47
CL-39	7+040	7+040	7+040	21,95	16,88
CL-40	7+300	7+360	7+330	52,91	40,68
CL-41	7+500	7+500	7+500	8,71	6,70
CL-42	7+740	7+820	7+780	79,91	61,45
TOTAL:				2.289,15	1.760,38

Fonte: Consultoria de Projetos

B.12 REBAIXO DO SUBLEITO

Nos Estudos Geotécnicos foram identificados locais com solos apresentando ISC inferior ao ISC adotado no projeto do pavimento (6%). Nestes locais, haverá a necessidade de executar o rebaixo do subleito e substituição com materiais com características geotécnicas adequadas.

Quadro 16 – Remoção do subleito

CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE CORTE - REBAIXO DO SUBLEITO					
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
RSL-1	1+000	1+150	1+100	1.152,80	886,72
RSL-2	1+820	1+850	1+840	557,4	428,74
RSL-3	5+550	5+580	5+570	374,6	288,13
RSL-4	6+150	6+250	6+217	1.227,80	944,42

Projeto Final de Engenharia
Volume 1 – Relatório do Projeto

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



CÁLCULO DE VOLUMES - MACIÇOS DE CORTE - REBAIXO DO SUBLEITO					
Identificação	Km (Inicial)	Km (Final)	Centro de Massa	Volume Geométrico (m³)	Volume Homogeneizado (m³)
RSL-5	6+520	6+550	6+540	384,4	295,68
RSL-6	7+500	7+640	7+594	1.617,96	1.244,53
TOTAL:				5.314,96	4088,22

Fonte: Consultoria de Projetos

O cálculo dos maciços de rebaixo do subleito é apresentado no Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.

B.13 BOTA-FORA

Os materiais de corte da linha geral inadequados para utilização na terraplenagem, somados aos materiais provenientes da limpeza do terreno e dos rebaixamentos do subleito, serão destinados para bota-fora comercial, apresentado nos Estudos Geotécnicos. Os serviços previstos para os bota-fora são: regularização com espalhamento.

Quadro 17 – Resumo Bota-Fora

QUADRO RESUMO DOS BOTA-FORA										
Bota-fora	Localização		Centro de Massa	Lado	Cat.	Volumes (m³)				
	km	km				EX	MI	RS	CV	TOTAL
BF-01	Comercial		-	-	1ª	3.418,95			24.559,68	27.978,63
BF-01	Comercial		-	-	3ª	5.565,79				5.565,79
TOTAIS						8.984,74	0	0	24.559,68	33.544,42
REL=Rec. Empr. Lateral		REC=Rec. Empr. Concentrado			MI=Mat. Inadequado		RS=Rebaixo do Subleito		CV=Cam. Vegetal	
EX=Excedente										

Fonte: Consultoria de Projetos

B.14 MATERIAIS INSERVÍVEIS

Com base no estudo geotécnico, não foram identificados furos com expansão maior que 4% ou ISC inferiores a 2%.

B.15 SOLOS MOLES

Com base no estudo geotécnico, não foram identificados solos moles no trecho em estudo.



B.16 CAMADA DRENANTE

Nos Estudos Geotécnicos foram identificados locais onde é necessário a execução da camada drenante, no entanto, uma vez que a sub-base será construída de 22 cm de macadame seco, uma estrutura altamente permeável, não há a necessidade de execução de uma camada adicional. A própria sub-base executada em macadame seco servirá como camada drenante, reduzindo os custos de execução.

B.17 SUPRESSÃO VEGETAL

Ao longo do trecho foram identificados pelo levantamento topográficos os elementos arbóreos que deverão ser suprimidos visando a execução do projeto. O Quadro 18 apresenta a localização dos elementos arbóreos a serem suprimidos.

Quadro 18 – Supressão vegetal.

SUPRESSÃO VEGETAL					
ID	DESCRIÇÃO	X	Y	DIÂMETRO	DIÂMETRO
1	GENÉRICA	158.892.252	1.933.305.817	D < 0,30 m	-
2	GENÉRICA	158.948.483	1.933.282.753	D < 0,30 m	-
3	GENÉRICA	158.880.371	1.933.302.728	-	D > 0,30 m
4	GENÉRICA	158.463.827	1.933.262.726	-	D > 0,30 m
5	GENÉRICA	158.571.561	1.933.285.602	-	D > 0,30 m
6	GENÉRICA	158.036.279	1.933.215.137	-	D > 0,30 m
7	GENÉRICA	157.865.603	1.933.090.590	-	D > 0,30 m
8	GENÉRICA	157.858.310	1.933.087.940	-	D > 0,30 m
9	GENÉRICA	157.852.178	1.933.085.953	-	D > 0,30 m
10	GENÉRICA	157.842.068	1.933.084.132	-	D > 0,30 m
11	GENÉRICA	157.832.124	1.933.083.801	-	D > 0,30 m
12	GENÉRICA	157.822.014	1.933.084.960	-	D > 0,30 m
13	GENÉRICA	157.790.937	1.933.092.454	-	D > 0,30 m
14	GENÉRICA	157.204.147	1.933.060.042	-	D > 0,30 m
15	GENÉRICA	156.051.292	1.932.710.881	-	D > 0,30 m
16	PALMEIRA	154.470.415	1.932.637.133	-	D > 0,30 m
17	PALMEIRA	154.453.429	1.932.638.849	-	D > 0,30 m
18	GENÉRICA	155.027.829	1.932.722.423	-	D > 0,30 m
19	GENÉRICA	154.758.941	1.932.639.376	-	D > 0,30 m
20	GENÉRICA	154.449.614	1.932.637.209	-	D > 0,30 m
21	GENÉRICA	154.386.771	1.932.655.680	-	D > 0,30 m
22	ARAUCÁRIA	153.428.045	1.932.239.234	-	D > 0,30 m
23	PALMEIRA	151.946.217	1.931.586.972	-	D > 0,30 m
24	PALMEIRA	151.941.323	1.931.576.940	-	D > 0,30 m
25	PALMEIRA	151.939.301	1.931.571.830	-	D > 0,30 m
26	PALMEIRA	151.944.773	1.931.561.485	-	D > 0,30 m
27	PALMEIRA	151.947.310	1.931.557.462	-	D > 0,30 m
28	PALMEIRA	151.949.226	1.931.554.148	-	D > 0,30 m
29	PALMEIRA	151.951.722	1.931.550.205	-	D > 0,30 m
30	PALMEIRA	151.953.715	1.931.546.826	-	D > 0,30 m
31	PALMEIRA	151.955.288	1.931.543.308	-	D > 0,30 m
32	PALMEIRA	151.956.878	1.931.539.949	-	D > 0,30 m
33	PALMEIRA	151.957.885	1.931.536.852	-	D > 0,30 m
34	PALMEIRA	151.959.395	1.931.531.725	-	D > 0,30 m
35	PALMEIRA	151.960.946	1.931.527.300	-	D > 0,30 m
36	PALMEIRA	151.962.053	1.931.522.332	-	D > 0,30 m
37	PALMEIRA	151.962.977	1.931.518.208	-	D > 0,30 m
38	PALMEIRA	151.963.443	1.931.515.019	-	D > 0,30 m



SUPRESSÃO VEGETAL					
ID	DESCRIÇÃO	X	Y	DIÂMETRO	DIÂMETRO
39	GENÉRICA	151.969.353	1.931.473.878	-	D > 0,30 m
40	GENÉRICA	151.967.779	1.931.490.761	-	D > 0,30 m
41	GENÉRICA	151.943.526	1.931.581.788	-	D > 0,30 m
42	GENÉRICA	151.943.782	1.931.584.363	-	D > 0,30 m
43	GENÉRICA	151.888.256	1.931.567.287	-	D > 0,30 m
44	GENÉRICA	151.876.688	1.931.568.631	-	D > 0,30 m
45	GENÉRICA	158.948.312	1.933.315.001	-	D > 0,30 m
46	GENÉRICA	157.986.740	1.933.154.452	-	D > 0,30 m
47	GENÉRICA	157.954.952	1.933.128.057	-	D > 0,30 m
48	GENÉRICA	157.958.207	1.933.130.577	-	D > 0,30 m
49	GENÉRICA	157.961.178	1.933.132.935	-	D > 0,30 m
50	GENÉRICA	157.879.903	1.933.095.423	-	D > 0,30 m
51	GENÉRICA	157.205.273	1.933.035.473	-	D > 0,30 m
52	GENÉRICA	157.203.334	1.933.038.035	-	D > 0,30 m
53	GENÉRICA	155.423.546	1.932.850.777	-	D > 0,30 m
54	GENÉRICA	155.415.353	1.932.850.718	-	D > 0,30 m
55	GENÉRICA	155.411.050	1.932.850.905	-	D > 0,30 m
56	GENÉRICA	155.404.005	1.932.850.781	-	D > 0,30 m
57	GENÉRICA	155.392.969	1.932.850.282	-	D > 0,30 m
58	GENÉRICA	155.378.317	1.932.851.217	-	D > 0,30 m
59	GENÉRICA	155.358.521	1.932.858.323	-	D > 0,30 m
60	GENÉRICA	155.371.864	1.932.852.405	-	D > 0,30 m
61	GENÉRICA	155.365.879	1.932.854.149	-	D > 0,30 m
62	GENÉRICA	155.351.289	1.932.858.386	D < 0,30 m	-
63	GENÉRICA	155.294.712	1.932.862.933	D < 0,30 m	-
64	GENÉRICA	155.285.608	1.932.862.248	D < 0,30 m	-
65	GENÉRICA	155.279.124	1.932.861.812	D < 0,30 m	-
66	GENÉRICA	155.428.866	1.932.850.715	-	D > 0,30 m
67	GENÉRICA	155.419.192	1.932.851.177	-	D > 0,30 m
68	GENÉRICA	155.407.774	1.932.850.689	-	D > 0,30 m
69	GENÉRICA	155.398.872	1.932.850.860	-	D > 0,30 m
70	GENÉRICA	155.388.089	1.932.850.329	-	D > 0,30 m
71	GENÉRICA	155.382.248	1.932.850.635	-	D > 0,30 m
72	GENÉRICA	155.375.480	1.932.851.409	-	D > 0,30 m
73	GENÉRICA	155.369.027	1.932.852.700	-	D > 0,30 m
74	GENÉRICA	155.361.950	1.932.855.918	-	D > 0,30 m
75	GENÉRICA	155.355.170	1.932.857.650	-	D > 0,30 m
76	GENÉRICA	155.298.044	1.932.862.698	D < 0,30 m	-
77	GENÉRICA	155.290.924	1.932.862.021	D < 0,30 m	-
78	GENÉRICA	155.282.156	1.932.861.264	D < 0,30 m	-
79	GENÉRICA	155.275.400	1.932.861.180	D < 0,30 m	-
80	GENÉRICA	154.822.560	1.932.640.936	-	D > 0,30 m
81	GENÉRICA	154.825.860	1.932.639.837	-	D > 0,30 m
82	GENÉRICA	154.776.998	1.932.640.666	-	D > 0,30 m
83	GENÉRICA	154.802.116	1.932.636.376	-	D > 0,30 m
84	GENÉRICA	154.813.811	1.932.635.853	-	D > 0,30 m
85	GENÉRICA	154.821.419	1.932.636.336	-	D > 0,30 m
86	GENÉRICA	154.828.091	1.932.640.610	-	D > 0,30 m
87	GENÉRICA	154.830.681	1.932.639.345	-	D > 0,30 m
88	GENÉRICA	154.648.504	1.932.648.111	-	D > 0,30 m
89	GENÉRICA	154.648.504	1.932.645.894	-	D > 0,30 m
90	GENÉRICA	154.648.504	1.932.643.625	-	D > 0,30 m
91	ARAUCÁRIA	153.506.173	1.932.264.480	-	D > 0,30 m
92	ARAUCÁRIA	153.501.354	1.932.262.548	-	D > 0,30 m
93	ARAUCÁRIA	153.498.380	1.932.261.472	-	D > 0,30 m
94	ARAUCÁRIA	153.496.130	1.932.259.803	-	D > 0,30 m
95	ARAUCÁRIA	153.492.760	1.932.258.595	-	D > 0,30 m
96	ARAUCÁRIA	153.503.680	1.932.263.374	-	D > 0,30 m
97	ARAUCÁRIA	153.509.200	1.932.265.653	-	D > 0,30 m
98	ARAUCÁRIA	153.488.973	1.932.257.340	-	D > 0,30 m
99	ARAUCÁRIA	153.485.801	1.932.256.000	-	D > 0,30 m
100	ARAUCÁRIA	153.481.886	1.932.254.407	-	D > 0,30 m
101	ARAUCÁRIA	153.478.704	1.932.253.000	-	D > 0,30 m
102	ARAUCÁRIA	153.474.854	1.932.251.732	-	D > 0,30 m
103	ARAUCÁRIA	153.471.169	1.932.250.177	-	D > 0,30 m
Total (unidades):				10	93

Fonte: Consultoria de Projetos





B.18 EMPRÉSTIMOS

Não houve necessidade de empréstimos laterais e concentrados.

O cálculo dos maciços de compensação lateral é apresentado no Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes.



B.19 QUADRO RESUMO DE TERRAPLENAGEM

Quadro 19 – Resumo Terraplenagem.

QUADRO RESUMO DE TERRAPLENAGEM																			
ORIGEM										DESTINO									
INTERVALOS DMT (m)	ESCAVAÇÃO (m³)					TOTAL ESCAVADO (m³)	ATERRO(m³)			BOTA FORA (m³)				TOTAL DESTINO (m³)					
	1ª Cat.	2ª Cat.	3ª Cat.	Remoção do Subleito	Compensação Lateral		Total (m³)	1ª Cat.	2ª Cat.	3ª Cat.	TOTAL ATERRADO (m³)	Camada Final do Aterro	Corpo do Aterro						
DMT ≤ 50	7.266,82	131,08	64,90	10,70	2.289,15	9.566,67	131,08	64,90		9.762,65	3.993,39	2.186,05	6.179,44	0,00	0,00	1.749,40	7.928,84		
50 < DMT ≤ 200	21.006,64	498,84	109,96	1.177,46	0,00	22.184,10	498,84	109,96		22.792,90	10.682,01	6.895,47	17.577,48	0,00	0,00	0,00	17.577,48		
200 < DMT ≤ 400	18.042,39	899,18	1.125,51	1.617,96	0,00	19.660,35	899,18	1.125,51		21.685,04	11.713,95	5.314,47	17.028,42	75,88	0,00	0,00	17.104,30		
400 < DMT ≤ 600	12.135,49	2.569,37	0,00	0,00	0,00	12.135,49	2.569,37	0,00		14.704,86	9.701,84	2.076,94	11.778,78	105,99	0,00	0,00	11.884,77		
600 < DMT ≤ 800	13.388,45	0,00	3.202,71	0,00	0,00	13.388,45	0,00	3.202,71		16.591,16	5.124,54	6.426,79	11.551,33	2.484,70	0,00	0,00	14.036,03		
800 < DMT ≤ 1000	142,87	144,25	5,21	0,00	0,00	142,87	144,25	5,21		292,33	149,46	29,19	178,65	104,92	0,00	0,00	283,57		
1000 < DMT ≤ 1200	2.379,14	0,00	3.258,82	0,00	0,00	2.379,14	0,00	3.258,82		5.637,76	4.790,66	185,12	4.975,78	141,84	0,00	0,00	5.117,62		
1200 < DMT ≤ 1400	7.830,07	2.678,36	0,00	0,00	0,00	7.830,07	2.678,36	0,00		10.508,43	4.256,53	4.400,67	8.657,20	0,00	0,00	0,00	8.657,20		
1400 < DMT ≤ 1600	4.414,20	0,00	8.209,73	0,00	0,00	4.414,20	0,00	8.209,73		12.623,93	11.605,26	0,00	11.605,26	0,00	0,00	0,00	11.605,26		
1600 < DMT ≤ 1800	3.724,96	0,00	820,83	0,00	0,00	3.724,96	0,00	820,83		4.545,79	983,95	754,76	1.738,71	2.519,84	0,00	0,00	4.258,55		
1800 < DMT ≤ 2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
2000 < DMT ≤ 2500	0,00	0,00	5.565,79	0,00	0,00	0,00	0,00	5.565,79		5.565,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.565,79	5.565,79		
2500 < DMT ≤ 3000	8.192,39	0,00	0,00	0,00	0,00	8.192,39	0,00	0,00		8.192,39	0,00	4.292,10	4.292,10	2.537,43	0,00	0,00	6.829,53		
3000 < DMT	27.496,53	0,00	0,00	0,00	0,00	27.496,53	0,00	0,00		27.496,53	4.895,41	2.307,48	7.002,89	18.258,55	0,00	0,00	25.261,44		
TOTAL	126.019,94	6.921,08	22.363,26	2.806,12	2.289,15	131.115,22	6.921,08	22.363,26		160.399,56	67.697,00	34.869,04	102.566,04	27.978,55	0,00	5.565,79	136.110,38		
PERCENTUAIS	78,6%	4,3%	13,9%	1,7%	1,4%	81,7%	4,3%	13,9%		100,0%	49,7%	25,6%	75,4%	20,6%	0,0%	4,1%	100,0%		
Parâmetros Geotécnicos para Seleção dos Materiais										Volume de Aterro Compactado (m³)									
Material não adequado para Terraplenagem (deverá ser processado)										Escavação Média por metro (m³/m)									
Material não adequado para o subleito - solo (deverá ser processado)										≥ 2									
Material satisfatório para utilização no miolo dos aterros										≤ 4									
Material satisfatório como subleito (não há necessidade de ser adequado)										< 2									
										Acabamento de Terraplenagem: 100% PI									

Fonte: Consultoria de Projetos



26043500009398



B.20 QUANTITATIVOS DE TERRAPLENAGEM

O Quadro 20 apresenta as quantidades do serviço de terraplenagem.

Quadro 20 – Quantitativos de terraplenagem.

QUADRO DE QUANTIDADES - TERRAPLENAGEM						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DENSIDADE	DMT (km)	QUANT.	MOMENTO
LIMPEZA DO TERRENO						
5501700	Desmatamento, destocamento e limpeza de área com árvores de diâmetro até	m²	-	-	122.990,47	
5501701	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m	un	-	-	10	
5501702	Destocamento de árvores com diâmetro maior que 0,30 m	un	-	-	93	
ESCAVAÇÕES						
ESCAVAÇÕES - SOLO DE 1ª CATEGORIA						
CP-01	Escavação e carga em material de 1ª categoria - com carregadeira - Material destinado ao Bota-fora Comercial - (Excluído transporte local) Ref.: Sicro - 5501901	m³	-	-	27.978,55	
5501710	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 0 a 50 m	m³	-	-	7.817,27	
5501901	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	22.184,10	
5501902	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	19.584,47	
5501903	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	12.029,50	
5501904	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	10.903,75	



QUADRO DE QUANTIDADES - TERRAPLENAGEM						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DENSIDADE	DMT (Km)	QUANT.	MOMENTO
5501905	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	37,95	
5501906	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	2.237,30	
5501907	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	7.830,07	
5501908	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	4.414,20	
5501909	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	1.205,12	
5501912	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	5.654,96	
5502826	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	9.237,98	
	ESCAVAÇÕES - SOLO DE 2ª CATEGORIA					
5502187	Escavação e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 0 a 50 m	m³	-	-	131,08	
5502377	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	498,84	
5502378	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	899,18	
5502379	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	2.569,37	

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



QUADRO DE QUANTIDADES - TERRAPLENAGEM						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DENSIDADE	DMT (Km)	QUANT.	MOMENTO
5502381	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	144,25	
5502383	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	-	-	2.678,36	
	ESCAVAÇÕES - SOLO DE 3ª CATEGORIA					
CP-03	Escavação e carga em material de 3ª categoria - com carregadeira - Material destinado ao Bota-fora Comercial - (Excluído transporte local) Ref.: Sicro - 5502768	m³	-	-	5.565,79	
5502663	Escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 0 a 50 m	m³	-	-	64,90	
5502768	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 12 m³	m³	-	-	109,96	
5502769	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 12 m³	m³	-	-	1.125,51	
5502771	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 12 m³	m³	-	-	3.202,71	
5502772	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 12 m³	m³	-	-	5,21	
5502773	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 12 m³	m³	-	-	3.258,62	
5502775	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 12 m³	m³	-	-	8.209,73	
5502776	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 12 m³	m³	-	-	820,83	



26043500009398



QUADRO DE QUANTIDADES - TERRAPLENAGEM						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DENSIDADE	DMT (Km)	QUANT.	MOMENTO
TRANSPORTE COMERCIAL						
5915320	Transporte de material de 1ª categoria com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário - (Material destinado ao Bota-Fora Comercial)	txkm	1,405	9,316082*	27.978,55	366.213,83
5915321	Transporte de material de 1ª categoria com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada - (Material destinado ao Bota-Fora Comercial)	txkm	1,405	24,4	27.978,55	
5915320	Transporte de material de 3ª categoria com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em revestimento primário - (Material destinado ao Bota-Fora Comercial)	txkm	2,7	2,193992**	5.565,79	32.970,51
5915321	Transporte de material de 3ª categoria com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia pavimentada - (Material destinado ao Bota-Fora Comercial)	txkm	2,7	2,193992**	5.565,79	32.970,51
ATERROS						
CAMADA FINAL						
5503041	Compactação de aterros a 100% do Proctor intermediário	m³	-	-	34.869,04	
CORPO DO ATERRO						
5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m³	-	-	62.131,21	
5502979	Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria oriundo de corte	m³	-	-	5.565,79	
BOTA-FORA						
4413942	Espalhamento de material em bota-fora	m³	-	-	33.544,34	
*	5,26+(média de distâncias no trecho em estudo - 1ª categoria) = 5,26 +4,056082 - 9,316082km					
**	(média de distâncias no trecho em estudo - 3ª categoria) = 2,193392km					

Fonte: Consultoria de Projetos

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



B.21 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

A execução dos serviços relativos ao Projeto de Terraplenagem deverá ser feita de acordo com as Instruções de Serviço abaixo relacionadas, em conjunto com as orientações contidas no Projeto.

