

# **SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS BAIROS JOÃO PESSOA, VIEIRA E CENTENÁRIO – MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL/SC**

## **MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO – INTERFERÊNCIAS EM FAIXA DE DOMÍNIO – LINHAS DE RECALQUE - PERMISSÃO DE USO JUNTO À RUMO**

A00	27/06/2025	EMISSÃO INICIAL	FF	FPS	FPS
<b>VERSÃO</b>	<b>DATA</b>	<b>NATUREZA DA ANÁLISE</b>	<b>ELAB.</b>	<b>VERIF.</b>	<b>APROV.</b>
<b>CONTRATANTE:</b> SAMAE – JARAGUÁ DO SUL					
<b>OBJETO:</b> INTERFERÊNCIA EM FAIXA DE DOMÍNIO – LINHAS DE RECALQUE – RUMO – PERMISSÃO DE USO					
<b>TÍTULO:</b> MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO DAS INTERFERÊNCIAS EM FAIXA DE DOMÍNIO - PERMISSÃO DE USO JUNTO À RUMO – MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL					
<b>ELABORAÇÃO:</b> FF			<b>VERIF.:</b> FPS	<b>APROV.:</b> FPS	

## IDENTIFICAÇÃO

Responsável pelos Projetos e Estudos:

Nome da Empresa:	<b>CONSORCIO CONSULTOR SAMAΕ</b>
CNPJ	53.615.565/0001-40
Endereço	Rua Saldanha Marinho, nº 116, 3º Andar, Centro, Florianópolis/SC
CEP	88.010-450
Contato	(48) 3027 – 2730
Representante	Wilfredo Brillinger
Pessoa de contato:	Alisson Humbert's Martins
E-mail	<a href="mailto:alisson@prosul.com">alisson@prosul.com</a>

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>ÁREA DE INTERVENÇÃO NA FAIXA DE DOMÍNIO.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>TRAVESSIA .....</b>	<b>11</b>
3.1	TRAVESSIA B16 .....	12
3.2	TRAVESSIA B21 .....	13
3.3	TRAVESSIA B22 .....	14
<b>4</b>	<b>CÁLCULO DAS RESISTÊNCIAS À COMPRESSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>MÉTODO CONSTRUTIVO - MND.....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>SINALIZAÇÃO DA OBRA.....</b>	<b>22</b>
6.1	SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	22
6.2	DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA.....	26

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Resumo das Interferências em Faixa de Domínio da RUMO. ....	12
Tabela 2: Resumo das Cargas Aplicadas no Tubo. ....	17
Tabela 3: Espessuras das tubulações. ....	18
Tabela 4: Diâmetro dos poços de serviços de entrada e saída .....	20
Tabela 5: Comprimento de suportes metálicos (função do diâmetro).....	24
Tabela 6: Espaçamento entre cones conforme velocidade .....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização do Município de Jaraguá do Sul (SC). .....	8
Figura 2: Mapa da Concepção do SES no Município de Jaraguá do Sul (SC). .....	9
Figura 3: Mapa de Localização da Malha Ferroviária e Estações no Município de Jaraguá do Sul (SC). .....	10
Figura 4: Interferências em Faixa de Domínio da RUMO do SES Jaraguá do Sul. ....	10
Figura 5: Travessias em Faixa de Domínio do SES Jaraguá do Sul por Linhas de Recalque. ....	11
Figura 6: Travessia LRE B16 do SES Jaraguá do Sul. ....	13
Figura 7: Travessia LRE B21 do SES Jaraguá do Sul. ....	14
Figura 8: Travessia LRE B22 do SES Jaraguá do Sul. ....	15
Figura 9: MND. ....	19
Figura 10: Placa: em obras.....	23
Figura 11: Placa: Fim das obras .....	24
Figura 12: Sinalização da obra fora da pista .....	25
Figura 13: Cone.....	26
Figura 14: Balizadores.....	28
Figura 15: Tambores.....	29
Figura 16: Barreiras móveis.....	30
Figura 17: Marcadores de alinhamento.....	31

**ÍNDICE DE PEÇAS GRÁFICAS**

<b>ITEM.</b>	<b>NOME DO ARQUIVO</b>	<b>Nº PRANCHA</b>	<b>ASSUNTO</b>	<b>DATA</b>
1	SES-JGS-LRE-HID-01-PlaPerRUMO	01/05	PROJETO EXECUTIVO – INTERFERÊNCIAS EM FAIXA DE DOMÍNIO (RUMO) – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO	Junho/2025
2	SES-JGS-LRE-HID-01-PlaPerRUMO	02/05	PROJETO EXECUTIVO – INTERFERÊNCIAS EM FAIXA DE DOMÍNIO (RUMO) – TRAVESSIA LINHA DE RECALQUE B16	Junho/2025
3	SES-JGS-LRE-HID-01-PlaPerRUMO	03/05	PROJETO EXECUTIVO – INTERFERÊNCIAS EM FAIXA DE DOMÍNIO (RUMO) – TRAVESSIA LINHA DE RECALQUE B21	Junho/2025
4	SES-JGS-LRE-HID-01-PlaPerRUMO	04/05	PROJETO EXECUTIVO – INTERFERÊNCIAS EM FAIXA DE DOMÍNIO (RUMO) – TRAVESSIA LINHA DE RECALQUE B22	Junho/2025
5	SES-JGS-LRE-HID-01-PlaPerRUMO	05/05	PROJETO EXECUTIVO – INTERFERÊNCIAS EM FAIXA DE DOMÍNIO (RUMO) – PERFIS	Junho/2025

## **1 INTRODUÇÃO**

O presente relatório refere-se ao Memorial Descritivo e de Cálculo da permissão de uso junto à RUMO referente as interferências das linhas de recalque em faixa de domínio do Sistema de Esgotamento Sanitário dos bairros João Pessoa, Vieira e Centenário, do município de Jaraguá do Sul, conforme edital da SAMAΕ n° 061/2023.

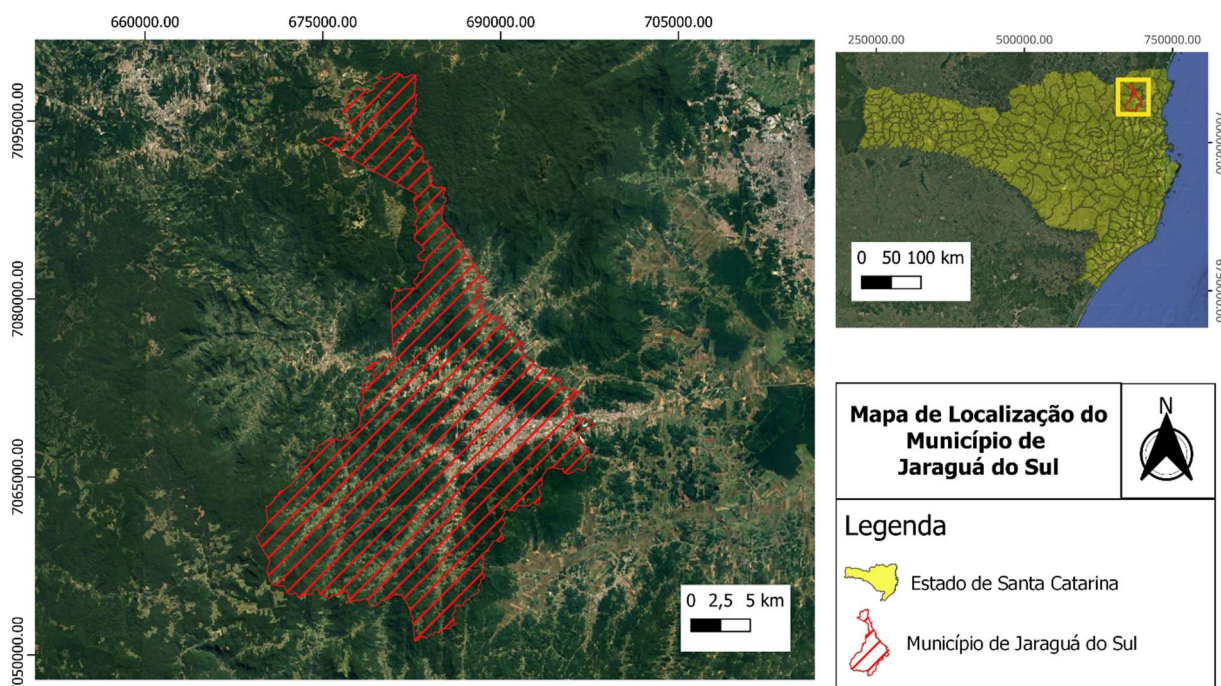
É informado que a largura da Faixa de Domínio no trecho de ferrovia a ser ocupado pelo projeto é variável de 40,00 metros – sendo 20,00 metros para o lado direito e 20,00 metros para o lado esquerdo da ferrovia, 20,00 metros – sendo 10,00 metros para o lado direito e 10,00 metros para o lado esquerdo da ferrovia ou 14,00 metros – sendo 7,00 metros para o lado direito e 7,00 metros para o lado esquerdo da ferrovia. Estão previstas travessias por Método Não Destrutivo (MND) nesta região. A execução, operação e manutenção da obra da implantação das redes coletoras em questão é de responsabilidade da SAMAΕ.