- DAER-ES-T 01/91 - Serviços Preliminares;
- DAER-ES-T 03/91 – Cortes;
- DAER-ES-T 05/91 – Aterros;
- DAER-ES-T 07/91 – Remoção e Substituição de Solos Inadequados do Subleito.



C. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Projeto Final de Engenharia
Volume 1 – Relatório do Projeto

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



C. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

C.1 INTRODUÇÃO

O processo de readequação do projeto de pavimentação consistiu em determinar as camadas que formarão a estrutura do pavimento, assegurando que sejam suficientes para suportar, transmitir e distribuir as tensões normais e tangenciais para o subleito, sem provocar deformações notáveis considerando o novo período de projeto e atualização do ISC de projeto.

Para isso, ao elaborar o projeto, foram seguidas as recomendações da IS-104-2023, Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação, do DAER.

No dimensionamento, foi aplicado o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis, desenvolvido pelo Engenheiro Murilo Lopes de Souza e adotado pelo DAER. De acordo com esse método, as espessuras das camadas do pavimento são determinadas com base na capacidade de suporte do subleito (medida pelo ensaio CBR) e no número equivalente de passagens do eixo padrão de 8,2 toneladas (número N).

O presente relatório informa a metodologia utilizada e os resultados obtidos. Ademais, fazem parte desse relatório os quantitativos referentes aos serviços relacionados a pavimentação do trecho em questão.

Dessa forma, nesse relatório são apresentadas:

- Parâmetros de entrada para dimensionamento do pavimento;
- Metodologia utilizada para o dimensionamento da estrutura;
- Estrutura do pavimento da linha geral;
- Localização, soluções e demais informações dos acessos previstos no trecho;
- Localização, soluções e demais informações previstas para as paradas de ônibus;
- Memória de cálculo e quantitativos;
- Distâncias médias de transportes;
- Especificações de serviços.

C.2 PARÂMETROS DE PROJETO

C.2.1 Estudo de Tráfego

A ERS-143, de acordo com o Estudo de Tráfego, comporta um tráfego de **7,77x10⁵ aplicações de eixo padrão de 8,2 toneladas em seu 10º ano.**



Os horizontes de projeto utilizados foram:

- Projeto: 2024 e 2025
- Obra: 2026;
- Ano de abertura: 2027; e
- Ano de projeto: 2036.

A composição de tráfego foi definida em:

- Passeio 85,86%;
- Coletivo 1,23%; e
- Cargas 12,91%.

A taxa de crescimento anual do tráfego foi definida em:

- Passeio 3,00%;
- Coletivo 3,00%; e
- Cargas 3,00%.

C.2.2 Informações do Subleito

O Índice de Suporte de Projeto (ISP) foi definido com base nos Estudos Geotécnicos, que consideraram as investigações geotécnicas e as características geomecânicas atualizadas dos solos amostrados ao longo do subleito, através de sondagens à trado, rotativas e mistas.

Assim, foi estabelecido um valor único de **ISP = 6%** para ser utilizado em todo o trecho do projeto de pavimentação.

C.3 LINHA GERAL

A estrutura do pavimento da rodovia foi dimensionada utilizando o método proposto pelo Engº Murillo Lopes de Souza (DNER/IPR 667-22/81), que tem como premissa a proteção do pavimento contra deformações permanentes. Além dos parâmetros de capacidade de suporte do subleito (ISCp) e número N da rodovia, apresentados anteriormente, o método utiliza os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais para o dimensionamento das espessuras das camadas, Quadro 1.



Quadro 1 – Coeficiente de equivalência estrutural.

Componentes do pavimento	Coeficiente k
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,0
Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa	1,4
Base ou betuminoso por penetração	1,2
Camadas granulares	1,0
Solo-cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45 kg/cm ²	1,7
Solo-cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45 kg/cm ² e 28 kg/cm ²	1,4
Solo-cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 28 kg/cm ² e 21 kg/cm ²	1,2
Base de solo-cal	1,2

Fonte: Adaptado de DNIT/IPR 667-22/1981.

O método DNER utiliza o ábaco de dimensionamento de pavimentos flexíveis e semirrígidos onde a definição da espessura da estrutura se dá por meio do encontro da linha traçada a partir no número N de projeto até a curva do ISC de projeto. A partir desse encontro, traça-se outra linha até o eixo das ordenadas onde tem-se a espessura do pavimento.

Contudo, ainda que o método apresente o ábaco com alternativa única, o manual de pavimentação DNIT/IPR-719/2006 apresenta também uma equação para cálculo das espessuras das camadas estruturais, Equação 1, que resulta em espessuras muito semelhantes àquelas definidas no próprio ábaco. Para o presente projeto optou-se por utilizar a equação.

Com as espessuras equivalentes definidas torna-se possível utilizar as equações 2, 3 e 4. Estas são utilizadas para definir as espessuras equivalentes necessárias para proteger as camadas de sub-base, reforço do subleito e subleito contra as ações do tráfego.

As variáveis das inequações são o coeficiente de equivalência estrutural dos materiais constituintes das diversas camadas, representadas pela letra “K” com o respectivo subíndice, e as variáveis “R”, “B”, “h₂₀” e “h_n” que são as espessuras das camadas de revestimento, base, sub-base e reforço do subleito respectivamente. Estas espessuras são o resultado final do dimensionamento e identificam a estrutura do pavimento dimensionado a partir da resolução das inequações.

$$H_m = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598} \quad \text{Equação 1}$$

$$R \times k_r + B \times k_b \geq H_{20} \quad \text{Equação 2}$$

$$R \times k_r + B \times k_b + h_{20} \times k_s \geq H_n \quad \text{Equação 3}$$

$$R \times k_r + B \times k_b + h_{20} \times k_s + h_n \times k_n \geq H_m \quad \text{Equação 4}$$

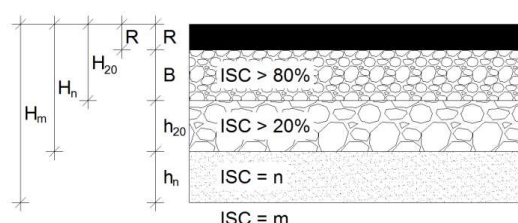
Onde:

- H_m - Espessura total equivalente (%);
- N - Número de passagens equivalentes do eixo padrão;
- ISC - Índice de suporte Califórnia.



- R – Espessura da camada de revestimento;
- k_r – Coeficiente estrutural da camada de revestimento;
- B – Espessura da camada de base;
- k_b – Coeficiente estrutural da camada de base;
- H_{20} – Espessura de pavimento dimensionada sobre a sub-base;
- h_{20} – Espessura da camada de sub-base;
- k_s – Coeficiente estrutural da camada de sub-base;
- H_n – Espessura de pavimento dimensionada sobre o reforço do subleito;
- h_n – Espessura da camada de reforço do subleito;
- k_n – Coeficiente estrutural da camada de reforço do subleito.

Figura 1 – Representação das camadas estruturais consideradas no Método DNER.



Fonte: Adaptado de DNER/IPR 667-22/81.

A primeira espessura definida é o revestimento, que leva em consideração o tráfego previsto. Para essa definição, utiliza-se o quadro abaixo que apresenta as espessuras mínimas e o tipo de revestimento recomendado para cada faixa de tráfego.

Quadro 2 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.

Componentes do pavimento	Coeficiente k
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso;
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0 cm de espessura;
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura;
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura;
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.

Fonte: Adaptado de DNIT/IPR 719/2006.

De acordo com o Manual de Pavimentação IPR-719/2006, para tráfego inferior a $N \leq 10^6$ é recomendada a utilização de tratamento superficial betuminoso no revestimento do pavimento. Entretanto, em razão do tráfego considerável de veículos de cargas, 12,91%, considerando também a proximidade em relação ao $1E+06$, foi indicado como solução a espessura de 5,0 cm de revestimento betuminoso ao longo de todo o trecho.



Posto isto, definiu-se que no trecho a camada de revestimento será em CBUQ com espessura de 5,0 cm.

A camada de base, considerando a disponibilidade de pedreiras na região, será composta por materiais britados, estabilizados por meio de misturas granulométricas. Alternativas, como bases estabilizadas quimicamente, foram descartadas devido à ausência de jazidas de solo que atendam às especificações de serviço do DAER. De acordo com o IPR 719/2006, durante o período do projeto para $N \leq 5 \times 10^6$, podem ser empregados nas faixas granulométricas E e F. Uma vez que o número N de projeto ($7,77 \times 10^5$) é inferior a 5×10^6 , a composição da base brita graduada foi enquadrada como Classe E.

Quadro 3 – Granulometria para base granular

TIPOS PENEIRAS	Para $N > 5 \times 10^6$			Para $N < 5 \times 10^6$			Tolerâncias da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
	% em peso passando						
2"	100	100	-	-	-	-	±7
1"	-	75-90	100	100	100	100	±7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	±7
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	±5
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	±5
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	±2
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8,25	±2

Fonte: DNIT IPR 719/2006.

Para o controle de compactação de campo da camada de brita graduada, deverá ser utilizado o critério de correção da Massa Específica aparente Seca de Campo, quando as amostras possuírem partículas maiores que $\frac{3}{4}$ " (19,0mm). Esta correção encontra-se nos anexos do Manual de Ensaio Volume 1 do DAER ou na especificação de serviço do DNIT, Pavimentação Sub-base ou Base de brita Graduada simples, 2009.

Para camada de sub-base, optou-se pela utilização de macadame seco devido a sua capacidade drenante. A faixa de variação das dimensões do agregado graúdo previstas neste projeto é de 4" polegadas, ou seja, 10,16 cm. A faixa granulométrica do material de enchimento deve ser constituído pelos finos resultantes de britagem que satisfaça a faixa III. A execução do macadame seco deve ser em camada única de 22cm.

Quadro 4 – Composição granulométrica material de enchimento.

Tamanho da Peneira		Porcentagem em massa passando
Polegadas	mm	
1"	25	100
3/4"	19	-
3/8"	9,5	60-100
n.º 4	4,75	50-85
n.º 10	2	40-70
n.º 100	0,125	25-45
n.º 200	0,075	5-20

Fonte: DAER-ES-P 07-91.



Através do exposto foram definidos os coeficientes de equivalência estrutural dos materiais previstos para as camadas e foram definidas as espessuras mínimas para o dimensionamento. O Quadro 5 apresenta estes parâmetros.

Quadro 5 – Parâmetros de entrada.

Camada	Material	Espessura (cm)	Coeficiente de equivalência estrutural	Espessura equivalente (cm)
Revestimento	Concreto Betuminoso	5,0	2	10,0
Base	Brita Graduada	20,0	1	20,0
Sub-base	Macadame Seco	22,0	1	22,0
Total	-	47,0	-	52,0

Fonte: Consultoria de Projetos.

Uma vez definidos os coeficientes estruturais e a espessura do revestimento, foram calculadas as espessuras mínimas das demais camadas por meio das equações apresentadas. Os resultados obtidos e as espessuras adotadas para cada camada são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Espessuras calculadas e adotadas.

Camada	Espessura Calculada (cm)	Espessura Adotada (cm)
Total - Hm	51,10	-
H20	24,90	-
Hn	0,00	-
Revestimento - R	5,00	5,0
Base - B	14,90	20,0
Sub-base - h20	26,34	22,0
Reforço do Subleito - hn	0,00	0,0

Fonte: Consultoria de Projetos.

Por meio do apresentado, a estrutura do pavimento da rodovia foi dimensionada e é apresenta no Quadro 7.

Quadro 7 – Solução de pavimento adotada.

SEÇÃO-TIPO				
REVESTIMENTO:	5 cm	Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C		
PINTURA DE LIGAÇÃO:	0 cm	Emulsão RR-1C		
IMPRIMAÇÃO:	0 cm	Emulsão Asfáltica para imprimação, 1,30 l/m²		
BASE:	20 cm	Brita Graduada Simples, ISC 100%		
SUB-BASE:	22 cm	Macadame Seco, ISC ≥ 20%,		
SUBLEITO:		Subleito Regularizado, Compactado 100% - Proctor Intermediário, ISC de Projeto 6%		
ALTURAS EQUIVALENTES		DADOS DE TRÁFEGO		
H20	24,90	Número de repetições do eixo padrão "n"		7,77x10 ⁵
Hn	0,00			
Hm	51,10	VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO		
		Alt. Estrutural Dim.	Alt. Estrutural Nec.	Verificação
N.º LIGAÇÕES	0,00	52,00	51,10	52 ≥ 51,10

Fonte: Consultoria de Projetos.



C.3.1 Acostamentos

Para os acostamentos da rodovia está sendo proposta a mesma estrutura dimensionada para a pista, apresentada no Quadro 7. A solução tem por justificativa técnica:

- Evitar degrau entre a pista e o acostamento, bem como recortes que podem vir a gerar trincas entre ambas.
- Ainda que a estrutura do pavimento do acostamento seja reduzida a fim de atender o degrau máximo de 5 cm, a compactação não seria viável. A largura dos acostamentos é de 1,00 metro, e a largura mínima de execução das camadas granulares é de 2,0 metros.

A estrutura deve ser executada sobre um subleito devidamente regularizado, que será executado em cortes e aterros com altura menor que 20,0 cm, e após as remoções e substituições previstas no Projeto de Terraplenagem. Os materiais adotados devem atender as respectivas especificações.

C.4 INTERSEÇÕES

C.4.1 Acessos

O projeto de Interseções está prevendo a implantação de interseções simples em acessos e entroncamentos do trecho com outras rodovias importantes. Para isso foram previstas melhorias em 15 (quinze) acessos às comunidades lindeiras à rodovia.

A solução adotada para o pavimento destes acessos é aquela dimensionada para o pavimento da linha geral e indicada no Quadro 7.

O quadro a seguir apresenta a localização em quilômetros dos acessos, indicando o lado de implantação, a área a ser pavimentada e a solução proposta.

Quadro 8 – Localização dos Acessos

Nº	km	Lado	Tipo de Acesso	Área Pavimentada (m²)	Solução Adotada
1	0+297	LE	Acesso local	380	MS22+BGS20+CBUQ5
2	0+509	LE	Acesso local	530	MS22+BGS20+CBUQ5
3	0+644	LD	Acesso local	660	MS22+BGS20+CBUQ5
4	0+803	LD	Acesso local	360	MS22+BGS20+CBUQ5
5	0+978	LE	Acesso local	530	MS22+BGS20+CBUQ5
6	1+093	LE	Acesso local	710	MS22+BGS20+CBUQ5
7	1+655	LD	Acesso local	340	MS22+BGS20+CBUQ5
8	2+754	LE	Acesso local	330	MS22+BGS20+CBUQ5
9	2+864	LD	Acesso local	290	MS22+BGS20+CBUQ5
10	3+253	LD	Acesso local	340	MS22+BGS20+CBUQ5
11	3+354	LE	Acesso local	350	MS22+BGS20+CBUQ5
12	5+942	LD	Acesso local	390	MS22+BGS20+CBUQ5
13	6+079	LE	Acesso local	660	MS22+BGS20+CBUQ5
14	6+270	LE	Acesso local	350	MS22+BGS20+CBUQ5
15	7+102	LE	Acesso local	340	MS22+BGS20+CBUQ5

Fonte: Consultoria de Projetos.



C.4.2 Interseção ERS – 143 - Pavimento Existente

Está sendo proposta a implantação de uma interseção entre o trecho e a ERS-143. A ERS-143 encontra-se pavimentada e sua estrutura é composta conforme Quadro 9, o qual detalha as camadas do pavimento existente, com respectivas espessuras obtidas por meio de janela de inspeção, bem como a verificação do atendimento aos critérios de dimensionamento para o número N adotado no projeto.

No âmbito da implantação da interseção, serão removidos 2.700 m² de pavimento existente. Permanecerão 2.800 m², nos quais será executada uma camada adicional de 5 cm de revestimento asfáltico.

A área total de pavimento a ser implantada será de 5.600 m², composta por 3.700 m² de pavimento novo e 1.900 m² correspondentes à reconstrução das áreas previamente removidas. Ressalta-se que, em função da nova geometria da interseção, nem toda a área removida será reconstruída, uma vez que determinados segmentos suprimidos não integram a configuração final do projeto.

Para viabilizar a execução do novo pavimento, será necessária a remoção da estrutura existente até a profundidade de 42,00 cm.

Quadro 9 – Verificação da seção tipo existente na ERS-143.

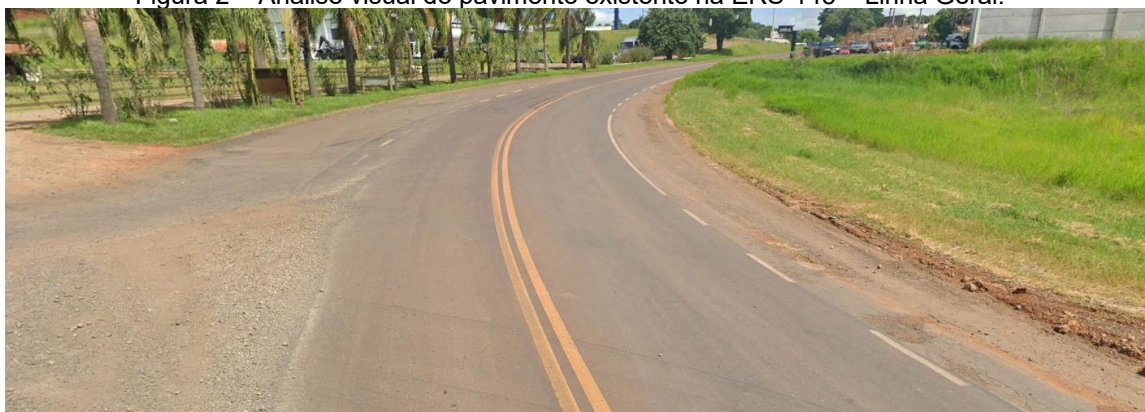
SEÇÃO-TIPO - EXISTENTE				
REVESTIMENTO:	4 cm	Concreto Asfáltico		
BASE:	17 cm	Brita Graduada Simples		
SUB-BASE:	23 cm	Pedra Rachão		
SUBLEITO:	120 cm	Argila Arenosa, ISC 8% (Existente na Janela)		
ALTURAS EQUIVALENTES		DADOS DE TRÁFEGO		
H20	24,90	Número de repetições do eixo padrão "n"		7,77x10 ⁵
Hn	0			
Hm	43,00			
		VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO		
		Alt. Estrutural Dim.	Alt. Estrutural Nec.	Verificação
N.º LIGAÇÕES	0	48,00	43,00	48 ≥ 43,00

Fonte: Consultoria de Projetos.

A **Figura 2** apresenta a condição visual do pavimento.



Figura 2 – Análise visual do pavimento existente na ERS-143 – Linha Geral.



Fonte: Consultoria de Projetos.

A **Figura 3** e **Figura 4** apresentam a análise visual do acostamento, bem como do acesso ao Engenho Velho.

Figura 3 – Análise visual do acostamento existente na ERS-143.



Fonte: Consultoria de Projetos.

Figura 4 – Análise visual do pavimento existente no acesso para Engenho Velho.



Fonte: Consultoria de Projetos.



C.4.3 Interseção ERS -143 – Manutenção de Pavimento Existente

Buscou-se, sempre que possível, preservar o pavimento existente na interseção, evitando intervenções e remoções desnecessárias. Conforme inspeção visual realizada em campo, as duas faixas da linha geral apresentam condição funcional satisfatória. Não foram identificadas ocorrências que configurassem gatilhos para restauração, conforme estabelecido no IPR-720 Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, tais como trincas isoladas ou interligadas, afundamentos, exsudação, painelas, escorregamentos ou ondulações.

Contudo, visando à uniformização do pavimento na área da interseção e à melhoria das condições executivas, será executada uma camada adicional de revestimento com espessura de 5 cm em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), com ligante asfáltico CAP 50/70, sobre toda a estrutura existente cuja manutenção foi indicada.

As áreas destinadas à remoção, manutenção e implantação da nova pavimentação encontram-se devidamente indicadas nas respectivas peças gráficas do projeto.

C.4.4 Interseções Km 4+075 e Km 7+650 – Pavimento Novo

As interseções projetadas no Km 4+075 e Km 7+650 tem, respectivamente, 4.600 e 3.700 m² de área e foram projetadas com a estrutura de pavimento da linha geral conforme apresentado no Quadro 7.

C.4.5 Solução de Pavimento nos Alargamentos da Plataforma de Terraplenagem

Nas áreas de alargamento da plataforma de terraplenagem das interseções, a fim de evitar a criação de barreiras físicas, foi adotada a seguinte solução conforme segue:

- Interseção com a ERS – 143: 2.700 m² de área de alargamento.
- Interseção do Km 4+075: 2.200 m² de área de alargamento.

Para ambas as interseções, a solução de pavimento adotada é sub-base mais **base imprimada, nas mesmas espessuras da pista**. As áreas de alargamento da plataforma estão graficadas no projeto de Interseções e Acessos, e o item C.9.4 deste relatório apresenta as quantidades relacionadas.



C.5 DRENAGEM DO PAVIMENTO

Nos Estudos Geotécnicos foram identificados locais onde é necessário a execução da camada drenante, no entanto, uma vez que a sub-base será construída de 22 cm de macadame seco, uma estrutura altamente permeável, não há a necessidade de execução de uma camada adicional. A própria sub-base executada em macadame seco servirá como camada drenante, reduzindo os custos de execução.

C.6 FONTE DE MATERIAIS PARA O PAVIMENTO

Os materiais indicados para a construção do pavimento e seu local de obtenção são os seguintes:

- Materiais betuminosos provenientes da Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP), em Canoas, distante cerca de 357 Km até o centro do eixo de projeto e 337 Km até a usina indicada;
- Materiais pétreos britadas brita graduada e macadame seco, da pedreira indicada nos Estudos Geotécnicos; e
- Usina de asfalto indicada nos Estudos Geotécnicos.
- Distribuidora de emulsões asfálticas indicada nos Estudos Geotécnicos.

O quadro a seguir apresenta as DMTs para os materiais.

Quadro 10 – Origem de Materiais.

Materiais		Origem	Destino	Distâncias (km)		
				Pav.	Não Pav.	Total
Cimento	(1)	Erechim	Canteiro de Obras	101	4,4	105,4
Areia	(1)	Santa Maria	Canteiro de Obras	300	4,4	304,4
Emulsões Asfálticas	(1)	Passo Fundo	Canteiro de Obras	106,6	4,4	111,00
Aço	(1)	Erechim	Canteiro de Obras	101	4,4	105,4
Tubos	(1)	Erechim	Canteiro de Obras	101	4,4	105,4
Brita (Pedreira Indicada)	(1)	Construbrás	Canteiro de Obras	12,8	4,85	17,65
Materiais Asfálticos	(2)	Canoas	Pedreira	337	0,45	337,45
(1) Até o meio do trecho						
(2) Até a pedreira						

Fonte: Consultoria de Projetos.



C.7 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Visando conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço do projeto apresentadas no Volume Anexo 1A, deve-se proceder com a regularização do subleito.

Os serviços devem ser executados de acordo com as especificações técnicas indicadas.

As quantidades relativas à regularização de subleito estão apresentadas nos quantitativos deste relatório de projeto.

C.8 PARADAS DE ÔNIBUS

Com a finalidade de atender as comunidades lindeiras à SRE 143ARS1005, foi prevista a implantação de 10 (dez) paradas de ônibus, projetadas com bainhas para proporcionar mais segurança na parada do veículo junto a rodovia.

A estrutura adotada para as paradas de ônibus é a mesma projetada para o pavimento da rodovia, apresentada no Quadro 7, a fim de proporcionar uma maior vida útil com uma estrutura mais resistente. As peças gráficas do Projeto de Pavimentação – Volume 2 detalham as paradas de ônibus, com a solução do pavimento adotada para as bainhas bem como a estrutura proposta para os passeios, que será em concreto projetado com 6,0 cm de espessura, assentado sobre lastro de brita n.º 2 espessura de 5 cm., também com 5,0 cm de espessura.

O Quadro 10 apresenta a localização das paradas de ônibus, a solução adotada e a área da bainha.

Quadro 11 – Localização das paradas de ônibus.

Nº	km	Lado	Área Pavimentada (m²)	Solução Adotada
PO-1	0+705	LE	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-2	0+760	LD	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-3	2+805	LE	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-4	2+910	LD	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-5	3+065	LE	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-6	3+140	LD	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-7	5+835	LE	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-8	5+895	LD	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-9	7+575	LE	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5
PO-10	7+730	LD	85,91	MS22+BGS20+CBUQ5

Fonte: Consultoria de Projetos.



C.9 QUANTITATIVOS E MEMÓRIA DE CÁLCULO

C.9.1 Largura da Pista e dos Acostamentos

Conforme previsto pelo Projeto Geométrico, a largura das faixas de rolamento da linha geral da 143ARS1005 é de 3,50 m e dos acostamentos é de 1,00 m.

As seções tipo são apresentadas nas plantas do Projeto de Pavimentação – Volume 2.

C.9.2 Superlargura

O acréscimo de largura proporcionado às pistas em curvas previstos pelo Projeto Geométrico para atender as exigências normativas quanto ao padrão de segurança e conforto aos usuários está sendo quantificado de modo a considerar a área de superlargura de cada curva que as possuem no trecho de projeto. Estas informações são apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 12 – Áreas de Superlargura.

PI	ÁREA TOTAL (m²)
C1	Incluído na Interseção 01
C2	0,00
C3	0,00
C4	0,00
C5	51,00
C6	117,00
C7	90,00
C8	0,00
C9	62,00
C10	61,00
C11	76,00
C12	Incluído na Interseção 02
C13	Incluído na Interseção 02
C14	106,00
C15	73,00
C16	184,00
C17	0,00
C18	116,00
C19	54,00
C20	116,00
C21	71,00
C22	41,00
ÁREA TOTAL DE SUPERLARGURA:	1.300,00

Fonte: Consultoria de Projetos.



C.9.3 Quadros Resumo - Consumos

Para a quantificação dos materiais asfálticos foram utilizados os parâmetros de taxa e densidade indicados nos quadros a seguir.

Quadro 13 – Parâmetros para materiais asfálticos

Serviço	Material	Taxa	Densidade
CBUQ	CAP 50/70	6,32% do peso	2,425 t/m³
Imprimação	EAI	0,0013 t/m²	1,01 t/m³
Pintura de ligação	RR-1C	0,00045 t/m²	1,01 t/m³

Fonte: Consultoria de Projetos.

Quadro 14 – Parâmetros para materiais asfálticos

Materiais	Densidades		Consumo por m³ ou m² de Massa Compact.				Consumo por tonelada			
	Mistura/ Taxa	Material (t/m³)	%	Total	Unid.	%	Total	Unid.	Quant.	Unid.
Imprimação	EAI	1,30 l/m²	1,00	-	-	100	0,00130	t	-	-
Pintura de Ligação	RR-1C	0,90 l/m²	1,00	-	-	50	0,00045	t	-	-
	Água	0,90 l/m²	1,00	-	-	50	0,00045	t	-	-
	Brita 0	2,20 t/m³	1,80	15,00	0,53076	m³	15	0,33000	t	0,15
	Brita 1	2,20 t/m³	1,80	20,00	0,14700	m³	20	0,44000	t	0,20
	Brita 2	2,20 t/m³	1,80	25,00	0,26060	m³	25	0,55000	t	0,25
Sub base de Macadame Seco	Pó de Pedra	2,10 t/m³	1,50	40,00	0,52829	m³	40	0,84000	t	0,40
	Brita 4	2,10 t/m³	1,50	90,00	1,26000	m³	90	1,35000	t	0,90
	Pó de Pedra	2,10 t/m³	1,50	10,00	0,14000	m³	10	0,15000	t	0,10

Fonte: Consultoria de Projetos.

C.9.4 Memórias de Cálculo



Quadro 15 – Quadro Geral - Quantitativos do Projeto de Pavimentação

QUANTITATIVOS									
Fonte	Código	Discriminação	Unidade	DMT (Km)	Tangente	Super Largura	Paradas de Ônibus	Interseções e Acessos	Quantitativos
Sicro 3 10/25	4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m³		-	-	-	108	110
Sicro 3 10/25	4915669	Remoção mecanizada de camada granular do pavimento (Base BGS)	m³		-	-	-	459	460
Sicro 3 10/25	4915669	Remoção mecanizada de camada granular do pavimento (Sub-Base Rachão)	m³		-	-	-	567	570
Sicro 3 10/25	4011464	Execução de Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia e Brita Comerciais	m³		3.390	65	43	1.163	4.700
Sicro 3 10/25	4011276	Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		13.560	260	172	5.053	19.100
Sicro 3 10/25	4011279	Execução de Macadame Seco, ISC ≥ 20%,	m³		14.916	286	189	5.558	21.000
Sicro 3 10/25	4011352	Execução de Imprimação com emulsão asfáltica	m²		67.800	1.300	859	25.265	95.300
Sicro 3 10/25	4011353	Execução de Pintura de ligação RR-1C	m²		67.800	1.300	859	23.260	93.300
Sicro 3 10/25	M1943	Aquisição - Cimento asfáltico CAP-50/70	t		520	10	7	178	720
Sicro 3 10/25	M2092	Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t		89	2	1	33	130
Sicro 3 10/25	M1946	Aquisição - RR1C	t		31	1	0,4	10	50
Sicro 3 10/25	M0785	Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t		8.221	158	104	2.820	11.400



QUANTITATIVOS									
Fonte	Código	Discriminação	Unidade	DMT (Km)	Quantidades				Quantitativos
					Tangente	Super Largura	Paradas de Ônibus	Interseções e Acessos	
-	-	Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		18.035	346	300	6.721	25.401
Sicro 3 10/25	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm	4,85	157.444	3.019	2.619	58.670	221.752
Sicro 3 10/25	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm	12,8	415.522	7.967	6.912	154.841	585.242
Sicro 3 10/25	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4	txkm	4,85	97.663	1.873	1.237	36.393	137.166
Sicro 3 10/25	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita	txkm	12,8	257.748	4.942	3.266	96.048	362.100
Sicro 3 10/25	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra	txkm	4,85	10.851	208	137	4.044	15.241
Sicro 3 10/25	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra	txkm	12,8	28.639	549	363	10.672	40.223
Sicro 3 10/25	5914621	Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	txkm	0,45	234	4	3	80	321
Sicro 3 10/25	5914622	Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	txkm	337	175.089	3.357	2.219	60.067	240.732
Sicro 3 10/25	5914621	Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EA	txkm	4,4	400	8	5	146	558
									560



QUANTITATIVOS										
Fonte	Código	Discriminação	Unidade	DMT (Km)	Quantidades				Quantitativos	
					Tangente	Super Largura	Paradas de Ônibus	Interseções e Acessos	Total	
Sicro 3 10/25	5914622	Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAJ	txkm	106,6	9.500	596	119	3.536	13.751	13.800
Sicro 3 10/25	5914613	Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	txkm	4,85	39.871	764	505	13.678	54.819	54.900
Sicro 3 10/25	5914612	Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada- Massa Asfáltica	txkm	12,8	105.226	2.018	1.333	36.100	144.676	144.700
Sicro 3 10/25	5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Pavimento Demolido	txkm	9,5	0	0	0	20.700	20.700	20.700
Sicro 3 10/25	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Pavimento Demolido	txkm	57,2	0	0	0	124.633	124.633	124.700
Sicro 3 10/25	5914621	Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	txkm	4,4	134	3	2	46	185	190
Sicro 3 10/25	5914622	Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	txkm	106,6	3.252	62	41	1.116	4.472	4.500
Sicro 3 10/25	4011209	Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário	m²		67.800	1.300	859	26.065	96.024	96.100

Fonte: Consultoria de Projetos.



Quadro 16 – Memórias de Cálculo – Linha Geral.

DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - LINHA GERAL												
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	(%)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Área de Seção Trans. (m²)	Quantitativos			
									Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)	
											txkm	
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia e Brita Comerciais	m³	0,05		2,43		9,00		0,45	3.390,00	8.220,75	67.800,00	
Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³	0,20		2,20		9,00		1,80	13.560,00	29.832,00	67.800,00	
Execução de Macadame Seco, ISC ≥ 20%,	m³	0,22		2,10		9,00		1,98	14.916,00	31.323,60	67.800,00	
Imprimação com emulsão asfáltica	m²			1,01		9,00					67.800,00	
Pintura de Ligação RR-1C	m²			1,01	0,45				30,51	30,82	67.800,00	
Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t								3.390,00	8.220,75		
Aquisição - Cimento asfáltico CAP-50/70	t		0,06	1,00		9,00				519,55		
Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t			1,01	1,30					89,02		
Aquisição - RR1C	t			1,00	0,45				30,51	30,51	67.800,00	
Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		1,33	1,80					18.034,80	32.462,64		
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm						4,85					157.443,80
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm						12,80					415.521,79
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4	txkm		1,35				4,85					97.662,51
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4	txkm		1,35				12,80					257.748,48



DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - LINHA GERAL										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Área de Seção Trans. (m²)	Quantitativos		
								Vol. (m³)	Peso (t)	txkm
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra	txkm		0,15			4,85				10.851,39
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra	txkm		0,15			12,80				28.638,72
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	txkm					0,45				233,80
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	txkm					337,00				175.088,82
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EAI	txkm					4,40				400,00
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAI	txkm					106,60				9.500,00
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	txkm					4,85				39.870,64
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada - Massa Asfáltica	txkm					12,80				105.225,60
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Pavimento Demolido	txkm					9,50				0,00
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Pavimento Demolido	txkm					57,20				0,00
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	txkm					4,40				134,24
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	txkm					106,60				3.252,37
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário	m²								67.800,00	

Fonte: Consultoria de Projetos.



Quadro 17 – Memória de Cálculo – Interseção ERS-143

DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - INTERSEÇÃO ERS-143										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	(%)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Vol. (m³)	Peso (t)	Quantitativos
										Área (m²) txkm
Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m³	0,04		2,43				108,00	261,90	2.700,00
Remoção mecanizada de camada granular do pavimento (Base BGS)	m³	0,17		2,20				459,00	1.009,80	2.700,00
Remoção mecanizada de camada granular do pavimento (Sub-Base Rachão)	m³	0,21		1,60				567,00	907,20	2.700,00
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia e Brita Comerciais	m³	0,05		2,43		9,00		280,00	679,00	5.600,00
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C (pavimento mantido + 5cm)	m³	0,05		2,43		6,00		140,00	339,50	2.800,00
Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%*	m³	0,20		2,20		9,00		1.643,39	3.615,46	8.216,95
Execução de Macadame Seco, ISC ≥ 20%,	m³	0,22		2,10		9,00		1.807,73	3.796,23	8.216,95
Imprimação com emulsão asfáltica *	m²			1,01		9,00				8.216,95
Pintura de ligação RR1C	m²			1,01	0,45			3,78	3,82	8.400,00
Aquisição - Cimento asfáltico CAP-50/70	t		0,06	1,00		9,00			64,37	
Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t			1,01	1,30				10,79	
Aquisição - RR1C	t			1,00	0,45			3,78	3,78	8.400,00
Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t							420,00	1.018,50	
Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		1,33	1,80				2.185,71	3.934,28	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm						4,85			19.081,24
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm						12,80			50.358,73
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35				4,85			11.836,11



DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - INTERSEÇÃO ERS-143										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Quantitativos			txkm
							Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35			12,80				31.237,56
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			4,85				1.315,12
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			12,80				3.470,84
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	txkm					0,45				28,97
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	txkm					337,00				21.692,42
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EAI	txkm					4,40				47,47
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAI	txkm					106,60				1.150,09
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	txkm					4,85				4.939,73
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada - Massa Asfáltica	txkm					12,80				13.036,80
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Pavimento Demolido	txkm					9,50				20.699,55
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Pavimento Demolido	txkm					57,20				124.633,08
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	txkm					4,40				16,63
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	txkm					106,60				402,95
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário *	m²								9.016,95	

* Área a construir: 5.600m²; Área de alargamento da plataforma de Terraplenagem Inter1: 2.617m² (base imprimada sem revestimento)

Fonte: Consultoria de Projetos.



Quadro 18 – Memória de Cálculo – Interseção KM 4+075

DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - INTERSEÇÃO KM 4+075										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Área de Seção Trans.	Quantitativos		
								Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia e Brita Comerciais	m³	0,05	2,43		9,00			230,00	557,75	4.600,00
Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100% *	m³	0,20	2,20		9,00			1.357,64	2.986,81	6.788,21
Execução de Macadame Seco, ISC ≥ 20%,	m³	0,22	2,10		9,00			1.493,41	3.136,15	6.788,21
Imprimação com emulsão asfáltica	m²		1,01		9,00					6.788,21
Pintura de ligação RR1C	m²		1,01	0,45				2,07	2,09	4.600,00
Aquisição - Cimento asfáltico CAP-50/70	t		1,00		9,00				35,25	
Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t		1,01	1,30					8,91	
Aquisição - RR1C	t		1,00	0,45				2,07	2,07	4.600,00
Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t							230,00	557,75	
Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		1,33	1,80				1.805,66	3.250,19	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm					4,85				15.763,45
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm					12,80				41.602,50
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35			4,85				9.778,08
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35			12,80				25.806,06

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho

Projeto Final de Engenharia
Volume 1 – Relatório do Projeto



DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - INTERSEÇÃO KM 4+075										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m³)	Larg. (m)	DMT (km)	Área de Seção Trans.	Quantitativos		
								Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			4,85				1.086,45
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			12,80				2.867,34
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	txkm					0,45				15,86
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	txkm					337,00				11.879,18
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EAI	txkm					4,40				39,22
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAI	txkm					106,60				950,12
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	txkm					4,85				2.705,09
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada - Massa Asfáltica	txkm					12,80				7.139,20
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	txkm					4,40				9,11
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	txkm					106,60				220,66
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário *	m²									6.788,21

* Área a construir: 4.600m², Área de alargamento da plataforma de Terraplenagem Inter 2: 2.188m² (base imprimada sem revestimento)

Fonte: Consultoria de Projetos.



Quadro 19 – Memória de Cálculo – Interseção 7+650

DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - INTERSEÇÃO KM 7+650										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	(%)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m³)	Larg. (m)	DMT (km)	Vol. (m³)	Peso (t)	Quantitativos
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia e Brita Comerciais	m³	0,05		2,43		9,00		185,00	448,63	3.700,00
Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³	0,20		2,20		9,00		740,00	1.628,00	3.700,00
Execução de Macadame Seco, ISC ≥ 20%,	m³	0,22		2,10		9,00		814,00	1.709,40	3.700,00
Imprimação com emulsão asfáltica	m²			1,01		9,00				3.700,00
Pintura de ligação RR1C	m²			1,01	0,45			1,67	1,68	3.700,00
Aquisição - Cimento asfáltico CAP-50/70	t		0,06	1,00		9,00			28,35	
Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t			1,01	1,30				4,86	
Aquisição - RR1C	t			1,00	0,45			1,67	1,67	3.700,00
Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t							185,00	448,63	
Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		1,33	1,80				984,20	1.771,56	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm						4,85			8.592,07
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm						12,80			22.675,97
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35				4,85			5.329,67
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35				12,80			14.065,92



DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - INTERSEÇÃO KM 7+650										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Quantitativos			txkm
							Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			4,85				592,19
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			12,80				1.562,88
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	txkm					0,45				12,76
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	txkm					337,00				9.554,99
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EAI	txkm					4,40				21,38
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAI	txkm					106,60				517,87
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	txkm					4,85				2.175,83
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada- Massa Asfáltica	txkm					12,80				5.742,40
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	txkm					4,40				7,33
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	txkm					106,60				177,49
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário	m²								3.700,00	

Fonte: Consultoria de Projetos.



Quadro 20 – Memória de Cálculo – Acessos

DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - ACESSOS										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	(%)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m³)	Larg. (m)	DMT (km)	Vol. (m³)	Peso (t)	Quantitativos
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia C, Brita Comerciais	m³	0,05		2,43		9,00		328,00	795,40	Área (m²) txkm
Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³	0,20		2,20		9,00		1.312,00	2.886,40	6.560,00
Execução de Macadame Seco, ISC ≥ 20%,	m³	0,22		2,10		9,00		1.443,20	3.030,72	6.560,00
Imprimação com emulsão asfáltica	m²			1,01		9,00				6.560,00
Pintura de ligação RR1C	m²			1,01	0,45			2,95	2,98	6.560,00
Aquisição - Cimento asfáltico CAP-50/70	t		0,06	1,00		9,00			50,27	
Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t			1,01	1,30				8,61	
Aquisição - RR1C	t			1,00	0,45			2,95	2,95	6.560,00
Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t							328,00	795,40	
Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		1,33	1,80				1.744,96	3.140,93	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm						4,85			15.233,50
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm						12,80			40.203,88
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35				4,85			9.449,35
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35				12,80			24.938,50

Projeto Final de Engenharia

Volume 1 – Relatório do Projeto

Readequação do Projeto Final de Engenharia

SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - ACESSOS										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m³)	Larg. (m)	DMT (km)	Quantitativos			txkm
							Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			4,85				1.049,93
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15			12,80				2.770,94
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	txkm					0,45				22,62
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	txkm					337,00				16.940,75
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EAI	txkm					4,40				37,90
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAI	txkm					106,60				918,18
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	txkm					4,85				3.857,69
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada- Massa Asfáltica	txkm					12,80				10.181,12
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	txkm					4,40				12,99
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	txkm					106,60				314,68
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário	m²								6.560,00	

Fonte: Consultoria de Projetos.