O projeto leva em consideração o Procedimento da Rumo, com base na Resolução 5.956/2021 da ANTT. Além disso, os estudos e projetos foram elaborados atendendo o previsto na Norma Técnica Brasileira, na bibliografia e na legislação, com atenção ao meio ambiental, bem como as Normas e Padrões da SAMAΕ.

## 2 ÁREA DE INTERVENÇÃO NA FAIXA DE DOMÍNIO

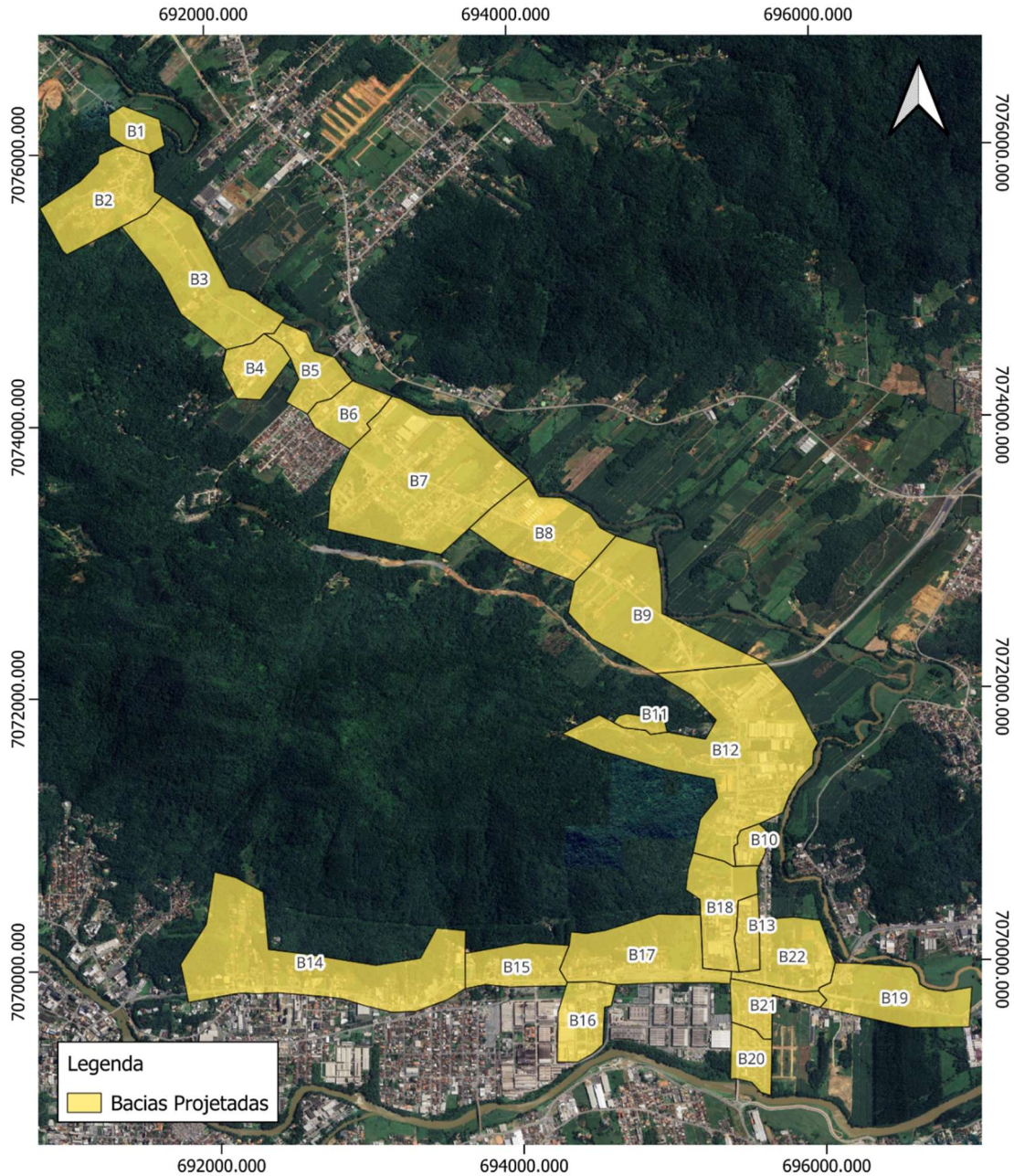
O município de Jaraguá do Sul localiza-se no estado de Santa Catarina (SC), Latitude 26° 29' 09" Sul, Longitude 49° 04' 14" Oeste – e possui uma área de 532,59 km<sup>2</sup>. O município é um dos polos industriais mais importantes do estado, com destaque para os setores metal-mecânico, têxtil e tecnológico. Jaraguá do Sul abriga algumas das maiores empresas brasileiras nesses segmentos, contribuindo significativamente para a economia regional. De acordo com dados do IBGE de 2022, possuía uma população de 182.660 habitantes. Abaixo o mapa de localização da cidade é apresentado na Figura 1.

**Figura 1: Mapa de Localização do Município de Jaraguá do Sul (SC).**



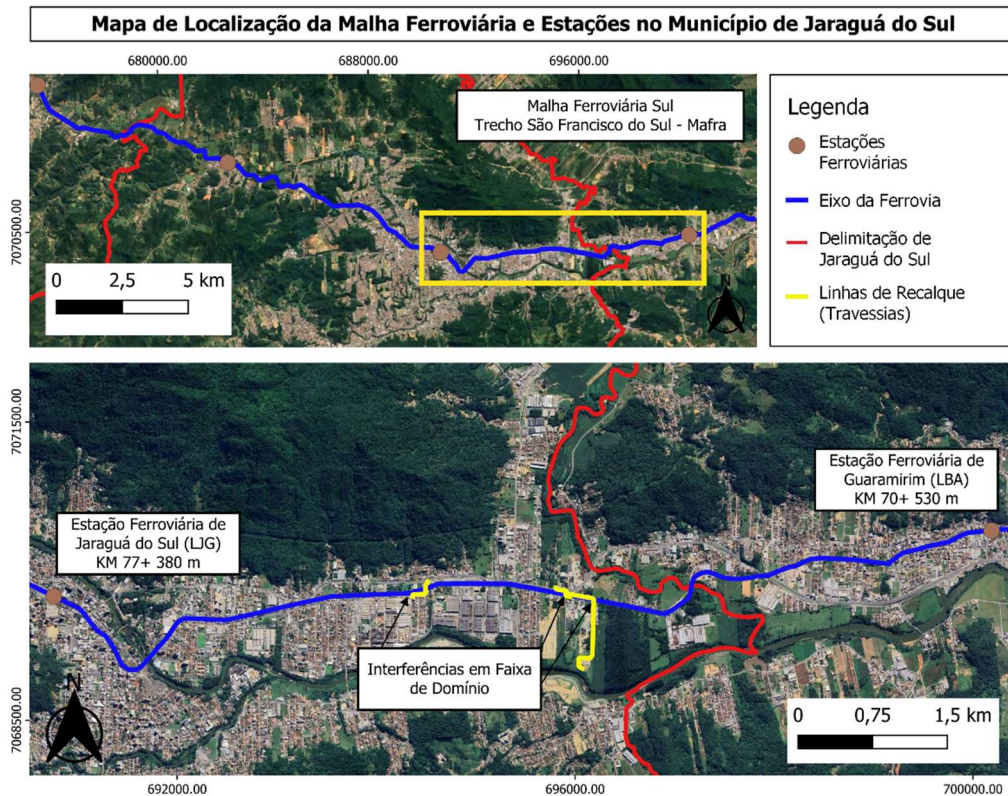
A Figura 2 apresenta o Sistema de Esgotamento dos bairros João Pessoa, Vieira e Centenário do município de Jaraguá do Sul. A concepção é composta por 22 áreas individuais, denominadas de 1 a 22.

Figura 2: Mapa da Concepção do SES no Município de Jaraguá do Sul (SC).



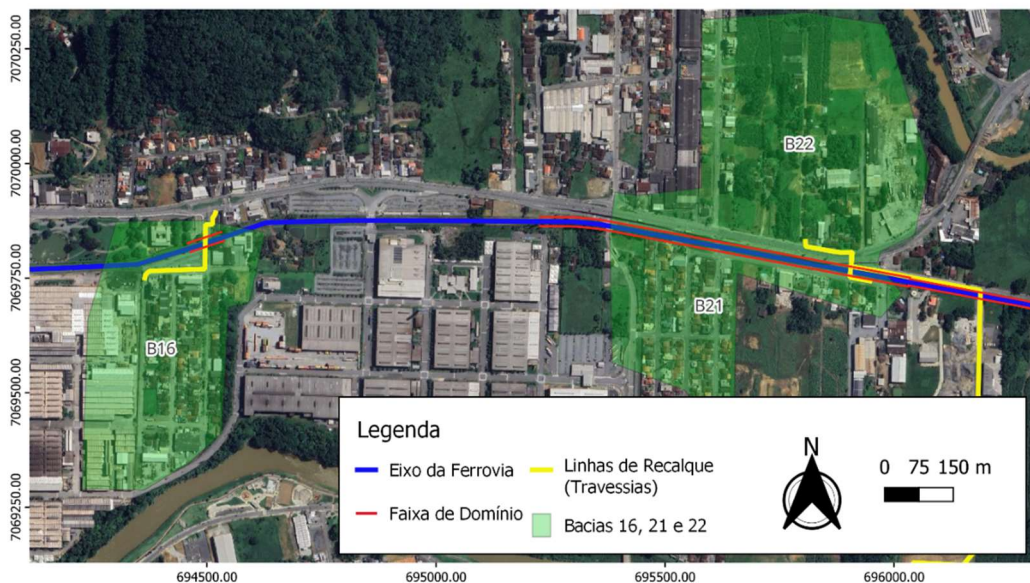
A Figura 3 demonstra o traçado da malha ferroviária sul que intercepta a cidade, além da localização de algumas estações. O trecho referente a este projeto é o São Francisco do Sul à Mafra, mais especificamente entre as Estações de Guaramirim (KM 70 + 530 m) e de Jaraguá do Sul (KM 77 + 380 m).

Figura 3: Mapa de Localização da Malha Ferroviária e Estações no Município de Jaraguá do Sul (SC).



As Travessias estão presentes em três linhas de recalques de bacias do sistema de esgotamento: bacia 16, 21 e 22, como apresentado na Figura 4. A bacia 16 conta com uma travessia localizada no KM 73+40m. A travessia referente a bacia 21 situa-se no KM 71+610m. Por fim, a travessia da bacia 22 está localizada no KM 71+310m.

Figura 4: Interferências em Faixa de Domínio da RUMO do SES Jaraguá do Sul.



### 3 TRAVESSIA

Os trechos que serão solicitadas as aprovações de uso de faixa de domínio neste memorial são de responsabilidade da RUMO em Jaraguá do Sul, na Malha Ferroviária Sul, Trecho São Francisco do Sul à Mafra, apresentados a seguir. A tabela 1 e a figura 5 representam o resumo dos trechos dentro da faixa de domínio contemplados em projeto e aprovação.

**Figura 5: Travessias em Faixa de Domínio do SES Jaraguá do Sul por Linhas de Recalque.**

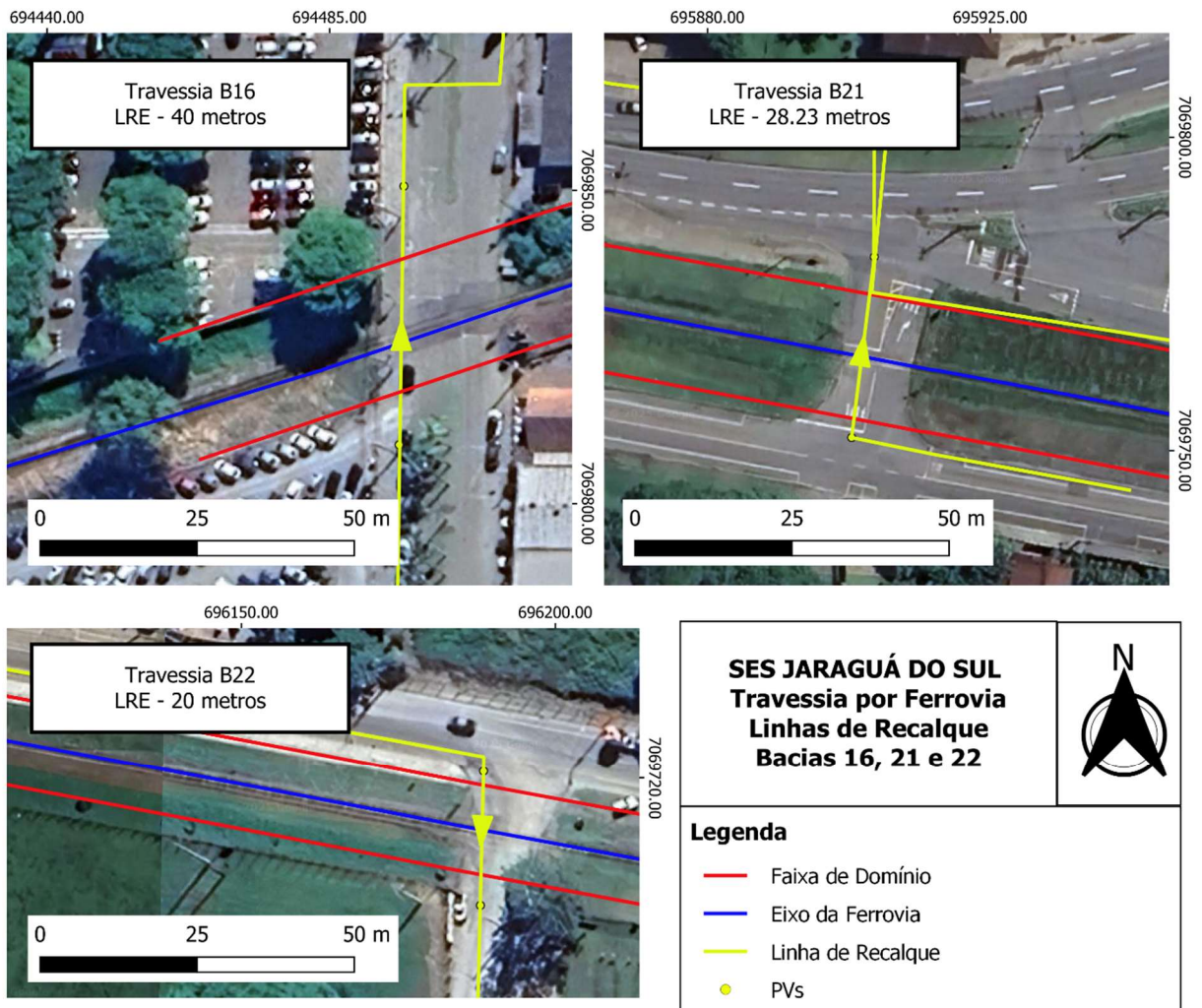


Tabela 1: Resumo das Interferências em Faixa de Domínio da RUMO.