Readequação do Projeto Final de Engenharia
SRE 143ARS1005 – Trecho: Entr. ERS-143 – Engenho Velho



Quadro 21 – Memória de Cálculo – Superlargura

DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - SUPERLARGURA										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m³)	Larg. (m)	DMT (km)	Quantitativos			txkm
							Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)	
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia e Brita Comerciais	m³	0,05	2,43		9,00		65,00	157,63	1.300,00	
Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%*	m³	0,20	2,20		9,00		260,00	572,00	1.300,00	
Execução de Macadame Seco, ISC ≥ 20%,	m³	0,22	2,10		9,00		286,00	600,60	1.300,00	
Imprimação com emulsão asfáltica *	m²				9,00				1.300,00	
Pintura de Ligação RR-1C	m²		1,01	0,45			0,59	0,59	1.300,00	
Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t						65,00	157,63		
Cimento asfáltico CAP-50/70	t		1,00		9,00			9,96		
Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t		1,00	1,30				1,69		
Aquisição - RR1C	t		1,00	0,45			0,59	0,59	1.300,00	
Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		1,80				345,80	622,44		
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm					4,85				3.018,83
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm					12,80				7.967,23
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm					4,85				1.872,59
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm					12,80				4.942,08



DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - SUPERLARGURA										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	(%)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Quantitativos		
								Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	bkm		0,15				4,85			208,07
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	bkm		0,15				12,80			549,12
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	bkm						0,45			4,48
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	bkm						337,00			3.357,16
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EAI	bkm						4,50			7,61
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAI	bkm						352,50			595,73
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	bkm						4,85			764,48
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada - Massa Asfáltica	bkm						12,80			2.017,60
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	bkm						4,40			2,57
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	bkm						106,60			62,36
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário	m²									1.300,00

Consultoria de Projetos.



Quadro 22 – Memória de Cálculo – Bainhas

DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - BAINHAS											
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	Esp. (%)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Área de Seção Trans. (m²)	Quantitativos		
									Vol. (m³)	Peso (t)	Área (m²)
Concreto Asfáltico, CAP 50/70, Faixa C, Areia e Brita Comerciais	m³	0,05		2,43		9,00			42,96	104,17	859,10
Execução de Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%*	m³	0,20		2,20		9,00			171,82	378,00	859,10
Execução de Macadame Seco , ISC ≥ 20%,	m³	0,22		2,10		9,00			189,00	396,90	859,10
Imprimação com emulsão asfáltica *	m²					9,00					859,10
Pintura de Ligação RR-1C	m²			1,01	0,45				0,39	0,39	859,10
Aquisição - Concreto asfáltico - Massa Comercial	t								42,96	104,17	
Cimento asfáltico CAP-50/70	t		0,06	1,00		9,00				6,58	
Aquisição - Emulsão Asfáltica para Imprimação 1,30 l/m²	t			1,00	1,30					1,12	
Aquisição - RR1C	t			1,00	0,45				0,39	0,39	859,10
Aquisição - Brita Graduada Simples, ISC ≥ 100%	m³		1,33	1,80					300,00	540,00	
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Base de Brita Graduada	txkm						4,85				2.619,00
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Base de Brita Graduada	txkm						12,80				6.912,00
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35				4,85				1.237,49
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Brita 4 - Consumo 1,35 t	txkm		1,35				12,80				3.265,95



DEMONSTRATIVO DE QUANTITATIVOS - BAINHAS										
Discriminação	Unidade	Esp. (m)	(%)	Dens. (t/m³)	Taxa (l/m²)	Larg. (m)	DMT (km)	Área de Seção Trans. (m²)	Vol. (m³)	Peso (t)
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15				4,85			
Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada - Sub-base - Macadame Seco - Pó de Pedra - Consumo 0,15 t	txkm		0,15				12,80			
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - CAP 50/70	txkm						0,45			
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - CAP 50/70	txkm						337,00			
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - EAI	txkm						4,40			
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - EAI	txkm						106,60			
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia em revestimento primário - Massa Asfáltica	txkm						4,85			
Transporte de mistura betuminosa a quente com caminhão com caçamba térmica de 6 m³ - rodovia pavimentada - Massa Asfáltica	txkm						12,80			
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia em revestimento primário - RR-1C	txkm						4,40			
Transporte de material betuminoso com caminhão tanque distribuidor - rodovia pavimentada - RR-1C	txkm						106,60			
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário	m²									859,10

Fonte: Consultoria de Projetos.



C.10 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

São necessários cuidados e controle na execução da estrutura, especialmente no que se refere à umidade e à compactação das camadas granulares; à compactação, à usinagem e a aplicação das camadas asfálticas; assim como a umidade, compactação e dosagem da mistura.

- DAER-ES-P 07/91: Macadame Seco;
- DNIT 031/2024-ES: Concreto Asfáltico;
- DNIT 085/2006-ES: Demolição e remoção de pavimentos;
- DNIT 141/2010 -ES: Base Granular;
- DNIT 144/2014-ES: Imprimação;
- DNIT 145/2012-ES: Pintura de Ligação;
- DNIT 137/2010-ES: Regularização do Subleito;
- IPR-719/2006: Manual de Pavimentação (DNIT).



D. PROJETO DE DRENAGEM E OAC



D. PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTES CORRENTES

D.1. INTRODUÇÃO

O projeto de drenagem, apresentado a seguir, envolveu as principais soluções previstas para a interceptação e coleta das águas, evitando os efeitos negativos que poderiam afetar as camadas do pavimento da rodovia.

O projeto de drenagem constitui-se:

- Projeto de Obras de Arte Correntes;
- Projeto de Drenagem Superficial;
- Projeto de Drenagem Subsuperficial;
- Projeto de Drenagem Subterrânea.

D.2. PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES

A partir dos elementos fornecidos pelos Estudos Hidrológicos efetuaram-se o dimensionamento hidráulico e o projeto das Obras de Arte Correntes.

D.2.1. Considerações Iniciais

O presente projeto teve como base os seguintes documentos:

- Parâmetros topométricos e hidráulicos das bacias hidrográficas;
- Levantamento topográfico cadastral de cada obra existente;
- Projeto geométrico da rodovia;
- Visitas e inspeções no local.

Verificou-se o seguinte:

- Existem 08 (oito) bueiros executados, mas 05 (cinco) deles deverão ser removidos, de acordo com os estudos (principalmente devido a geometria da via projetada, condições de execução/conservação e insuficiência de vazão). Logo, serão aproveitados os outros 03 (três) bueiros existentes (BDTC 1,00 m, no km 0+140; BSTC 1,00 m, no km 1+664, e; BSTC 0,80 m, no km 3+864).

Foram utilizados para a verificação e definição das O.A.C. os seguintes documentos:

- Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT (IPR-736);
- RT-EHD-01/17 Recomendações Técnica para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Projetos de Drenagem e de Obras de Arte Correntes de Rodovias Estaduais;



- Manual de Drenagem de Rodovias, do DNIT.

Nos volumes de escavação para implantação dos bueiros foi considerado o seguinte: que 90% é material de 1ª categoria, 6% é de 2ª categoria e 4% de 3ª categoria.

D.2.2. Particularidades

Além dos 03 (três) bueiros existentes que serão mantidos, foram projetados outros 16 (dezesesseis) novos bueiros de grotá.

Na saída dos bueiros, quando necessário, foram projetadas descidas d'água em degrau e dissipadores de energia, para o caso de bueiros tubulares. Junto a alguns bueiros, também estão previstos os seguintes serviços: a) bacia de captação, a montante de algumas OAC, com o objetivo de melhorar a entrada d'água e/ou evitar-se a necessidade de caixa coletora; b) vala de derivação, na jusante, para uma melhor condição de escoamento do fluxo d'água; c) envelopamento de um bueiro existente; d) remoção de algumas bocas existentes, para complementação de extensão de alguns bueiros.

D.2.3. Dimensionamento das OAC

Os bueiros tubulares e celulares de talvegues foram dimensionados como canal, para $T_r = 10$ anos e $T_r = 20$ anos, respectivamente, por meio do dimensionamento hidráulico através das fórmulas do regime crítico no caso dos bueiros.

No dimensionamento, os bueiros foram calculados para as condições mais desfavoráveis ao escoamento, segundo a teoria da vazão crítica. Procurou-se, sempre que possível, situar a declividade dos bueiros entre os valores críticos (i_c) e o limite, determinados, respectivamente, pelo regime crítico de escoamento e pela velocidade máxima admissível do material empregado, no presente caso (por utilizar-se o concreto) 4,5 m/s (para o bueiro do km 3+864 a velocidade calculada foi de 5,25 m/s, sendo previsto caixa coletora, descida d'água e dissipador de energia).

Para as declividades dos bueiros (i) superiores a declividade crítica (i_c), o que caracteriza o regime supercrítico, a vazão admissível deverá ser calculada para i_c , sendo verificada a velocidade de escoamento para esta situação. No caso das declividades dos bueiros (i) inferiores a declividade crítica (i_c), o que caracteriza o regime subcrítico, a vazão admissível deverá ser calculada para i , sendo também verificada a sua velocidade de escoamento e comparada com a velocidade mínima de 0,80 m/s, estipulada para que não ocorra sedimentação de material no bueiro.

No resultado considerou-se:

- Operando como canal, no caso de dimensionamento;
- Operando como orifício, com a avaliação da carga hidráulica, no caso de verificação.

Parâmetros de Dimensionamento:



- n = (coeficiente de Manning) = 0,015
- c = (coeficiente de orifício) = 0,63
- g = (aceleração da gravidade) = 9,806 m/s²
- Velocidade mínima = 0,80 m/s
- Velocidade máxima = 4,50 m/s
- Diâmetro mínimo BT = 0,80 m
- Carga hidráulica máxima = 1,00 m
- Recobrimento mínimo = 0,60 m acima da geratriz externa superior (ou envelopamento, caso do bueiro do km 0+104).

Além dos parâmetros apresentados foram adotados os seguintes critérios para o projeto de O.A.C.:

- As bocas dos bueiros tubulares foram projetadas de acordo com os projetos - tipo do DNIT.
- Os bueiros serão executados com declividades longitudinais entre 0,5% e 5,0%. Foi prevista a remoção de um bueiro existente (km 6+705) com declividade maior do que 5%, pois não foi possível verificar se o berço é provido de dentes de ancoragem espaçados de 5,0 m e fixados em solo firme.
- Em todos os casos, o apiloamento lateral e a compactação do material foram previstos até a altura mínima de recobrimento dos bueiros.

O quadro resumo e as seções transversais dos bueiros estão apresentados no Volume 2, com os parâmetros essenciais ao detalhamento construtivo.

Todos os dispositivos de drenagem projetados deverão ser executados conforme constam no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT (IPR-736).

D.3. PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

No projeto de drenagem superficial buscou-se captar as águas oriundas do escoamento superficial da rodovia e de suas áreas adjacentes resguardando a segurança e estabilidade do corpo da estrada. Constituiu-se do projeto de dimensionamento os seguintes dispositivos:

- Sarjeta de Corte;
- Valeta de Proteção de Corte;
- Valeta de Proteção de Aterro;
- Meios-fios;
- Dissipador de Energia;
- Entradas D'água;
- Descida D'água;



- Transposição dos Segmentos de Sarjetas.

Os quadros com a relação e localização dos dispositivos de drenagem superficial estão apresentados no Volume 2 - Projeto de Drenagem e Obras de Artes Correntes.

D.3.1. Sarjeta de Corte

As sarjetas de corte foram projetadas junto aos pés dos cortes com a finalidade de coletar as águas superficiais e conduzi-las para fora dos cortes.

Adotou-se o seguinte dispositivo-tipo, conforme o Álbum de Dispositivos do DNIT:

- Sarjeta triangular revestida em concreto: STC 80-17 (revestimento em concreto).

O deflúvio superficial foi determinado através do método racional para:

- $TR = 5$ anos (tempo de recorrência);
- $t_d = t_c = 5 \text{ min} = 0,083 \text{ h}$ (tempo de duração);
- $h = 1,00 \text{ cm}$ (altura da precipitação para $t_c = 5 \text{ min}$).

O Método Racional foi aplicado para o cálculo da descarga, que foi calculada pela fórmula abaixo:

$$Q = C \times I \times A_d / 360$$

Onde:

- C = Coeficiente de escoamento médio da área de contribuição, considerado em 0,90 para a plataforma e 0,40 para talude;
- I = Intensidade de projeto para um tempo de concentração de 5min e tempo de recorrência de 5 anos;
- A_d = Área de contribuição calculada considerando a semi-plataforma acabada + largura do dispositivo + projeção do talude corte, multiplicada pelo comprimento crítico determinado para cada situação de greide, em ha.

$$A_d = (s_p + l_d + \text{projeção horizontal do talude e área externa}) \times L_{\text{crítico}}$$

Para efetuar os cálculos hidráulicos que definiram a altura da lâmina d'água e a capacidade de escoamento deste dispositivo e ainda o estabelecimento do comprimento crítico, foi empregada a fórmula de Manning associada à fórmula da continuidade, gerando a expressão:

$$Q_{adm} = 1/n \times A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

Sendo:

- $n = 0,015$ (revestimento em concreto);
- A = área molhada em m^2 ;



-
- R_h = Raio hidráulico (área/perímetro molhado);
 - I = declividade do dispositivo em m/m.

Para o dimensionamento das sarjetas de cortes, temos:



Tabela 1: Cálculo da Capacidade de Vazão e Comprimento crítico das STC.

CÁLCULO DA CAPACIDADE DE VAZÃO	
ELEMENTO DE DIMENSIONAMENTO	STC 80-17
- Coeficiente de rugosidade (n)	0,015
- Área da seção máxima de escoamento (m²)	0,067
- Perímetro Molhado (m)	0,903
- Raio Hidráulico (m)	0,074
- Intensidade de precipitação Tr=5 anos, tc 5min (cm/h)	12,00
- Capacidade de vazão da seção (m³/s) [x i ^{1/2}]	0,791

COMPRIMENTO CRÍTICO	
ELEMENTO DE DIMENSIONAMENTO	STC 80-17
- Altura Corte [m]	
- Largura talude [m]	3,00
- Largura Plataforma [m]	4,50
- Coeficiente de escoamento da plataforma	0,90
- Coeficiente de escoamento do Talude	0,40
- Velocidade de Manning [m/s]	4,50
- Declividade Crítica [m/m]	0,1458
- Comprimento Crítico (m) [i ^{1/2}]	4.523,78
- Área da seção máxima de escoamento (m²)	0,067
- Perímetro molhado (m)	0,903
- Raio Hidráulico (m)	0,074
- Máxima velocidade de escoamento (m/s)	4,50
- Intensidade de precipitação Tr=5 anos, tc=5 min (cm/h)	12,00
- Máxima declividade (%)	14,58
- Capacidade de vazão da seção (m³/s)	0,791 x i ^(1/2)
- Comprimento crítico (m)	4.523,78 x i ^(1/2)
Declividade (%)	Compr. crítico (m)
0,30	247,78
0,50	319,88
0,75	391,77
1,00	452,38
1,25	505,77
1,50	554,05
1,75	598,44
2,00	639,76
2,25	678,57
2,50	715,27
2,75	750,18
3,00	783,54
3,50	846,32
4,00	904,76
4,50	959,64
5,00	1.011,55

Fonte: Consultoria de Projetos.



D.3.2. Valeta de Proteção de Corte

As valetas de proteção de corte têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno natural impedindo-as de atingir o talude de corte.

Deverão ser locadas paralelamente à estrada a uma distância de 2 a 3 m da crista do talude de corte.

Utilizou-se a valeta tipo VPCC 120-30 (revestimento em concreto).

O Método Racional foi aplicado para o cálculo da descarga, que foi calculada pela fórmula abaixo:

$$Q = C \times I \times Ad / 360$$

Onde:

- C=Coeficiente de escoamento médio da área de contribuição, considerado em 0,9 para a plataforma e 0,4 para talude;
- I=Intensidade de projeto para um tempo de concentração de 5min e tempo de recorrência de 5 anos;
- Ad= Área de contribuição calculada considerando a largura do dispositivo + área externa, multiplicada pelo comprimento crítico determinado para cada situação de greide, em ha.

$$Adc = (\text{largura do dispositivo} + \text{área externa}) \times L_{\text{crítico}}$$

Para efetuar os cálculos hidráulicos que definiram a altura da lâmina d'água e a capacidade de escoamento deste dispositivo e ainda o estabelecimento do comprimento crítico, foi empregada a fórmula de Manning associada à fórmula da continuidade, gerando a expressão:

$$Q_{adm} = 1/n \times A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

Sendo:

- n = 0,015 (revestimento em concreto);
- A = área molhada em m²;
- R_h = Raio hidráulico (área/perímetro molhado);
- I = declividade do dispositivo em m/m.

Para o dimensionamento das valetas de proteção de cortes, temos:



Tabela 2: Cálculo da Capacidade de Vazão e Comprimento crítico da VPCC.

CÁLCULO DA CAPACIDADE DE VAZÃO	
ELEMENTO DE DIMENSIONAMENTO	VPCC 120-30
- Coeficiente de rugosidade (n)	0,030
- Área da seção máxima de escoamento (m²)	0,270
- Perímetro Molhado (m)	1,449
- Raio Hidráulico (m)	0,186
- Intensidade de precipitação Tr=5 anos, tc 5min (cm/h)	12,00
- Capacidade de vazão da seção (m³/s) $[x i^{1/2}]$	2,937

COMPRIMENTO CRÍTICO	
ELEMENTO DE DIMENSIONAMENTO	
- Altura Corte [m]	
- Largura talude [m]	10,00
- Largura Plataforma [m]	
- Coeficiente de escoamento da plataforma	0,90
- Coeficiente de escoamento do Talude	0,40
- Velocidade de Manning [m/s]	4,50
- Declividade Crítica [m/m]	0,1712
- Comprimento Crítico (m) $[i^{1/2}]$	22.032,97
- Área da seção máxima de escoamento (m²)	0,270
- Perímetro molhado (m)	1,449
- Raio Hidráulico (m)	0,186
- Máxima velocidade de escoamento (m/s)	4,50
- Intensidade de precipitação Tr=5 anos, tc=5 min (cm/h)	12,00
- Máxima declividade (%)	17,12
- Capacidade de vazão da seção (m³/s)	$2,937 \times i^{1/2}$
- Comprimento crítico (m)	$22.032,97 \times i^{1/2}$

Declividade (%)	Compr. crítico (m)
0,30	1.206,80
0,50	1.557,97
0,75	1.908,11
1,00	2.203,30
1,25	2.463,36
1,50	2.698,48
1,75	2.914,69
2,00	3.115,93
2,25	3.304,95
2,50	3.483,72
2,75	3.653,76
3,00	3.816,22
3,50	4.121,99
4,00	4.406,59
4,50	4.673,90
5,00	4.926,72

Fonte: Consultoria de Projetos.



D.3.3. Valeta de Proteção de Aterro

As valetas de proteção de aterro têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno natural impedindo-as de atingir o talude de aterro.

Deverão ser locadas paralelamente à estrada a uma distância de 1 m do pé do talude de aterro.

Utilizou-se a valeta tipo VPAC 120-30 (revestimento em concreto).

O Método Racional foi aplicado para o cálculo da descarga, que foi calculada pela fórmula abaixo:

$$Q = C \times I \times Ad / 360$$

Onde:

- C=Coeficiente de escoamento médio da área de contribuição, considerado em 0,90 para a plataforma e 0,40 para talude;
- I=Intensidade de projeto para um tempo de concentração de 5min e tempo de recorrência de 5 anos;
- Ad= Área de contribuição calculada considerando a largura do dispositivo + área externa, multiplicada pelo comprimento crítico determinado para cada situação de greide, em ha.

$$Ad = (\text{largura do dispositivo} + \text{área externa} + \text{semi-plataforma}) \times L_{\text{crítico}}$$

Para efetuar os cálculos hidráulicos que definiram a altura da lâmina d'água e a capacidade de escoamento deste dispositivo e ainda o estabelecimento do comprimento crítico, foi empregada a fórmula de Manning associada à fórmula da continuidade, gerando a expressão:

$$Q_{\text{adm}} = 1/n \times A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

Sendo:

- n = 0,015 (revestimento em concreto);
- A = área molhada em m²;
- R_h = Raio hidráulico (área/perímetro molhado);
- I = declividade do dispositivo em m/m.

Para o dimensionamento das valetas de proteção de aterros, temos:



Tabela 3: Cálculo da Capacidade de Vazão e Comprimento crítico da VPAC.

CÁLCULO DA CAPACIDADE DE VAZÃO	
ELEMENTO DE DIMENSIONAMENTO	VPAC 120-30
- Coeficiente de rugosidade (n)	0,015
- Área da seção máxima de escoamento (m²)	0,270
- Perímetro Molhado (m)	1,449
- Raio Hidráulico (m)	0,186
- Intensidade de precipitação Tr=5 anos, tc 5min (cm/h)	12,00
- Capacidade de vazão da seção (m³/s) $[x i^{1/2}]$	5,874

COMPRIMENTO CRÍTICO	
ELEMENTO DE DIMENSIONAMENTO	VPAC 120-30
- Altura Corte [m]	
- Largura talude [m]	10,00
- Largura Plataforma [m]	4,50
- Coeficiente de escoamento da plataforma	0,90
- Coeficiente de escoamento do Talude	0,40
- Velocidade de Manning [m/s]	4,50
- Declividade Crítica [m/m]	0,0428
- Comprimento Crítico (m) $[i^{1/2}]$	21.896,12
- Área da seção máxima de escoamento (m²)	0,270
- Perímetro molhado (m)	1,449
- Raio Hidráulico (m)	0,186
- Máxima velocidade de escoamento (m/s)	4,50
- Intensidade de precipitação Tr=5 anos, tc=5 min (cm/h)	12,00
- Máxima declividade (%)	4,28
- Capacidade de vazão da seção (m³/s)	$5,874 \times i^{1/2}$
- Comprimento crítico (m)	$21.896,12 \times i^{1/2}$

Declividade (%)	Compr. crítico (m)
0,30	1.199,30
0,50	1.548,29
0,75	1.896,26
1,00	2.189,61
1,25	2.448,06
1,50	2.681,72
1,75	2.896,58
2,00	3.096,58
2,25	3.284,42
2,50	3.462,08
2,75	3.631,06
3,00	3.792,52
3,50	4.096,39
4,00	4.379,22
4,50	4.644,87
5,00	4.896,12

Fonte: Consultoria de Projetos.



D.3.4. Meio-fio

Foi projetado meio-fio, tipo MFC 03, junto a aterros com alturas maior que 2,00 m.

Também se projetou MFC 05 juntos aos canteiros.

Tabela 4: Cálculo da Capacidade de Vazão e Comprimento crítico do MFC.

COMPRIMENTO CRÍTICO		
ELEMENTO DE DIMENSIONAMENTO	MFC-05	MFC-03
	MFC-05	MFC-03
- Largura Plataforma [m]	9,00	9,00
- Coeficiente de escoamento da plataforma	0,90	0,90
- Coeficiente de escoamento do Talude	0,40	0,40
- Velocidade de Manning [m/s]	4,00	4,00
- Declividade Crítica [m/m]	0,6811	0,0158
- Comprimento Crítico (m) [$i^{1/2}$]	843,65	1.886,67
- Área da seção máxima de escoamento (m ²)	0,047	0,016
- Perímetro molhado (m)	2,193	0,044
- Raio Hidráulico (m)	0,021	0,361
- Máxima velocidade de escoamento (m/s)	4,00	4,00
- Intensidade de precipitação Tr=5 anos, tc=5 min (cm/h)	12,00	12,00
- Máxima declividade (%)	68,11	1,58
- Capacidade de vazão da seção (m ³ /s)	$0,228 \times i^{1/2}$	$0,509 \times i^{1/2}$
- Comprimento crítico (m)	$845,65 \times i^{1/2}$	$1.886,67 \times i^{1/2}$
Declividade (%)	Compr. crítico (m)	
0,30	46,21	103,34
0,50	59,66	133,41
0,75	73,06	163,39
1,00	84,37	188,67
1,25	94,32	210,94
1,50	103,33	231,07
1,75	111,60	249,58
2,00	119,31	266,82
2,25	126,55	283,00
2,50	133,39	298,31
2,75	139,90	312,87
3,00	146,12	326,78
3,50	157,83	352,96
4,00	168,73	377,33
4,50	178,97	400,22
5,00	188,65	421,87

Fonte: Consultoria de Projetos.



D.3.5. Dissipador de Energia

Estão previstos dissipadores de energia, junto a jusante de algumas sarjetas, valetas e meios-fios, sendo, respectivamente dos tipos DES 80-240, DES 120-360 ou DED 03 A, com o objetivo da eliminação do processo erosivo.

Estão previstos dissipadores de energia junto a jusante de alguns bueiros ou de descidas d'águas junto a bueiros, dos seguintes tipos: DEB 180-263, DEB 240-316, DEB 300-366, DEB 360-414, DEB 300-511, DEB 360-584, DEB 450-746, DAD 12, a jusante, respectivamente, de BSTC 0,60, BSTC 0,80 m, BSTC 1,00 m, BSTC 1,20 m, BDTC 1,00 m, BDTC 1,20 m, BDTC 1,50 m.

D.3.6. Descidas D'águas

Estão previstas algumas descidas d'águas e são dos seguintes tipos: DAD 60-36, DAD 125-30, DAD 200-40, DCD 60-30, a jusante, respectivamente, de EDA 03 A, BSTC 0,80 m, BSTC 1,20 m, banquetta de corte.

D.3.7. Entradas D'águas

Também estão pensadas algumas entradas d'águas para deságues de meios-fios e são dos seguintes tipos: EDA 03 A, EDA 03 D.

D.3.8. Transposição dos Segmentos de Sarjetas e Valetas

Está prevista em local que segmento de sarjetas ou de valeta é interceptado por acesso marginal a rodovia. O tipo adotado é o TSS 120.

D.3.9. Caixas Coletoras

Estão projetadas caixas coletoras dos tipos CCT 06 e CCT 10.

D.4. PROJETO DE DRENAGEM SUBSUPERFICIAL



Conforme o Manual de Drenagem de Pavimento do DNIT, o avanço da técnica da drenagem dos pavimentos tem sido grande nas últimas décadas e os técnicos vem reconhecendo cada vez mais a sua importância. Ainda, segundo essa publicação, essa drenagem se faz necessária, no Brasil, nas regiões onde anualmente se verifica uma altura pluviométrica maior do que 1.500 milímetros, que é o caso em questão.

D.4.1. Drenos transversais

São os drenos posicionados transversalmente à pista de rolamento em toda a largura da plataforma, sendo, usualmente, indicada sua localização nos pontos baixos das curvas côncavas.

No presente caso, o dreno longitudinal raso projetado é do tipo DSS 04 com vala de seção quadrada (profundidade e largura), de lado igual a 0,40 m, com tubo de concreto de 0,10 m de diâmetro, com enchimento de brita (1/2" a 2 1/2") e manta sintética.

As bocas de saída de concreto são do tipo BSD 03.

D.5. PROJETO DE DRENAGEM SUBTERRÂNEA

No projeto de drenagem subterrânea buscou-se rebaixar o lençol d'água a pelo menos 1,50 m abaixo do greide de terraplenagem ou interceptar as águas oriundas de corte em rocha, projetando-se, respectivamente os seguintes dispositivos:

- Dreno Longitudinal Profundo;
- Dreno Longitudinal Raso.

Os quadros com a relação e localização dos dispositivos de drenagem superficial estão apresentados na Parte II - Projeto de Drenagem e Obras de Artes Correntes.

D.5.1. Dreno Longitudinal Raso

No presente projeto foi considerado o tipo DPR-02 nos cortes em rocha.

As bocas de saída de concreto são do tipo BSD 03.

D.5.2. Dreno Longitudinal Profundo

O critério geral para a previsão de drenos longitudinais profundos ficou restrito ao seguinte caso:

- constatação da possibilidade de umidade excessiva em corte caixão com altura considerável.



O dreno longitudinal profundo projetado é do tipo DPS 08 com vala de seção retangular de 1,50 m de profundidade por 0,50 m de largura, com tubo de concreto de 0,20 m de diâmetro, furos $\varnothing 3/8"$, com enchimento de brita (1/2" a 2 1/2") e manta geotextil.

As bocas de saída de concreto são do tipo BSD 02.

D.5.3. Colchão Drenante

Nos estudos Geotécnicos foi constatada a necessidade de execução de camada drenante em alguns locais do trecho. A fim de atender a esta necessidade, estão sendo indicados materiais granulares para as camadas de base e sub-base, que apresentam capacidade drenante.

Logo, não está previsto colchão drenante para a rodovia ora projetada.

D.6. PROJETO DE DRENAGEM DAS INTERSEÇÕES E ACESSOS

O detalhamento do projeto de drenagem contendo as interseções e acessos juntamente com a linha geral está inserido no Volume 2 - Projeto de Drenagem e Obras de Artes Correntes.

D.7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No Volume 2 - Projeto de Drenagem e Obras de Artes Correntes são apresentados: o quadro resumo de bueiros; as seções transversais dos bueiros; os quadros de localizações dos dispositivos projetados; o esquema linear.

D.8. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO E QUANTIDADES DE DISPOSITIVOS

As especificações de serviço para a execução dos dispositivos de drenagem e suas quantidades estão indicados no projeto são as seguintes:



Tabela 5: Especificações dos dispositivos de drenagem indicados no projeto.

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	UN.	QUANT.
2.		DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES			
2.1	0804029	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 023/2006 - ES	m	193,00
2.2	0804037	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 023/2006 - ES	m	9,00
2.3	0804045	Corpo de BSTC D = 1,20 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 023/2006 - ES	m	37,00
2.4	0804189	Corpo de BDTC D = 1,00 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 023/2006 - ES	m	4,00
2.5	0804197	Corpo de BDTC D = 1,20 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 023/2006 - ES	m	22,00
2.6	0804205	Corpo de BDTC D = 1,50 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 023/2006 - ES	m	17,00
2.7	0804207	Corpo de BDTC D = 1,50 m PA2 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 023/2006 - ES	m	24,00
2.8	0705199	Corpo de BSCC 2,50 x 2,50 m - moldado no local - altura do aterro 1,00 a 2,50 m - areia extraída e brita produzida	DNIT 025/2004 - ES	m	35,00
2.9	0705303	Corpo de BDCC 3,00 x 3,00 m - moldado no local - altura do aterro 2,50 a 5,00 m - areia extraída e brita produzida	DNIT 025/2004 - ES	m	33,00
2.10	0705376	Corpo de BTCC 2,50 x 2,50 m - moldado no local - altura do aterro 1,00 a 2,50 m - areia extraída e brita produzida	DNIT 025/2004 - ES	m	18,00
2.11	0804101	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	5,00
2.12	0804109	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 20° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	1,00
2.13	0804111	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 25° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	4,00
2.14	0804115	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 35° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	2,00
2.15	0804131	Boca de BSTC D = 1,00 m - esconsidade 25° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	2,00
2.16	0804145	Boca de BSTC D = 1,20 m - esconsidade 10° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	2,00
2.17	0804153	Boca de BSTC D = 1,20 m - esconsidade 30° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	2,00
2.18	0804233	Boca de BDTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	1,00
2.19	0804263	Boca de BDTC D = 1,20 m - esconsidade 25° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	2,00
2.20	0804273	Boca de BDTC D = 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas retas	DNIT 023/2006 - ES	un	4,00
2.21	0705241	Boca de BSCC 2,50 x 2,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	DNIT 025/2004 - ES	un	4,00
2.22	0705340	Boca de BDCC 3,00 x 3,00 m - esconsidade 15° - areia e brita comerciais	DNIT 025/2004 - ES	un	2,00
2.23	0705421	Boca de BTCC 2,50 x 2,50 m - esconsidade 15° - areia e brita comerciais	DNIT 025/2004 - ES	un	2,00
2.24	4805749	Escavação manual de vala em material de 1ª categoria bueiro	DNIT 023/2006 - ES ou DNIT 025/2006 - ES	m³	401,16
2.25	4805757	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria bueiro	DNIT 023/2006 - ES ou DNIT 025/2006 - ES	m³	3.610,40
2.26	4805762	Escavação mecânica de vala em material de 2ª categoria bueiro	DNIT 023/2006 - ES ou DNIT 025/2006 - ES	m³	412,60
2.27	5502993	Escavação mecânica de vala em material de 3ª categoria bueiro	DNIT 023/2006 - ES ou DNIT 025/2006 - ES	m³	206,30
2.28	4815671	Reaterro e compactação com soquete vibratório	DNIT 023/2006 - ES ou DNIT 025/2006 - ES	m³	5.988,58
2.29	1600404	Remoção de tubos de concreto com diâmetro de 0,40 m a 1,00 m em valas e bueiros	DNIT 018/2006 - ES	m	195,12
2.30	2003325	Sarjeta triangular de concreto - STC 80-17 - areia e brita comerciais	DNIT 018/2006 - ES	m	7.963,00
2.31	2003365	Transposição de segmentos de sarjeta e valeta - tipo TSS 120 - areia e brita comerciais	DNIT 019/2004 - ES	m	40,00
2.32	0804021	Corpo de BSTC D = 0,60 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais		m	87,00
2.33	0804377	Boca de BSTC D = 0,60 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas esconsas		un	2,00
2.34	4805750	Escavação manual em material de 1ª categoria na profundidade de até 1 m		m³	36,54
2.35	1107892	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais		m³	53,94
2.36	2003309	Valeta de proteção de cortes com revestimento de concreto - VPCC 120-30 - areia e brita comerciais	DNIT 018/2006 - ES	m	2.261,00
2.37	2003315	Valeta de proteção de aterros com revestimento de concreto - VPAC 120-30 - areia e brita comerciais	DNIT 018/2006 - ES	m	1.862,00
2.38	2003571	Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 08 - tubo de concreto perfurado e brita comercial	DNIT 015/2006 - ES	m	776,00
2.39	2003571	Dreno longitudinal profundo para corte em rocha - DPR 02 - tubo de concreto perfurado e brita comercial	DNIT 015/2006 - ES	m	483,00
2.40	2003925	Dreno subsuperficial - DSS 04 - tubo de concreto perfurado e brita comercial	DNIT 015/2006 - ES	m	56,00
2.41	2003601	Boca de saída para dreno longitudinal profundo - BSD 02 - tubo de concreto perfurado - areia e brita comerciais	DNIT 015/2006 - ES	un	3,00
2.42	2003613	Boca de saída para dreno sub-superficial - BSD 03 - areia e brita comerciais	DNIT 015/2006 - ES	un	11,00
2.43	2003407	Descida d'água de aterros em degraus - DAD 60-36 - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004 - ES	m	85,80
2.44	2003415	Descida d'água de aterros em degraus - DAD 125-30 - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004 - ES	m	7,80
2.45	2003423	Descida d'água de aterros em degraus - DAD 200-40 - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004 - ES	m	5,40
2.46	2003399	Descida d'água de cortes em degraus - DCD 60-30 - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004 - ES	m	40,80
2.47	2003453	Dissipador de energia adaptável aos bueiros tubulares de concreto - DEB 180-263 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	1,00
2.48	2003463	Dissipador de energia adaptável aos bueiros tubulares de concreto - DEB 300-511 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	1,00
2.49	2003465	Dissipador de energia adaptável aos bueiros tubulares de concreto - DEB 360-584 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	1,00
2.50	2003459	Dissipador de energia adaptável aos bueiros tubulares de concreto - DEB 360-414 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	2,00
2.51	2003467	Dissipador de energia adaptável aos bueiros tubulares de concreto - DEB 450-746 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	2,00
2.52	2003469	Dissipador de energia adaptável aos bueiros tubulares de concreto - DEB 300-366 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	1,00
2.53	2003455	Dissipador de energia adaptável aos bueiros tubulares de concreto - DEB 240-316 - areia, brita e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	10,00
2.54	2003243	Dissipador de energia adaptáveis à sarjetas e valetas - DES 80-240 - areia e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	41,00
2.55	2003233	Dissipador de energia adaptáveis à sarjetas e valetas - DES 120-360 - areia e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	12,00
2.56	2003179	Dissipador de energia adaptáveis às descidas d'água - DED 03 A - areia e pedra de mão comerciais	DNIT 022/2006 - ES	un	19,00
2.57	2003479	Caixa coletora de sarjeta com grelha de concreto - CCS 200-80A - com grelha de ferro - TCC 02 - areia e brita comerciais	DNIT 026/2006 - ES	un	3,00
2.58	2003487	Caixa coletora de sarjeta com grelha de concreto - CCS 250-80A - com grelha de ferro - TCC 02 - areia e brita comerciais	DNIT 026/2006 - ES	un	2,00
2.59	2003495	Caixa coletora de sarjeta com grelha de concreto - CCS 300-80A - com grelha de ferro - TCC 02 - areia e brita comerciais	DNIT 026/2006 - ES	un	3,00
2.60	2003477	Caixa coletora de sarjeta com grelha de concreto - CCS 200-60A - com grelha de ferro - TCC 02 - areia e brita comerciais	DNIT 026/2006 - ES	un	2,00
2.61	2003644	Caixa de ligação e passagem - CLP 02 - areia e brita comerciais		un	1,00
2.62	2003373	Meio-fio de concreto - MFC 03 - areia e brita comerciais - forma de madeira	DNIT 020/2006 - ES	m	1.795,00
2.63	2003377	Meio-fio de concreto - MFC 05 - areia e brita comerciais - forma de madeira	DNIT 020/2006 - ES	m	802,00
2.64	2003385	Entrada para descida d'água em greide contínuo adaptável aos meios-fios - EDA 03 A - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004 - ES	un	15,00
2.65	2003385	Entrada para descida d'água em ponto baixo adaptável aos meios-fios - EDA 03 B - areia e brita comerciais	DNIT 021/2004 - ES	un	4,00
2.66	1619006	Demolição mecânica de concreto simples com escavadeira hidráulica (remoção de caixas)		m³	122,29
2.67	1600896	Demolição mecânica de pedra argamassada (Demolição mecânica de alvenaria com escavadeira hidráulica)		m³	11,91
2.68	1506055	Pedra argamassada com cimento e areia 1:3 - areia e pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento		m³	186,04
2.69	1107892	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais		m³	4,62
2.70	4915712	Limpeza de Bueiro		m³	7,11

Obs.: alguns serviços aparecem sem o código devido ao fato de estarem considerados na publicação IPR-736, mas ainda não constarem do SICRO.

Fonte: Consultoria de Projetos.



E. PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS



E. PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

E.1 INTRODUÇÃO

O Projeto de Interseções tem por objetivo fundamental assegurar a circulação ordenada dos veículos, garantindo a segurança das operações e mantendo o nível de serviço da Rodovia.

As interseções devem ser reconhecíveis a tempo pelo usuário, apresentar disposição clara e fluente, possuir geometria harmoniosa, isenta de angulosidades e truncamentos e apresentar visibilidade adequada aos fluxos intervenientes. As correntes de trânsito direto devem permanecer isentas de perturbações, sendo sua condução estabelecida por elementos geométricos de padrão compatível com a Rodovia principal.

Sempre que possível, o próprio dimensionamento dos ramos deverá induzir às velocidades desejáveis de forma a minimizar a utilização de sinais ou mensagens que possam promover desvios na atenção dos condutores. Tanto as sinalizações horizontais e verticais adequadas, quanto a iluminação do local, principalmente em áreas com urbanização adjacente, constituem elementos cuja ausência comprometerá de forma drástica a funcionalidade do esquema proposto.

Elementos agressivos, como meios-fios excessivamente elevados, defensas implantadas “de topo”, placas de sinalização mal posicionadas, postes, marcos e monumentos na trajetória principal dos veículos devem ser evitados.

A função principal dos meios-fios nas interseções é a de proporcionar condução ótica ao usuário servindo secundariamente como elemento de drenagem, proteção das bordas das pistas e contenção dos canteiros e ilhas.

A determinação do veículo representativo de projeto, por sua vez, embasará o dimensionamento final das soluções recomendadas, as quais devem apresentar capacidade suficiente à absorção do volume de tráfego previsto.

E.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE PROJETO

A rodovia ERS-143, o trecho inicia no perímetro urbano do município de Constantina no km 0+000, e se desenvolve-se por 8.134,08 km no sentido ao município de Engenho Velho, apresentando topografia predominantemente ondulada. Considerando-se as condicionantes operacionais e o tráfego previsto, insere-se na classe IV-A da classificação do DAER referente aos padrões técnicos mínimos admitidos.

O trecho projetado da rodovia ERS-143 inicia no perímetro urbano do município de Constantina no km 0+000, e se desenvolve-se por 8.134,08 km no sentido ao município de Engenho Velho. A orientação geral do traçado coincide com a estrada existente, buscando-se dotar o trecho de características satisfatórias, compatíveis com os níveis técnico-econômicos esperados. Também são



seguidas as definições já estabelecidas no projeto original desenvolvido no ano de 2013 pela empresa Magna Engenharia Ltda, fornecido pelo DAER e objeto desta readequação. No desenvolvimento do trecho de projeto, são também projetadas 3 interseções: no km 0+000, no km 4+075 e no km 7+650; e 15 acessos locais.