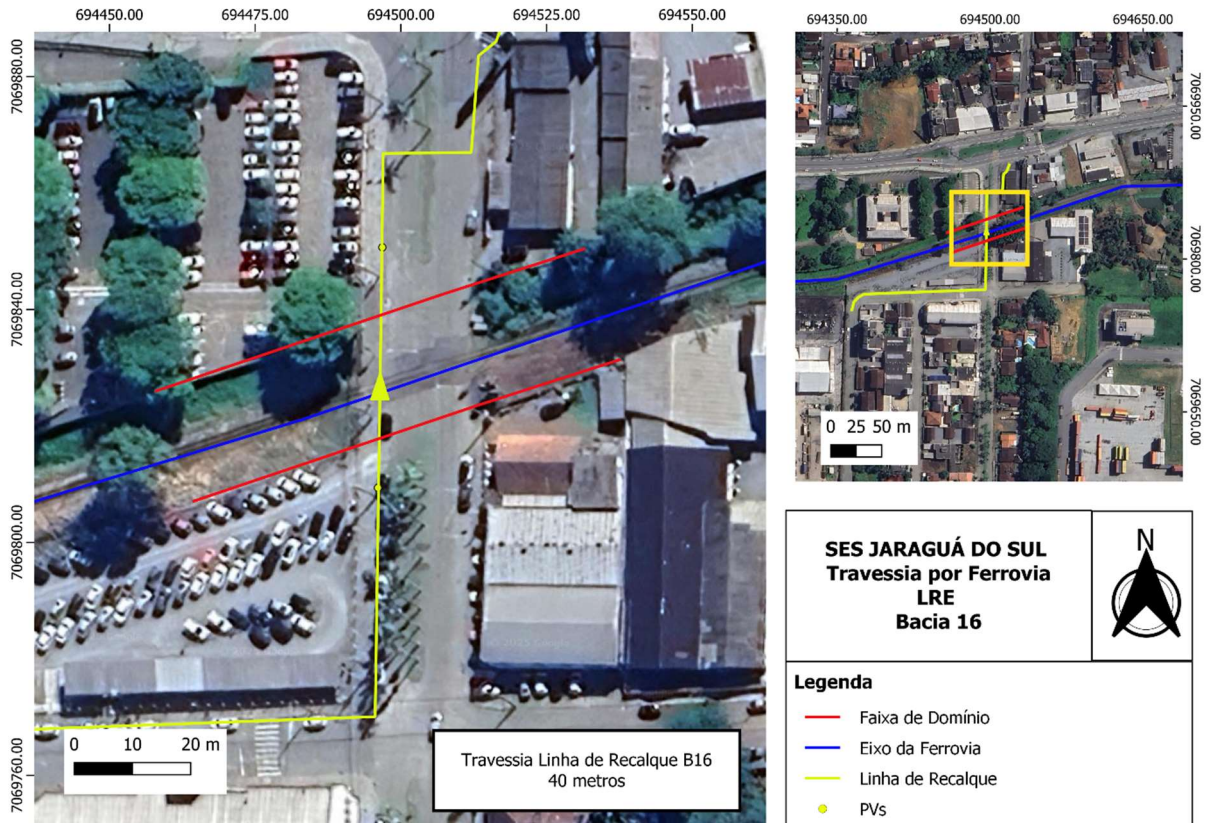
ID	LOCAL	KM INICIAL	KM FINAL	EXTENSÃO (m)	TRECHO	DN (mm) / MATERIAL TUBO CONDUTOR	DN (mm) / MATERIAL TUBO CAMISA	MÉTODO DE EXECUÇÃO
T-16	RUA HEINRICH AUGUST LESSMAN	73+40m	73+40m	40	LRE - E9 A E11	90 / PEAD Soldado (e=5,4mm)	315 / PEAD (e=28,7mm)	NÃO-DESTRUTIVO
T-21	RUA BERNARDO WERNER GRUBA JÚNIOR	71+610m	71+610m	28,23	LRE – E2+5,03 A E3+13,26m	140 / PEAD Soldado (e=8,3mm)	315 / PEAD (e=28,7mm)	NÃO-DESTRUTIVO
T-22	RUA SEM NOME	71+310m	71+310m	20	LRE – E23 A E24	400 / PEAD Soldado (e=23,8mm)	630 / PEAD (e=57,3mm)	NÃO-DESTRUTIVO

### 3.1 TRAVESSIA B16

Na Bacia 16 previu-se a execução de uma travessia com extensão de 40 metros. Está localizada no km 73 + 40 metros da ferrovia, na Rua Heinrich August Lessman, sendo o ângulo formado com o eixo da ferrovia de 71°, de forma quase perpendicular ao eixo da ferrovia (Coordenadas X:694496,1 e Y: 7069809,4 a X: 694496,8 e Y: 7069850,7). A largura da faixa de domínio neste ponto é de 20 metros, com 10 metros para o lado direito da ferrovia. As profundidades dentro da faixa de domínio variam entre 3,16 metros e 3,19 metros (com 3,17 metros abaixo do eixo da ferrovia), sendo sua execução pelo Método Não Destrutivo (MND), que não possui necessidade de paralização da operação ferroviária. O diâmetro da tubulação neste trecho é de 90mm em PEAD Soldado, com isso, foi previsto um tubo camisa PEAD PE100 SDR 11 PN16 de diâmetro 315 mm.

O projeto desta travessia se faz necessário para dar funcionalidade ao sistema, onde a exclusão acarretaria em prejuízo ao projeto, impossibilitando do esgoto chegar até a próxima bacia e conseqüentemente até a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). O detalhamento da travessia está exposto na peça gráfica “SES-JGS-LRE-HID-02-PlaPerRUMO”. A figura 6 destaca o mapa de localização da travessia.

Figura 6: Travessia LRE B16 do SES Jaraguá do Sul.