O dimensionamento geométrico foi estabelecido de acordo com as orientações contidas no Manual de Projeto de Interseções – IPR-718 (DNIT, 2005) levando em consideração também as condições locais específicas, tais como: topografia, geometria das vias, altimetria, urbanização circundante, faixa de domínio, tráfego predominante, etc.

Em algumas situações, os ramos das interseções e dos acessos ultrapassam o limite para as rampas máximas, determinadas para as classes de projeto. A adoção de rampas com inclinação superior aos limites estabelecidos pela norma nos ramos, ocorre em função das condições topográficas existentes e da necessidade de compatibilização entre o greide da rodovia principal e dos ramos de acesso.

E.3 DETERMINAÇÃO DO TIPO DE INTERSEÇÃO

A escolha do tipo de interseção foi realizada conforma às Normas de Projetos Rodoviários – Projeto Geométrico de Interseções (DAER, 1991). Conforme este manual, o tipo da interseção em nível é determinado em função do tráfego na via principal e na via secundária, dependendo também do tipo de zona em que se situa a interseção.

Com os dados obtidos através do Estudo de Tráfego, definiu-se através do quadro abaixo o tipo de interseção adequada à situação.



Figura 1 - Tipos de Interseções em Nível adotadas no DAER/RS.

CLASSE	Volumes de Tráfego ucp/h (nos dois sentidos)		Entradas a Direita	TIPO DA INTERSEÇÃO				VERIFICAR
	Via Principal	VIA Secundária						
I	< 300 qualquer	< 50 < 50	-	Interseção Simples	Projeto mínimo			Quadro II
II a	> 300 qualquer	> 50 > 50	-	Interseção Simples	Gota na secundária ou rótula vazada			Quadro II
II b	> 300 qualquer	> 50 > 50	> 50	Interseção Simples	Gota na secundária ou rótula vazada + taper			Quadro II Quadro XIII
III a	300 a 400	qualquer	> 100	Interseção Simples	Gota e ilhas na secundária ou rótula vazada e ilhas + faixas de mudança de velocidade			Quadro III Quadro XIV (caso II) Quadro XV
III b	> 400	qualquer	> 100	Interseção Simples				Quadro III Quadro XIV (caso I)
IV	Limites fornecidos pela Fig. 10			Interseção Canalizada	Gota c/ilhas na secundária c/canteiro central na via principal ou rótula cheia	Figura 11		Quadro XIV (caso I)

Fonte: Manual de Projeto de Interseções – DAER/91.

Considerando os dados obtidos através do Estudo de Tráfego, observa-se que para o trecho projetado existem três interseções:

- Interseção com a BR-386, localizada no km 0+000 da rodovia ERS-143.

Por tratar-se de uma interseção em área rural, com VDM > 400 veículos na via principal (Classe III) e entrada à direita, foi adotada para a interseção no km 0+000 do tipo gota com ilhas.

- Interseções no km 4+075;

Para a interseção no km 4+075 é previsto um acesso tipo com refúgio à direita para conversão à esquerda, com o objetivo de melhorar a segurança no movimento, dado o volume de tráfego esperado para o acesso.

- Interseções no km 7+650.

Para a interseção no km 7+650 é previsto uma solução tipo rótula moderna, com dimensões mínimas para suportar o veículo-tipo de 18,60m.



E.3.1 Escolha do Tipo de Interseção nos Acessos locais

A rodovia ERS-143, trecho de a Engenho Velho conecta a rodovia BR-386/RS à zona urbana do referido município.

Definiu-se a adoção de “interseção simples” em 15 (quinze) acessos às comunidades lindeiras à rodovia, conforme apresentado abaixo:

Quadro 1 – Acessos na ERS-143.

INTERSEÇÕES COM A RODOVIA 386BRS9180			
Nº	Km	Lado	Observação
1	0+297	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 01
2	0+509	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 02
3	0+644	Direito	Acesso sem designação – Acesso 03
4	0+803	Direito	Acesso sem designação – Acesso 04
5	0+978	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 05
6	1+093	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 06
7	1+655	Direito	Acesso sem designação – Acesso 07
8	2+754	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 08
9	2+864	Direito	Acesso sem designação – Acesso 09
10	3+253	Direito	Acesso sem designação – Acesso 10
11	3+354	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 11
12	5+942	Direito	Acesso sem designação – Acesso 12
13	6+079	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 13
14	6+270	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 14
15	7+102	Esquerdo	Acesso sem designação – Acesso 15

Fonte: Consultoria de Projetos.

Para os acessos tipos, apresenta-se uma planta contendo a locação e os perfis dos ramos lançados e também as notas de serviços para implantação.

São previstas faixas adicionais de refúgio à direita nos acessos tipos quando necessários.



E.3.2 Veículo de Projeto

O veículo de projeto adotado para o dimensionamento da interseção com a BR-386 foi tipo 3S3 (semirreboque).

E.4 INTERSEÇÃO KM 0+000

E.4.1 Características Planimétricas

Trata-se de uma interseção “T” em nível com abertura de canteiro central na rodovia BR-386/RS, com *tapers* de aceleração e desaceleração, com acesso à rodovia ERS-143 ao lado esquerdo. Foram lançados três (3) ramos de locação, um principal na BR-386/RS e dois ramos secundários na BR-386/RS com a ERS-143.

- O ramo 3, localizado na BR-386/RS em direção a Constantina, Rondinha e Engenho Velho, possui *tapers* de aceleração e desaceleração no canteiro central. Suas especificações incluem faixa de rolamento de 3,60m e 4,20m e acostamento de 1,20m. Com 503,51m de extensão, vai do km 3+000 ao km 3+503,51. A velocidade operacional é de 40km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786m.

- O ramo 2 está projetado na ERS-143 com interseção na BR-386/RS, no sentido Rondinha para Engenho Velho. Possui um taper de desaceleração, faixa de rolamento de 3,60 metros e acostamento de 1,20 metros. Com 364,347 metros de extensão, vai do km 2+000 ao km 2+364,347. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.

- O ramo 1 está projetado na ERS-143 com interseção na BR-386/RS, no sentido Engenho Velho para Constantina. Possui um taper de aceleração, faixa de rolamento de 3,60 metros e acostamento de 1,20 metros. Com 296,17 metros de extensão, vai do km 1+000 ao km 1+296,17. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.

E.5 INTERSEÇÃO KM 4+075

E.5.1 Características Planimétricas

Trata-se de uma interseção “T” em nível com rodovia ERS143/RS, com *tapers* de aceleração e desaceleração, com acesso secundário ao lado esquerda. Foram lançados três (3) ramos de locação, um principal na ERS143/RS e dois ramos no acesso secundários.

- O Ramo 3 está projetado na ERS-143, direcionado a Constantina, Engenho Velho e acesso secundário. Possui *tapers* de aceleração e desaceleração no lado direito da rodovia, com faixas de



rolamento de 3,50 metros e 4,20 metros, além de acostamento de 1,20 metros. Com extensão de 282,929 metros, vai do km 3+000 ao km 3+282,93. A velocidade operacional é de 40 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.

- O Ramo 2 está projetado na ERS-143, no sentido do acesso secundário para Engenho Velho. Possui um taper de desaceleração, faixa de rolamento de 3,50 metros e acostamento de 1,20 metros. Com 123,817 metros de extensão, vai do km 2+000 ao km 2+123,82. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.

- O Ramo 1 está projetado na ERS-143, no sentido do Acesso Secundário para Constantina. Possui um taper de aceleração, faixa de rolamento de 3,60 metros e acostamento de 1,20 metros. Com 162,403 metros de extensão, vai do km 1+000 ao km 1+162,403. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.

E.6 INTERSEÇÃO KM 7+650

E.6.1 Características Planimétricas

Trata-se de uma rotula moderna em nível com rodovia ERS143/RS, com Acesso Secundário ao lado esquerda e lado direito. Foram lançados cinco (5) ramos de locação.

- O Ramo 0 está projetado na ERS-143/RS, na rótula central, com faixa de rolamento de 7,50 metros e folga de 1,50 metros. Com 59,66 metros de extensão, vai do km 0+000 ao km 0+059,665. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.
- O Ramo 1 está projetado na ERS-143/RS, no sentido Acesso Secundário Norte. Possui faixa de rolamento de 4,50 metros e acostamento de 1,00 metro. Com 94,637 metros de extensão, vai do km 1+000 ao km 1+094,637. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.
- O Ramo 2 está projetado na ERS-143/RS, no sentido Acesso Secundário Sul. Possui faixa de rolamento de 4,50 metros e acostamento de 1,00 metro. Com 151,276 metros de extensão, vai do km 2+000 ao km 2+151,276. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.
- O Ramo 3 está projetado na ERS-143, no sentido Acesso Secundário Norte para a ERS-143/RS. Possui faixa de rolamento de 4,50 metros e acostamento de 1,00 metro. Com 93,865 metros de extensão, vai do km 3+000 ao km 3+093,865. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.

O Ramo 4 está projetado na ERS-143, no sentido Acesso Secundário Sul para a ERS-143/RS. Possui faixa de rolamento de 4,50 metros e acostamento de 1,00 metro. Com



160,478 metros de extensão, vai do km 4+000 ao km 4+160,478. A velocidade operacional é de 15 km/h, e o veículo de projeto é o BT7, com 19,786 metros de comprimento.



G. PROJETO DE SINALIZAÇÃO



G. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização fornece a disposição adequada dos vários elementos empregados para regular e disciplinar o trânsito da rodovia, de forma a indicar aos usuários a forma correta e segura de circulação e propiciar maior fluidez ao tráfego.

Através dos Estudos de Tráfego realizados, conforme as normas de Projetos Rodoviários do DAER, a rodovia foi definida como Classe IV-A. O trecho em questão está locado em região ondulado/Montanhoso e sua velocidade diretriz normatizada foi estabelecida em 60 km/h. Conforme dados obtidos nos Estudos de Tráfego.

O aspecto de segurança foi analisado em função dos parâmetros geométricos do traçado, proporcionando aos usuários amplas informações sobre as condições da rodovia, posicionando sinais específicos a fim de minimizar as possibilidades de acidentes.

G.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A sinalização prevista para a rodovia segue as Instruções de Sinalização Rodoviária do DAER, 3ª Edição Atualizada e aprovada em novembro de 2013, amparados na Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro conforme Decreto nº 4.711, de 29 de maio de 2003.

O projeto tem como base a versão atualizada do ANEXO II do Código de Trânsito Brasileiro - CTB, conforme Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022, Contran:

- Volume I do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito aprovado pela Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022, referente à sinalização vertical de regulamentação;
- Volume II do Manual Brasileiro de Sinalização, aprovado pela Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022, referente à Sinalização vertical de advertência.
- Volume III do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito aprovado pela Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022, referente a sinalização vertical de indicação;
- Volume IV do Manual Brasileiro de Sinalização de trânsito aprova a Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022, referente à sinalização horizontal. Deverão ser seguidos e aplicados no desenvolvimento do Projeto de sinalização e, no que couber, após implantação deste;
- Volume VI do Manual Brasileiro de Dispositivos Auxiliares aprovado pela Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022, referente aos Dispositivos Auxiliares;
- Volume VII do Manual Brasileiro de Sinalização de Temporária aprovado pela Resolução nº 973, de 18 de julho de 2022, referente a Sinalização Temporária.

Além disso o projeto teve como base também as seguintes normas e resoluções:

- Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias, IPR 738 de 2010;



- Resolução n.º 973 de 18 de julho de 2022 – Institui o Regulamento de Sinalização Viária;
- ABNT NBR 15486/2016 – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto;
- ABNT NBR 14891/2021 – Sinalização vertical – Placas.

O presente Projeto de Sinalização refere-se à Rodovia ERS-143, no trecho compreendido entre os municípios de Constantina e Engenho Velho, abrangendo uma extensão total de 8,05 km. O segmento tem o seu início no Km 0+000, no entroncamento com a ERS-143 em Constantina, e desenvolve-se até ao Km 8+050, no entroncamento com a Avenida Ângelo Lorini, no município de Engenho Velho. Caracteriza-se por ser um traçado predominantemente rural, com áreas urbanizadas localizadas apenas nas proximidades das sedes municipais. Devido às características do traçado e ao relevo da região, classificado como ondulado/montanhoso, foi estabelecida uma velocidade regulamentada de 60 km/h em praticamente toda a extensão do trecho. Contudo, em pontos antecedentes a interseções, áreas urbanas ou segmentos de maior sinuosidade, a velocidade projetada foi reduzida para 40 km/h.

A sinalização do projeto diferencia-se conforme o ambiente, adaptando-se às necessidades específicas de áreas urbanas e rurais para garantir a segurança viária e a fluidez do tráfego. Nos trechos rurais, onde as velocidades são superiores, as placas possuem dimensões maiores para assegurar a visibilidade necessária aos condutores. Já nos perímetros urbanos, a sinalização foi adequada com dimensões reduzidas, compatíveis com a velocidade e o ambiente de tráfego local. Esta adequação ao padrão urbano foi aplicada especificamente nos trechos compreendidos entre o Km 0+000 e o Km 1+210, correspondente ao perímetro de Constantina, e entre o Km 7+910 e o Km 8+050, no perímetro de Engenho Velho.

A implementação detalhada consta nos desenhos do Projeto de Execução, que apresentam, de forma esquemática e vinculada ao estacionamento da rodovia, as posições exatas para a implantação das placas e da pintura sobre o pavimento. O projeto engloba a sinalização vertical, com placas de regulamentação, advertência e indicação, além da sinalização horizontal, composta por faixas longitudinais, marcas transversais, legendas e símbolos. Todos os elementos respeitam as cadências e transições especificadas, garantindo a perfeita compreensão das mensagens pelos utilizadores da via e o cumprimento integral das normas técnicas de engenharia rodoviária.

G.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

É constituída por dispositivos de controle de trânsito que transmitem informações e instruções aos usuários da via, mediante símbolos ou legendas pré-reconhecidas e regulamentadas pelo Código Brasileiro de Trânsito. São colocadas em placas fixadas na posição vertical, ao lado da



via ou suspensão sobre ela com seus devidos suportes e todos os acessórios mínimos necessários para uma boa sinalização.

G.2.1 Funções

Os grupos de sinais de trânsito possuem formato, cor e dimensão específicos para garantir o reconhecimento imediato pelos condutores. O tamanho e o posicionamento das placas são definidos conforme as características e a velocidade da via, assegurando perfeita visibilidade, legibilidade e tempo hábil de reação. Em conformidade com a norma NBR 14644, os sinais devem ser parcialmente ou totalmente refletivos por impressão ou película, mantendo sua aparência visual idêntica tanto sob luz natural quanto refletida. Além disso, os suportes devem garantir uma fixação permanente e firme, impedindo qualquer oscilação, giro ou deslocamento indesejado.

G.2.2 Generalidades

O projeto contempla sinais de regulamentação, advertência, indicação, educação, serviços auxiliares, marcos quilométricos e dispositivos de segurança. As dimensões das placas foram definidas em função do número de caracteres e da velocidade diretriz da via. Nas interseções e acessos, a sinalização foi posicionada estrategicamente para garantir visibilidade, segurança e minimizar o risco de acidentes.

Conforme o Volume I do CONTRAN, a instalação das placas em trechos urbanos, exige-se altura de 2,10 m e recuo de 0,50 m do meio-fio à aresta externa; em segmentos rurais, a altura é de 1,20 m com afastamento de 1,20 m do acostamento. Em trechos com proteção contínua, como defensas ou barreiras, o recuo lateral deve ser de 0,80 m a partir do dispositivo. Por fim, a execução de todos os serviços de sinalização vertical deve seguir estritamente o Projeto de Execução e estas especificações particulares.

As placas ambientais foram implantadas no projeto conforme diretrizes do setor de meio ambiente. a consulta técnica assegurou que a definição, a quantidade e o posicionamento dessas placas atendam às normas ambientais e às necessidades específicas do trecho.

G.2.3 Placas

As dimensões das placas foram fixadas em função do número de caracteres e de forma a atender a velocidade diretriz da via. As cores e dimensões das placas utilizadas no projeto estão descritas a seguir.



G.2.3.1 Placas de Regulamentação

As placas de regulamentação têm por finalidade informar aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso da rodovia. Terão os seguintes formatos e cores, sendo que o tipo de película é determinado pela classe da rodovia:

- Circular (refletiva) Rural $\varnothing = 0,80$ m e Urbana $\varnothing = 0,50$ m:
 - Fundo: Branco, em película refletiva – III;
 - Borda e Tarja: Vermelho, em película refletiva - III;
 - Letras e símbolos: Preto, em película não refletiva – IV.
- Octogonal (refletiva) Rural L = 0,40 m e Urbana L = 0,35 m:
 - Fundo: Vermelho, em película refletiva – III;
 - Borda interna, letras e tarjas: Branco, em película refletiva – III.
- Triangular (refletiva) Rural L = 0,90 m e Urbana L = 0,75 m:
 - Fundo: Branco, em película refletiva - III;
 - Borda: Vermelho, em película refletiva – III.
- Retangular (refletiva) L = variável conforme legenda (indicado em projeto)
 - Fundo: Branco, em película refletiva - III;
 - Borda: Vermelho, em película refletiva - III;
 - Letras e símbolos: Preto, em película não refletiva - IV.

G.2.3.2 Placas de advertência

As placas de advertência têm por finalidade alertar os usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Terão os seguintes formatos e cores, sendo que o tipo de película é determinado pela classe da rodovia.

- Quadrada (refletiva) Rural L = 0,80 m e Urbana L = 0,50 m:
 - Fundo: Amarelo, em película refletiva - III;
 - Letras e símbolos e borda interna: Preto, em película não refletiva – IV.
- Retangular (refletiva) L = variável conforme legenda (indicado em projeto)
 - Fundo 01: Preto, em película não refletiva – IV;
 - Fundo 02: Amarelo, em película refletiva - III;
 - Letras e símbolos: Preto, em película não refletiva – IV.
 - Placa Interna: Advertência.
- Retangular (refletiva) L = variável conforme legenda (indicado em projeto)
 - Fundo: Amarelo, em película refletiva - III;
 - Letras e símbolos: Preto, em película não refletiva – IV;
 - Placa Interna: Advertência.



G.2.3.3 Placas indicativas

Estas placas têm por finalidade identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos quanto aos percursos, os destinos, e as distâncias.

- Retangular (refletiva) L = variável conforme legenda (indicado em projeto):
 - Fundo: Verde, em película refletiva - III;
 - Borda interna, letras e setas: Branco, em película refletiva - III;
 - Fundo: Azul, em película refletiva - III;
 - Borda interna, letras e setas: Branco, em película refletiva - III;
 - Quadro interno: Fundo: Branco, em película refletiva - III;
 - Símbolos: Preto, em película não refletiva – IV.

Para placas diagramadas, a altura mínima da letra é de 15 cm.

G.2.3.4 Placas educativas

A finalidade destas placas é educar os usuários da via quanto ao seu comportamento adequado e seguro no trânsito. Podem conter mensagens que reforcem normas gerais de circulação e conduta.

- Retangular (refletiva) L = variável conforme legenda (indicado em projeto):
 - Fundo: Branco, em película refletiva – III;
 - Borda interna e letras: Preto, em película não refletiva – IV.

Para placas diagramadas, a altura mínima da letra é de 15 cm.

G.2.3.5 Placas educativas (Cunho Ambiental)

Estas placas têm por objetivo indicar aos condutores áreas de sensibilidade ambiental devido à existência de corpos hídricos próximos.

- Retangular (refletiva) L = variável conforme legenda (indicado em projeto)
 - Fundo: Azul, em película refletiva – III;
 - Borda interna e letras: Branco, em película refletiva – III;
 - Quadro interno: Fundo: Branco, em película refletiva – III;
 - Símbolos: Preto, em película não refletiva – IV.

G.2.3.6 Placas de serviço auxiliares

São utilizadas com o objetivo de indicar aos condutores e pedestres os locais onde ambos podem dispor dos serviços indicados, orientando sua direção ou identificando estes serviços.

- Retangular (refletiva) L = variável conforme legenda (indicado em projeto):
 - Fundo: Azul, em película refletiva - III;



- Letras, setas e tarjas: Branco, em película refletiva – III;
- Quadro interno: Fundo: Branco, em película refletiva – III;
- Símbolos: Preto, em película não refletiva – IV.

G.2.3.7 Placas de marco quilométrico

São dispositivos auxiliares, que informam ao usuário da via sua localização em termos de distância em relação a um ponto que é considerado inicial pelo SRE – Sistema Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul.

- Retangular (refletiva) L = 0,50 x 0,85 m:
 - Fundo: Azul, em película refletiva - III;
 - Borda interna e letras: Branco, em película refletiva – III.

G.2.3.8 Placas de marcadores de alinhamento

São unidades refletivas fixadas em suporte, destinadas a alertar o condutor do veículo quando houver alteração do alinhamento da via. Devem ser implantados em série ao longo de todo o trecho onde ocorre a mudança no alinhamento, do lado externo da curva. A borda inferior do dispositivo deve estar a uma altura mínima de 0,80m e máxima de 1,50m da superfície da pista.