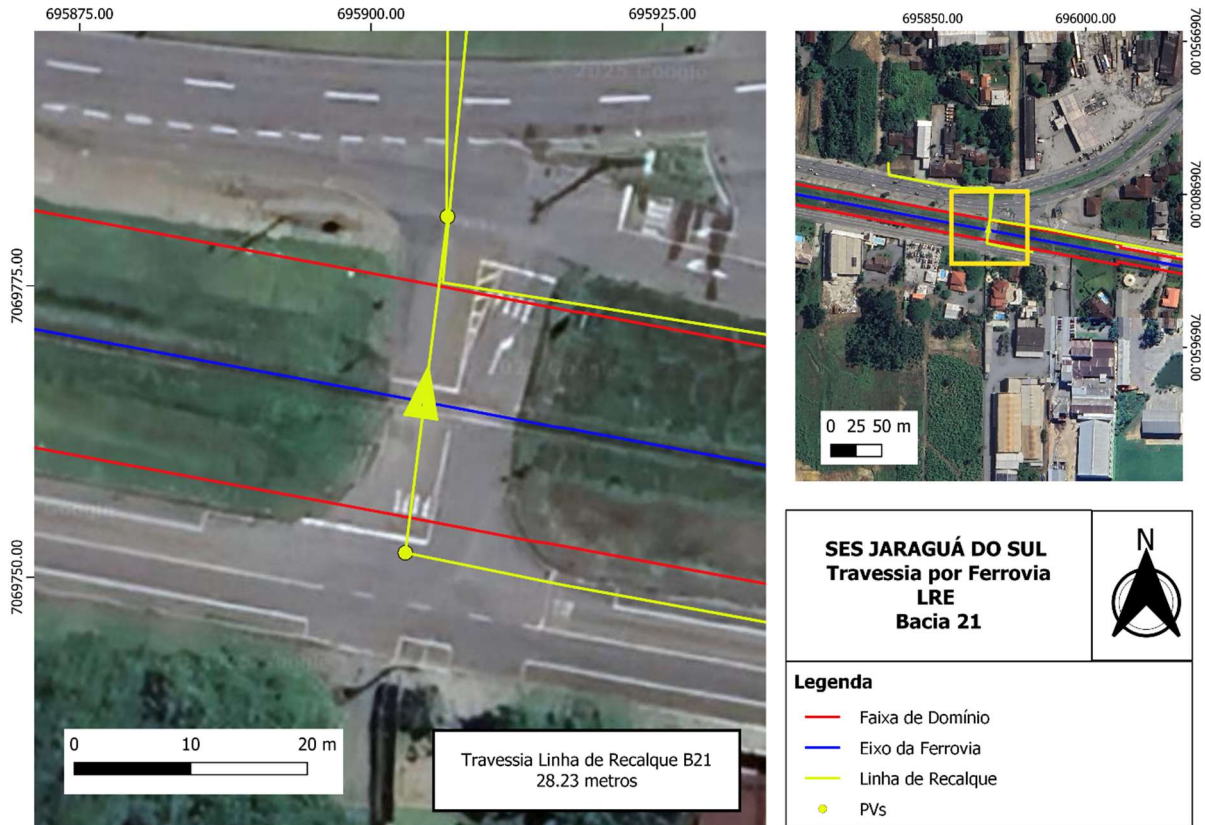
### 3.2 TRAVESSIA B21

Na Bacia 21 previu-se a execução de uma travessia com extensão de 28,23 metros. Está localizada no km 71 + 610 metros da ferrovia, na Rua Bernardo Werner Gruba Júnior, sendo o ângulo formado com o eixo da ferrovia de  $94^\circ$ , de forma quase perpendicular ao eixo da ferrovia (Coordenadas X:695902,9 e Y: 7069752,1 a X: 695906,6 e Y: 7069780,9). A largura da faixa de domínio neste ponto é de 20 metros, com 10 metros para o lado direito da ferrovia. As profundidades dentro da faixa de domínio variam entre 3,32 metros e 2,98 metros (abaixo do eixo da ferrovia), sendo sua execução pelo Método Não Destrutivo (MND), que não possui necessidade de paralização da operação ferroviária. O diâmetro da tubulação neste trecho é de 140mm em PEAD Soldado, com isso, foi previsto um tubo camisa PEAD PE100 SDR 11 PN16 de diâmetro 315 mm.

O projeto desta travessia se faz necessário para dar funcionalidade ao sistema, onde a exclusão acarretaria em prejuízo ao projeto, impossibilitando do esgoto chegar até a próxima bacia e conseqüentemente até a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). O

detalhamento da travessia está exposto na peça gráfica “SES-JGS-LRE-HID-03-PlaPerRUMO”. A figura 7 destaca o mapa de localização da travessia.

**Figura 7: Travessia LRE B21 do SES Jaraguá do Sul.**



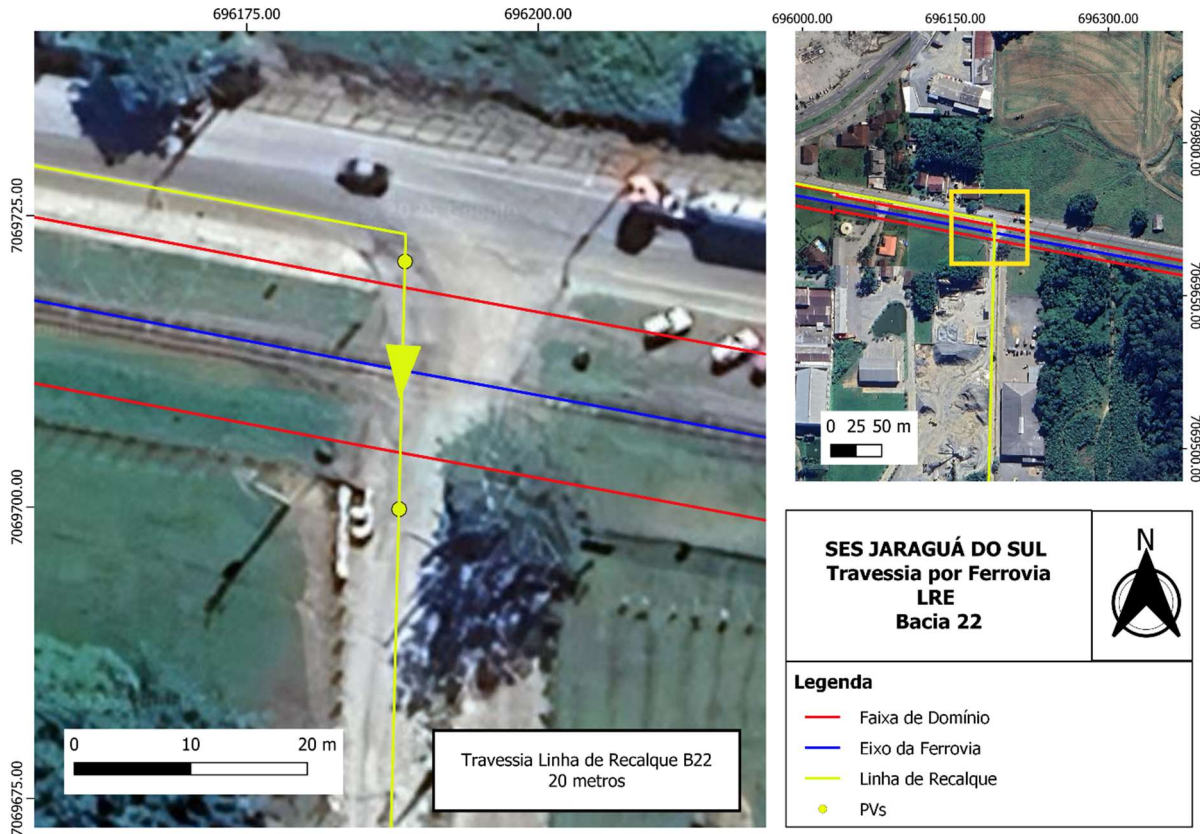
### 3.3 TRAVESSIA B22

Na Bacia 22 previu-se a execução de uma travessia com extensão de 20 metros. Está localizada no km 71 + 310 metros da ferrovia, na rua de entrada na ETE, sendo o ângulo formado com o eixo da ferrovia de  $98^\circ$ , de forma quase perpendicular ao eixo da ferrovia (Coordenadas X:696188,6 e Y: 7069721,1 a X: 696188,1 e Y: 7069699,7). A largura da faixa de domínio neste ponto é de 14 metros, com 7 metros para o lado direito da ferrovia. As profundidades dentro da faixa de domínio variam entre 3,67 metros e 3,14 metros (sendo 3,36 metros abaixo do eixo da ferrovia), sendo sua execução pelo Método Não Destrutivo (MND), que não possui necessidade de paralização da operação ferroviária. O diâmetro da tubulação neste trecho é de 400mm em PEAD Soldado, com isso, foi previsto um tubo camisa PEAD PE100 SDR 11 PN16 de diâmetro 630 mm.

O projeto desta travessia se faz necessário para dar funcionalidade ao sistema, onde a exclusão acarretaria em prejuízo ao projeto, impossibilitando do esgoto chegar até a

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). O detalhamento da travessia está exposto na peça gráfica “SES-JGS-LRE-HID-04-PlaPerRUMO”. A figura 8 destaca o mapa de localização da travessia.

**Figura 8: Travessia LRE B22 do SES Jaraguá do Sul.**



#### 4 CÁLCULO DAS RESISTÊNCIAS À COMPRESSÃO

Conforme mencionado, a travessia será executadas com tubo camisa em material PEAD, com diâmetros que variam de acordo com o diâmetro do tubo condutor. São características das tubulações em PEAD:

- Peso Específico: 0,945 a 0,962 g/cm<sup>3</sup>;
- Módulo de Elasticidade: 12.000kgf/cm<sup>2</sup>;
- Coeficiente de atrito hidráulico: 150 (C).

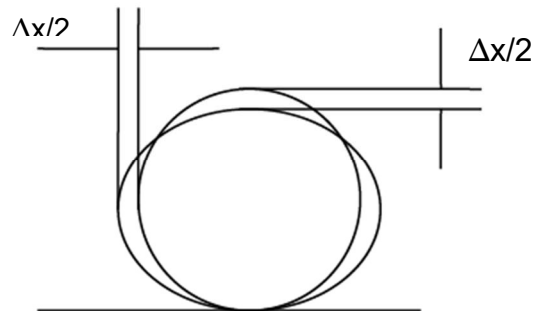
Abaixo são apresentados os cálculos referentes à resistência à compressão da travessia proposta:

- Resistência à compressão:

A determinação da espessura mínima da parede do tubo, prevista para a travessia, levou em consideração apenas as cargas de veículos e recobrimento de solo. Não foram previstos esforços oriundos do transporte e assentamento, tampouco espessura adicional para corrosão.

##### Equação de SPANGLER

$$\frac{\Delta x}{D} = D_L \otimes \frac{K \cdot q \cdot R^3}{E \cdot I + 0,061 \cdot E' \cdot R^3}$$



Onde,

- $D_L$  - coeficiente de deformação lenta. Para vala compactada  $D_L \approx 1,50$ .
- $K = K(\alpha)$  - constante do leito de apoio do tubo na vala  $K = 0,100$  ( $\alpha = 700$ )
- $q$  - carga total externa sobre o tubo:  $q_m + q_v$
- $q_m$  - carga morta (peso do solo)
- $q_v$  - carga viva (veículos)
- $R$  - raio do tubo

- E - módulo de elasticidade do PEAD =  $1,18 \times 10^9 \text{ Pa}$

- E' - módulo reativo do solo =  $4,5 \text{ Mpa}$

- I - momento de inércia do tubo

A carga viva  $q_v$  é obtida em função das características do veículo em movimento sobre a vala. Considerando um trem-tipo ferroviário brasileiro TB-270, destinado a ferrovias sujeitas a transporte de carga geral. Com isso, assumiu-se uma carga total de 1080 kN e um coeficiente de impacto de 1.6 (ferrovia), com a equação de BOUSSINESQ obtêm-se as seguintes cargas em função de H (altura do tubo até a ferrovia). A cobertura de vala no cálculo foi aquela observada abaixo do eixo da ferrovia, dessa forma temos o resumo das cargas aplicadas no tubo na tabela 2.

**Tabela 2: Resumo das Cargas Aplicadas no Tubo.**

ID	H (m)	$q_v$ (Pa)	$q_m$ (Pa)	$q = q_m + q_v$ (Pa)
T-16	3,2	82,62	57,78	140,41
T-21	3,0	92,91	55,92	148,82
T-22	3,1	83,68	57,78	141,46

Utilizando-se a equação de SPANGLER, admitindo-se a deformação diametral máxima  $\Delta x/D = 0,03$ , têm-se:

$$DL = 1,50$$

$$K = 0,100$$

$$R = 0,315; 0,250 \text{ e } 0,158.$$

$$E = 1,18 \times 10^9 \text{ Pa}$$

$$I = t^3/12$$

$$E' = 4,5 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$q = \frac{\Delta x}{D} \otimes \frac{EI + 0,061 \cdot E' \cdot R^3}{D_L \cdot K \cdot R^3}$$

O momento de inércia (I) dos tubos é calculado pela equação:

$$I = \frac{R^3}{E} \left( \frac{D}{\Delta x} * q * D_L * K - 0,061 * E' \right)$$

Para obtenção da espessura mínima da parede do tubo, tem-se a fórmula:

$$t = (12xI)^{1/3}$$

Logo, as espessuras mínimas da parede do tubo de acordo com a travessia são apresentadas na tabela 3.

**Tabela 3: Espessuras das tubulações.**

<b>Nomenclatura</b>	<b>Tubo camisa</b>	<b>Inércia(N.m<sup>2</sup>)</b>	<b>Espessura mínima (mm)</b>	<b>Espessura mínima adotada (mm)</b>
Travessia B16	PEAD 315	1,42x10-6	25,71	28,70
Travessia B21	PEAD 315	1,55x10-6	26,52	28,70
Travessia B22	PEAD 630	1,43x10-6	25,81	57,30

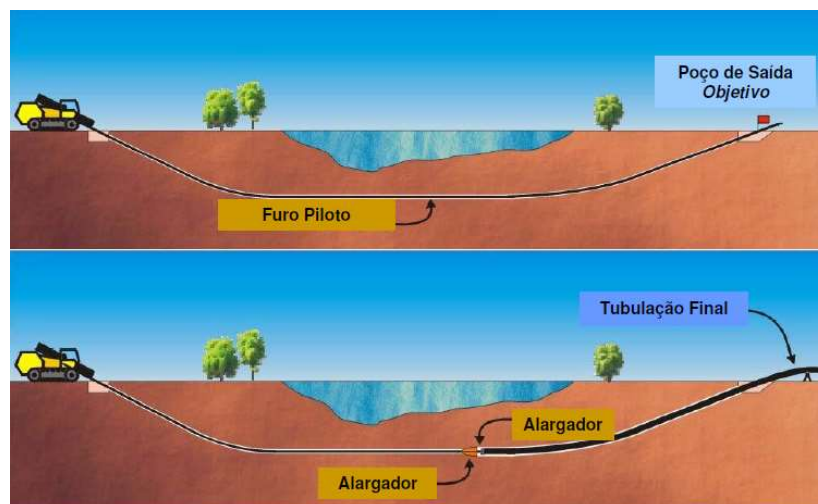
Foram adotadas tubulações de PEAD SDR 11 PN 16, que atendem às espessuras mínimas necessárias conforme esforços calculados.

## 5 MÉTODO CONSTRUTIVO - MND

Para os trechos citados será aplicado o método não destrutivo de Perfuração Direcional Horizontal (HDD). Utiliza-se de um equipamento hidrostático de alta pressão que possui uma cabeça de perfuração (broca) com um dispositivo eletrônico instalado em seu interior. Esse dispositivo emite sinais que são captados por um outro equipamento eletrônico chamado localizador, que mostra sua localização, profundidade, inclinação, ângulo de rotação, possibilitando dessa forma o direcionamento e monitoração do furo piloto do início ao fim.

Essa cabeça é acoplada a um conjunto de barras de aço flexível e rosqueáveis, que faz com que através de movimentos rotativos e axiais e com a injeção de água com alta pressão se faça curvas sob o solo a fim de alcançar o ponto de destino. Ao alcançar o ponto de destino (normalmente uma caixa escavada), troca-se a cabeça de perfuração por uma outra cabeça cônica e espiralada chamada alargador, que retorna no mesmo furo alargando-o e puxando ao mesmo tempo o duto camisa (tubo para fornecer proteção mecânica) e posteriormente o tubo condutor (tubo que efetivamente conduzirá o efluente).

Figura 9: MND.



A dimensão dos poços de serviço de emboque (de entrada) e de desemboque (de saída), também conhecidos como poços de ataque ou de visita (pois ao finalizar a execução da travessia, será um poço de visita), variam conforme o porte da travessia, do diâmetro da

tubulação e do tipo de equipamento. Na Tabela 4 é apresentado o diâmetro dos poços de serviço requerido em função do diâmetro da tubulação.

**Tabela 4: Diâmetro dos poços de serviços de entrada e saída**

<b>Diâmetro do tubo (mm)</b>	<b>Distância máxima entre PVs (m)</b>	<b>Diâmetro Interno do poço de entrada (m)</b>	<b>Diâmetro interno do poço de saída (m)</b>
300	70	3,00	2,00
400	70	3,00	2,00
500	120	4,20	3,00
600	120	4,20	3,00
700	120	4,80	3,20
800	120	5,20	3,20
900	120	5,20	3,20
1000	200	5,40	4,00
1200	230	6,30	4,00
1500	230	7,40	4,30
2000	300	7,10	5,20

Fonte: Passarelli.

Para inserção dos tubos, é necessário que eles estejam soldados conforme NBR 14.472 e prontos para colocação.

Para execução deste serviço define-se 04 etapas:

- Etapa preliminar: Execução dos poços de serviço; preparação das tubulações e localização da perfuratriz dirigida;
- Início do furo piloto;
- Fim do furo piloto;
- Inserção da tubulação; e
- Conclusão da perfuração dirigida e testes.