- Retangular (refletiva) L = 0,50 x 0,60 m:
 - Fundo: Amarelo, em película não refletiva – III;
 - Símbolos: Preto, em película refletiva – IV.

G.2.3.9 Placas de marcadores de perigo

São unidades refletivas fixadas em suporte, destinadas a alertar o condutor do veículo quando houver situação de perigo na via. Com faixas de cores alternadas de 10 cm, inclinadas à 45° voltadas para baixo. De acordo com o item 5.2 do “Manual de Dispositivos Auxiliares” do CONTRAN, devem ser afixados em suporte, de forma que o limite inferior fique no mínimo a 0,40m e no máximo a 1,50m em relação à superfície da pista. Além disso, devem ser colocados imediatamente à frente dos obstáculos, e à distância mínima de 0,30m.

- Retangular (refletiva) Rural L = 0,30 x 0,90 m e Urbana L=0,30 x 0,60m:
 - Fundo: Preto, em película não refletiva – IV;
 - Diagonais: Amarelo, em película refletiva – III

G.2.4 Especificações técnicas particulares da sinalização vertical

Neste item são apresentadas as principais especificações técnicas relacionadas à sinalização vertical.



G.2.4.1 Placas

As placas serão confeccionadas em chapas retas de aço galvanizado com cristais minimizados, de superfície lisa e totalmente isentas de graxas ou manchas. Conforme as diretrizes das normas NBR 11904/2015 e NBR 14891/2021, serão utilizadas chapas nº 16 para áreas de até 2 m² e chapas moduladas nº 18 para dimensões superiores a 2 m². Para a fixação das placas em suportes colapsíveis, a modulação ou o quadro de reforço deve seguir estritamente o manual de instalação do fabricante, sendo indispensável que todos os elementos de fixação possuam certificação do fornecedor.

Para a locação das placas e distâncias de visibilidade de adotadas são 50 metros no mínimo entre placas e entre pontos geométricos da rodovia. para permitir a leitura de todos os sinais, em função do tempo necessário para a percepção e reação dos condutores.

G.2.4.2 Película refletiva

Na sinalização desse projeto todos os símbolos, fundos, letras, tarjas e elementos refletivos devem utilizar película com micropismas de alta intensidade prismática, em conformidade com as normas NBR 14644/2021 e NBR 14891/2021.

Serão aplicadas películas refletivas tipo III para fundos e orlas, e tipo IV para legendas e símbolos. Os marcadores de perigo terão o fundo preto em película não retrorrefletiva tipo IV e linhas diagonais amarelas em película retrorrefletiva tipo III.

G.2.4.3 Letras e símbolos

Todas as letras e símbolos dos diversos sinais devem ser executados de acordo com os desenhos constantes nas instruções para sinalização rodoviária. Os sinais indicados, cujo dimensionamento e forma dos símbolos não estão especificados nas referidas instruções, devem ser executados de acordo com as indicações contidas na diagramação das placas incluídas neste projeto, dimensionamentos os quais foram determinados conforme as diretrizes do Contran.

G.2.4.4 Postes de sustentação

O dimensionamento e a fixação dos suportes devem garantir a estabilidade das placas contra o peso próprio e a ação do vento, impedindo qualquer giro ou deslocamento. Em conformidade com a NBR 14890/2021, placas com área inferior a 2 m² utilizarão suportes de madeira de lei (seção de 8 x 8 cm e altura variável) em trechos rurais, e suportes ecológicos colapsíveis de polímero em perímetros urbanos. Já para as placas maiores que 2 m², serão empregados suportes ecológicos colapsíveis de polímero (seção de 8 x 8 cm e altura variável).

Para serem classificados como colapsíveis, os suportes poliméricos devem atender à NBR 15486/2016 e possuir certificado de aprovação emitido por órgão acreditado, com base em ensaios



de impacto (padrões EN 12767 ou MASH). A altura estrutural de cada suporte varia para assegurar o distanciamento normativo exigido entre a borda inferior da sinalização e o pavimento. Por fim, recomenda-se que a empresa executora realize uma aferição in loco prévia à implantação, a fim de confirmar ou ajustar as alturas especificadas no projeto.

G.2.5 Execução

G.2.5.1 Fixação dos sinais

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

A cavidade deve ser feita aproximadamente com diâmetro de 30 a 90 cm de profundidade, deve-se fixar a placa ao poste de madeira para obter estabilidade e posicionar o poste na cavidade com a altura enterrada correta.

O lado do poste com marcação de rastreabilidade deve facear a pista de rodagem para a identificação da fiscalização.

Para fundação padrão compactada em solo típico, deve-se cobrir a primeira camada com 25 cm do mesmo solo escavado e compactar batendo 25 vezes, assim para as demais camadas até que a cavidade seja completamente preenchida.

Para fundação coroa de concreto, a cavidade deve ser preenchida com reforço em solo cimento, e compactar cada camada com 25 cm até que falte 25 cm para o nível do solo, logo, abrir uma circunferência de 50 cm na última camada, para que seja feita a coroa superior, preenchendo-a com a massa no traço de concreto magro de Fck 5Mpa em volume. (Esse tipo de fundação é recomendado para instalação de postes utilitários e placas de medidas grande e extremas).

G.3 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

G.3.1 Generalidades

A sinalização horizontal é composta por marcas, símbolos, legendas e dispositivos auxiliares aplicados sobre o pavimento. Sua finalidade é transmitir orientações precisas sobre as condições de utilização da via, estabelecendo proibições e restrições que ordenam os fluxos de tráfego e aumentam a segurança dos usuários.

Essa sinalização atua de forma complementar à vertical e possui funções fundamentais, como ordenar e canalizar o fluxo de veículos e pedestres, além de orientar deslocamentos em função da geometria e dos obstáculos da via. Ela também busca enfatizar mensagens de regulamentação e advertência, garantindo o cumprimento dos casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro (CTB)



G.3.2 Marcas longitudinais

De acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN - Volume IV - Sinalização Horizontal, as marcas longitudinais separam e ordenam as correntes de tráfego, com isso, abaixo identificadas as existentes em projeto.

- **Linha simples contínua (LFO-1):** o movimento de ultrapassagem e deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos de fluxos; L adotado = 0,10 m.
- **Linha simples seccionada (LFO-2):** quando os movimentos de ultrapassagem são permitidos para os dois sentidos de fluxo de veículos. L adotado = 0,10 m, com cadência de 2,00 x 6,00 m.
- **Linha dupla contínua (LFO-3):** movimento de ultrapassagem e deslocamentos laterais não permitidos para os dois sentidos de fluxos. Entre dois trechos de proibição de ultrapassagem deve haver uma distância mínima igual a distância de visibilidade, compatível com a velocidade, caso contrário, as linhas referentes a cada trecho devem ser unidas. L adotado = 0,10 m.
- **Linha contínua/seccionada (LFO-4):** movimento de ultrapassagem e deslocamentos laterais permitidos para um sentido de fluxo e proibido para o outro. L adotado = 0,10 m, com cadência de 2,00 x 6,00 m para a linha seccionada.
- **Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido (LMS)** As linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido separam os fluxos de tráfego de mesmo sentido e regulamentam a mudança de faixa. Quanto à disposição das linhas, se dividem em:
 - **Linha simples contínua (LMS-1):** movimento de ultrapassagem e deslocamentos laterais são proibidos; L adotado = 0,10 m.
 - **Linha simples contínua (LMS-2):** quando os movimentos de ultrapassagem são permitidos para os dois sentidos de fluxo de veículos. L adotado = 0,10 m, com cadência de 2,00 x 6,00 m.
- **Linha de bordo (LBO):** linha de bordo delimita, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais. Sua largura será de 0,10 m e espessura de 0,50 mm.
- **Linha de continuidade (LCO):** linhas de continuidade são linhas tracejadas que devem ser implantadas junto aos tapers de aceleração e desaceleração dos ramos das interseções e nas paradas de ônibus, com a finalidade de representar o prolongamento da linha de bordo. Largura adotada = 0,10 m, com cadência de 1,00 x 1,00 m.



G.3.3 Marcas transversais

As marcas transversais ordenam os deslocamentos frontais dos veículos, os harmonizam com os deslocamentos de outros veículos e assim informam aos condutores sobre a necessidade de reduzir a velocidade.

- **Linha de retenção (LRE):** deverá ser utilizada junto à legenda “PARE”, indicando ao motorista a posição limite que deve parar seu veículo. Deverá ser pintada na cor branca, contínua, com largura de 0,40 m e seu comprimento total deverá abranger toda largura da pista ao sentido de tráfego a que se destinam.
- **Linha de “Dê a preferência” (LDP):** deverá ser utilizada junto ao símbolo de mesmo nome (R-2), indicando ao motorista a posição limite que deve parar seu veículo se for necessário. Deverá ser pintada na cor branca, tracejada, com segmentos de 0,50 m de comprimento, e igual espaçamento entre eles. Sua largura 0,30 m. Seu comprimento total deverá abranger toda largura da pista destinada ao sentido de tráfego a que se destinam.

G.3.4 Inscrições No Pavimento

Com o objetivo de melhorar a percepção do condutor quanto as características de utilização da via, foram indicadas as seguintes inscrições no pavimento.

Símbolo indicativo de interseção com via que tem preferência (SIP): utilizada como reforço ao sinal de regulamentação R-2, indicando a existência de cruzamento com via preferencial. As inscrições SIP foram dimensionadas com 3,60 m de altura, 1,20 m de largura, 0,55 m de espessura na base e 0,20 m de espessura nas laterais.

- **Legenda “PARE”:** constitui a composição de letras demarcadas no pavimento, dentro da faixa de trânsito, formando a palavra “PARE”. O dimensionamento das legendas deve ser:
 - Altura da letra: 2,40m.
 - Distância de demarcações: variável entre 1,60 m e 5,00 m do alinhamento da via transversal.
- **Setas indicativas de posicionamento na pista para execução de movimentos (PEM):** indicam em que faixa de trânsito o veículo deve se posicionar, para efetuar o movimento desejado, de forma adequada e sem conflitos com o movimento dos demais veículos. De acordo com a velocidade diretriz do projeto, as dimensões para as setas “siga em frente” foram definidas com largura de 0,75 m e 5,00 m de comprimento, para as setas “siga em frente ou vire à direita/esquerda” foram definidas com largura de 1,25 m e 5,00



m de comprimento e as setas "vire à direita/esquerda" foram definidas com largura de 0,95 m e 5,00 m de comprimento.

- **Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa (MOF):** indica a necessidade de mudança de faixa em virtude de estreitamento ou obstrução da pista. Deve ser executada na cor branca.

De acordo com a velocidade diretriz do projeto, as dimensões MOF foram definidas com largura de 2,60 m e 5,00 m de comprimento.

G.3.5 Marcas de canalização

As marcas de canalização são utilizadas para orientar e regulamentar os fluxos de veículos em uma via, direcionando-os de modo a propiciar maior segurança e melhor desempenho, em situações que exijam uma reorganização de seu caminamento natural.

- **LCA – Linha de canalização:** As linhas de canalização delimitam o pavimento reservado à circulação de veículos, orientando os fluxos de tráfego por motivos de segurança e fluidez. Representada em projeto nas cores branca ou amarela de acordo com o fluxo e empregadas de forma a delimitar o espaço destinado ao tráfego de veículos nas proximidades de canteiros e/ou obstáculos, aplicado junto das áreas zebreadas. Largura adotada = 0,10 m.
- **ZPA – Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável:** Representada em projeto nas cores branca ou amarela de acordo com o fluxo, a largura do ZPA não possui dimensões específicas, podendo-se obter variações. Para o projeto, foi adotado o valor de 0,40 m de largura e espaçamento de 1,20 m, com tachas na cor da linha, colocadas uma a cada espaço entre duas linhas, no lado mais próximo à pista de rolamento.

G.3.6 Especificações técnicas particulares da sinalização horizontal

Indica-se, para a sinalização horizontal longitudinal, a utilização de tinta à base de resina acrílica emulsionada em água, aplicadas por 'spray' e espessura de 0,5 mm e garantia de 2 anos.

As características exigidas para as tintas acrílicas estão especificadas na Norma DNIT/100/2018 e ABNT NBR 13.699/2021.

As áreas especiais como as LRE, ZPA, LDP, SIP, e inscrições no pavimento deverão ser executadas com tinta termoplástica, espessura de 3,0 mm, aplicadas por extrusão e garantia de 24 meses cujas especificações estão na ABNT NBR 13132/2021.

As microesferas a serem utilizadas serão microesferas de vidro refletivas tipo I-B e II-A, devendo atender à ABNT NBR 16.184:2021, bem como ABNT NBR 15.405:2024, assegurando a retrorefletividade mínima a seguir.



Retrorefletividade Inicial

- Branca: 250 mcd.lx⁻¹.m⁻²
- Amarela: 150 mcd.lx⁻¹.m⁻²

Retrorefletividade Residual

- Branca: 120 mcd.lx⁻¹.m⁻²
- Amarela: 100 mcd.lx⁻¹.m⁻²

G.3.7 Execução

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

Excepcionalmente, na pintura de detalhes das setas indicadoras de direção, de símbolos e de letras, admitir-se-á o uso de pincel.

Durante a aplicação, a mistura deve ser constantemente movimentada pelos agitadores automáticos da máquina aplicadora, ou manualmente, em intervalos não superiores a 30 minutos.

Cuidados especiais devem ser tomados na regulagem da pressão e da altura da pistola, para que se obtenha a largura de faixa padronizada.

Na execução da pintura deverão ser observados os seguintes requisitos:

- As cores branco-neve e amarelo-âmbar devem se manter constantes durante todo o período de garantia do serviço;
- A temperatura de aplicação deverá ser tal que não venha a alterar as propriedades físicas e químicas do composto, inclusive as cores nas tonalidades exigidas

G.4 SINALIZAÇÃO DE CONDUÇÃO ÓTICA

Os dispositivos de sinalização por condução óptica são elementos refletores aplicados sobre o pavimento da rodovia ou adjacente a ela, que tem a função de melhorar a visibilidade da sinalização horizontal e possibilitar a criação de condicionantes à circulação. Compreende a utilização de balizadores, balizamento para pontes, tachas, tachões refletores e supertachões, conforme instruções previstas no do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI – Dispositivos Auxiliares (CONTRAN).

G.4.1 Tachas

As tachas refletivas devem atender aos requisitos e dimensões da norma ABNT NBR 14.636:2021, com elementos refletores apresentando no mínimo 6,5 cm de largura e 1,5 cm de



altura. O corpo do dispositivo fabricado em plástico injetado e modelo tipo II ou III com dimensões de 97 x 100 mm, fixados ao pavimento por colagem com pino, deve ser compatível com a cor da marca viária que complementa, enquanto as cores dos elementos retrorrefletivos devem seguir a Resolução CONTRAN nº 160/2004.

As tachas devem ser instaladas de forma perpendicular ao fluxo e voltadas para o sentido de circulação, podendo ser monodirecionais ou bidirecionais.

A instalação será realizada por meio de colagem sobre a pista com adesivo apropriado para pavimentos. Para fins de projeto, as proximidades de interseções são classificadas como situação especial em um trecho de 150 metros que antecede a estrutura, enquanto os demais segmentos são considerados situação normal.

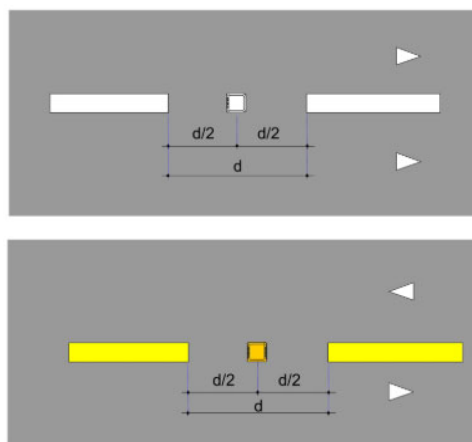
As cores dos elementos refletivos seguem os critérios abaixo:

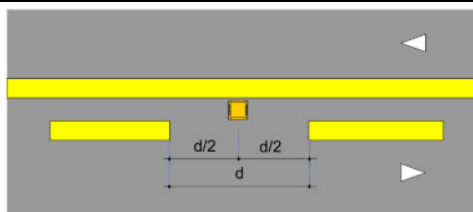
- **Branco:** utilizado para ordenar fluxos no mesmo sentido;
- **Amarelo:** utilizado para ordenar fluxos em sentidos opostos;
- **Vermelho:** aplicado em rodovias de pista simples e duplo sentido, junto à linha de bordo do sentido oposto.

Junto à marca longitudinal seccionada branca ou amarela

A implantação das tachas junto às marcas longitudinais seccionadas, sejam elas brancas ou amarelas, deve acompanhar a cadência da sinalização horizontal. Dessa forma, os dispositivos serão instalados centralizados em todos os intervalos entre os segmentos de pintura, no eixo da linha simples, conforme ilustrado nas imagens abaixo.

Figura 1 - Junto à marca longitudinal seccionada branca ou amarela.





Fonte: Manual de Dispositivos Auxiliares Contran.

G.4.1.1 Junto à marca longitudinal contínua branca ou amarela

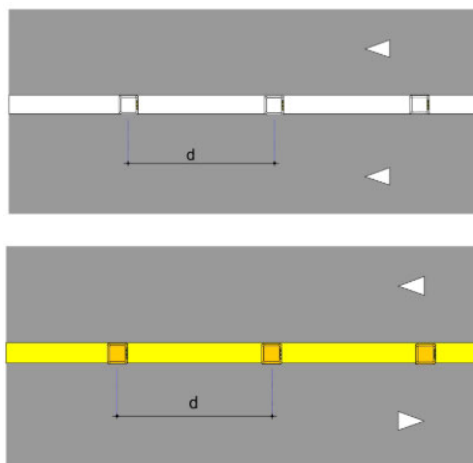
Nos trechos com linha contínua de divisão de fluxos, as tachas devem ser instaladas sobre a própria sinalização horizontal, respeitando o espaçamento (d). Este intervalo varia conforme a velocidade diretriz da via.

A cadência de instalação das tachas no eixo foi definida em 8x8 m, estabelecida em conformidade com a velocidade diretriz da rodovia.

G.4.1.2 Linha contínua de divisão de fluxos

A tacha deve ser implantada sobre a linha contínua, obedecendo ao espaçamento (d), da seguinte forma.

Figura 2 - Junto à marca longitudinal seccionada branca ou amarela.



Fonte: Manual de Dispositivos Auxiliares Contran.

G.4.1.3 Linha de bordo

A tacha deve ser implantada com no máximo 0,05 m de afastamento da linha de bordo, para o lado do acostamento, com o espaçamento (d), da seguinte forma.



Figura 3 – Linha de bordo.

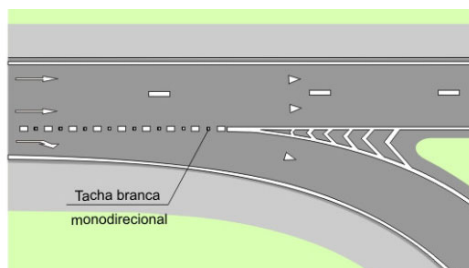


Fonte: Manual de Dispositivos Auxiliares Contran.

G.4.1.4 Junto à linha de continuidade

A tacha deve ser implantada no meio do intervalo entre os segmentos de pintura, no eixo da linha, em todos os intervalos.

Figura 4 – Linha de continuidade

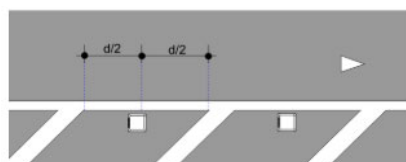


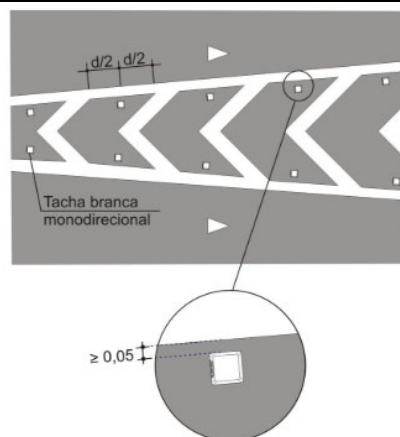
Fonte: Manual de Dispositivos Auxiliares Contran.

G.4.1.5 Junto à marca de canalização

A tacha deve ser implantada no lado interno da linha de canalização a uma distância máxima de 0,05 m desta e no ponto médio de todos os intervalos, da seguinte forma.

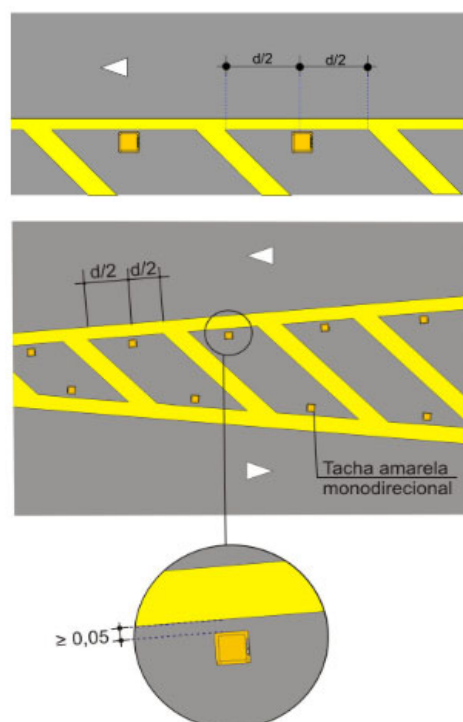
Figura 5 – Marca de canalização





Fonte: Manual de Dispositivos Auxiliares Contran.