Para o tubo condutor foi escolhido tubulação em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), por ser considerado um dos tubos mais resistentes no mercado. Cada canalização vai sofrer basicamente três pressões internas. A pressão de serviço admissível, pressão máxima de serviço e a pressão de teste admissível.

Em relação às cargas externas os tubos podem ser classificados em três categorias, tubos rígidos, tubos flexíveis e tubos semi-rígidos. O tubo em questão é classificado como semi-rígido, e comportam-se em relação às cargas externas suportando uma ovalização suficiente para que uma parte da carga vertical do reaterro mobilize o apoio do recobrimento.

Assim, os esforços em jogo são as reações passivas de apoio do solo de envolvimento lateral e das tensões internas de flexão na parede do tubo. A resistência à carga vertical é então repartida entre a resistência própria do tubo e seu reaterro adjacente; a contribuição de cada um é função da relação entre a rigidez do tubo e do solo.

Este material além resistência empregada, apresenta também como vantagem a facilidade no manuseio e execução, gerando menor desconforto aos moradores tendo em vista a rapidez na execução.

## 6 SINALIZAÇÃO DA OBRA

Nos traçados projetados longitudinais e na travessia, mesmo que atravessando a ferrovia, será executada por método não destrutivo (MND), dessa forma no projeto não há nenhuma interferência direta com a faixa de tráfego das ferrovias. Por este motivo, mesmo se tratando de uma obra de longa duração, não se faz necessário o uso de sinalizações horizontais, mas sim, apenas o uso de dispositivos de canalização e segurança.

A sinalização de obras deverá ser constituída de:

- Área de pré-sinalização: destinada a advertir a existência de obras adiante que modifiquem a circulação dos veículos. Nesta área serão implantados sinais de regulamentação, advertência indicando aos motoristas qual deverá ser seu comportamento ao trafegarem junto ao canteiro de obras;
- Área de sinalização de posição: Representado pelo trecho onde estão regulamentadas as condições de trafegabilidade. Neste local deverão ser implantadas placas de regulamentação e dispositivos de canalização e/ou de controle de tráfego;
- Área de sinalização de fim de obras: estabelecida a situação normal de circulação, deverá ser informado o final da obra e a rodovia receber a regulamentação de velocidade máxima permitida desse trecho em diante, conforme as características da estrada, caso a velocidade tenha sido reduzida através de sinalização anterior.

### 6.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL

Nos trechos em que as redes interferem na faixa de domínio da ferrovia, é necessário o uso de sinalizações verticais temporárias, composta principalmente de sinais de advertência, regulamentação e de indicação. Estes sinais têm o objetivo de regulamentar o comportamento no trânsito, advertir as condições de tráfego e fornecer indicações necessárias ao seu deslocamento.

A implantação de sinais deverá seguir as normas estabelecidas pelo CONTRAN, Resolução 160/2004. No caso de obras de curta duração, os sinais poderão ser colocados sobre cavaletes ou suportes móveis a uma distância mínima de 0,10 metros do bordo da pista de rolamento.

As placas poderão ser de aço ou de alumínio, toda refletiva, com dimensões e altura de letras compatíveis com a velocidade regulamentada.

A sinalização de regulamentação determina as condições necessárias para uma circulação segura dos veículos junto ao canteiro de obras ou situações emergenciais. Os sinais a serem utilizados serão os definidos nas Resoluções 180/2005 e 243/2007.

A sinalização de advertência utilizada em obras previne os condutores das condições da via. Apresentam-se sob a forma quadrada toda refletiva, com fundo laranja, letras, símbolos e orla preta. Poderá ser adicionada a estas placas retangulares com as mesmas características de cor e refletividade.

As placas indicativas possuirão a forma retangular, toda refletiva, fundo laranja e letras, seta e orla pretas.

- a) Placa – Obras: adverte o condutor da existência adiante, de obras no leito ou junto às vias próximas à ferrovia. Deve ser colocado na área de pré-sinalização, antecedendo os demais sinais de advertência ou regulamentação.



**Figura 10: Placa: em obras**

- a) Placa – Fim das Obras: adverte o condutor do término do trecho em obras na via. Deve ser colocado imediatamente após o trecho em obras, na área de sinalização de fim das obras.



**Figura 11: Placa: Fim das obras**

Serão utilizados suportes de madeira em cerne de eucalipto ou madeira de lei, com seção de 0,08x0,08 metros (h=variável), ou tubo de aço galvanizado a quente, a critério deste departamento.

Suporte de madeira estão disponíveis em madeiras nas dimensões entre 2,50 metros e 6,00 metros (de 0,50 a 0,50 metros). O comprimento deles será definido pela expressão:

Comprimento enterrado + altura placa + altura livre

$0,75 + 1,00 + 1,20 = 2,95$  metros (3 metros, para placas de 2x1 metros)

Conforme a área da placa, os suportes serão simples ou duplos e terão as seguintes características:

- Até 1m<sup>2</sup>: Suporte simples, para placas de regulamentação, advertência e serviços auxiliares, em madeira ou metálico 2”.
- De 1 a 2m<sup>2</sup>: Suporte duplo em madeira ou metálico de 2”.
- De 2 a 3m<sup>2</sup>: Suporte duplo metálico de 3”, ou suporte simples de 4”.
- Acima de 3m<sup>2</sup>: Suporte duplo metálico de 4”.

Os suportes metálicos poderão ter os seguintes comprimentos, conforme condições locais de implantação:

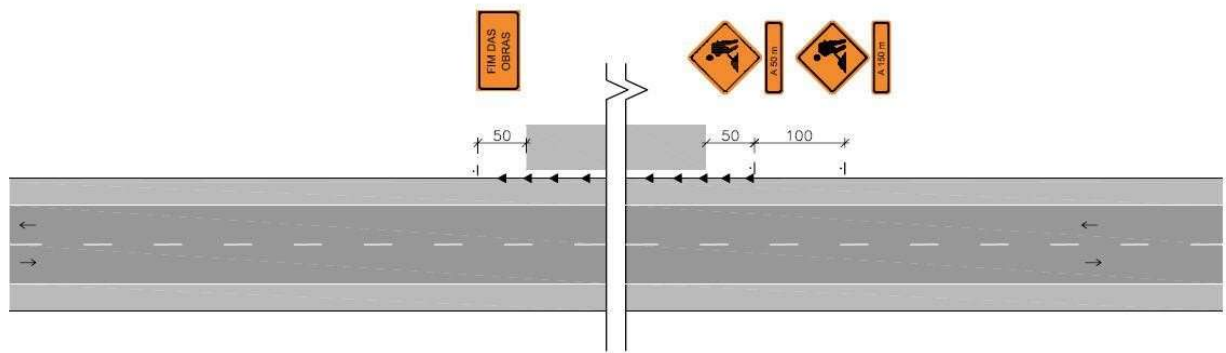
**Tabela 5: Comprimento de suportes metálicos (função do diâmetro)**

Diâmetro do Suporte	Zona Rural (comprimento)	Zona Urbana (comprimento)
2” e 2,5”	3,00m	4,00m
3” e 4”	3,50m	4,5m

- Para placas de passagem obrigatória, Marcos quilométricos e marcadores de alinhamento, quando utilizados suportes metálicos, estes serão de 2", com comprimento de 2,50 metros.
- Para suporte com 4,50 metros de comprimentos deverão ser usados diâmetros mínimos de 3" e espessura de parede igual ou superior a 3,75 milímetros.
- Para placas com área superior a 4 metros quadrados poderão ainda ser utilizados perfis "I" ou ainda perfis "C" desde que obedecidos os requisitos da norma NBR-14892.

**Figura 12: Sinalização da obra fora da pista**

Projeto - Tipo Nº 01 : Sinalização de Obras - Obra Fora da Pista



Legenda:

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| ▲ cone ou cilindro       | ◀ iluminação interminente  |
| ■ barreira classe I e II | 🚧 bandeira apoiada em cone |
| ▬ barreira classe III    | ·  placa em coluna simples |
| → sentido de circulação  | :  placa em coluna dupla   |

Nota: 1—As barreiras classe I, II e III podem ser substituídas por barreiras plásticas ou tapumes;  
2—Cotas em metros

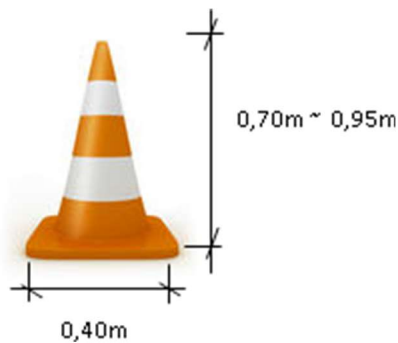
## 6.2 DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA

Os equipamentos a serem utilizados nos trechos em obras deverão ser confeccionados numa composição destrutiva, ou seja, deve esfarelar-se sob a ação de fortes impactos, visando não oferecer resistência, não se constituir em obstáculo físico no eventual choque com veículos desgovernados.

### a) Cones

Deverão ter forma cônica e serem ocos, para facilitar o transporte e para serem usados sobrepostos nos casos da necessidade de peso suplementar (ventos fortes).

Suas dimensões deverão ser de 0,70 metros a 0,95 metros de altura, e sua base quadrada com 0,40 metros de lado. Deverão ser confeccionados em plástico ou borracha, para resistirem aos eventuais choques, sem ocasionar danos aos veículos, seus ocupantes e circunstâncias.



**Figura 13: Cone**

Deverão possuir faixas horizontais, entre 0,10 metros e 0,15 metros de altura, alternadas nas cores, branco e laranja refletivo, ou no mínimo branca refletiva.

O espaçamento entre os cones será estabelecido em função da velocidade e de acordo com a tabela abaixo:

Velocidade (km/h)	Espaçamento (m)
$V \leq 48$	03
$48 < V \leq 60$	08
$60 < V \leq 80$	10
$80 < V \leq 100$	10

**Tabela 6: Espaçamento entre cones conforme velocidade**

Qualquer dispositivo de canalização a ser utilizado, inclusive os cones, não deverá ter espaçamento, superior a 0,2 vezes o limite de velocidade nos tapers e 0,4 vezes a velocidade em tangente.

Sinais de advertência podem ser utilizados em conjunto com cones, sobre eles ou em suportes provisórios, quando esta utilização for programada, dependendo da localização da obstrução da via.

No período noturno ou em condições de pouca luminosidade, não é recomendada a utilização de cones, sem o uso conjunto de dispositivos luminosos portáteis.

#### b) Balizadores

Recomenda-se sua utilização para canalização de emergências, de curta duração, em obras móveis ou de longa duração.

Deverão ser confeccionados de materiais leves e preferencialmente flexíveis (plástico ou fibra). Sua fixação deve ser feita através de uma base em material de maior peso (madeira, borracha, etc.) com dimensões inferiores a 0,40 x 010 metros, evitando a utilização de materiais rígidos, tais como ferro ou concreto a fim de evitar danos aos veículos, ocupantes e transeuntes em caso de choque.



**Figura 14:  
Balizadores**

Deverão possuir faixas alternadas branco e laranja reflexivo com inclinação de 45° e largura de 0,106 metros.

c) Tambores

Elementos de grande porte, porém portáteis, que canalizam o fluxo em situações operacionais e/ou emergenciais. Pelo seu tamanho, são recomendados para uso em rodovias e vias urbanas de tráfego rápido.

São elementos utilizados em série para bloquear frontalmente o fluxo de veículos ou para canalizá-lo, quando existir interferência de curta ou média duração nas rodovias ou vias urbanas de trânsito rápido, em que ocorre alteração de trajetória dos veículos, bem como para separar fluxos de sentidos contrários.

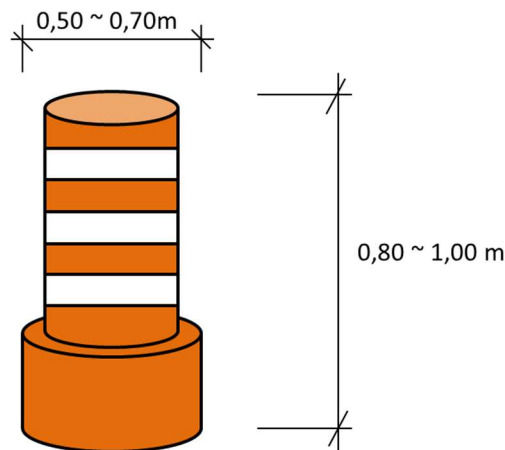
Seu formato é cilíndrico, ou muito próximo de um cilindro, de material plástico ou outro material flexível.

Possuem dimensões variáveis, que devem ficar

entre: Altura: 0,80 a 1,00 metro;

Base: 0,50 a 0,70 metros.

Deverão ter faixas horizontais de 0,10 a 0,20 metros, nas cores laranja e branco refletivo, colocadas de forma alternadas.



**Figura 15: Tambores**

A colocação de tambores segue as mesmas diretrizes dos cones, inclusive no que se refere ao espaçamento em função da velocidade, porém o distanciamento mínimo entre eles deverá ser de 5 metros.

Assim como nos cones, quando a utilização dos tambores for programada, podem ser utilizados sinais de advertência sobre eles ou em suportes provisórios.

Não é recomendável a utilização de tambores no período noturno, em condições de pouca luminosidade, sem o uso em conjunto de dispositivos luminosos portáteis ou elementos refletivos.

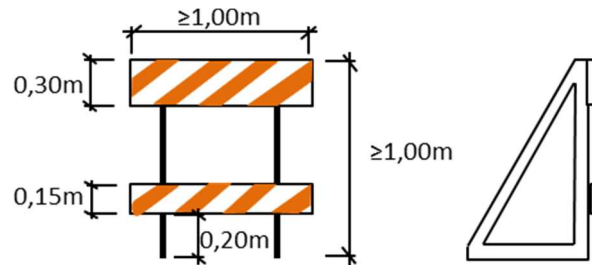
#### d) Barreiras móveis

São elementos que transferem o fluxo de veículos, bloqueia lateral ou frontalmente o tráfego de veículos em intervenções de curta duração ou em períodos descontínuos do dia.

Possui elementos horizontais de vedação, formando plano perpendicular ao solo, e elementos verticais de sustentação (na forma de esquadro). Deve possuir faixas brancas e laranjas, alternadas, conforme a situação a que se aplicam:

- Inclinadas a 45°, nos trechos retos;
- Com seta, nos trechos curvos;
- Verticais, para bloqueios.

Sua altura e comprimento devem ser de 1 metro e seu elemento horizontal superior em 0,30 metros e o inferior de 0,15 metros, este último afastado do solo no mínimo 0,20 metros.



**Figura 16: Barreiras móveis**

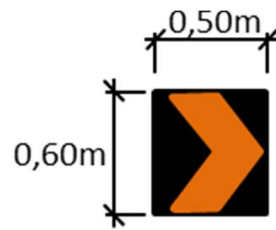
Usada em intervenções de curta ou média duração, delimitam a área de serviço, quando é permitido o tráfego ao longo de trecho em obras e transfere o fluxo de veículos para faixas remanescentes.

Observa-se ainda que em locais sujeitos a ventos fortes ou tráfegos de veículos de grande porte, podem ser colocados sacos de terra na base destas barreiras, para melhorar a estabilidade.

#### e) Marcadores de Alinhamento

Constituem de placas refletivas de 0,50 x 0,60 metros, com fundo preto não-refletivo, às quais se sobrepõe uma ponta de seta na cor laranja, com película tipo III.

Assinala aos motoristas uma alteração no alinhamento horizontal da rodovia, tendo como função, desviar, canalizar e direcionar o fluxo em obras com maior duração e podem ser fixados a tambores ou ainda em suportes desmontáveis e portáteis.



**Figura 17: Marcadores  
de alinhamento**

Recomenda-se sua utilização para demarcação de limite de pista provisória, nos desvios fora da via e nas curvas horizontais, com espaçamento entre dispositivos a ser determinado pelo projetista.