Figura 6 – Marca de canalização de sentido oposto



Fonte: Manual de Dispositivos Auxiliares Contran.



G.4.1.6 Tachas de bordo em situação normal, especial e transição

De acordo com o Contran, o espaçamento (d) para situação especial deve ser utilizado em trechos de pista onde se quer melhor condição de visibilidade.

Em via rural no trecho de 150 m que antecede a situação especial, o espaçamento (d) entre tachas da linha de bordo deve diminuir gradativamente. Para o eixo se manteve a cadência de 8x8 m.

Figura 7 – Tachas de bordo

Velocidade regulamentada (km/h)	Situação normal d (m)	Situação especial d (m)	Trecho que antecede situação especial (linha de bordo) d (m)
V < 80	8	6	2 (até 70m)

Fonte: Manual de Dispositivos Auxiliares Contran.

G.5 SINALIZAÇÃO DE OBRA

Num trecho em obras, todas as operações de construção serão programadas para que a manutenção do trânsito seja efetuada sem interferência na obra e não prejudique o movimento normal. Assim sendo, as áreas afetadas exigem sinalização específica, com cuidados criteriosos de implantação e manutenção e foram definidas conforme IPR 738 – Manual de Sinalização de Obras e Emergência com a área de pré-sinalização de 1500 m e área de transição de 150 m conforme velocidade regulamentada.

A utilização de sinais não incluídos no mesmo deverá ser submetida previamente à fiscalização e à aprovação da autoridade de trânsito. A sinalização para obras divide-se em vertical, horizontal, dispositivos de canalização e dispositivos de segurança.

Quanto às cores, as placas de regulamentação seguirão as normas do código e as de obras terão fundo laranja com orla e legenda pretas.

G.5.1 Considerações Iniciais

Este item foi elaborado com o objetivo de se obter uma uniformização da sinalização de obras e segurança viária ao longo da execução dos trabalhos na ERS-143, de forma a proporcionar aos construtores as diretrizes necessárias para a execução do projeto, a manutenção e desativação de modo seguro. Cabe destacar que, o projeto de sinalização de obras é de responsabilidade da empresa responsável pela implantação do projeto devendo apresentá-lo ao Engº fiscal do trecho, para avaliação e obtenção da autorização de início de obras por parte deste.



G.5.2 Funções da Sinalização de Obras

Para que se obtenha o controle seguro do fluxo de tráfego durante a intervenção, foi dado um cuidado especial à sinalização. Seguindo esse pressuposto, a sinalização para as obras em rodovias teve como premissa:

- Advertir, com a necessária antecedência, a existência de obras ou situações de emergência adiante e a situação que se verificará na pista de rolamento;
- Regular a velocidade e outras condições para a circulação segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, evitar acidentes e minimizar congestionamento;
- Fornecer informações corretas, claras e padronizadas aos usuários da via.

G.5.3 Sinalização de obras – condições determinantes

A sinalização deve estar sempre adaptada às características das obras e da rodovia onde será implantada, apresentando boa legibilidade, visibilidade e credibilidade. Dessa forma, as condições básicas que determinam a escolha do tipo e quantidade de sinais e dispositivos e suas características foram as seguintes:

G.5.3.1 Duração da obra

A sinalização provisória deve ter características próprias, conforme o tempo necessário à execução das obras, que podem ser de curta ou longa duração. Neste caso devido os avanços da frente de obra, os dispositivos de sinalização considerados foram os mais portáteis possíveis, admitindo-se, porém, dispositivos fixos e de maior porte.

G.5.3.2 Mobilidade da obra

Neste caso a sinalização de obras se caracterizará por uma maior necessidade de adoção de dispositivos portáteis, conforme as características da obra que se pretende executar na ERS-143.

G.5.3.3 Interferência no tráfego

A localização da obra na pista de rolamento determina a alteração da circulação de forma específica, conforme a situação bloqueie acostamento, faixas à direita, à esquerda, no centro ou toda a pista. Isso implica em variações na forma de sinalizar o trecho em obras, com o objetivo de canalizar adequadamente o fluxo de veículos. Neste caso foi considerado o bloqueio de meia pista.



G.5.3.4 Características da rodovia

Além da variação na localização da obra na pista, a característica do trecho da rodovia em obra também determinou a variação da sinalização, particularmente, na seguinte condição:

- Rodovia de pista única, com uma ou duas faixas de circulação por sentido.

G.5.3.5 Legibilidade e visibilidade

Tendo em vista a condição de imprevisibilidade da situação provocada pela ocorrência de obras, a sinalização a ser implantada deve apresentar legibilidade e visibilidade. Para tanto, a sinalização provisória teve como premissa:

- Apresentar dimensões e características padronizadas;
- Ser implantada com critérios uniformes;
- Apresentar bom estado de conservação;
- Estar adaptada às condições atmosféricas, devendo ser sempre retrorrefletiva ou acompanhada de dispositivos luminosos, quando os canteiros de obras permanecerem ativados durante o período noturno ou estiverem implantados em locais sujeitos à neblina;
- Ser objeto de manutenção, enquanto perdurar a situação temporária.

G.5.3.6 Credibilidade

Como toda a sinalização de trânsito, a relativa a obras deve informar ao usuário a exata situação decorrente da implantação do canteiro de obras. Assim, o conjunto de sinais previstos tiveram o objetivo de transmitir com clareza e precisão as condições que serão encontradas adiante, tais como: a localização da obra, as consequências na circulação e o fim do trecho em obras. A informação precisa através da sinalização, da real situação verificada, é fundamental para credibilidade das mensagens transmitidas e para a predisposição de obediência a determinações e orientações.

G.5.4 Caracterização das áreas junto a obras

Conforme já salientado, nas aproximações das áreas onde estão sendo implantadas obras o objetivo foi condicionar os condutores de veículos a circularem com redobrada atenção, segundo velocidades adequadas à nova situação e de acordo com o esquema de circulação estabelecido. Para possibilitar o alcance desse objetivo, toda a área de influência da obra na rodovia foi adequadamente sinalizada. De acordo com a influência no tráfego, a área a ser sinalizada deve ser subdividida em:

- Área de pré-sinalização;
- Área de transição;



- Área de atividade;
 - Área de proteção;
 - Área de trabalho;
 - Área de retorno à situação normal;
- Área de sinalização de fim das obras.

G.5.4.1 Área de pré-sinalização

A área de pré-sinalização é aquela onde foi implantada a sinalização destinada a advertir os condutores de veículos da existência de obras adiante e das consequências na circulação do tráfego. Nessa área, foram implantados, também, os sinais que regulamentam condições de comportamentos obrigatórios, de modo que os motoristas, ao atingirem o início das obras, sejam claramente informados da situação com que irão se deparar adiante e trafeguem em condições seguras.

A extensão da área de pré-sinalização deve variar de acordo com as características das obras. Neste caso, a extensão deve ser pelo menos de:

- 1500 m, quando a obra for executada no acostamento.

G.5.4.2 Área de transição

A área de transição é o trecho da rodovia onde os dispositivos de sinalização direcionam os motoristas para fora do seu caminho normal. A transferência do fluxo de veículos de uma faixa a outra deve ser efetuada de modo a propiciar segurança, ou seja, através da implantação de faixas de desaceleração delimitadas por dispositivos de canalização e segundo distâncias que devem variar de acordo com a velocidade regulamentada para a rodovia. Assim, de acordo com essas velocidades, o comprimento dessas faixas de acomodação deve ser de:

- 100 m quando $V \leq 60$ km/h;

G.5.4.3 Área de atividade

A área de atividade é o trecho da rodovia onde devem ser implantados dispositivos de sinalização e canalização, para evitar veículos e pedestres no canteiro de obras. Pode ser subdividida nas seguintes áreas: área de proteção, área de trabalho e área de retorno à situação normal.

G.5.4.4 Áreas de proteção

A área de proteção é a área lateral e/ou longitudinal que separa o fluxo de usuários da rodovia da área de trabalho ou área de segurança restrita, pela presença e movimentação de trabalhadores, materiais e equipamentos da obra. As áreas de proteção foram previstas antes e



depois do trecho em obras. Essas áreas não devem ser utilizadas para depósito de materiais e dos equipamentos destinados às obras, possibilitando uma perfeita visão do início e do término do canteiro. Possibilitam, também, a realização segura de manobras de saídas e de retorno à situação normal, em pontos distanciados do local das obras. Os trechos de sinalização de proteção anterior à obra apresentam uma extensão mínima de 80 metros.

Para os trechos de proteção posterior, a extensão mínima pode ser:

- De 30 metros, quando o sentido de circulação na faixa adjacente se realizar no mesmo sentido do fluxo de tráfego da faixa bloqueada;

G.5.4.4.1 Área de trabalho

É a área onde se desenvolverão as atividades de manutenção/conservação ou ocorram situações de emergência na rodovia. Trata-se de área canalizada e que, portanto, deve permitir o acesso apenas de trabalhadores e veículos da obra. Pode ser utilizada, também, para depósito de materiais e de equipamentos.

G.5.4.4.2 Áreas de retorno à situação normal

É a área utilizada para conduzir os usuários da rodovia para a condição normal de circulação, terminada a ultrapassagem do trecho em obras. Para tanto, a área de sinalização de retorno à situação normal deve conter uma linha de dispositivos que canalize o tráfego para a faixa de circulação adequada.

G.5.5 Área de sinalização de fim das obras

É a área utilizada para informar aos usuários da rodovia do fim do trecho em obras e da velocidade máxima permitida para as condições normais de operação.

G.5.6 Procedimentos básicos para a implantação, manutenção e desativação

G.5.6.1 Implantação

Uma condição básica para a garantia da segurança e fluidez da via diz respeito à correta implantação da sinalização. Para tanto, é necessária a colocação das placas de advertência e dispositivos de canalização precedendo a implantação do canteiro de obras. A sequência da implantação deve se iniciar sempre pelas áreas mais distantes do canteiro, ou seja, aquelas anteriores à obra no sentido do fluxo de veículos. Assim, pela ordem, devem ser implantadas a pré-sinalização, a sinalização da área de transição, a sinalização da área de proteção, a sinalização do canteiro, a sinalização da área de retorno à situação normal e a sinalização de fim das obras. Ocorrendo situações em que a sinalização de obras conflitar com a sinalização existente da via,



esta deve ser imediatamente recoberta ou removida até a desativação da situação provisória, a fim de não provocar dúvidas nos motoristas.

Recomenda-se ainda, sempre que possível, que a implantação ocorra fora dos dias e horários de maior movimento da via, a fim de reduzir o impacto das obras na fluidez e segurança do tráfego. Quando as obras ocorrerem próximas às áreas urbanas, devem ser tomadas providências adicionais, com o objetivo de minimizar os possíveis problemas com o tráfego urbano.

G.5.6.2 Manutenção

É obrigação do responsável pela implantação da sinalização de obras cuidar da manutenção de todos os dispositivos de sinalização implantados, tanto no que se refere à limpeza dos dispositivos, para sua boa visualização, quanto à imediata reposição dos materiais danificados ou furtados. Para tanto, devem ser mantidos no canteiro de obras alguns dispositivos de reserva para rápida reposição, assim que houver detecção de algum problema. Deve-se, também, cuidar para que os sinais implantados, em especial os portáteis, permaneçam sempre nos locais adequados, conforme projeto. Além disso, também devem ser tomadas as providências necessárias para que a pista de rolamento se mantenha permanentemente limpa e isenta de vestígios da obra.

G.5.6.3 Desativação

A desativação do canteiro e a consequente remoção da sinalização temporária devem obedecer ao inverso do critério utilizado para a sua implantação, ou seja, a retirada deve se dar da sinalização do término das obras para a pré-sinalização. O responsável pela desativação dos dispositivos de sinalização deve removê-los com a maior brevidade possível, a fim de não prejudicar a credibilidade da sinalização existente.

G.5.7 Sinalização vertical de obras

G.5.7.1 Características da sinalização vertical

A sinalização vertical temporária, utilizada quando da execução de obras, é composta principalmente de sinais de advertência e de regulamentação. A aplicação conjunta desses sinais tem por objetivo advertir os usuários sobre as condições do tráfego na via, regulamentar a circulação de trânsito e fornecer indicações necessárias ao seu deslocamento.

G.5.7.1.1 Cores

Os sinais verticais temporários são apresentados com as seguintes cores:

- **Sinais de regulamentação:** fundo branco, orla e tarja vermelhas e símbolos pretos, com exceção do sinal de parada obrigatória R-1;
- **Sinais de advertência:** fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos;



- **Sinais de indicação:** fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos.

G.5.7.1.2 Dimensões

Os sinais temporários de regulamentação e advertência devem ter as seguintes dimensões:

- 0,80 m para rodovias de classe II.

Essas medidas se referem a:

- Distância entre lados opostos, no sinal de Parada Obrigatória, R-1;
- Lado do sinal Dê a Preferência, R-2;
- Diâmetro de sinais circulares de regulamentação;
- Lado do quadrado dos sinais de advertência.

G.5.7.2 Posicionamento das placas

O posicionamento das placas de sinalização de obras pode variar conforme o período de duração das obras e se as obras são em um local específico ou se são móveis. Neste caso de obras móveis, as placas de sinalização podem ser colocadas sobre cavaletes ou suportes móveis, dispostos da maneira mais apropriada para garantir a segurança de usuários, trabalhadores e a integridade dos dispositivos.

G.5.8 Dispositivos de canalização e segurança

Os dispositivos de canalização e segurança envolvem tanto os dispositivos a serem posicionados junto à pista de rolamento, para a canalização de veículos durante a execução de obras, como equipamentos a serem manuseados e de segurança pessoal de operadores.

G.5.8.1 Dispositivos de canalização

São dispositivos de uso temporário, constituídos por elementos fixos ou portáteis, utilizados em situações especiais e temporárias, com o objetivo de alertar os condutores, bloquear e/ou canalizar o trânsito e delimitar áreas de obras, protegendo pedestres, trabalhadores, equipamentos, etc. A eficiência e a segurança na canalização de veículos dependem, além dos dispositivos de sinalização, de outros elementos físicos para ordenamento e direcionamento do fluxo, afastando-o de obstáculos na rodovia. São os dispositivos específicos de canalização. Os dispositivos de canalização são posicionados sobre a pista ou sobre o acostamento, delineando as áreas de trânsito restrito e chamando a atenção dos motoristas para condições anormais de tráfego. Os dispositivos de canalização podem ser classificados, de acordo com suas funções, em:

- a) Dispositivos de direcionamento ou bloqueio; e
- b) Dispositivos de alerta e advertência.



G.5.8.1.1 Dispositivos de direcionamento ou bloqueio

Os dispositivos de direcionamento ou bloqueio compõem um conjunto heterogêneo.

- **Barreiras tipo II e III**

As barreiras dos tipos II e III são confeccionadas com ripas de madeira ou, preferencialmente, em material plástico, com 0,30 m de largura, com tarjas oblíquas ou verticais, nas cores laranja e branca retrorrefletiva, alternadas.

As barreiras devem ser utilizadas para a canalização do tráfego, transferindo o fluxo de veículos para as faixas de rolamento remanescentes, devido à existência de bloqueios decorrentes da execução de obras. Posicionam-se perpendicularmente ao fluxo nas áreas de transição e proteção. Na área de atividade, podem ser colocadas paralelamente ao sentido do tráfego.

As tarjas oblíquas devem formar um ângulo de 45° com a horizontal, indicando o sentido de deslocamento dos veículos e devem ser utilizadas apenas nas barreiras posicionadas para o desvio de tráfego. As barreiras com tarjas verticais só devem ser utilizadas para o bloqueio de tráfego. Os suportes podem ser fixos, dobráveis ou desmontáveis e não devem ser confeccionados com materiais demasiadamente rígidos, como ferro, concreto etc. Para maior estabilidade, as bases dos suportes podem ser dotadas de esquis transversais à barreira ou travamento inferior que, por sua vez, podem ser escorados com sacos de areia. É vedada a utilização de blocos de concreto, ferros ou pedras, por oferecerem perigo, em caso de colisão de veículos.

- **Cones**

São dispositivos portáteis utilizados para canalizar o fluxo em situações de emergência, em serviços móveis e para dividir fluxos opostos em desvios. Devem ser confeccionados de material leve e flexível, como plástico, para não causar danos ao serem abalroados, e possuir dimensões e cores conforme a Norma ABNT NBR 15.071:2004.

Os cones devem ser ocos, para facilitar a sobreposição no transporte e no armazenamento. Embora não seja recomendado, os cones podem ser utilizados em obras de maior duração, desde que se providencie monitoramento constante para a manutenção decorrente de quedas, deslocamentos ou furtos.

G.5.8.2 Dispositivos e procedimentos de segurança

Para maior segurança do tráfego em caso de obras, além dos dispositivos descritos na subseção anterior, frequentemente é necessária a utilização de equipamentos a serem manuseados e de segurança pessoal de operadores e, ainda, dispositivos luminosos estáticos, instalados na pista ou sobre os próprios dispositivos de canalização, e podem ser apresentados da seguinte forma:



- Dispositivos operados por um sinalizador;
- Equipamentos de proteção individual;
- Dispositivos luminosos complementares.

G.5.8.2.1 Dispositivos operados por um sinalizador

- **Bandeira**

Trata-se de dispositivo confeccionado em tecido ou plástico flexível, preso a suporte rígido, devendo ter a forma de um quadrado, com 0,60 m de lado e cor vermelha. A utilização de bandeiras é recomendada em obras móveis.

A bandeira deve ser operada por um trabalhador com a função específica de sinalizador, que deve seguir alguns procedimentos básicos para auxiliar na operação do tráfego, transmitindo aos motoristas sinais uniformes e precisos, de rápida compreensão.

Para tanto, o sinalizador deve proceder da seguinte forma:

Para parar o fluxo de tráfego - Posicionar-se voltado para o fluxo de tráfego, estender a bandeira horizontalmente à altura do ombro e perpendicularmente à faixa de rolamento. Para maior ênfase, deve permanecer com a mão espalmada para os condutores de veículo.

Para dar informação de Siga - Posicionar-se paralelamente ao fluxo de tráfego, baixar a bandeira e, com a mão livre, efetuar os gestos de solicitação de prosseguimento de circulação.

Para advertir motoristas - Posicionar-se voltado para o fluxo de tráfego e permanecer com o braço livre estendido ao longo do corpo, elevando e abaixando a bandeira repetidas vezes.

Em qualquer caso, o sinalizador deve posicionar-se em local visível, livre de circulação de veículos, e sua presença deve ser advertida através de colocação de um cone, antecedendo-o em 10,00 m.

Tendo em vista o desgaste que esse tipo de operação acarreta e a necessidade dos operadores se manterem alertas, recomenda-se que eles sejam periodicamente substituídos, para descanso.

Deve, também, portar colete nas cores laranja e branca, confeccionado com material refletivo. É recomendável o uso de uniforme e boné na cor laranja.

G.5.8.2.2 Equipamentos de proteção individual (EPI)

Os equipamentos de proteção individual são geralmente constituídos por uniformes, coletes, capas de chuva e outras vestes com faixas de cores vivas, de material retrorrefletivo. Têm como objetivo proporcionar melhor visibilidade dos trabalhadores que estão na pista ou próximo ao fluxo de veículos.



Deve ser obrigatório o uso dos coletes em serviços. Os sinalizadores também devem usar os coletes em qualquer situação.

G.5.8.2.3 Dispositivos luminosos

Os dispositivos luminosos são equipamentos complementares aos dispositivos de canalização de obras, com a finalidade de:

- Melhorar as condições de visualização dos dispositivos à noite ou sob condições climáticas adversas;
- Ressaltar as informações e orientações prestadas pela sinalização temporária convencional;
- Prestar informações prévias de alerta sobre a situação temporária à frente.

- **Luzes de advertência**

As luzes de advertência são portáteis, alimentadas por bateria e protegidas e direcionadas por lentes na cor laranja ou amarela. São dispositivos de emissão de luz, contínua ou intermitente, que podem ser instalados em dispositivos de canalização, tais como barreiras, cones e balizadores. Neste caso serão luzes intermitentes.

- **Luzes intermitentes**

São utilizadas para chamar a atenção dos motoristas sobre as condições anormais à frente. Não devem ser utilizadas para delimitar trajetos.

Recomenda-se usar onde a visibilidade dos dispositivos de canalização é reduzida.

As lâmpadas devem ser amarelas e piscar cerca de 60 vezes por minuto, acendendo e apagando a intervalos regulares. Devem ser posicionadas na área de transição, junto aos primeiros dispositivos de canalização.